

스마트건설을 위한 건설측량 코드개발(2차)

제 출 문

국토지리정보원장 귀하

본 보고서를 「스마트건설을 위한 건설측량 코드개발(2차)」
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023. 1

사단법인 대한공간정보학회 회장 서 용 철

참여연구진

| | | |
|-----|-------------|-------|
| 최윤수 | (사)대한공간정보학회 | 연구책임자 |
| 최한영 | ” | 연구원 |
| 이원종 | ” | ” |
| 박경식 | ” | ” |
| 김광석 | ” | ” |
| 오재규 | ” | ” |
| 정 영 | ” | ” |
| 이 훈 | ” | ” |
| 이상민 | ” | 연구보조원 |
| | | |
| 김재명 | 서경대학교 산학협력단 | 부문 책임 |
| 정인훈 | ” | 연구원 |
| 김환용 | ” | ” |
| 인연찬 | ” | 연구보조원 |
| 지원석 | ” | ” |
| 류명주 | ” | ” |
| 이무성 | ” | ” |
| | | |
| 박태식 | 테이즈엔지니어링(주) | 부문 책임 |
| 박덕화 | ” | 연구원 |
| 조석정 | ” | ” |
| 정혜진 | ” | ” |
| 노상균 | ” | ” |
| 임진수 | ” | 연구보조원 |
| 임태한 | ” | ” |
| | | |
| 김민구 | 공간정보산업진흥원 | 부문 책임 |
| 최태석 | ” | 연구원 |
| | | |
| 이수용 | 한국항공촬영(주) | 부문 책임 |
| 박준기 | ” | 연구원 |
| 공채은 | ” | 연구보조원 |
| 설민지 | ” | ” |

자문위원

| | | |
|-----|--------------|-----|
| 김대천 | 한국공간정보산업협회 | 지부장 |
| 김창재 | 명지대학교 | 교수 |
| 김태훈 | 공간정보품질관리원 | 실장 |
| 박경열 | 한국공간정보산업협동조합 | 이사장 |
| 박홍기 | 가천대학교 | 교수 |
| 손홍규 | 연세대학교 | 교수 |
| 신상호 | 공간정보품질관리원 | 본부장 |
| 이석배 | 경상국립대학교 | 교수 |
| 이병길 | 경기대학교 | 교수 |
| 이용욱 | 인덕대학교 | 교수 |
| 이재동 | 인천대학교 | 교수 |
| 이지영 | 서울시립대학교 | 교수 |
| 정의훈 | 공간정보품질관리원 | 처장 |
| 황병철 | 공간정보산업진흥원 | 본부장 |

국토지리정보원

| | | |
|-----|-------|-----|
| 송시화 | 위치기준과 | 과장 |
| 김종필 | 위치기준과 | 사무관 |
| 고영찬 | 위치기준과 | 주무관 |

| | |
|--|----|
| 제1장 연구개요 | 3 |
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 3 |
| 2. 연구 내용 | 5 |
| 3. 연구방법 | 7 |
| 4. 연구 추진경과 | 8 |
| 가. 2019년 연구의 주요 내용 | 8 |
| 나. 2021년 연구의 주요 내용 | 10 |
| 제2장 측량부문 표준설계기준(KDS) 등록 및 지원 | 17 |
| 1. 표준설계기준(KDS) 등록 절차 | 17 |
| 2. 건설측량 설계기준(KDS) 등록의 추진 경과 | 18 |
| 가. 건설기준코드의 측량부문 등록을 위한 주요 추진 내용 | 18 |
| 나. 건설기준위원회 대응 및 추진 내용 | 28 |
| 다. 중앙건설기술심의위원회 대응 및 추진 내용 | 33 |
| 제3장 국내·외 건설부문 측량기준 등 현황진단 | 41 |
| 1. 국내 준공 및 유지관리 측량기준 현황 분석 | 41 |
| 가. 건설기준 현황 분석 | 41 |
| 나. 법제도 현황 분석 | 44 |
| 다. 수요분석 | 50 |
| 2. 국외 준공 및 유지관리 측량기준 현황 분석 | 56 |
| 가. 일본 | 56 |
| 나. 미국 | 61 |
| 다. 유럽 | 65 |
| 3. 시사점 | 68 |
| 제4장 건설공사측량 표준시방서(KCS) 구성 및 개발 | 73 |
| 1. 건설공사측량 표준시방서 개발 및 구성 | 73 |
| 2. 건설공사측량 표준시방서(KSC) 구성(안)의 비교 | 76 |

| 목차 |

| | |
|---|------------|
| 3. 건설공사측량 표준시방서의 주요내용 | 77 |
| 3.1 시공 | 82 |
| 3.2 공통공사 측량(안)의 주요내용 (KCS 12 20 00) | 85 |
| 1. 토공사시공측량(KCS 12 20 05) | 85 |
| 2. 배수공사시공측량(KCS 12 20 10) | 90 |
| 3. 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량(KCS 12 20 15) | 92 |
| 4. 포장공사시공 측량(KCS 12 20 20) | 95 |
| 3.3 분야별공사 측량(안)의 주요내용 (KCS 12 30 00) | 98 |
| 1. 도로 및 철도공사 측량(KCS 12 30 05) | 98 |
| 2. 단지조성공사 측량(KCS 12 30 10) | 106 |
| 3. 하천 및 댐 공사 측량(KCS 12 30 15) | 112 |
| 4. 상하수도공사 측량(KCS 12 30 20) | 121 |
| 5. 농업생산기반공사 측량(KCS 12 30 25) | 128 |
| 6. 교량공사 측량(KCS 12 30 30) | 135 |
| 7. 터널공사 측량(KCS 12 30 35) | 141 |
| 8. 건축공사 측량(KCS 12 30 40) | 147 |
| 제5장 개발된 건설측량코드에 대한 검증실험 | 155 |
| 1. 검증실험의 배경 | 157 |
| 2. 실험지역 선정 및 사전답사 | 158 |
| 3. 3차원측량장비를 활용한 실험지역 자료 수집 및 후처리 | 163 |
| 가. 실험지역 자료 수집 | 163 |
| 나. 실험지역 자료 후처리 | 171 |
| 4. 기존 처리 방법과 비교분석 후 적용방안 도출 및 제시 | 180 |
| 제6장 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발 및 기존 측량작업규정 보완 | 205 |
| 1. 측량작업규정 현황진단 및 시사점(적용방향) 도출 | 205 |
| 가. 건설측량 설계기준 분석을 통한 측량작업규정의 개발 요구사항 도출 .. | 205 |
| 다. 현황진단에 따른 시사점 도출 및 적용방향 제시 | 213 |

| | |
|---|---------|
| 2. 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발 | 216 |
| 가. 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발 방안 검토 | 216 |
| 3. 스마트건설측량작업규정(가칭)의 운영방안 수립 | 222 |
| 가. 공공 및 일반측량 작업규정 검토를 통해 최적 운영방안 수립 | 222 |
| 나. 스마트건설측량 작업규정(가칭)와 건설측량코드의 연계활용 방안 수립 ... | 227 |
| 결론 | 231 |
| 참고문헌 | 233 |
| 부록 | 239 |
| 부록 1. 건설공사측량 표준시방서(KCS) | 239 |
| 부록 2. 스마트건설측량 작업규정(안) | 420 |

| | |
|--|----|
| <표 1-1> 시공 중 단계에서의 장비별 측량 소요시간 | 9 |
| <표 1-2> '21~22년 대외 홍보 활동 | 13 |
| <표 2-1> 현행 건설기준 종류별 소관부서 및 관련단체 | 19 |
| <표 2-2> 측량분야 건설기준위원회 명단 | 21 |
| <표 2-3> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 분류체계의 변경 (1) | 22 |
| <표 2-4> 국무조정실의 규제대상여부 관련 질의응답 | 23 |
| <표 2-5> 행정예고에 대한 측량산업계 및 공간정보산업협회 의견 | 25 |
| <표 2-6> 측량 건설기준위원회 및 행정예고 주요 의견 | 29 |
| <표 2-7> 측량 건설기준위원회 의견 중 원안 유지 사항 | 30 |
| <표 2-8> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 분류체계의 변경(2) | 32 |
| <표 2-9> 측량분야 중앙건설기술심의위원회 명단 | 34 |
| <표 2-10> 측량 건설기준위원회 주요 의견 | 35 |
| <표 3-1> 설계기준 및 표준시방서 코드 현황 | 42 |
| <표 3-2> 표준시방서(KCS) 10 30 00 측량편 | 43 |
| <표 3-3> 건설기술 진흥법 중 측량 관련 내용 | 44 |
| <표 3-4> 건설기술 진흥법 시행령 중 측량 관련 내용 | 45 |
| <표 3-5> 건설공사 사업관리방식 검토기준 및 업무수행지침 중 측량 관련 내용 | 47 |
| <표 3-6> 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 중 건설 관련 내용 | 48 |
| <표 3-7> 공공측량 작업규정 중 건설 관련 내용 | 48 |
| <표 3-8> 일반측량 작업규정 중 건설 관련 내용 | 49 |
| <표 3-9> 수요분석 진행 | 50 |
| <표 3-10> 일반측량 작업규정 중 건설 관련 내용 | 56 |
| <표 4-1> 건설공사측량 일반(안)의 분류 | 77 |
| <표 4-2> 건설공사측량 측량기기 및 자재 | 82 |
| <표 4-3> 토공사시공 측량(안)의 분류 | 87 |
| <표 4-4> 배수공사시공 측량(안)의 분류 | 91 |
| <표 4-5> 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량(안)의 분류 | 93 |
| <표 4-6> 포장공사시공 측량(안)의 분류 | 97 |
| <표 4-7> 도로 및 철도공사 측량(안)의 분류 | 99 |

표목차

| | |
|---|-----|
| <표 4-8> 단지조성공사 측량(안)의 분류 | 107 |
| <표 4-9> 하천 및 댐 공사 측량(안)의 분류 | 113 |
| <표 4-10> 상하수도공사 측량(안)의 분류 | 122 |
| <표 4-11> 농업생산기반공사 측량(안)의 분류 | 129 |
| <표 4-12> 교량공사 측량(안)의 분류 | 136 |
| <표 4-13> 터널공사 측량(안)의 분류 | 142 |
| <표 4-14> 건축공사 측량(안)의 분류 | 148 |
| <표 5-1> 사이트캘리브레이션에 활용한 통합기준점 현황 | 159 |
| <표 5-2> 기존 연구사업의 검증 실험 사례 | 161 |
| <표 5-3> 검증실험 적용 장비 | 162 |
| <표 5-4> 장비 현황 | 163 |
| <표 5-5> 검사점 성과 | 164 |
| <표 5-6> GNSS 측량 성과 | 165 |
| <표 5-7> 토탈스테이션 측량 성과 | 167 |
| <표 5-8> 장비 별 자료처리 과정 | 171 |
| <표 5-9> 데이터 분석 준비 | 180 |
| <표 5-10> 정확도 평가 결과 | 194 |
| <표 5-11> 작업공정 비교 | 195 |
| <표 5-13> 횡단면 중심으로부터 검사점까지 거리 및 표고(단위 : m) · | 196 |
| <표 6-1> 건설측량코드 개발 및 등록 추진내용 | 206 |
| <표 6-2> 건설기술진흥법 내 측량관련 내용 예시 | 206 |
| <표 6-3> 건설기술진흥법 시행령 내 측량관련 내용 예시 | 207 |
| <표 6-4> 공공측량 작업규정 예시 | 209 |
| <표 6-5> 일반측량 작업규정 예시 | 209 |
| <표 6-6> 3차원 공간정보 구축 작업규정 예시 | 210 |
| <표 6-7> 국토지리정보원 측량관련 작업규정 분석 | 210 |
| <표 6-8> 건설공사 설계측량 및 측량관련 작업규정간의 연계 예시 | 212 |
| <표 6-9> KDS, 공공 및 일반 측량 작업규정 분석 정리 | 214 |
| <표 6-10> 건설공사 설계측량과 측량관련 작업규정 중복 예시 | 214 |

| | |
|--|-----|
| <표 6-11> 건설공사 설계측량과 측량관련 작업규정 차이 예시 | 215 |
| <표 6-12> 스마트건설측량 작업규정(안) 신설 조항 및 일반측량 및 공 | 217 |
| <표 6-13> 스마트건설측량 작업규정(안) 신설 조항 및 수치표고모형의 구 측 및 관리 등에 관한 규정과의 연계성 예시 | 219 |
| <표 6-14> 측량작업규정 운영지침(가칭) 조문 예시 | 220 |
| <표 6-15> 현행 작업규정의 제적 목적 및 적용 범위 비교 | 222 |
| <표 6-16> 일반측량 작업규정 제정 고시문(2013.12.30.) | 224 |
| <표 6-17> 운영 방안별 장·단점 분석 | 226 |

| | |
|--|----|
| <그림 1-1> 연구배경 및 필요성 | 4 |
| <그림 1-2> 2019년~2021년 연구 추진경과 | 8 |
| <그림 1-3>로드맵의 추진전략 및 비전('19년 연구결과) | 9 |
| <그림 1-4> 스마트건설 3차원데이터 생산 및 관리 가이드라인(안) 항목 | 10 |
| <그림 1-5> 건설측량 설계기준(KDS) 개발 | 11 |
| <그림 1-6> 건설공사측량 표준시방서(KCS) 개발 | 12 |
| <그림 1-7> 로드맵 내용('21년 연구결과) | 12 |
| <그림 2-1> 국가건설기준 등록 절차 | 17 |
| <그림 2-2> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 등록절차> | 17 |
| <그림 2-3> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 등록 관련 주요 추진 경과· | 19 |
| <그림 2-4> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 소관부서 및 관련 단체 지정 | 20 |
| <그림 2-5> 규제심사 대상여부 사전검토 요청서 | 23 |
| <그림 2-6> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 행정예고 | 24 |
| <그림 2-7> 기술사 검토의견 프로세스 제시 | 26 |
| <그림 2-8> 측량 및 지형공간정보 기술사 현황 | 26 |
| <그림 2-9> 공공측량 성과심사 현황 | 26 |
| <그림 2-10> 타분야 건설기준의 기술검토 수행 내용 | 27 |
| <그림 2-11> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) '22년 등록 일정-1 ... | 27 |
| <그림 2-12> 건설기준위원회 검토의견 및 조치계획서 작성 | 28 |
| <그림 2-13> 건설기준위원회 심의 과정 | 30 |
| <그림 2-14> 중앙건설기술심의위원회 검토의견 및 조치계획서 작성 | 35 |
| <그림 2-15> 중앙건설기술심의위원회 심의 과정 | 36 |
| <그림 2-16> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)의 고시 | 37 |
| <그림 2-17> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)의 등록 | 37 |
| <그림 3-1> 설계기준(KDS), 표준시방서(KCS) 코드 구성 (출처 : 건설기 준센터) | 41 |
| <그림 3-2> 국가건설기준센터의 측량 관련 코드 현황 | 44 |
| <그림 3-3> i-Construction에 관한 문서 목록 (출처 : 국토교통성) | 56 |
| <그림 4-1> 건설공사측량 개발 흐름도 | 73 |

Ⅰ 그림목차 Ⅰ

| | |
|--|-----|
| <그림 4-2> 건설공사측량 개발 흐름도 | 75 |
| <그림 4-3> 건설공사측량 개정 전·후 코드체계 | 76 |
| <그림 4-4> 건설공사측량 개정 전·후 주요내용 | 76 |
| <그림 5-1> 실험 대상지 | 158 |
| <그림 5-3> 검사점 사진 예시 | 164 |
| <그림 5-9> GNSS 성과 1 | 172 |
| <그림 5-10> GNSS 성과 2 | 173 |
| <그림 5-11> 드론 영상 성과 | 174 |
| <그림 5-12> 드론 레이저 스캐너 성과 | 175 |
| <그림 5-13> 지상형 레이저 스캐너 성과 1 | 176 |
| <그림 5-14> 지상형 레이저 스캐너 성과 2 | 177 |
| <그림 5-15> 모바일 맵핑 시스템 성과 1 | 178 |
| <그림 5-16> 모바일 맵핑 시스템 성과 2 | 179 |
| <그림 5-17> GNSS 성과 면처리 | 181 |
| <그림 5-18> 드론 영상 성과 DSM 활용 면처리 | 181 |
| <그림 5-19> 드론 영상 활용 횡단 추출 | 182 |
| <그림 5-20> 드론 레이저 스캐너 데이터 지면 추출 | 182 |
| <그림 5-21> 드론 레이저 스캐너 데이터 면처리 | 183 |
| <그림 5-22> 드론 레이저 스캐너 활용 횡단 추출 | 183 |
| <그림 5-23> 지상 레이저 스캐너 데이터 지면 추출 | 184 |
| <그림 5-24> 지상 레이저 스캐너 데이터 면처리 | 184 |
| <그림 5-25> 지상 레이저 스캐너 활용 횡단 추출 | 185 |
| <그림 5-26> 모바일 맵핑 시스템 데이터 지면 추출 | 185 |
| <그림 5-27> 모바일 맵핑 시스템 데이터 면처리 | 186 |
| <그림 5-28> 모바일 맵핑 시스템 활용 횡단 추출 | 186 |
| <그림 5-29> 토탈스테이션 성과 면처리 | 187 |
| <그림 5-36> 횡단면의 비교 방법 | 195 |
| <그림 5-37> 기존 측량 방법과 레이저 스캐너의 비교 | 199 |
| <그림 6-1> 건설측량 설계기준 중 건설공사 설계측량의 구성 내용 예시 · | 208 |

| | |
|--|-----|
| <그림 6-2> 국토지지정보원 측량관련 작업규정간의 관계도 | 213 |
| <그림 6-3> 스마트건설측량 작업규정(안) 개발 방향 정리 | 215 |
| <그림 6-4> 건설측량 설계기준 기반의 스마트건설측량 작업규정(안) 예시 | 217 |
| <그림 6-7> 신규 작업규정 예시 | 220 |
| <그림 6-8> 신규 작업규정 운영방안 도출을 위한 고려사항 | 223 |
| <그림 6-9> 일반측량 작업규정 폐지 방안 | 224 |
| <그림 6-10> 스마트건설측량 작업규정(안)과 일반측량 작업규정 통합 방안 | 225 |
| <그림 6-11> 측량관련 작업규정의 통합 방안 | 226 |

제1장

연구개요

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구내용
3. 연구방법
4. 연구 추진경과

1. 연구의 배경 및 목적

스마트건설 기술은 전통적인 건설기술에 AI, 빅데이터, BIM, 드론, 로봇 등 첨단기술을 활용하는 융합형 기술로서, 건설사업의 전주기 효율화뿐만 아니라 창업생태계 활성화로 인한 일자리 창출 등 건설산업의 혁신성장을 주도하는 신성장동력으로 자리매김하고 있다.

기존의 건설산업과 비교할 때 스마트건설의 주요 핵심사항은 건설산업의 자동화와 건설정보의 디지털 전환으로 3차원 공간정보 데이터의 취득과 활용하는 기술이 반드시 필요하다. 이러한 공간정보는 과거에 점과 선 등을 활용하여 기하학적 평면방식으로 표현되었다면 3차원 공간정보 데이터는 지형지물의 위치·기하정보에 대하여 3차원 좌표, 속성정보 및 각종 부가적인 정보 등을 추가한 디지털 형태의 데이터를 의미한다. 데이터의 디지털화는 컴퓨터가 단순한 이미지로서 인식하거나 공간을 인식하지 못하는 것이 아닌 개별적인 수치 데이터가 분석 가능한 데이터베이스로 저장되거나 지형정보나 건축 부재를 컴퓨터가 인식할 수 있는 객체지향형 데이터와 같이 저장되는 것을 의미한다.

3차원 공간정보 데이터는 유·무인 항공기로부터 취득한 영상사진이나 레이저스캐너 등 직·간접적으로 다양한 측량기술을 이용하여 취득할 수 있다. 이렇게 취득한 3차원 공간정보 데이터는 토목과 건설사업 등에서 기존 건설도면이나 국가 공간정보 등과 결합하여 건설공사의 계획, 설계, 시공, 유지관리 단계에서 활용하고 있다. 건설공사의 설계 단계에서 3차원 지형정보 구축과 공사 물량산정 등에 사용되고 시공 단계에서는 정확한 시공을 위한 위치정보 및 품질관리 정보의 제공, 무인건설기기 운영을 위한 측위서비스 제공 등에 사용되며, 유지·안전관리 단계에서는 실시간 모니터링을 통한 품질관리 등에 사용되면서 신속하고 정확한 3차원 공간정보 데이터의 취득이 무엇보다도 중요해지고 있다.

하지만 현재 실제 건설공사에 적용하기 위한 3차원 공간정보 데이터의 취득과 관련된 기준과 업무 매뉴얼 등이 부재하여 국토지리정보원에서 고시한 공공측량 작업규정과 일반측량 작업규정을 준용하여 수행하고 있다. 그리고 기존 건설도면은 2차원적 건축설계를 중심으로 수행되어 왔기 때문에 기존 방식과 다른 3차원 측량과 공간정보 구축에 이를 그대로 적용하기 어려운 한계가 있다.

즉, 현재 측량 관련 작업규정은 지도제작을 목적으로 제정하였기 때문에 건설에서 요구하고 있는 측량절차와 성과 등 기준을 만족하지 않는다. 따라서 스마트건설의 성공적인 도입을 위해서는 고정

밀 3차원 공간정보 데이터의 취득을 위한 절차 및 기준 등의 정립을 통한 정확한 3차원 객체 중심의 디지털 지형모델 작성이 필요하다. 이러한 건설산업의 패러다임 변화의 핵심에 높은 정확도와 정교한 시설물의 개선, 건설장비의 자동화, 건설정보의 디지털화에 고정밀 3차원 측량성과와 위치결정 기술, 설계에서 유지관리까지의 실시간 정보수집과 3차원 관리 등 핵심 요구기술에 측량에 대한 수요증가에 따라 기존 건설공사와 스마트건설에서 요구되는 측량의 역할과 절차, 성과 등의 기준의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다.

또한 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 현재까지 스마트건설이 도입 단계에 머물러 있어 스마트건설에 대한 전체 공정절차는 아직 정립되어 있지 않으며, 기존의 2차원 형식으로 작성된 지도와 설계도면을 다시 3차원 형태로 변환하는 작업을 수행하는 등 실무적으로 많은 어려움을 겪고 있다. 그리고 스마트건설 기술은 일부 건설현장에서 적용되고 있으나 적용 기준, 품질검사 기준이 없어 사업비가 증가하거나 데이터의 문제로 건설현장에서 적극적으로 도입되지 못하고 있다.

이처럼 건설분야에서 측량데이터의 중요도와 측량기술자의 역할이 증대되고 있지만 현재 건설공사에 수행되는 측량에 대한 독립된 규정이 마련되어 있지 않고 각 건설공사 관련 시방서 및 설계기준에서 측량 관련 내용은 개략적으로 제시되어 있다. 이러한 건설분야에서 측량의 독립적 규정 및 지침의 부재는 최근 건설분야에서 초고층 건축물, 초장대 교량과 같은 구조물의 대형화와 복잡화되는 추세에 더 큰 문제를 야기할 수 있다.

이에 본 연구에서는 현재 건설공사의 측량에 대한 기준 및 지침 부재에 따른 문제점을 해결하기 위해 '21년 개발한 건설측량의 설계기준(KDS)의 등록과 건설공사측량 표준시방서(KCS)를 개발하였다. 또한 개발한 건설측량 설계기준(KDS)의 현장검증을 통해 건설공사에 적용가능한 지에 대한 검증실험을 수행하였다. 마지막으로 스마트건설 작업규정의 개발과 기존 측량 관련 규정의 분석을 통해 운영방법에 대해 향후 방향성을 제시하였다.



<그림 1-1> 연구배경 및 필요성

2. 연구 내용

본 연구는 2022년 5월 27일부터 2023년 1월 21일까지 진행되었으며, 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

□ 측량부문 표준시방서(KCS) 시공부문 개발 및 제정

- 표준시방기준 측량코드 시공부문 개발을 위한 현황진단 및 시사점(적용방향) 도출
 - 현재 운영되고 있는 국내·외 표준시방기준 등에 대한 조사·분석
 - 표준시방기준 및 건설시공 관련 전문가 의견수렴 등 수요조사·분석
 - 현황진단에 따른 시사점 도출 및 적용방향 제시
- 시공 중 측량의 일반사항 개발
 - 개요, 적용범위, 참고기준, 용어의 정의, 현장품질관리, 시공중측량 성과제출, 공사기록, 기성검측을 위한 측량, 측량장비의 선정 및 성능검사, 스마트건설측량의 활용 등 상세내용 마련
- 시공 중 측량의 대상공종 별 상세 측량기준 개발
 - 적용범위, 시공측량방법, 스마트건설 시공측량방법(3차원), 품질관리, 기성측량 성과품작성 등 상세내용 마련
 - 사업분야 : 공통공사, 건축공사, 도로공사, 철도공사, 하천공사, 댐공사, 상수도공사, 하수도공사, 농업생산기반정비공사 등 총 9종 개발

□ 측량부문 표준시방서(KCS) 준공측량부문 개발 및 제정

- 표준시방기준 측량코드 준공 및 유지관리 측량부문 개발을 위한 현황진단 및 시사점(적용방향) 도출
 - 현재 운영되고 있는 국내·외 준공측량 기준 및 필요성 등에 대한 조사·분석
 - 표준시방기준 및 준공 관련 전문가 의견수렴 등 수요조사·분석
 - 현황진단에 따른 시사점 도출 및 적용방향 제시
- 표준시방기준의 측량코드 신설항목(안) 중 준공측량 기준개발 후 각 세부 항목에 대한 측량절차 마련
 - 개요, 측량기준 및 품질관리, 측량장비 및 성능검사, 준공측량 항목의 결정, 준공도면 작성 및 제출, 준공검측을 위한 검사측량, 준공보고서 작성 등 상세내용 마련
- 표준시방기준의 측량코드 신설항목(안) 중 유지관리측량 기준개발 후 각 세부 항목에 대한 측량절차 마련

- 개요, 측량기준 및 품질관리, 측량장비 및 성능검사, 유지관리측량 항목의 결정 등 상세내용 마련

□ 개발된 건설측량코드에 대한 검증실험

- 표준설계기준 및 표준시방기준 중 현장검증이 필요한 항목을 도출하고 이에 대한 측량장비별 검증실험방법, 측량장비별 성과의 비교검증, 측량장비별 성과의 적용방안을 통한 기준반영
 - 개발된 건설측량코드 중 현장 실검증이 필요한 항목을 전문가들과 논의하여 도출하고 이에 대한 현장검증 실험을 통해 기준에 반영

□ 측량부문 표준설계기준(KDS) 등록 및 지원

- '21년 개발된 건설측량코드 표준설계기준의 국가건설기준코드 등록을 위한 절차 추진 및 지원
 - 국토지리정보원, 국토교통부 공간정보제도과 및 기술혁신과 간 개발된 표준설계기준 건설측량코드 등록을 위한 자료 준비, 협의 지원 등
 - 건설기준 전문위원회 검토의견에 따른 건설측량코드 수정, 보완 등
 - 중앙건설심의위원회 대응을 위한 문건 작성 등 지원

□ 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발 및 기존 측량작업규정 보완

- 건설측량코드 지원을 위한 측량작업규정 현황진단 및 시사점(적용방향) 도출
 - 건설측량코드 분석을 통한 측량작업규정의 개발 요구사항 도출
 - 현재 운영 중인 측량작업규정 조사·분석을 통한 연계활용 사항 도출
 - 현황진단에 따른 시사점 도출 및 적용방향 제시
- 건설측량코드 수행 시 요구되는 세부업무 절차 및 기준이 되는 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발
 - 건설측량코드는 스마트건설에서 요구되는 최소한의 기준과 방법이 제시되어 있고 산출물을 중심으로 개발됨에 따라 측량장비의 적용과 세부절차 등 상세 측량업무 적용을 위한 작업규정 개발
- 개발된 스마트건설측량작업규정(가칭)의 최적 운영방안 수립
 - 현재 운영 중인 공공 및 일반측량 작업규정 검토를 통해 최적 운영방안 수립(개발된 측량작업규정의 독립 또는 현 규정에 포함하여 운영 여부 등)
 - 스마트건설측량작업규정(가칭)과 건설측량코드의 연계활용 방안 수립

3. 연구방법

본 연구는 건설측량 설계기준(KDS)의 등록, 건설공사측량 표준시방서(KCS) 개발, 건설측량 설계기준(KDS)의 검증, 스마트건설 측량 작업규정 개발 및 기존 측량 작업규정 보완 등 크게 4부분으로 구분할 수 있다.

먼저 건설측량 설계기준(KDS) 등록의 경우 '21년 연구를 통해 개발한 건설측량 설계기준(KDS)의 구성과 내용을 국가건설기준센터와 검토하였다. 이후 사용자 편의성을 고려하여 타 분야 건설기준과의 구성 체계를 맞추어 구성을 변경하고 구성에 맞게 내용을 새로 개발하거나 수정하였다. 동시에 건설측량 설계기준(KDS) 등록을 위해 건설기준의 담당 기관인 국토교통부 기술혁신과와 소관부서 및 관련단체 지정, 행정예고 등 행정절차를 진행하였다. 이후 건설기준위원회와 중앙건설기술심의위원회 심의를 진행하기 위해 건설측량 설계기준(KDS)의 지속적인 수정과 검토, 조치계획서 및 신규대비표 등의 문서 작성을 수행하였다.

다음으로 건설공사측량 표준시방서(KCS) 개발을 위해 각종 시설물별 표준시방서, 전문시방서, 감리업무지침, 건설공사 수행지침서, 일반측량 작업규정 등 측량 분야의 기준 및 매뉴얼 등을 분석하였다. 다음으로 국가건설기준센터와 협의하여 '21년 연구 시 건설공사 단계별(시공 전 - 시공 중 - 준공)로 코드부여 후 개발하려 했으나 논의를 통해 사용자 편의와 타 분야 건설기준의 구성 체계를 고려하여 일반사항, 공통공사, 분야별로 구분하여 개발하는 것이 효과적이라 판단하였다. 따라서 기존 4개 코드(시공전, 시공중, 준공, 유지관리)에서 13개 코드(건설공사측량 일반, 공통공사 측량, 분야별 공사측량)로 확장 개발하면서 시공전, 시공중, 준공, 유지관리를 각각의 코드안으로 통합하여 개발하였다. 그리고 디지털 시공측량 부분(MC/MG)의 경우 우리나라 역시 개발중에 있어 일본의 사례를 검토하여 우리나라 실정에 맞도록 부분 차용하였으며, 시공자동화 현장의 과업지시서(LH 한국토지주택공사)를 참고하여 작성하였다.

다음으로 건설측량 설계기준(KDS) 검증의 경우 3차원 설계 및 시공 자동화 기술에 활용할 3차원 측량정보 데이터를 무인비행장치(Drone), 지상형 레이저스캐너(TLS), 이동형 레이저스캐너(MMS) 등을 통하여 수집하고 지형모델(DSM 및 DEM)을 작성하고, 정확도를 분석하였다. 또한 기존의 토탈스테이션 및 GNSS 측량성과와 작업소요시간 및 공정 등을 비교하였다.

마지막으로 '23년 1월 고시된 건설측량 설계기준을 분석하고 현행 측량관련 작업규정과 비교하여 중복, 차이점, 상호보완 여부, 연계 가능성 등을 검토하여 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발의 방향성을 도출하고, 이를 기반으로 스마트건설측량 작업규정(안)을 수립하였고, 개발된 스마트 건설측량 작업규정(안) 운영을 위한 현행 작업규정과의 문제점을 검토하고 최적의 운영방안을 도출하였다.

4. 연구 추진경과

가. 2019년 연구의 주요 내용

본 연구를 수행함에 있어 그동안 추진했던 연구의 주요 추진 내용을 도출하였다. 우선 이 연구는 스마트건설 도입에 따라 '19년 국가건설기준센터에서 당시 운영중인 모든 설계기준(KDS)과 표준시방서(KCS)의 변경작업을 추진하면서 3차원 데이터 취득 및 데이터 기반의 자동화 시공관리, 실시간 정밀측위정보 제공 등 측량이 스마트건설의 핵심 요소를 인지하면서 시작되었다.



<그림 1-2> 2019년~2021년 연구 추진경과

이에 국토지리정보원은 '19년 4월 '스마트건설을 지원하는 측량제도 발전방안 연구'를 수행하여 미래 측량의 방향 및 역할을 제시하였다. 이 연구를 간략히 정리하면 스마트건설이 도입됨에 따라 설계, 시공관리, 준공 및 유지관리에 대하여 측량 분야에서 요구되는 기술적, 인적, 제도적 수요를 도출하여 제도적 기반을 조성하고자 법제도 개선(안), 스마트건설 측량 품질관리 절차(안) 등을 제시하였다.

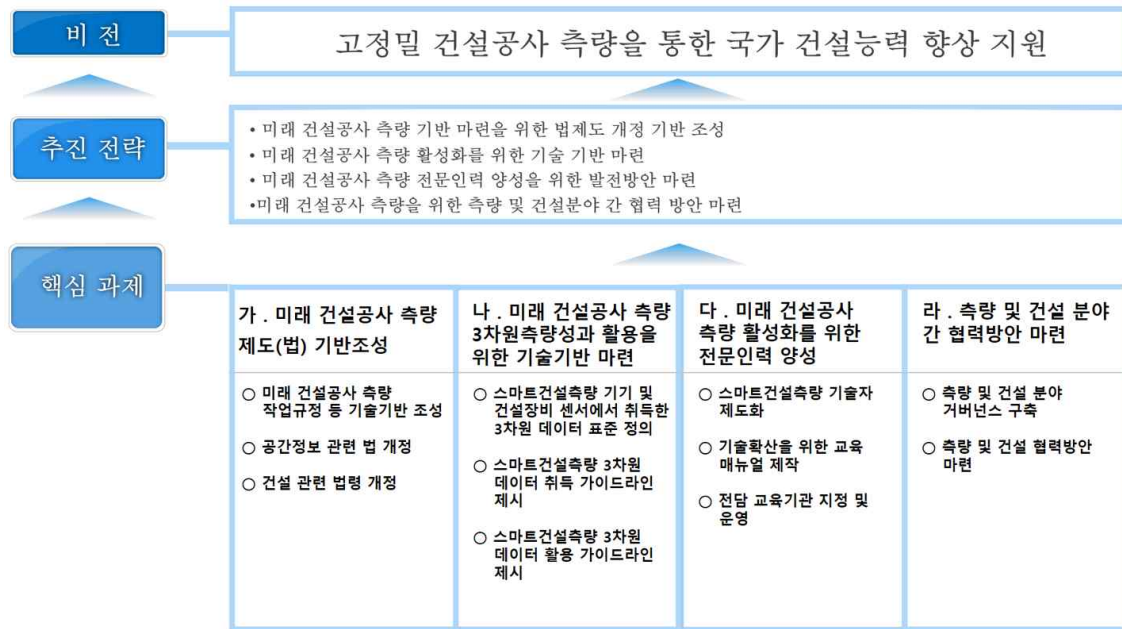
즉, 스마트건설을 지원하는 측량제도의 발전방안을 제시하기 위해 국내·외 측량성과 및 공간정보 품질관리 현황조사·분석, 스마트건설 품질관리체계 구축을 위한 추진과제 및 로드맵 마련, 측량 방법 표준화를 위한 방법론 정의 및 현장검증, 측량·건설·토목 분야 간 협의체 구성 및 실무협의 지원으로 크게 4가지 부분으로 구분할 수 있다.

첫 번째로 국내의 건설 관련 법제도 진단에 따른 개선사항을 도출하기 위해 공간정보관리법, 건설산업진흥법 등을 분석하고 국외의 업무추진계획과 건설측량품질관리 관련 기술, 법제도 분석을 통해 시사점 및 적용사항을 도출하였다. 그리고 스마트건설 관련 국내외 기술, 제도, 정책조사에 따른 건설측량 품질개선 적용을 위한 연관성 및 시사점을 도출하고 국내 스마트건설 등 국가 차원으로 추진 중인 관련 연구, 정책동향, 제도 신설 및 개선사항 등의 조사를 통한 미래 측량 환경변화와 수요를 예측하였다.

두 번째로 우리나라 건설산업 발전에 대한 특징과 정책 방향, 제도화에 대한 국내·외 현황진단을

통해서 측량 분야의 역할과 기술자 운영 등에 대한 개선사항을 도출하고, 특히 스마트건설을 선행하고 있는 국가들의 정책과 제도화, 기술 등 검토를 통해 우리나라 스마트건설에 요구되는 측량의 역할을 정의하였으며, 이에 따른 발전방향과 법 개정안, 기술자 개정안(책임측량사)을 제시하였다.

세 번째로 법·제도적 위계, 상호연관성, 체계 등을 분석하여 스마트건설 측량품질관리에 대해 정의하고 건설공종에서 측량의 역할, 기술, 행정 등과 제도적 개선, 측량품질 전문가도입, 기술 적용 방안 등을 종합적으로 고려하여 이에 따른 비전과 목표 수립하고 추진과제를 도출하였다.



<그림 1-3>로드맵의 추진전략 및 비전('19년 연구결과)

네 번째로 건설의 여러 대상 중 활용도·시급성·파급성 등을 감안하여 가장 많은 비중을 차지하는 토공사를 대상으로 스마트건설 환경에서 적합한 측량방법, 기술, 절차(안)을 도출하고 이에 대한 현장검증 실험을 다음 <표 1-1>과 같이 실시하여 사전계획 및 준비사항, 요구기술수준, 관측방법 및 절차, 성과정리방안 등 현장검증 방법론을 정립하였다.

<표 1-1> 시공 중 단계에서의 장비별 측량 소요시간

| 장비 | 재래식 공법 | | | 스마트건설 공법 | | |
|--------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 총 작업시간 | 측량 소요 시간 | 순수 작업 시간 | 총 가동시간 | 측량 소요 시간 | 순수 작업 시간 |
| 굴삭기 | 981분 | 163분 | 818분 | 696분 | 28분 | 668분 |
| 도저 | 1,413분 | 291분 | 1,122분 | 1,202분 | 13분 | 1,189분 |
| 그레이더 (골재) | 349분 | 284분 | 65분 | 147분 | 88분 | 59분 |
| 진동 롤러 (토사 + 골재) | 303분 | - | 303분 | 242분 | - | 242분 |
| 총 합 | 3,046분 | 738분 | 2,308분 | 2,287분 | 129분 | 2,158분 |



<그림 1-4> 스마트건설 3차원데이터 생산 및 관리 가이드라인(안) 항목

나. 2021년 연구의 주요 내용

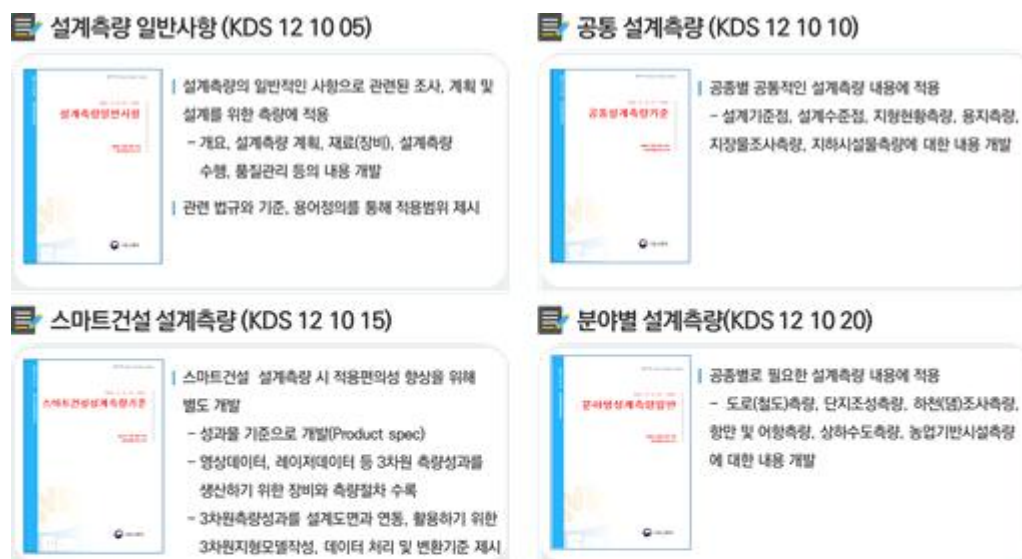
'19년 연구를 수행하면서 기반을 마련하였지만 건설 분야에서 측량의 중요성에 비해 법적 지위가 없기 때문에 위상과 역할이 매우 낮게 인식되어 건설기준코드 중 측량코드 개발에 대한 후속 연구를 바로 진행하기에 많은 어려움이 있었다. 이에 건설기준센터에 측량분과 전문위원회를 우선 구성하여 기반을 조성하고 '21년 4월 국토교통부 건설정책국의 기술혁신과와 공간정보제도과, 국토지리정보원, 국가건설기준센터, 연구진 등이 모여 건설공사에 수행되는 측량에 대한 독립된 규정이 마련되어 있지 않아 발생하는 안전사고, 사용자들의 혼란 등을 방지하고자 측량부문 건설기준코드 개발에 합의를 하였다.

이에 국토지리정보원은 '21년 6월 '스마트건설을 위한 건설측량 코드개발 연구'를 진행하여 스마트건설의 신속하고 안정적인 도입과 건설부문 내 측량부문의 지속가능한 성장을 지원하고 경제 및 사회적 변화를 도모하는 새로운 성장전략의 마련을 위해 건설기준코드(KDS, KCS)를 개발하였다. 이를 위해 측량·건설·토목 분야 간 협의체 구성 및 실무협의 지원으로 측량 관련 여건 및 수요분석을 통해 건설측량코드 개발방향을 설정하고 설계기준(KDS)과 표준시방서(KCS)를 개발하였다. 그리고 건설부문 측량기준 실행을 위한 추진전략 및 로드맵을 수립하고 이용 활성화를 위해 건설측량코드 홍보진행 등을 수행하였다.

첫 번째로 국내·외 건설부문 측량기준 등 현황진단을 수행하였다. 국내 건설공사 절차에 따른 건설측량의 법령 및 규정, 건설기준코드, 전문시방서 및 건설공사시방서, 발주방식과 대가기준 등에 대한 현재 현황을 종합적으로 진단한 결과현재 건설공사와 건설측량과의 기준 간 연계부재가 가장 큰 문제점으로 도출되었다. 건설기술진흥법 상 건설기술의 종류에 측량을 정의하고 있으므로 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률(이하 공간정보관리법) 상 건설측량업무에 대한 상세내용이 존재한다면 연계적용이 가능하나, 현 공간정보관리법에도 건설측량에 대한 정의, 구체적인 내용의 부재로 건설공사에서 측량에 대한 적용에 한계가 있었다. 또한 건설측량 실무적용을 위한 각종 규정

및 기준이 부재하였으며, 건설공사에 있어 실제 업무의 기준이 되는 건설기준코드 상 측량부문이 부재하였다. 따라서, 현 건설공사방식에 있어 건설코드 내 측량코드의 신설이 신속하게 추진되어야 하며, 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정과 연계추진과 건설측량을 위한 신규 측량규정 신설이 필요하다. 이러한 환경분석을 통해 건설 부문 측량코드 개발은 법령 및 측량 관련 규정과의 연계와 기존건설 방식과 스마트건설 방식 모두를 적용할 수 있도록 개발해야 할 것으로 판단하였다.

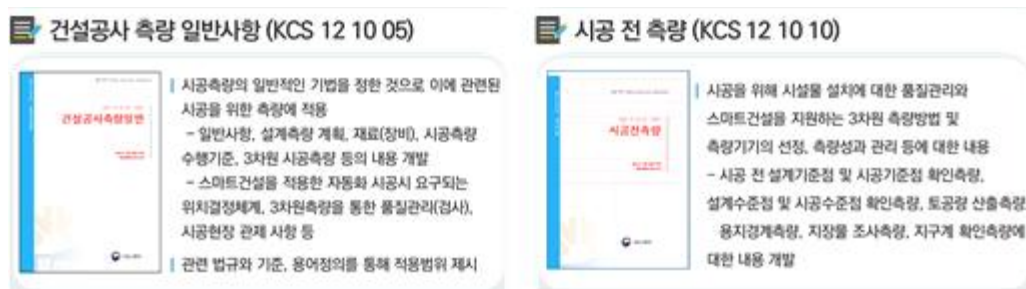
두 번째로 건설측량 설계기준(KDS)을 개발하였는데 건설측량 설계기준의 구성은 국가건설기준코드 작성지침에 따라 설계측량에 대한 코드부여를 우선하여 건설측량 설계기준의 코드를 KDS 12 00 00로 결정하였다. 설계측량기준(안)은 4편으로 구성하였으며 주요내용의 구성은 설계발주과업지시서,시방서, 분야별 설계기준, 감리업무지침서 및 공공 및 일반측량작업규정의 내용을 중점적으로 수록하였다. 제1편 설계측량 일반(KDS 12 10 05)은 측량 전반에 대한 일반적인 사항을 세부목차로 구분하여 수록하였다. 제2편 공통설계측량(KDS 12 10 10)은 설계 전 공종의 필수 측량항목과 설계적용을 위한 공통설계측량기준을 작성하여 수록하였다. 제3편 스마트건설 설계측량(KDS 12 10 15)은 스마트건설기술에 활용할 3차원 데이터 취득 방법 및 처리기술을 수록하였다. 제4편 분야별 설계측량(KDS 12 10 20)은 건설공사에서 주요 설계분야를 선정하여 설계측량에 필요한 측량기술을 수록하였다. 건설측량 설계기준 작성방법은 국가건설기준 코드 작성 지침을 준용하여 작성하였으며 내용은 각종 설계기준, 감리업무 지침서, 발주 설계과업지시서 그리고 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정, 국토지리정보원 작업규정 등을 기준으로 작성하였다. 기타 참고 문헌으로 일본 국토교통성 국토지리원 측량 관련 설명서 등을 인용하였다.



<그림 1-5> 건설측량 설계기준(KDS) 개발

세 번째로 건설공사측량 표준시방서(KCS)를 일반사항과 시공 전 측량까지 개발하였으며 국가건설기준 코드 작성지침을 준용하여 스마트건설기술의 활성화와 지속적인 개발을 촉진하여 측량 산

업을 발전시키고 건설공사의 안전성, 생산성을 향상시키는 것을 목적으로 개발하였다. 건설공사측량
 량기준의 구성은 건설공사측량에 대한 코드부여를 우선하여 건설공사측량의 코드를 KCS 12 00
 00로 결정하였으며 이에 따라 4편의 건설공사측량 코드로 구성하였다. 제1편 건설공사측량 일반
 (KCS 12 10 05)에서는 건설공사측량에 대한 일반적인 내용을 수록하였다. 제2편 시공 전 측량
 (KCS 12 10 10)에서는 건설공사를 진행하기 전 공중에 대한 필수항목을 선정하여 수록하였다. 건
 설공사측량기준 작성방법은 각종 시설물별 표준시방서, 전문시방서, 감리업무지침, 건설공사 수행
 지침서 그리고 일반측량작업규정 등에서 측량분야를 참고하여 작성하였다. MC/MG와 같은 디지
 털 시공측량 부분은 일본시방서와 우리나라의 시공자동화 현장의 과업지시서(LH 등)를 참고하여
 작성하였다



<그림 1-6> 건설공사측량 표준시방서(KCS) 개발

세 번째로 건설부문 측량기준 실행을 위한 로드맵을 수립하였다. 건설측량코드의 완성을 위해 건
 설공사의 단계별(설계, 시공, 준공, 유지·안전관리) 건설측량코드의 개발 및 등록, 측량 및 건설측
 량코드의 지속성장 기반 조성, 스마트건설 확산을 위한 지원정책 개발의 내용을 포함한 로드맵을
 수립하였다. 이를 위해 로드맵 실행을 위한 과제별, 단계별 추진전략을 수립하였으며, 특히 제도화
 를 위해 측량분야 외 건설분야의 제도와 로드맵 등과의 연계성을 고려한 3개의 추진전략 및 10개
 의 세부과제를 제시하였다.

| 구분 | 내용 | 연도 | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| 건설측량코드 개발 | 건설측량코드 개발 | 설계, 시공 전측량 | 시공 준공측량 | 유지, 안전관리 측량 | | |
| | 기 개발 건설측량코드 검토 | 설계, 시공 전측량 | 시공 준공측량 | 유지, 안전관리 측량 | | |
| | 해설서 개발 | | 설계, 시공 전측량 | 시공 준공측량 | 유지, 안전관리 측량 | |
| 국가건설기준 코드 등록 및 공표 | 건설측량코드 등록 및 공표 | 설계, 시공 전측량 | 시공 준공측량 | 유지, 안전관리 측량 | 부분 개발 | |
| | 지원화구상 및 운영 | | 전용지원화구상 및 기구구상개발 | 중앙건설정보통신망 구축 | | |
| | 관련 법률 개정 | 법제도 정비 및 개선방안 수립 | | 공인정보 관리법 개정 | 건설기술진흥법 개정 및 시행령 제정 | |
| 법제도 개선 | 공공측량 / 일반측량 작업규정 | | | 스마트건설측량 작업규정 제정 | 기술, 장비 및 운영지침(매뉴얼 / 가이드라인) 개발 | |
| | 스마트건설 표준물류 개발 | | | 후공용량 개발 | 후공용량제도 | |
| | 건설측량코드의 적용범위 확대 정책 개발 | | | 건설공사 관리법(안전관리법) | 핵심인력 활용 및 행정안전부 시행 | |
| 건설측량코드 확대 적용 | 측량기술자, 측량산업 발전 방안 등 | | | 스마트건설과디지털 전환계획 등 시 행계획 수립(안전관리법) | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

<그림 1-7> 로드맵 내용('21년 연구결과)

마지막으로 건설부문 측량기준 홍보방안을 수립하였다. 건설측량코드를 개발 및 공표한다해도 이러한 성과를 관련 관계자나 이용자들이 알지 못해 적용하지 못한다면 현재와 같이 부실시공 등의 문제점이 지속적으로 발생할 수 밖에 없다. 또한 측량 및 건설 관련 관계자들을 대상으로 건설공사 시 측량기준에 대해 인터뷰한 결과 대다수의 사람들이 측량이 반드시 필요한 사항이나 측량의 역할이나 측량기준 유무에 대해서는 인지하지 못했다. 이에 건설측량코드를 홍보할 필요성이 있어 홍보 전략을 마련하였으며, 설명회와 세미나를 진행하여 홍보를 수행하였다.

<표 1-2> '21~22년 대외 홍보 활동

| 일시 | 장소 | 내용 |
|--------------|--------------------------|--|
| '21년 2월 16일 | 국토매일 인터넷 뉴스 | · 스마트건설의 혁신 속도, 차세대 측량기술이 결정할 것 |
| '21년 7월 21일 | 2021 스마트국토엑스포 | · 2021 스마트건설을 위한 건설측량 코드개발 |
| '21년 10월 22일 | 워크숍(서울시립대) | · 국토지리정보원, 국토교통부, 측량 및 건설분야 전문가를 대상으로 의견 수렴을 위한 워크숍 |
| '21년 11월 26일 | 한일공간정보 포럼(서울시립대) | · 한국, 일본 양국의 공간정보 분야 전문가(관·산·학·연) 등 이해관계 분야의 의견수렴 및 공감대 형성 등을 위한 포럼 개최 |
| '22년 4월 22일 | 한국측량학회 특별세션 연구성과 발표 | · 스마트건설활성화를 위한 설계측량기준 마련 연구 |
| '22년 5월 20일 | (사)대한공간정보학회 특별세션 연구성과 발표 | · 스마트건설활성화를 위한 설계기준(KDS) 개발 · 스마트건설활성화를 위한 표준시방서(KCS) 개발 |
| '22년 6월 23일 | 공공측량제도발전 전문가 토론회 | · 국가건설기준코드 측량기준 및 작업규정개발 |
| '22년 8월 09일 | 설명회 (서울시립대) | · 국가건설기준 내 측량코드개발을 위한 설명회 · 측량설계기준(KDS) 도입에 따른 측량의 발전방향 |
| '22년 8월 18일 | 한국측량학회 하계 워크숍 | · 국가건설기준의 측량코드개발 |
| '22년 10월 20일 | 대한토목학회 특별세션연구발표 | · 국가건설기준의 측량 설계기준(KDS) 개발 · 국가건설기준의 측량 표준시방서(KCS) 개발 |
| '22년 11월 3일 | 2022 스마트국토엑스포 | · 스마트건설도입에 따른 측량코드개발 현황 및 향후 |
| '22년 12월 8일 | 건설측량설계기준(KDS) 전문가 워크숍 | · 건설측량분야 전문가 대상으로 건설측량설계기준(KDS) 공유 및 의견수렴 |

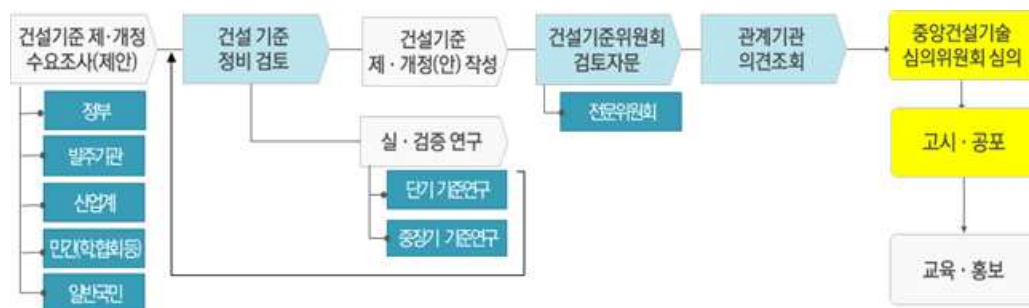
제2장

측량부문 표준설계기준(KDS) 등록 및 지원

-
1. 표준설계기준(KDS) 등록 절차
 2. 건설측량 설계기준(KDS) 등록의 추진 경과

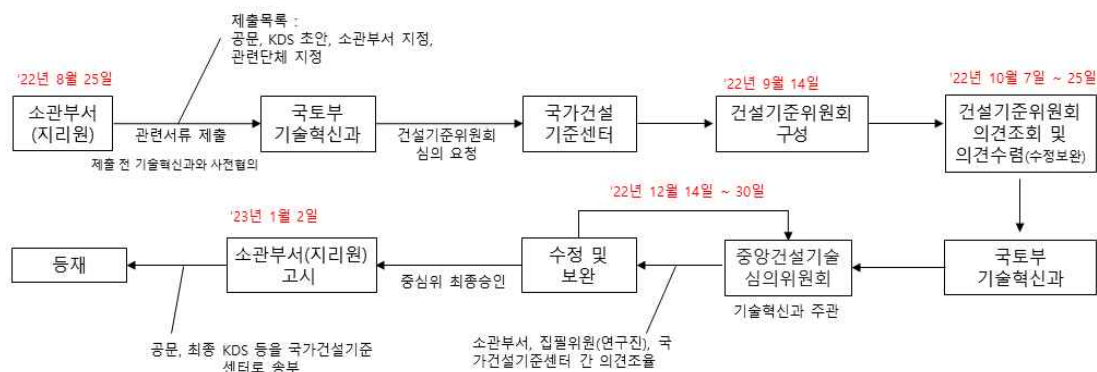
1. 설계기준(KDS) 등록 절차

국가건설기준의 일반적인 등록 절차는 <그림 2-1>과 같다. 등록하고자 하는 건설기준에 대해 산업계, 설계 및 시공전문가, 관계기관 공청회 등을 통한 수요조사 및 의견수렴 후, 이를 반영하여 건설기준의 제정(안)을 작성한다. 이후 한국건설기술연구원 주재로 건설기준위원회의 해당 분야 위원들에게 심의를 진행하고 심의의견을 토대로 건설기준 제정(안)을 검토 및 수정한다. 수정한 건설기준 제정(안)에 대해 국토교통부 기술혁신과 주재로 중앙건설기술심의위원회 심의를 거쳐 심의의견을 반영하여 건설기준 제정(안)을 수정하고 최종 고시된다.



<그림 2-1> 국가건설기준 등록 절차

본 연구에서는 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)을 등록하기 위해 '22년 3월부터 준비하여 '23년 1월 2일 제정까지 총 10개월이 소요되었으며, 그 일련의 절차는 다음 <그림 2-2>와 같다.



<그림 2-2> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 등록절차>

2. 건설측량 설계기준(KDS) 등록의 추진 경과

가. 건설기준코드의 측량부문 등록을 위한 주요 추진 내용

이번 건설측량 설계기준(KDS)을 등록하기 위해서 다음 <그림3-3>과 같이 사전에 관련 부서와 장기간에 걸쳐 지속적인 협의와 연구를 진행하였다. 먼저 이 건설측량 설계기준 개발의 시발점은 '19년 국가건설기준센터에서 스마트건설 도입을 준비하기 위해 관련 설계기준(KDS)과 표준시방서(KCS)를 수정·보완하는 작업을 실시하면서 건설공사에서 측량의 중요성에 대해 인지를 하였다.

따라서 당시 건설기준에 측량부문 표준설계기준과 표준시방서에 측량의 내용이 부재함에 따라 '19년 국토지리정보원을 통해 '스마트건설을 지원하는 측량제도 발전방안 연구'를 수행하여 국토지리정보원의 미래 측량의 역할 및 방향을 제시하는 등 초석을 마련하였다. 이 연구를 통해 건설공사에서 측량의 현황진단을 통해 문제점을 도출하고 이를 해결하기 위한 법제도 개선안과 측량방법 표준화를 위한 방법론을 정의하였다. 이 때, 연구결과의 실현을 위해 건설기술연구원, 기술혁신과 등 관련 부서와 협의체 구성을 하였으며, 연구결과를 토대로 국가건설기준센터에서 측량분과 전문위원회를 구성하였다. 하지만 설계기준과 표준시방서에 측량기준이 부재함에 따라 도로, 터널, 지반 등 다른 분과위원회처럼 정식으로 측량 분과 전문위원회 구성을 할 수 없어 우선 연구진인 최윤수, 김재명, 박태식으로 이루어진 측량분과 위원회를 구성하였다. (이후 '22년 건설기준위원회 심의에서 온전한 측량분과 전문위원회를 구성함)

그리고 '21년 4월 국토교통부 기술혁신과 및 공간정보제도와, 국토지리정보원, 국가건설기준센터, 연구진이 모여 국가건설기준으로 측량기준 코드개발에 대해 업무 협의를 하고 향후 개발 및 등록 절차와 일정 등에 대해 논의하였다.

이에 '21년 6월부터 '22년 1월까지 국토지리정보원의 '스마트건설을 위한 건설측량 코드개발 연구'를 수행하여 건설측량 설계기준(KDS)을 개발하였다. 이 연구를 통하여 총 4편의 설계기준(KDS)을 개발하였는데 제1편 설계측량 일반(KDS 12 10 05)은 측량 전반에 대한 일반적인 사항을 세부목차로 구분하여 개발하였다. 제2편 공통설계측량(KDS 12 10 10)은 설계 전 공종의 필수 측량항목과 설계적용을 위한 공통설계측량기준을 작성하여 개발하였다. 제3편 스마트건설 설계측량(KDS 12 10 15)은 스마트건설기술에 활용할 3차원 데이터 취득 방법 및 처리기술을 개발하였다. 제4편 분야별 설계측량(KDS 12 10 20)은 건설공사에서 주요 설계분야를 선정하여 설계측량에 필요한 측량기술을 개발하였다. (향후 국가건설기준센터와 회의 및 내용 검토를 통해 3편으로 통합·수정)



<그림 2-3> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 등록 관련 주요 추진 경과

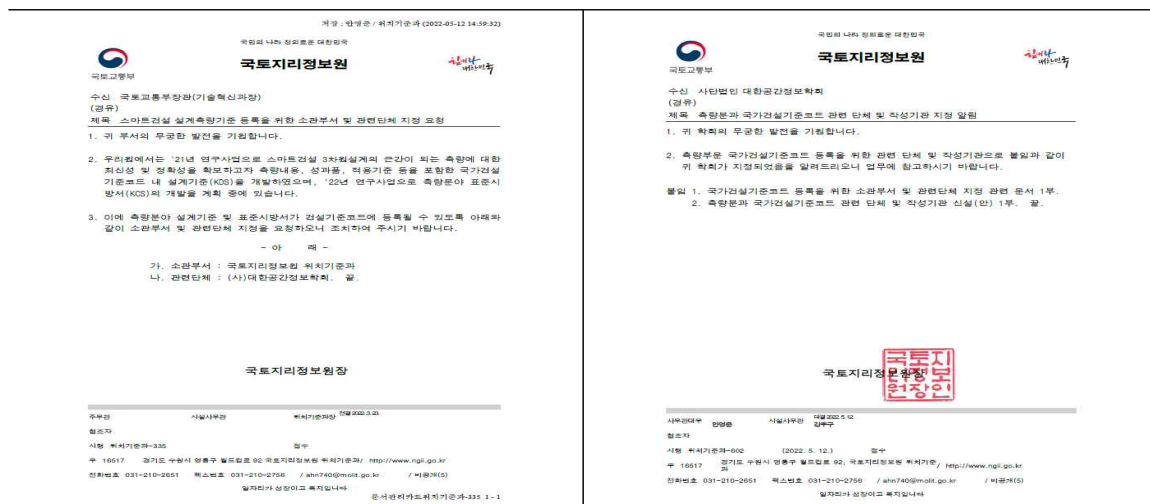
개발된 표준설계기준(KDS)에 대하여 '22년 4월 국토교통부 기술혁신과, 국토지리정보원, 국가건설기준센터, 연구진 등이 다시 협의를 통해 건설측량 설계기준(KDS)의 등록 추진과 건설측량 표준시방서(KCS) 지속 개발 및 등록에 합의를 하였다. 이 때, 건설측량 설계기준(KDS) 및 표준시방서에 대한 소관기관으로 우리나라의 유일한 측량 관련 기관인 국토지리정보원을 선정하였다. 그리고 건설기준코드는 <다음 표 2-1>과 같이 분야별 소관기관과 관련 단체 및 작성기관을 지정·운영하고 있어, 지속적인 갱신 및 자문을 위한 전문조직을 구성하여 운영하고 있어 관련 단체 및 작성기관은 대한공간정보학회로 선정하였다. 그 이유로는 지반, 구조, 하천, 건축 등 현 건설기준코드의 분야별 관련 단체 및 작성기관은 학회를 중심으로 운영중에 있으며, 대한공간정보학회는 측량기준코드에 대한 개발과 등록에 참여하고 있고 측량 및 공간정보 분야 전문가 조직으로 해당 기관으로 타당하였기 때문에 관련 단체 및 작성기관으로 선정되었다.

<표 2-1> 현행 건설기준 종류별 소관부서 및 관련단체

| 소관부서 | 건설기준명 | 코드 | 관련단체 |
|------------|-------------------------|------------------------------|--|
| 기술안전정책관 | 공통 설계기준 공통공사 표준시방서 | KDS 10 00 00 KCS 10 00 00 | 한국건설기술연구원 |
| | 지반 설계기준 지반공사 표준시방서 | KDS 11 00 00 KCS 11 00 00 | 한국지반공학회 대한토목학회 국토안전관리원 |
| | 구조 설계기준 구조재료공사 표준시방서 | KDS 14 00 00 KCS 14 00 00 | 한국콘크리트학회 한국강구조학회 |
| | 내진설계기준 | KDS 17 00 00 | 한국지진공학회 |
| | 가설 설계기준 가설공사 표준시방서 | KDS 21 00 00 KCS 21 00 00 | 한국건설가설협회 한국건설기술연구원 |
| 국토지리정보원 | 건설측량 설계기준 | KDS 12 00 00 | 대한공간정보학회 |
| 도로국 철도국 | 교량 설계기준 교량공사 표준시방서 | KDS 24 00 00 KCS 24 00 00 | 한국도로협회 한국교량및구조공학회 국가철도공단 한국철도학회 |

| | | | |
|---------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 도시정책관 | 공동구 설계기준 공동구 표준시방서 | KDS 29 00 00 KCS 29 00 00 | 국토안전관리원 |
| | 조경 설계기준 조경공사 표준시방서 | KDS 34 00 00 KCS 34 00 00 | 한국조경학회 |
| 건설정책국 | 설비 설계기준 설비공사 표준시방서 | KDS 31 00 00 KCS 31 00 00 | 대한설비공학회 한국조명전기설비학회 |
| 건축정책관 | 건축 구조기준 건축공사 표준시방서 | KDS 41 00 00 KCS 41 00 00 | 대한건축학회 |
| 도로국 | 터널 설계기준 터널공사 표준시방서 | KDS 27 00 00 KCS 27 00 00 | 한국터널지하공간학회 국가철도공단 한국철도학회 |
| | 도로 설계기준 도로공사 표준시방서 | KDS 44 00 00 KCS 44 00 00 | 한국도로협회 한국도로학회 |
| 철도국 | 철도 설계기준 철도공사 표준시방서 | KDS 47 00 00 KCS 47 00 00 | 국가철도공단 한국철도학회 |
| 환경부 | 하천 설계기준 하천공사 표준시방서 | KDS 51 00 00 KCS 51 00 00 | 한국수자원학회 한국하천협회 |
| | 댐 설계기준 댐공사 표준시방서 | KDS 54 00 00 KCS 54 00 00 | 한국수자원학회 한국수자원공사 |
| | 상수도 설계기준 상수도공사 표준시방서 | KDS 57 00 00 KCS 57 00 00 | 한국상하수도협회 |
| | 하수도 설계기준 하수도공사 표준시방서 | KDS 61 00 00 KCS 61 00 00 | 한국상하수도협회 |
| 해양수산부 | 항만 및 어항 설계기준 항만 및 어항공사 표준시방서 | KDS 64 00 00 KCS 64 00 00 | 한국항만협회 |
| 농림축산식품부 | 농업생산기반시설설계기준 농업생산기반공사표준시방서 | KDS 67 00 00 KCS 67 00 00 | 한국농어촌공사 |

이에 다음 <그림 2-4>와 같이 '21년 4월 국토지리정보원은 측량부문 건설측량코드의 소관부서로 지정되었고 5월 대한공간정보학회는 측량부문 국가건설기준코드 등록을 위한 관련 단체 및 작성기관으로 공식 지정되었다.



<그림 2-4> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 소관부서 및 관련 단체 지정

이후 '22년 6월 본 연구를 수행하면서 기 개발한 건설측량 설계기준(KDS)의 내용 검토 및 문구 수정 등을 진행하고 7월 국토교통부 기술혁신과로 건설측량 설계기준의 등록 추진 및 개발현황을 보고하였다. 기술혁신과에서는 건설측량 설계기준 및 표준시방서의 도입 타당성을 인정하였고 규제로서 개발되지 않고 실용성 및 활용성이 높은 건설 설계기준으로 개발할 것을 요구하였다.

이처럼 국가건설기준을 총괄하는 국토교통부 기술혁신과에서 건설측량 설계기준 등록을 승인하면서 등록을 위해 '22년 7월 본격적으로 국가건설기준센터와 업무협의를 진행하였다. 먼저 건설기준위원회 관련 준비사항에 대해 논의한 결과 현재 측량부문 건설기준위원회가 부재함에 따라 다음 <표 2-2>와 같이 기존 지반, 조정, 도로 등 타분야 건설기준위원회 위원들 중 측량에 대한 이해가 높은 위원을 선정하여 측량분야 건설기준위원회를 구성하였다.

<표 2-2> 측량분야 건설기준위원회 명단

| 연번 | 성명 | 소속 | 직책/직급 | 위원회 |
|----|-----|-------------|-------|-------------|
| 1 | 최윤수 | 서울시립대학교 | 교수 | 전문위원회 |
| 2 | 김재명 | 서경대학교 | 교수 | 전문위원회 |
| 3 | 박태식 | 테이즈엔지니어링(주) | 대표이사 | 전문위원회 |
| 4 | 오** | 한***** | 실장 | 전문위원회 |
| 5 | 김** | **대학교 | 교수 | 내진기준 위원회 |
| 6 | 박** | 고***** | 부사장 | 내진기준 위원회 |
| 7 | 송** | 수***** | 부사장 | 지반기준 위원회 |
| 8 | 이** | **대학교 | 교수 | 지반기준 위원회 |
| 9 | 안** | 항***** | 대표이사 | 항만·어항기준 위원회 |
| 10 | 김** | **대학교 | 교수 | 콘크리트기준 위원회 |
| 11 | 류** | 뉴***** | 대표이사 | 상하수도기준 위원회 |

| 연번 | 성명 | 소속 | 직책/직급 | 위원회 |
|----|-----|--------|-------|------------|
| 12 | 정** | 태***** | 대표이사 | 상하수도기준 위원회 |
| 13 | 김** | 무***** | 전무이사 | 조경기준 위원회 |
| 14 | 박** | 삼***** | 수석 | 조경기준 위원회 |
| 15 | 이** | 수***** | 부사장 | 도로기준 위원회 |
| 16 | 김** | **대학교 | 교수 | 스마트건설 전문가 |

그리고 '21년 개발한 4종류의 측량 설계기준을 다음 <표 2-3>과 같이 3종류로 변경 및 명칭을 수정하고 사용자 편의성을 고려하여 내용별 각각의 코드로 분류하였다. 그리고 작성한 내용을 공사별로 구분하여 코드를 부여하는 구성체계로 변경을 논의하였다. 따라서 KDS 12 10 05 설계측량 일반사항은 KDS 12 10 00 중 소분류 05 설계측량 일반으로 체계를 변경하고 KDS 12 10 10 공통 설계측량은 내용이 상당수가 중복되므로 건설공사 설계측량으로 통합하였다. 그리고 KDS 12 10 20 분야별 설계측량은 KDS 12 20 00 건설공사 설계측량으로 중분류에 코드를 부여하고 소분류 코드를 각각 부여하여 05 도로(철도) 설계측량, 10 단지조성 설계측량, 15 하천(댐) 설계측량, 20 상하수도 설계측량, 25 농업기반 설계측량, 30 교량 설계측량, 35 터널 설계측량, 40 건축 설계측량으로 분리하였다. 마지막으로 KDS 12 10 15 스마트건설 설계측량은 건설정보의 디지털화가 핵심사항으로 스마트건설이란 용어대신 디지털이란 용어를 사용함으로써 KDS 12 30 00 디지털 설계측량으로 변경하였다. 그리고 각각의 내용에 대하여 소분류 코드를 부여하여 05 3차원 기준(수준)점측량, 10 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량, 15 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량, 20 3차원 초음파데이터를 이용한 설계측량, 25 3차원 데이터에 의한 모델작성으로 분리하였다.

<표 2-3> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 분류체계의 변경 (1)

| 코드 | | | 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 주요내용 ('21년 연구결과) |
|----|----|----|--|
| 대 | 중 | 소 | |
| 12 | 00 | 00 | 측량 설계기준 |
| | 10 | 05 | 설계측량 일반사항 |
| | 10 | 10 | 공동 설계측량 |
| | 10 | 15 | 스마트건설 설계측량 |
| | 10 | 20 | 분야별 설계측량 |



| 코드 | | | 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 주요내용 (구성변경) |
|----|----|----|-------------------------------------|
| 대 | 중 | 소 | |
| 12 | 00 | 00 | 건설측량 설계기준 |
| | 10 | 00 | 설계측량 일반 |
| | | 05 | 설계측량 일반사항 |
| | 20 | 00 | 건설공사 설계측량 |
| | | 05 | 도로(철도) 설계측량 |
| | | 10 | 단지조성 설계측량 |
| | | 15 | 하천(댐) 설계측량 |
| | | 20 | 상·하수도 설계측량 |
| | | 25 | 농업기반시설 설계측량 |
| | | 30 | 교량설계측량 |
| | | 35 | 터널설계측량 |
| | | 40 | 건축설계측량 |
| | 30 | 00 | 디지털 설계측량 |
| | | 05 | 3차원 기준(수준)점측량 |
| | | 10 | 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량 |
| | | 15 | 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량 |
| | | 20 | 3차원 초음파데이터를 이용한 설계측량 |
| | | 25 | 3차원 데이터에 의한 모델작성 |

또한 기존 개발한 설계기준에 대해 검토한 결과 표준시방서(KCS) 내용인 행위 중심의 내용이 있으므로 설계 중심의 내용으로 수정을 하였다. 예를 들어 ‘현장답사에서는 지세, 지형, 지물 등의 지형현황 및 국가기준점, 공공기준점 등 각종 기지점의 위치와 배치상태 등을 면밀하게 파악하여야 한다.’와 같이 행위 중심의 내용을 ‘현장조사는 지형, 지물, 국가기준점, 공공기준점 등의 위치와 배치상태 등을 조사하여야 한다.’와 같이 설계 관점의 내용으로 설계기준(KDS)에 맞게 문구를 수정하였다. 용어의 경우에는 수평위치/평면위치, 무인비행장치/드론 등 같은 의미의 용어가 혼재되어 사용되어 있어 법령 또는 사전의 정의에 맞게 하나의 용어로 통일하였다. 그리고 가독성을 위해 모든 기준은 최대 3줄, 가능한 1~2줄로 작성하고 명확하게 표현하였다.

이렇게 수정한 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)을 '22년 9월 13일 국무조정실로 규제심사 대상여부 사전검토를 요청하였다. 분야별(지반, 구조, 교량 등) 설계기준(KDS)에 개략적으로만 포함되어 있던 기존의 측량 업무에 대해 측량코드 신규 제정을 통해 통·폐합, 구체화함으로써 건설공사 품질, 안전을 확보하고 스마트기술 등 도입을 활성화하고자 하는 것으로 규제의 신설·강화에 해당

| | |
|---|---|
| 설계기준의 근거가 「건설기술 진흥법」제44조 외에 다른 개별법(예, 공간정보관리법)에 근거를 두고 있지는 않은지? | · 본 설계기준은 「건설기술 진흥법」에만 제정 근거를 두고 있어 「공간정보관리법」등 관련 개별법을 통해 본 설계기준을 별도로 규정하고 있지는 않음 |
|---|---|

그리고 다음 <그림 2-6>과 같이 국토지리정보원에서 9월 16일부터 10월 6일까지 국토지리정보원 공고 제2022-303호로 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 행정예고 및 의견 수렴을 실시하였다.



<그림 2-6> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 행정예고

행정예고 결과 측량산업계 11곳, 공간정보품질관리원, 공간정보산업협회에서 의견을 제시하였다. 측량산업계 및 공간정보산업협회는 건설측량 설계기준 제정에 대한 취지를 이해하여 개발 및 제정에 모두 찬성했으나 일부 내용 중 기술사 수급 및 비용문제 등으로 다음 <표 2-5>와 같이 ‘측량 및 지형공간정보 기술사의 검토 확인’에 대한 내용을 수정하도록 요구하였다.

<표 2-5> 행정예고에 대한 측량산업계 및 공간정보산업협회 의견

| | |
|---|--|
| <p>「설계측량 일반사항(KDS 12 10 05)」일부 발췌</p> <p>4.3 설계측량성과 및 검사</p> <p>(6) 설계측량성과 및 설계측량보고서에는 측량 및 지형공간정보기술사가 성과의 품질에 대해 검토하였음을 확인하여야 한다.</p> <p>(7) 설계측량의 기준을 토대로 측량을 수행하여 품질관리를 통한 검증을 실시하고 설계측량 결과보고서를 제출한다.</p> | <p>설계측량 일반사항 4.3 설계측량성과 및 검사 항목의 6항의 측량 및 지형공간정보 기술사의 검토 확인 내용에 대하여 삭제를 요청합니다.</p> <p>공공측량업 기술인력 보유사항에는 고급기술자 1명 이상, 중급기술자 2명 이상, 초급기술자 2명 이상, 측량분야의 초급기능사 1명 이상으로 되어있으나 제정안으로는 측량 및 지형공간정보 기술사를 보유하여야 하므로 거의 대부분의 소규모 공공측량업 등록업체는 보유하기 힘들어 사업을 포기하는 업체가 많이 생길것입니다. 또한 측량 및 지형공간정보 기술사가 얼마나 많은지는 모르나 기술사 자격증 수급에도 문제가 생길 것으로 판단하오니 문제의 항목을 삭제바랍니다.</p> |
|---|--|

이에 연구진은 기술사에 대한 내용을 검토할 필요가 있어 다음과 같은 5가지 사항에 대해 논의하였다.

① 구조, 철도 분야에 기술사 검토가 의무화되는 것은 중요도, 난이도를 고려하여 어느정도 납득은 하나 모든 건설분야에 기술사 검토가 의무화 될 필요가 있는건지?

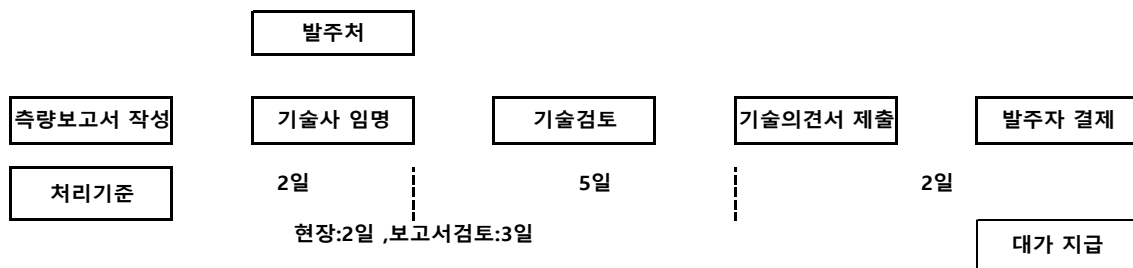
→ 건설측량 품질확보를 위하여 최고 기술자격자에 의한 검토가 필수적이며, 기술사 직접 고용을 의무화하는 내용도 아니기 때문에 기준점, 3차원 모델작성 등 주요 업무만 기술사검토, 이외는 책임기술자 확인으로 내용을 구체적으로 제시함

→ 이에 (6)항을 ‘도로 및 철도 설계측량 보고서에는 측량을 실시한 책임측량기술자, 측량용역회사대표와 함께 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원지형모델구축 및 3차원기준점 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 및 지형공간정보 특급기술자 이상의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.’로 수정함

② 기술사 기술검토가 의무화된다면 검토 절차와 직접고용인지? 직접고용이 아니라면 어떤 절차가 마련되어 있는지?

→ 각 설계측량 성과품의 기술검토의견서는 부실측량을 방지하기 위하여 검토의견서를 첨부토록 한 사항으로 직접고용이 아님

→ 타 분야 설계보고서에는 해당 분야 담당자의 서명, 날인을 의무적으로 제출토록 되어 있으며 중요 부분인 구조, 토질 등은 해당기술사의 검토의견 및 별도의 검사 의뢰를 실시하여 의견서를 첨부토록 하고 있음(감리업무 지침서)



<그림 2-7> 기술사 검토의견 프로세스 제시

③ 특급기술자에 의한 기술검토 형태로 진입을 넓혔을 때 문제점은 없는지? 문제가 없다면 기술사 풀도 적고 외부 의견을 들어 특급기술자 이하로 넓혀도 되는지? (참고1 참조)

→ 기술사 검토의견서를 첨부토록 한 이유는 설계측량 문제로 인한 부실시공을 방지하고 측량분야 하도급을 방지하기 위해서임. 현재 입찰 방식은 공공측량업 등록만으로 규정하고 엔지니어링사에서 수주하여 불법 하도급 (등록기준 : 고급기술자) 처리하고 있으며 측량 분야 실적

및 기술자에 대한 평가 없이 등록으로 측량시장이 위축되고 있음

→ 그리고 측량분야 기술자의 영역 확대 및 처우개선과 특급기술자 이하로 할 경우 측량분야의 분리발주 및 독립성이 결여되어 기술사의 검토의견서를 첨부하도록 설계기준에 반영

④ 당장 내년에 측량코드를 적용하면 건설분야 전반에 적용될텐데 예상되는 연간 설계측량 기술 검토 건수 및 건수 대비 기술사 1인당 처리 물량, 현 측지기술사 시장이 소화 가능한지?

→ 측량 및 지형공간정보 기술사는 '21년 기준 506명으로 집계됨

| 증목명 | 연도 | 필기 | | | 실기 | | |
|-----|----|-------|-----|--------|-----|-----|--------|
| | | 응시 | 합격 | 합격률(%) | 응시 | 합격 | 합격률(%) |
| 소 계 | | 3,183 | 516 | 16.2% | 638 | 506 | 79.3% |

<그림 2-8> 측량 및 지형공간정보 기술사 현황



<그림 2-9> 공공측량 성과심사 현황

→ 공공측량 성과심사 최근 5년간('17~'21년) 연평균 4,500건이 실시, 이중 약 10% 정도가 건설공사 관련 심사임에 따라 현재 보유 인력으로 수행 가능할 것으로 판단하였으며 검토의견서 작성은 현장심사 행위가 아닌 서류심사로 진행됨

⑤ 기술사의 검토의견서 활용사례를 보면 다음 <그림 2-10>과 같이 설계검토 및 심의과정에서 중요 부분에 대한 검토의견서 요청 사항과 활용지침서의 규정에 의한 기술사 검토의견서 첨부 과정이 있기 때문에 측량 분야도 건설공사의 안정성 향상을 위해 기술사 검토가 필요함

| | |
|---|--|
| <p>(3) 감독자는 철도기공전측량, 설계확인측량, 시공측량 및 준공측량 등과 같은 주요측량에 대하여 확인해야 한다.</p> <p>(4) 감독자는 수급인으로부터 제출받은 모든 측량결과물에 대하여 이 지침 준수여부를 확인하고 정확도관리표를 작성한 후 그 결과에 따라 보완 또는 승인여부를 결정해야 한다.</p> <p>2.10 측량의 정확도관리</p> <p>(1) 감독자는 측량의 정확도를 확보하기 위하여 「2.9의 (2)」에 따라 확인측량을 수행하여 정확도관리표(별지 제9호 서식·별지 제16호 서식)를 작성해야 한다.</p> <p>(2) 수급인은 각 공정별 작업착수부터 종료까지 기간 중 적정한 시기에 주요시설을 위치를 측량하여 그 결과를 감독자에게 제출하여야 하고, 감독자는 이를 확인하여 측량의 정확도를 관리한다.</p> <p>2.11 측량결과 등의 제출</p> <p>(1) 수급인은 측량의 성과 및 측량기록 등을 감독자에게 제출해야 한다.</p> <p>(2) 「(1)」항의 성과물에는 공종별 철도측량기술자가 서명해야 한다.</p> <p>(3) 「5.1. (2)의 (3)·(6)」의 설계확인측량과 준공측량결과물에는 측량 및 지형공간정보기술자의 기술검토서가 첨부되어야 한다.</p> | <p style="text-align: center;">제1장 총칙</p> <p>1.1 목적</p> <p>신지의 전용을 수반하는 개발사업에 있어서 신지의 개발에 따른 사업대상지와 주변 지역의 신사태(도석류)에 대한 재해 위험성을 사전에 검토하고 대책을 수립함으로써 국민의 생명과 재산을 보호함을 목적으로 한다.</p> <p>1.2 법령근거</p> <p>신지관리법 제14조(신지전용허가), 신지관리법 시행령 제15조(신지전용허가제 절차 및 심사), 신지관리법 시행규칙 제10조(신지전용허가의 신청 등)의 10 (‘신지관리법’의 조령 및 관리에 관한 법률 시행령」 제30조 제1항에 따른 신원실험기술자가 조사 작성한 별지 제4호의 2서식에 따른 재해위험성 검토의견서(신지전용허가를 받으려는 신지의 면적이 2만제곱미터 이상인 경우) 제출)</p> |
|---|--|

<그림 2-10> 타분야 건설기준의 기술검토 수행 내용

이와 같이 최고 등급의 기술자격자인 측량 및 지형공간정보 기술사에 의한 기술 검토를 통해 건설측량 품질을 향상시키고 부실설계·시공을 방지하고자 하는 취지로서 기술사 고용을 의무화하는 내용이 아니고 기술 검토를 수행하는 기술사가 해당 측량 수행업체 소속인 경우 오히려 ‘셀프 검사’ 발생 우려와 타 분야 건설기준(구조, 철도 등)에도 기술 검토는 각 분야 기술사가 수행하고 있기 때문에 행정예고에 대한 의견 중 ‘측량 및 지형공간정보 기술사의 검토 확인’에 대한 내용은 원안을 유지하였다.

다음 <그림 2-5>는 건설기준위원회 심의 전까지 앞서 기술한 내용을 정리한 그림이다.



<그림 2-11> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) ‘22년 등록 일정-1

나. 건설기준위원회 대응 및 추진 내용

다음으로 건설기준위원회 심의 전 9월 29일까지 건설기준위원회 위원들에게 사전검토를 받고 의견서를 종합하였다. 다음 <그림 2-12>와 같이 각 위원 별로 건설측량 설계기준(KDS)에 대해 자신의 의견을 제시하며 연구진은 제시한 각 의견마다 반영, 일부 반영, 원안 유지 중 선택하는 의견 조치계획서를 작성하였다. 총 9명 위원들에게 검토를 받았으며 검토의견은 113개를 제시하였다. 이 중 반영은 95개, 일부 반영은 6개, 원안 유지는 12개로 작성하여 건설기준위원회 준비를 하였다. 주요 의견에 대한 내용은 다음 <표 2-6>과 같다.

측량 설계기준 제정(안) 기준위원회 검토의견

| KDS 12 10 05 설계측량 일반사항(예시) | | | 검토위원 : | 이 * * |
|--|---|---|--|-------|
| 항목 | 제정(안) / 개정(안) | 검토의견 | 근거 / 사유 | |
| (공통 서식) 휴먼팩트 11pt, 줄간격 130%, 개정사항 발출 단계 | | | | |
| (작성방법) <u>해당 한</u> <u>두 번호</u> <u>기재</u> | (작성방법) <u>해당 코드</u> 신구조문대비표에 제개정(안)의 해당 내용 <u>부상</u> | 제개정(안)에 대한 수정(안) 또는 개정 방향 등 검토의견 제 <u>시</u> | 검토의견에 대한 <u>근거 및 사유 제</u> <u>시</u> | |
| 3.1. | (1) 토대, 바닥장선, 기둥, 보, 서까래, 마루대 등과 같이 구조내력상 힘이나 인장하중을 지지하는 중요한 부분에 사용하는 목재부재 는~~ | 힘이나 인장하중을 중요부분을 자의적으로 판단하게 규정하면 안됨. 구체적으로 부재를 나열할 것 예) 구조내력상 힘이나 인장하중을 지지하는 토대, 바닥장선, 기 둥, 보, 서까래, 마루대에 사용하는 목재부재는~~ | | |
| 1.2 | (1) 이 기준은 설계에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다. (2) 이 기준은 건설 분야 3차원 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 3차원 설계를 위한 측량에 적용한다 | 어떤 설계에 관한 측량인지, 3차원 설계측량인지 문맥을 명확히 할 필요 있음 3차원 설계를 위한 측량인지 3D 측량인지 의미가 모호 | | |
| 2.1 | (1) 측량지역 전반에 대한 현장조사를 실시하여 작업에 대한 계획 을 수행할 수 있는지를 조사한다. | 어떤 작업인지? 측량작업 | | |
| | ⑥ 투입 측량기기의 종류, 수량, 성능 및 성능검사서 | 투입이란 수식어가 필요한지 검토 | | |
| 4.2 | (5) 초음파를 이용한 설계측량은 음향속실험기를 이용하여 3차원 수 심측량을 실시하고 3차원 정보로 작성한다.. | 작성한다.. 결이 두개 | | |

| KDS 12 10 05 설계측량 일반사항 | | | | | 검토위원 : | 송 ** |
|------------------------|---|---|---------|-----------|--|------|
| 항목 | 제정(안) / 개정(안) | 검토의견 | 근거 / 사유 | 조치계획 | 사유 / 반영계획 | |
| 1.4 | 1.4 용어의 정리 • 지형 현황측량 : 공사선계지역 의 현황과악을 위하여 ~~~~ • 정위측량 : 모든 구조물이 ~~~~ 부재의 설치 위치를 현지 에 정확히 표시하는 측량 • 용지 경계 측량 : 공사 선계를 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지 에 표시하는 작업으로 ~ | 1.4 용어의 정리 • 지형 현황측량 : 공사 및 선계 지역 의 현황과악 ~ • 정위측량 : 모든 구조물이 ~ 부재의 설치 위치를 현지 에 정확히 표시하는 측량 • 용지 경계 측량 : 공사 선계를 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지 에 표시하는 작업으로 ~~~~~ - | 용어수정 | 반영 | • 지형현황측량 : 건설공사 및 설계 지역의 현황과악을 위하여 국가기준점, 국가공공기준점 등을 이용하여 측량 구역 내의 지형지물의 위치를 측정하는 측량 • 정위측량 : ~ 각 부재의 설치 위치를 현지 에 정확히 표시하는 측량 • 용지경계측량 : 건설공사 및 설계 구간 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지 에 표시하는 작업으로, | |

| KDS 12 10 05 설계측량 일반사항 | | | | | 검토위원 : | 정 ** |
|------------------------|--|---|--------------------|------|---|------|
| 항목 | 제정(안) / 개정(안) | 검토의견 | 근거 / 사유 | 조치계획 | 사유 / 반영계획 | |
| 1.3.1 | 1.3.1 관련법규 (1) 공공측량사업규정, 국토지리정보원 (2) 일반측량사업규정, 국토지리정보원 (3) 3차원국토공간정보구축사업규정, 국토지리정보원 | 1.3.1 관련법규 (1) 공공측량사업규정, 국토지리정보원 (2) 일반측량사업규정, 국토지리정보원 (3) 3차원국토공간정보구축사업규정, 국토지리정보원 (4) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부 | (4) 측량기준 법령 추가 | 반영 | 1.3.1 관련법규 (1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부 (2) 공공측량사업규정, 국토지리정보원 (3) 일반측량사업규정, 국토지리정보원 (4) 3차원국토공간정보구축사업규정, 국토지리정보원 | |
| 2.1 | 2.1 설계측량 계획 (2) 설계측량 계획서에는 다음 사항을 첨기하여 작성하여야 한다. ① 과업명 ⑦ 측량 세부 일정표 ⑧ 기타 발주자가 정한 내용 | (7) 측량 세부 일정표 ⑧ 측량성적품 목록 및 부수 ⑨ 기타 발주자가 정한 내용 | 측량성적품의 목록 및 부수를 명시 | 반영 | ⑧ 측량성적품 목록 및 부수 ⑨ 기타 발주자가 정한 내용 | |

<그림 2-12> 건설기준위원회 검토의견 및 조치계획서 작성

<표 2-6> 측량 건설기준위원회 및 행정예고 주요 의견

| 구분 | 의견 제출 | 주요 의견 | 검토 |
|-------------------|------------------------|---|----------|
| 기준·절차 의 구체화 | 측량 심의회 | · 측량기준 및 절차 관련 표현의 구체화 - (기존) 횡단측량 범위는 용지경계 이상이 되도록 실시 (개선) 횡단측량 범위는 좌·우 50m 이상으로 실시하며, 용지경 계 이상이 되도록 실시 | 반영 |
| | | · ‘관로의 노후도’ 등 측량의 업무범위가 아니거나 측량 관련 기준 이 없는 항목 삭제 | 반영 |
| | | · 하천측량(KDS 12 20 15) 부문에 ‘이 기준 외에 소하천에 대한 내용은 소하천설계기준에 따른다.’ 내용 추가 - 하천 종류에 따른 관련 건설기준 명시 | 반영 |
| | 품질 관리원 | · 관련 작업규정 개정예 따라 각종 측량기준 현행화 - (예시) 관로 노선의 측정거리는 40 m → 20 m | 반영 |
| | | · 관련 법규 중 상위 법령의 추가 필요성에 따라 ‘공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률’ 추가 명시 | 반영 |
| 용어 | 측량 심의회 | · 출처가 불분명하거나 기존 정의가 없는 용어 - (기존) 경계확인은 현지에서 소도 등에 따라 (개선) 경계확인은 현지형에서 용지도 등에 따라 | 반영 |
| | | · 설계기준(수준)점, 도로(철도) 등 ()로 표현된 용어 - (예시) 설계기준(수준)점 → 설계기준점 및 수준점 도로(철도) → 도로 및 철도 | 반영 |
| | | · 일본식 표현 순화(절토, 성토) → ‘깎기, 쌓기’) | 반영 |
| | 품질 관리원 | · 토털스테이션-T/S, 라이다-레이저스캐너 등 용어 통일 | 반영 |
| 측량 기술자 | 측량업체 및 공간정보산업 협회 | · 기술사 수급 및 비용문제 등으로 ‘측량 및 지형공간정보 기술사의 검토 확인’ 관련 의무사항 완화(→특급기술자 등) (검토의견) - 최고 등급의 기술자격자인 측량 및 지형공간정보기술사(이하 “기술사”)에 의한 기술 검토를 통해 건설측량 품질을 향상시키 고 부실설계·시공을 방지하고자 하는 취지로서 기술사 고용을 의무화하는 내용이 아님 - 기술 검토를 수행하는 기술사가 해당 측량 수행업체 소속인 경 우 오히려 ‘셀프 검사’ 발생 우려 - 타 분야 건설기준(구조, 철도 등)에도 기술 검토는 각 분야 기술 사가 수행하고 있음 | 원안 유지 |
| 자구 수정 | 공통 | · 각종 맞춤법, 띄어쓰기, 오타자, 문장부호 등 | 반영 |

이렇게 행정예고와 건설기준위원회 사전검토에 대한 내용을 반영하여 다시 건설측량 설계기준 (KDS)에 대한 내용을 수정하고 이를 토대로 다음 <그림 2-13>과 같이 10월 7일 14시에 서울역 글로탑비즈니스센터에서 건설기준위원회 심의를 진행하였다.



<건설측량 설계기준 제정 취지 및 내용 발표>



<건설기준위원회 의견검토 및 토론>

<그림 2-13> 건설기준위원회 심의 과정

건설기준위원회는 건설측량 설계기준의 제정 취지와 개발내용 등에 대해 발표를 먼저 진행하고 위원들의 검토 의견에 대해 반영 결과를 설명하고 검토 결과에 대해 토론 후 건설기준위원회의 가결, 조건부가결, 부결을 선택하게 된다. 먼저 검토의견 대부분 반영하였으며, 원안 유지에 대한 내용은 위원들에게 설명 후 원안 유지로 마무리하였다. 원안 유지에 대한 내용은 다음 <표 2-7>과 같다.

<표 2-7> 측량 건설기준위원회 의견 중 원안 유지 사항

| 구분 | 검토의견 | 조치계획 | 사유 |
|-----------------------------------|---|------|--|
| KDS 12 10 05 설계측량 일반사항 | 1.4 용어의 정의 '디지털 설계측량' → '3차원 설계측량' (사유) 용어를 보다 명확하게 할 필요 있음 | 원안 | 국가건설기준센터와 협의하여 디지털 설계측량으로 용어 정의 |
| KDS 12 20 10 단지 조성 설계 측량 | 4.1.3 토지구획정리 현황측량 → 4.1.3 단지 조성설계측량 (사유) 현황측량, 지구계측량, 확정측량 등 용도별로 규정하기는 곤란함으로 토지구획정리 현황측량을 단지조성설계측량으로 조정 | 원안 | 공공측량작업규정에 준수하여 단지조성 설계측량을 토지구획정리, 지구계, 가구확정, 획지확정으로 세분화하여 표현함. |
| KDS 12 20 15 하천(댐)설 계측량 | 4.1.2 (6) 지형현황측량 ③ 제내지 부분의 하천지형측량의 범위는 제방이 설치된 구간의 국가하천은 200~300 m이상, 지방하천은 50~100 m이내를 원칙으로 하고 제방이 설치되어 있지 않은 구간에서는 최대홍수위선 이상까지로 하되 제내지 | 원안 | 하천설계기준의 하천측량편을 인용하여 수록하였으며 여기서 소하천 설계기준은 미 반영되어 있으며, 소하천 기준은 소관부서가 행정안전부로 향후 의견조율이 필요함 |

| 구분 | 검토의견 | 조치계획 | 사유 |
|---------------------------------|---|------|--|
| | 특성을 감안하여 조정할 수 있다. (사유) 소하천 기준 추가 필요 | | |
| | 4.1.3 하천공사 시행을 위한 설계측량 (사유) 소하천 기준 추가 필요 | 원안 | 하천설계기준의 하천측량편을 인용하여 수록하였으며 여기서 소하천 설계 기준은 미 반영되어 있으며, 소하천 기준은 소관부서가 행정안전부로 향후 의견조율이 필요함 |
| | 4.1.5 댐설계측량 → 4.1.5 댐(저수지)설계측량 | 원안 | 하천 설계기준 및 댐설계기준의 측량 편을 준수하여 수록함 |
| | 본 설계기준은 하천(댐) 설계 측량 공통 항목 내용에 대해서는 같이 공통적으로 서술하고, 세부 내용은 하천, 댐 분야를 분리하여 작성하는 것이 타당 하다고 보여 지므로 수정보완이 필요 하다고 보여짐 | 원안 | 4.1.5에 댐 설계측량이 별도로 수록되어 있으며 중복사항은 하천(댐)으로 표현 |
| | 현재 혼재되어 작성 되어있어서 이용자들의 불편하고, 내용이 이해하기가 어렵게 작성되어 있음 | 원안 | 4.1.5에 댐 설계측량이 별도로 수록되어 있으며 중복사항은 하천(댐)으로 표현 |
| KDS 1230 10 3차원영상 데이터를 이용한 설계측량 | 1.2 적용범위 (1) 이 기준은 하천에 대한 전반적인 측량을 수행하여 하천공사시행설계 및 하천기본계획설계, 하상변동조사, 댐설계 등의 효율적 수립을 위한 측량에 적용한다. (사유) 일반적으로 공사발주시 하천공사설계 용어사용과 하천기본계획수립시 하상변동조사 등 여러가지 조사와 측량을 하고 있어 저수지 설계에 대한 내용 필요 | 원안 | 하천 설계기준 및 댐설계기준의 측량 편을 준수하여 수록함 |
| | 스프레이 마커를 이용한 GCP에 대한 기준이 필요 | 원안 | 공공 및 일반측량 작업규정에 대공표지판에 대한 규격 및 재질을 명시하고 있음 |
| | 기준체계의 적절성 건설측량 설계기준을 공통편-대분류에 배치하였음. 저의 판단으로는 측량이 대분류에 편재되는 것은 위계상 적절하지 않다고 판단됨. 예를들어, 구조(대분류) - 콘크리트구조(중분류), 강구조(중분류) 그리고 하중(대분류) - 지진하중(중분류), 풍하중(중분류) 등의 편재가 공통편 위계에 적절함. “측량” 하나의 타픽으로 공통편의 대분류로 편재하는 것이 적절한지에 대한 재검토가 필요함. 참고로 제가 생각하는 공통편의 대분류는 ① 설계일반(용어포함), ② 하중(지진하중, 풍하중 등), ③ 저항(콘크리트구조, 강구조, 조적구조, 목구조 등)으로 구성하는 것입니다. | 원안 | 측량코드를 대분류로 재구성함은 재래 공법외 스마트건설 도입에 따라 여러 공종, 공정의 특수성에 따라 적용되어야 함에 따라 대분류로 구성함 또한 전문가 검토회의를 통해 재래공사와 스마트건설 도입에 따른 업무에 따른 중요도와 사용자가 이용편의성을 고려하여 편재함 따라서, 설계측량의 일반사항, 기존공법을 적용한 설계측량 기준은 건설공사설계측량, 스마트건설에 적용할 설계측량은 디지털 설계측량으로 구성함 |
| | 디지털 설계측량의 코드 집필 범위? → 디지털 설계측량의 소분류 체계는 각각이 | 원안 | 디지털 설계측량은 스마트건설에서 요구되는 3차원 모델작성을 위한 측량방 |

| 구분 | 검토의견 | 조치계획 | 사유 |
|----|--|------|---|
| | 측량 방법론에 의한 그룹핑임. 마치 안전진단에서 반발도법, 초음파법 등등의 강도측정 방법을 기술한 것과 유사함. 설계기준 체계에서 이와 같이 다양한 방법을 기술하는 것은 ① 설계기준의 해설 또는 ② 설계기준 하위의 편람이나 지침형태로 작성하는 것이 바람직하다 판단됨. 참고로 기존 설계기준에서도 간혹 취사선택하는 방법이 있으나 이것은 간략식과 정밀식 등의 방법을 제시한 것임. | | 법 및 절차와, 성과물의 종류를 기준으로 제시함 특히, 이 기준에서는 조사측량-설계-시공 및 준공까지 스마트건설 전공정에 적용되는 Lamdxml스키마 기반의 측량성물을 작성하기 위한 기준임. 이 성과물은 여러 측량데이터를 통해 작성할 수 있고, 그에 따른 측량 기기, 방법과 절차를 반영하였음. 이는 새로 도입되는 기술에 대한 기준임에 따라 사용자관점에서 이 기준만 이용하더라도 쉽게 이해 적용하기 위하여 구체적으로 작성함 |
| | 스마트건설 관점에서의 기준체계 → 가급적 큰 흐름에서의 건설기준체계를 유지(현 건설기준체계에 개선할 것이 없다면)하고 스마트건설기준이 각 건설기준에 자연스럽게 스며들 수 있도록 하는 것이 바람직하다고 판단됨. 만약 새로운 기술이 나올 때 마다 분위기에 따라 건설기준 코드가 새롭게 생긴다면 추후 건설기준은 엄청난 혼란과 복잡함으로 표현된 것임 | 원안 | 스마트건설에서의 기준체계는 자동/반자동시공에서 요구되는 3차원 모델작성과 각종 기기의 자동화 운영에서 요구되는 새로운 기준체계를 반영해야함 |

이번 건설기준위원회에서 주요 사항으로는 디지털 설계측량의 소분류 체계 재구성과 도로(철도)와 같이 괄호로 작성한 내용을 각각 분리할 것에 대한 의견이 제시되었다. 현재 측량 방법론에 코드를 부여하였기 때문에 설계기준의 해설 또는 설계기준 하위의 편람이나 지침형태로 작성하는 것이 바람직하다고 건설기준위원회에서 판단하여 다음 <표 2-8>과 같이 디지털 설계측량(KDS 12 30 00)을 통합하였다. 그리고 도로(철도)와 하천(댐)과 같이 괄호로 표현된 문장을 도로 및 철도, 하천 및 댐과 같이 분리하여 표현하였으며, 이에 따라 내용도 각각 다시 작성하였다.

<표 2-8> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 분류체계의 변경(2)

| 코드 | | | 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 주요내용 (건설기준위원회 전) |
|----|----|----|--|
| 대 | 중 | 소 | |
| 12 | 00 | 00 | 건설측량 설계기준 |
| | 10 | 00 | 설계측량 일반 |
| | | 05 | 설계측량 일반사항 |
| | 20 | 00 | 건설공사 설계측량 |
| | | 05 | 도로(철도) 설계측량 |
| | | 10 | 단지조성 설계측량 |
| | | 15 | 하천(댐) 설계측량 |
| | | 20 | 상·하수도 설계측량 |
| | | 25 | 농업기반시설 설계측량 |

| 코드 | | | 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 주요내용 (건설기준위원회 전) |
|----|----|----|--|
| 대 | 중 | 소 | |
| | | 30 | 교량설계측량 |
| | | 35 | 터널설계측량 |
| | | 40 | 건축설계측량 |
| 30 | 00 | | 디지털 설계측량 |
| | | 05 | 3차원 기준(수준)점측량 |
| | | 10 | 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량 |
| | | 15 | 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량 |
| | | 20 | 3차원 초음파데이터를 이용한 설계측량 |
| | | 25 | 3차원 데이터에 의한 모델작성 |



| 코드 | | | 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00) 주요내용 (구성변경) |
|----|----|----|-------------------------------------|
| 대 | 중 | 소 | |
| 12 | 00 | 00 | 건설측량 설계기준 |
| | 10 | 00 | 설계측량 일반 |
| | | 05 | 설계측량 일반사항 |
| | 20 | 00 | 건설공사 설계측량 |
| | | 05 | 도로 및 철도 설계측량 |
| | | 10 | 단지조성 설계측량 |
| | | 15 | 하천 및 댐 설계측량 |
| | | 20 | 상·하수도 설계측량 |
| | | 25 | 농업기반시설 설계측량 |
| | | 30 | 교량설계측량 |
| | | 35 | 터널설계측량 |
| | | 40 | 건축설계측량 |
| 30 | 00 | | 디지털 설계측량 |
| | | 05 | 3차원 디지털 설계측량 |

이처럼 건설기준위원회 심의는 측량기준·절차 구체화 및 분류체계, 용어 순화 등 건설기준위원회 의견 검토·반영을 전제로 '조건부 가결'을 결정하였으며, 연구진은 건설기준위원회 의견을 모두 반영하여 건설측량 설계기준(KDS)을 수정하였다.

다. 중앙건설기술심의위원회 대응 및 추진 내용

따라서 건설기준위원회 일정을 마치고 다음으로 중앙건설기술심의위원회 대응 준비를 실시하였다. 중앙건설기술심의위원회는 건설기준에 대한 최종심의가 이루어지며, 이를 통과하면 국가건설기준으로 등록되며, 건설기준위원회와 같이 중앙건설기술심의위원회 심의 시 위원회 구성인들의 의견을 반영하여 수정하거나 원안 그대로 유지할 것인지 등 논의가 이루어진다.

이에 중앙건설기술심의위원회 관련 준비사항에 대해 논의한 결과 현재 측량부문 중앙건설기술심의위원회가 부재함에 따라 다음 <표 2-9>와 같이 기존 도로, 토목일반, 건축 등 타분야 건설기준

위원회 위원들 중 측량에 대한 이해가 높은 위원을 선정하여 측량분야 중앙건설기술심의위원회를 구성하였다.

<표 2-9> 측량분야 중앙건설기술심의위원회 명단

| 연번 | 성명 | 소속 | 직책/직급 | 위원회 |
|----|-----|------------|-------|-------------|
| 1 | 김** | 서***대학교 | 교수 | 도로 위원회 |
| 2 | 김** | 서***대학교 | 정교수 | 도로 위원회 |
| 3 | 남** | 한***** | 연구위원 | 도로 위원회 |
| 4 | 최** | (주)삼***** | 대표 | 도로 위원회 |
| 5 | 김** | (주)천***** | 대표 | 도로 위원회 |
| 6 | 송** | (주)삼***** | 부사장 | 하천 위원회 |
| 7 | 한** | 서***대학교 | 교수 | 상하수도 위원회 |
| 8 | 김** | 한***** | 연구위원 | 상하수도 위원회 |
| 9 | 임** | 한***** | 책임연구원 | 항만 및 해안 위원회 |
| 10 | 전** | 서***대학교 | 교수 | 토목일반 위원회 |
| 11 | 임** | *****건설(주) | 책임 | 토목일반 위원회 |
| 12 | 김** | 한***** | 전문위원 | 토목시공 위원회 |
| 13 | 이** | 한***** | 부장 | 토목시공 위원회 |
| 14 | 김** | *****건설(주) | 부장 | 토목시공 위원회 |
| 15 | 곽** | 한***** | 부장 | 도시계획 위원회 |
| 16 | 김** | 서***대학교 | 교수 | 건축구조 위원회 |

다음으로 중앙건설기술심의위원회 심의 전 12월 12일까지 중앙건설기술심의위원회 위원들에게 사전검토를 받고 의견서를 종합하였다. 다음 <그림 2-14>와 같이 각 위원 별로 건설측량 설계기준(KDS)에 대해 자신의 의견을 제시하며 연구진은 제시한 각 의견마다 반영, 일부 반영, 원안 유지 중 선택하는 의견조치계획서를 작성하였다. 총 6명 위원들에게 검토를 받았으며 검토의견은 217개를 제시하였다. 이 중 반영은 198개, 일부 반영은 19개, 원안 유지는 3개로 작성하여 중앙건설기술심의위원회 준비를 하였다. 주요 의견에 대한 내용은 다음 <표 2-6>과 같다.

건설측량 설계기준 제정(안) 심의위원 사전 검토의견

도로분야: 김* * 위원(서명 :)

| KDS 12 10 05 설계측량 일반사항 | | | 검토위원 : 김 * * 위원 |
|------------------------|---|---|-----------------|
| 항목 | 제정(안) / 개정(안) | 검토의견 | 근거 / 사유 |
| 1.1.(1) | (1) 이 기준은 도로 및 철도, 하천 및 댐, 단지조성, 상하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 지형·지반에 축조되는 각종 구조물과 시설물의 설계측량을 수행하기 위하여 요구되는 기본적인 설계측량 기준의 제정을 목적으로 한다. | (1) 이 기준은 도로 및 철도, 하천 및 댐, <u>단지</u> , 상하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 <u>지형·지반</u> 에 축조되는 <u>각종 시설의 설계측량 수행을 위하여 요구되는 기본적인 설계측량 기준의 제정</u> 을 목적으로 한다. | 문구수정 |
| 1.2.(1) | (1) 이 기준은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계에 관한 측량에 적용한다. | (1) 이 기준은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 <u>각종 시설의 조사 및 계획, 설계</u> 에 관한 측량에 적용한다. | 문구수정 |
| 1.2.(2) | (2) 이 기준은 건설 분야 3차원 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 3차원 설계를 위한 측량에 적용한다. | (2) 이 기준은 건설 분야 3차원 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 <u>각종 시설의 3차원 설계</u> 를 위한 측량에 적용한다. | 문구수정 |
| 1.4 | • 분야별 설계측량 : 도로 및 철도설계, 단지설계, 하천설계 등과 같은 건설공사를 위한 설계, 시공, 준공 및 시설물 유지관리를 위한 측량 | • 분야별 설계측량 : 도로 및 철도, <u>단지, 하천 등 건설을 위한 설계</u> , 시공, 준공 및 시설물 유지관리를 위한 측량 | 문구수정 |
| 1.4 | • 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형지물을 수치형식으로 측정하여 이를 컴퓨터에 수록하는 작업 | • 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형·지물을 수치형식으로 측정하여 <u>이를 컴퓨터 등 정보기기에 수록하는 작업</u> | 문구수정 |

| KIDS 12 10 05 설계측량 일반사항 | | | | | 검토위원 : 김 * * | |
|-------------------------|---|---|---------|------|---|--|
| 항목 | 제정(안) / 개정(안) | 검토의견 | 근거 / 사유 | 초치결과 | 사유 / 반영결과 | |
| 1.1.(1) | (1) 이 기준은 도로 및 철도, 하천 및 댐, 단지조성, 상하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 지형, 지반에 축조되는 각종 구조물과 시설물의 설계측량을 수행하기 위하여 요구되는 기본적인이고 표준적인 설계측량 기준의 제정을 목적으로 한다. | (1) 이 기준은 도로 및 철도, 하천 및 댐, <u>단지</u> , 상하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 <u>지형·지반</u> 에 축조되는 <u>각종 시설의 설계측량 수행을 위하여 요구되는 기본적인이고 표준적인 측량기준의 제정</u> 을 목적으로 한다. | 문구수정 | 반영 | (1) 이 기준은 도로 및 철도, 하천 및 댐, <u>단지</u> , 상하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 <u>지형·지반</u> 에 축조되는 <u>각종 시설의 설계측량 수행을 위하여 요구되는 기본적인이고 표준적인 측량기준의 제정</u> 을 목적으로 한다. | |
| 1.2.(1) | (1) 이 기준은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다. | (1) 이 기준은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 <u>각종 시설의 조사 및 계획, 설계</u> 를 위한 측량에 적용한다. | 문구수정 | 반영 | (1) 이 기준은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 <u>각종 시설의 조사 및 계획, 설계</u> 를 위한 측량에 적용한다. | |
| 1.2.(2) | (2) 이 기준은 건설 분야 3차원 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 3차원 설계를 위한 측량에 적용한다. | (2) 이 기준은 건설 분야 3차원 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 <u>각종 시설의 3차원 설계</u> 를 위한 측량에 적용한다. | 문구수정 | 반영 | (2) 이 기준은 건설 분야 3차원 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 <u>각종 시설의 3차원 설계</u> 를 위한 측량에 적용한다. | |
| 1.4 | • 분야별 설계측량 : 도로 및 철도설계, 단지설계, 하천설계 등과 같은 건설공사를 위한 설계, 시공, 준공 및 시설물 유지관리를 위한 측량 | • 분야별 설계측량 : <u>도로 및 철도, 단지, 하천 등 건설을 위한 설계</u> , 시공, 준공 및 시설물 유지관리를 위한 측량 | 문구수정 | 반영 | • <u>분야별 설계측량 : 도로 및 철도, 단지, 하천 등 건설을 위한 설계</u> , 시공, 준공 및 시설물 유지관리를 위한 측량 | |
| 1.4 | • 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형지물을 수치형식으로 측정하여 이를 컴퓨터에 수록하는 작업 | • 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형·지물을 수치형식으로 측정하여 <u>이를 컴퓨터 등 정보기에 수록하는 작업</u> | 문구수정 | 반영 | • 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형·지물을 수치형식으로 측정하여 <u>이를 컴퓨터 등 정보기에 수록하는 작업</u> | |
| 1.4 | • 용지경계측량 : 건설공사 및 설계구간 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지형에 표시하는 작업으로, 종단면 끝 지점과 횡단면 좌·우 폭의 끝 지점으로부터 선 | • 용지경계측량 : 건설공사 및 설계구간 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지형에 표시하는 작업으로, 종단면 끝 지점과 횡단면 좌·우 폭의 끝 지점으로부터 선 | 문구수정 | 반영 | • 용지경계측량 : 건설공사 및 설계구간 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지형에 표시하는 작업으로, 종단면 끝 지점과 횡단면 좌·우 폭의 끝 지점으로부터 선 | |

- 1 -

<그림 2-14> 중앙건설기술심의회위원회 검토의견 및 조치계획서 작성 (일부 발췌)

<표 2-10> 측량 중앙건설기술심의회위원회 주요 의견

| 구분 | 주요 의견 | 검토 |
|--------|--|-------|
| 측량 기술자 | · ‘측량 및 지형공간정보기술사’를 ‘측량 및 지형공간정보분야 고급 이상 책임기술자’로 변경 | 원안 유지 |
| 단위 | · 허용오차에 대한 단위를 SI 단위로 수정 - cm 대신 SI 단위계인 m, mm로 수정 | 반영 |
| 용어 | · 종단면도/종단도, 횡단면도/횡단도의 용어 구분 - 측량의 성과는 ‘단면도’, 측량의 행위는 ‘단도’로 수정 | 반영 |
| 오탈자 | 오탈자, 띄어쓰기 등 수정 | 반영 |

| 구분 | 주요 의견 | 검토 |
|------------|---|----------|
| 기준의 구체화 | · 도로 및 철도 측량 설계기준에서 ‘예측’의 표현 삭제 - 현재 사용중인 철도측량 지침서에 ‘예측’이란 용어를 사용하여 이를 적용 | 원안 유지 |
| | · 노선선정에 따른 노선선점측량을 실시하므로, (2) ① 에 노선선정 내용 추가하는 것을 검토바람. - . 노선선정의 측량보다는 설계에서 결정하는 것으로 이해 | 원안 유지 |

이렇게 중앙건설기술심의위원회 사전검토에 대한 내용을 반영하여 다시 건설측량 설계기준 (KDS)에 대한 내용을 수정하고 이를 토대로 다음 <그림 2-15>와 같이 12월 14일 14시에 서울역 글로탑비즈니스센터에서 건설기준위원회 심의를 진행하였다.



<그림 2-15> 중앙건설기술심의위원회 심의 과정

중앙건설기술심의위원회도 건설기준위원회와 똑같이 건설측량 설계기준의 제정 취지와 개발내용 등에 대해 발표를 먼저 진행하고 위원들의 검토 의견에 대해 반영 결과를 설명하고 검토 결과에 대해 토론 후 중앙건설기술심의위원회의 가결, 조건부가결, 부결을 선택하게 된다. 먼저 검토의견 대부분 반영하였으며, 원안 유지에 대한 내용은 위원들에게 설명 후 원안 유지로 마무리하였다.

단, 측량기술자 관련하여 ‘측량 및 지형공간정보기술사’를 ‘측량 전문가’로 변경하기로 결론지었다. 이는 위원들 모두 기술사의 검토의견서를 첨부하여 부실시공 방지 등 건설공사의 안정강화를 하자는 취지임은 알고 있으나 다른 코드에는 없으므로 형평성에 맞춰 전문가로 수정하고 하위 기준(지침, 시방서 등)에서 정의할 수 있으므로 본 건설측량 설계기준에서는 기술사 용어를 삭제하기로 하였다. 따라서 ‘설계측량성과 및 설계측량보고서’에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형 모델 구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술 검토의견서

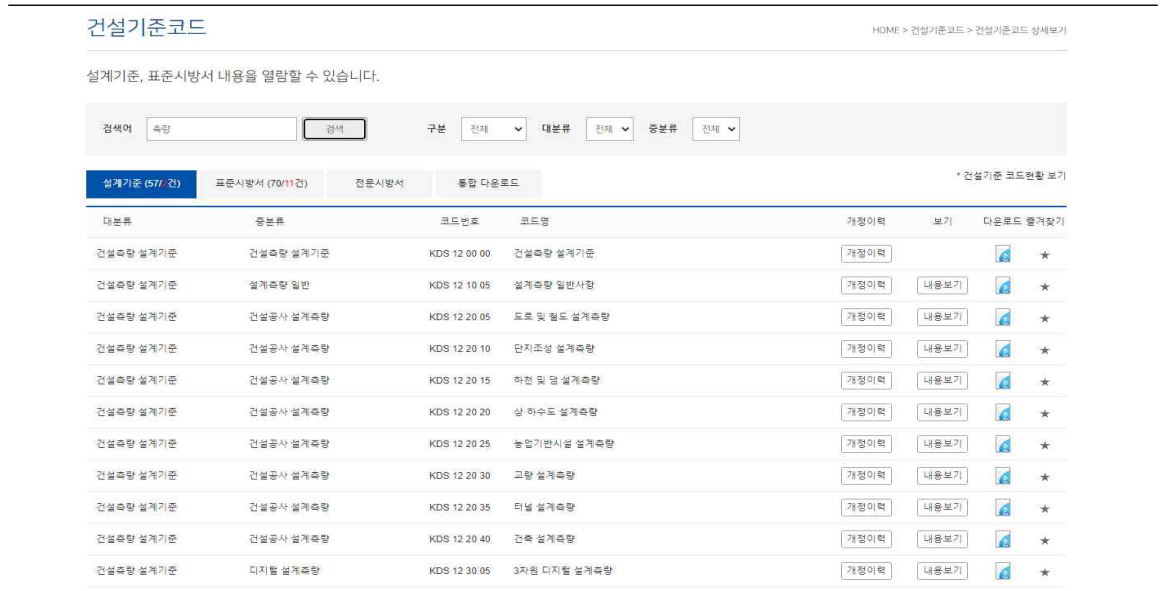
를 첨부하여야 한다.’ 와 같이 기술사 용어를 측량 전문가로 수정하여 중앙건설기술심의위원회를 마무리 하였다.

이후 건설측량 설계측량(KDS) 전문에 대해 다시 한번 오탈자 및 문구를 검토하여 최종 수정 전문과 조치결과서 등을 작성하여 국토교통부 기술혁신과로 보고 후 승인을 받아 다음 <그림 2-16>과 같이 '23년 1월 2일자로 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)이 고시되었다.



<그림 2-16> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)의 고시

또한 다음 <그림 2-17>과 같이 '23년 1월 3일자로 국가건설기준센터에 건설측량 설계기준 (KDS 12 00 00)이 등록되면서 건설공사에 측량이 하나의 분야로 자리잡는 기반을 마련하였다.



<그림 2-17> 건설측량 설계기준(KDS 12 00 00)의 등록

제3장

국내·외 건설부문 측량기준 등 현황진단

-
1. 국내 준공 및 유지관리 측량기준 현황 분석
 2. 국내 건설부문 측량기준 도입에 대한 수요분석
 3. 시사점

1. 국내 준공 및 유지관리 측량기준 현황 분석

가. 건설기준 현황 분석

본 연구는 건설측량 표준시방서(KCS) 개발을 위해 먼저 국내의 건설부문 측량 관련 건설기준, 법제도 등에 대해 현황진단을 실시하였다.

건설기준이란 건설기술진흥법 제44조 및 동법 시행령 제65조의 규정에 의거하여 시설물의 안전, 품질 및 공사비와 직결되는 국가의 주요 지적 자산으로 설계자, 시공자 등이 반드시 준수해야 하는 사항이다. 건설기준이 제정된 1960년대 이후 기준 간 중복과 상충, 사용자 이용 불편 등의 문제점이 제기되었으며, 국내 건설시장의 개방에 따라 기준을 표준화해야 한다는 의견이 발생하였다. 이에 건설공사에 대한 체계적 기준 마련과 관리의 중요성을 인식하여 2011년 국토교통부에서 건설공사기준 선진화 및 운영체계 정비 연구를 통해 국내 건설기준의 운영체계를 파악하고 코드체계를 도입하는 등 선진화 방안을 제시하였다.

그리고 2013년 건설기준의 체계적 정비와 관리, 선진화를 위한 거점을 마련하고자 건설기술진흥법 제44조 2(건설기준의 관리)에 의거하여 건설기준센터가 설립되었으며, 2013년부터 2015년까지 건설기준 코드체계 전환을 위한 연구를 통해 제각기 운영되던 건설기준(설계기준 22종, 표준시방서 21종)들을 통합하여 통합 코드를 만들었다. 건설기준의 체계적인 관리를 위하여 마련된 건설기준 코드체계에 따라 분류되며, 다음 <그림 3-1>과 같이 크게 설계기준(Korea Design Standard, KDS) 코드와 표준시방서(Korea Construction Specification, KCS) 코드로 구분되며, 대·중·소 분류 각 2자리 총 6자리 숫자로 구성되어 있다.



<그림 3-1> 설계기준(KDS), 표준시방서(KCS) 코드 구성 (출처 : 건설기준센터)

현재 건설기준센터에서 제공하는 설계기준(KDS)은 19개의 코드이며, 표준시방서(KCS) 코드는 18개의 코드를 제공하고 있으며 다음 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 설계기준 및 표준시방서 코드 현황 (출처 : 건설기준센터, 2022년 기준)

| 구분 | 설계기준 | 표준시방서 |
|----------|------------------------------|---------------------------|
| 공통 사항 | 공통 설계기준 (KDS 10 00 00) | 공통공사 (KCS 10 00 00) |
| | 지반 설계기준 (KDS 11 00 00) | 지반공사 (KCS 11 00 00) |
| | 구조 설계기준 (KDS 14 00 00) | 구조재료공사 (KCS 14 00 00) |
| | 내진 설계기준 (KDS 17 00 00) | - |
| 시설물 편 | 가시설물 설계기준(KDS 21 00 00) | 가설공사 (KCS 21 00 00) |
| | 교량 설계기준 (KDS 24 00 00) | 교량공사 (KCS 24 00 00) |
| | 터널 설계기준 (KDS 27 00 00) | 터널공사 (KCS 27 00 00) |
| | 공동구 설계기준 (KDS 29 00 00) | 공동구공사 (KCS 29 00 00) |
| | 설비 설계기준 (KDS 31 00 00) | 설비공사 (KCS 31 00 00) |
| | 조경 설계기준 (KDS 34 00 00) | 조경공사 (KCS 34 00 00) |
| 사업 분야 | 건축 구조기준 (KDS 41 00 00) | 건축공사 (KCS 41 00 00) |
| | 도로 설계기준 (KDS 44 00 00) | 도로공사 (KCS 44 00 00) |
| | 철도 설계기준 (KDS 47 00 00) | 철도공사 (KCS 47 00 00) |
| | 하천 설계기준 (KDS 51 00 00) | 하천공사 (KCS 51 00 00) |
| | 댐 설계기준 (KDS 54 00 00) | 댐공사 (KCS 54 00 00) |
| | 상수도 설계기준(KDS 57 00 00) | 상수도공사 (KCS 57 00 00) |
| | 하수도 설계기준(KDS 61 00 00) | 하수관로공사 (KCS 61 00 00) |
| | 항만 및 어항 설계기준(KDS 64 00 00) | 항만 및 어항공사 (KCS 64 00 00) |
| | 농업생산기반시설 설계기준 (KDS 67 00 00) | 농업생산기반정비공사 (KCS 67 00 00) |

건설공사에는 다양한 시설물 및 공종들이 포함되어 있으며, 이에 따른 각종 시방서가 마련되어 있다. 여기에서 측량에 대한 기준 내용을 담고 있는 코드는 표준시방서 - 공통공사(대분류) - 측량(중분류) 내 시공측량(KCS10 30 05), 수심측량(KCS 10 30 15)만이 존재하며, 그 외 공사별 필요에 따라 측량내용을 개별적으로 수록하고 있는 것으로 파악되었다.

건설공사(시공) 측량은 각 공정에 맞추어 설계도에 의한 구조물의 위치를 현장에 측설, 검측하고 공사의 진척 부분에 대한 기성 및 준공측량을 실시하는 것으로 건설공사(시공) 측량은 구조물의 정위치 시공을 위한 중요한 측량 기술이지만 건설공사 공사비에는 시공측량 비용이 명시적으로 책정되어 있지 않아 비전공사 측량으로 인한 부실시공을 초래하고 있다. 하지만 건설사업관리(감리)에

측량 기술자 및 장비의 배치, 측량기준, 측량성과 검증 등이 미비하여 건설공사측량 표준시방서(KCS)가 필요하다.

현재 측량 관련 기준은 표준시방서(KCS) 10 30 00 측량편을 통해 제공하고 있다. 공종별 측량에 대한 장비, 절차 등 기준이 상세히 기술되어 있지 않으며, 기술되어 있는 내용 또한 최신장비, 기술의 반영이 미비한 상태이다. 그리고 준공 및 유지관리 측량 관련 역시 부재한 상황으로 파악하였다.

<표 3-2> 표준시방서(KCS) 10 30 00 측량편 (출처 : 국가건설기준센터)

| 구분 | 표준시방서 | 구성 |
|----------|-----------------------|--|
| 공통 공사 | 건설공사 측량(KCS 10 30 05) | 1. 일반사항 1.1 적용범위 1.2 참고 기준 1.3 용어의 정의 1.4 제출물 1.5 공사기록 2. 자재 2.1 측량기기 및 자재 3. 시공 3.1 건설공사측량 일반 3.2 시공 전 측량 3.3 시공 중 측량 3.4 준공측량 3.5 현장 품질관리 |
| | 수심측량(KCS 10 30 15) | 1. 일반사항 1.1 적용범위 1.2 참고 기준 1.3 용어의 정의 1.4 제출물 1.5 장비 2. 자재 3. 시공 3.1 기준점 측량 3.2 기본수준면 3.3 수심측량 |

그리고 다음 <그림 3-2>와 같이 측량 키워드를 포함한 설계기준은 48개, 표준시방서는 84개로 파악되나 건설기준을 분석한 결과 측량에 대한 기준은 ‘천단침하는 수준측량 등을 통하여 하향방향의 절대침하량으로 측정하여야 한다.’(계측 시공기준, KCS 27 50 10)와 같이 부분적으로 제시되어 있으며, 공종별 측량에 대한 장비, 절차 등 기준이 상세히 기술되어 있지 않으며, 기술되어 있는 내용 또한 최신장비, 기술의 반영이 미비한 상태로 스마트건설 도입에 따른 최신 장비와 기술의 적용에 한계가 발생할 것으로 판단하였다.



<그림 3-2> 국가건설기준센터의 측량 관련 코드 현황

또한 표준시방서 상에서 품질관리에 대한 충책을 마련하였지만 측량에 대한 기준 및 방법에 대해서는 제시하지 않고 있으며 시공측량 부분에서도 측량에 대한 기준 및 방법에 대해서 제시하지 않고 있다.

나. 법제도 현황 분석

현재 건설공사에서 측량 관련 법제도는 건설기술진흥법, 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률(약칭 : 공간정보관리법)과 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정 등이 존재하며 이를 분석하여 현재 건설부문에서 측량의 위상과 현황 등을 분석하여 문제점을 도출하였다.

1) 건설기술 진흥법 및 시행령

건설기술 진흥법의 경우 측량 관련 내용은 제2조, 제39조, 제44조, 제46조에 있으나 건설분야에서 측량업무에 대한 근거는 미흡하였다. 특히 측량이란 용어는 제2조에 있으나 측량에 대한 구체적인 기준이나 내용, 방법 등에 대해 제시하지 않았으며 모든 품질에 대한 개념을 포괄하는 광범위한 내용으로 구성되어 있다. 또한 스마트건설 적용을 위한 3차원 공간정보 데이터에 대한 내용이 없다.

그리고 제44조에서 건설공사의 설계기준, 시공기준 및 표준시방서 등에 대한 내용을 포함하고 있으며, 건설기술 진흥법 및 동법 시행령, 동법 시행규칙의 제2장 제2절 건설공사의 품질 및 안전 관리 등을 통해 품질관리에 대한 충책을 마련하였지만 대부분 건설자재 및 시험에 대한 품질기준이며, 건설공정에 따른 측량에 대한 기준 및 방법에 대해서는 제시하지 않고 있다.

<표 3-3> 건설기술 진흥법 중 측량 관련 내용

| 구분 | 내용 |
|------------------------|---|
| 제2조(정의) | 2. “건설기술”이란 다음 각 목의 사항에 관한 기술을 말한다. 가. 건설공사에 관한 계획·조사(지반조사를 포함한다. 이하 같다)·설계(「건축사법」 제2조제3호에 따른 설계는 제외한다. 이하 같다)·시공·감리·시험·평가· 측량(해양조사를 포함한다. 이하 같다) ·자문·지도·품질관리·안전점검 및 안전성 검토 |
| 제39조 (건설사업관리 등의 시행) | ⑥ 제2항에 따라 건설사업관리를 수행하는 건설엔지니어링사업자는 다음 각 호의 업무를 수행하여야 한다. 1. 시공이 설계도면 및 시방서의 내용에 적합하게 이루어지고 있는지에 대한 확인 |
| 제44조(설계 및 시공 기준) | ① 국토교통부장관이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 자는 건설공사의 기술성·환경성 향상 및 품질 확보와 적절한 공사 관리를 위하여 다음 각 호에 관한 기준을 정할 수 있다. 1. 건설공사 설계기준 2. 건설공사 시공기준 및 표준시방서 등 |
| 제46조(건설공사의 시행과정) | 제46조(건설공사의 시행과정) ① 발주청은 건설공사를 안전하고 경제·능률적으로 시행하기 위하여 건설공사의 계획·조사·설계·시공·감리·유지·관리 등을 대통령령으로 정하는 절차 및 기준에 따라 수행하여야 한다. |

건설기술 진흥법 시행령의 경우 측량 관련 내용은 제59조, 제67조, 제74조, 제78조, 제80조, 제93조에 있으나 이 또한 건설분야에서 측량업무에 대한 근거는 미흡하다. 특히 제74조에서 측량 및 지반조사를 설계 시 하여야 한다고 명시만 되어 있을 뿐 측량방법, 측량내용, 품질관리 등에 대한 기준은 없으며, 측량규정인 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정에 대한 연계내용도 없었다. 또한 측량 및 지반조사에 필요한 비용을 확보한다고 하였지만 실제로는 다음 그림과 같이 건설공사의 설계예산서의 단가산출서에 착공 전 측량 및 토공규준를 예산만 포함되었으며 공사측량과 관련된 대부분의 예산은 포함되어 있지 않음을 확인할 수 있다. 이처럼 건설에서 측량의 위상과 역할은 많이 낮은 실정임을 확인할 수 있다.

표 3-4. 건설기술 진흥법 시행령 중 측량 관련 내용

| 구분 | 내용 |
|---------------------------|---|
| 제59조(건설사업관리의 업무범위 및 업무내용) | ④ 법 제39조제3항에 따라 시행하는 설계용역에 대한 건설사업관리에는 다음 각 호의 업무가 포함되어야 한다. 1. 건설공사 관련 법령, 법 제44조제1항제1호 및 제2호에 따른 건설공사 설계기준 및 건설공사 시공기준에의 적합성 검토 6. 제74조에 따른 측량 및 지반조사의 적정성 검토 |
| 제67조(건설공사의 시행과정) | ① 법 제46조제1항에서 “대통령령으로 정하는 절차 및 기준”이란 다음 각 호에 따른 건설공사 시행과정의 해당 규정에서 정하는 절차 및 기준을 말한다. 다만, 다른 법령에서 특별히 정한 경우는 그러하지 아니하다. |

| 구분 | 내용 |
|---------------------------|---|
| | 8. 제74조에 따른 측량 및 지반조사 |
| 제74조(측량 및 지반조사) | <p>① 발주청은 기본설계 또는 실시설계를 할 때에는 측량 및 지반조사를 하여야 한다. 이 경우 지반조사를 할 때에는 해당 지역의 인구 밀집상태 등을 고려하여야 한다.</p> <p>② 발주청은 제1항에 따른 측량 및 지반조사에 필요한 비용을 확보 하고 조사에 필요한 기간을 충분히 부여하여야 한다.</p> <p>③ 제1항에 따른 측량 및 지반조사의 항목과 세부 기준은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.</p> |
| 제78조(준공) | <p>① 건설공사의 준공보고서에는 다음 각 호의 서류 및 자료를 첨부하여야 한다.</p> <p>1. 준공도서 2. 품질기록(품질시험 또는 검사 성과 총괄표를 포함한다)</p> |
| 제80조 (유지·관리) | <p>② 시설물의 관리주체는 해당 건설공사에 관한 다음 각 호의 서류 및 자료를 유지·보존하여야 한다.</p> <p>1. 준공도서 2. 품질기록(품질시험 또는 검사 성과 총괄표를 포함한다) 6. 안전점검·안전진단 보고서와 그 밖에 시설물의 관리주체가 시설물의 유지·관리에 필요하다고 인정하는 자료</p> |
| 제93조(품질시험 또는 검사 성과의 관리 등) | <p>① 건설사업자나 주택건설등록업자는 품질검사를 완료하였을 때에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 품질시험 또는 검사 성과 총괄표를 작성하고, 해당 건설공사에 대한 기성부분검사·예비준공검사 또는 준공검사를 신청할 때 발주자에게 이를 제출해야 한다.</p> |

2) 건설공사 사업관리방식 검토기준 및 업무수행지침

현재 법제도에서 측량에 관한 사항은 일반측량에서 감리분야로 접근하고 있어 한국건설기술관리협회에서 제공중인 건설공사 사업관리방식 검토기준 및 업무수행지침을 분석하였다. 스마트건설 적용을 위한 3차원 측량성과에 대한 내용이 없으며, 측량 관련 내용도 공공측량 작업규정을 준용한다고 명시되어 있어, 건설기술 진흥법 제44조에서 설계기준과 표준시방서를 준용한다는 내용과 상충되어 사용자의 불편과 혼란이 있을 것으로 판단되었다.

그리고 제82조 1항에서 현장에서는 각종 법규정, 표준시방서, KS 규정집 및 필요한 기술서적 등을 비치하여야 한다고 하였지만 설계기준의 경우 측량관련 기준은 없기 때문에 지침과 현실과의 괴리가 발생하고 있다. 9항에서는 규준틀, 절토, 성토라는 용어를 사용하고 있는데 이는 옛날에 사용하던 용어로 현재 실무나 법규정에서는 각각 기준틀, 땅깍기, 흙쌓기로 용어를 변경하여 사용하

고 있어 이러한 용어들도 개정이 필요할 것으로 판단하였다. 또한 제82조 11항 3호에서 평판측량을 실시한다고 하는데 현재 실무에서는 토탈스테이션을 이용한 전자평판을 사용하고 있으므로 현재 사용하는 측량방법으로 개정이 필요하다.

그래도 15항에서 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」을 언급함으로써 건설 관련 법제도에서 유일하게 측량 관련 규정과 연계되어 있어 측량의 법적 지위를 확인할 수 있었다.

<표 3-5> 건설공사 사업관리방식 검토기준 및 업무수행지침 중 측량 관련 내용

| 구분 | 내용 |
|------------------------|---|
| 제82조 (공사착수단계 현장 관리) | <p>① 건설사업관리기술인은 공사의 여건을 감안하여 각종 법규정, 표준시방서, KS 규정집 및 필요한 기술서적 등을 비치하여야 한다.</p> <p>⑨ 건설사업관리기술인은 토공기준들을 절토부, 성토부의 위치, 경사, 높이 등을 표시하며 직선구간은 2개 측정, 곡선 구간은 매측점마다 설치하고 구배, 비탈 끝의 위치를 파악할 수 있도록 설치하여야 한다.</p> <p>3. 평판측량은 주변 지세를 알 수 있도록 예상 용지폭원보다 넓게 실시하여야 한다.</p> <p>⑮ 건축공사 현장의 건설사업관리기술인은 필요한 경우 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따라 확인 측량된 대지 경계선내의 공사용 부지에 시공자로 하여금 전체동의 건축물을 배치하도록 하여 도로에 의한 사선제한, 대지경계선에 의한 높이제한, 인동간격에 의한 높이제한 등 건축물 배치와 관련된 규정에 적합한지 여부를 확인 하고, 건축물 배치도면을 작성하게 하여 제14항에서 정한 서류와 함께 발주청에 보고하여야 한다.</p> |

3) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률

현행의 공간정보관리법은 시대별로 당시의 첨단 측량기술을 적극 수용하면서 여러 차례 개정된 끝에 현재에 이르고 있지만, 기본측량과 공공측량을 중심으로 제정된 관계로 최근 법제화의 요구가 높아지고 있는 건설공사의 측량에 관해서는 아직 특별한 규정을 두고 있지 못하고 있다.

공간정보관리법 제2조에서 “공공측량”은 “국가, 지방자치단체, 그 밖에 대통령령으로 정하는 기관이 관계 법령에 따른 사업 등을 시행하기 위하여 기본측량을 기초로 실시하는 측량”이라고 정의하고 있다. 그러나 실제 건설공사의 대부분을 차지하고 있는 국가·지자체·정부 투자기관 발주의 건설공사측량에서 설계측량 부분은 공공측량으로 간주되어 법에 따라 공공측량 성과심사를 받는 등의 공간정보관리법이 적용되고 있지만, 시공측량이나 준공측량과 같은 일반측량 부분은 설계측량과 같은 맥락의 시공측량임에도 불구하고 법률의 적용이 전혀 이루어지지 않고 있다. 이러한 이유는 설계측량은 대부분 설계회사에서 수행되며 설계회사는 공공측량업을 가진 엔지니어링사에서

수행되며, 더불어 기본설계와 실시설계는 국가기본도를 이용하기 때문에 공공측량으로 제도적으로 운영된다. 하지만 시공 중인 측량과 준공측량은 대부분 토목기술자 및 측량업 면허가 없는 시공사와 감리사가 수행되기 때문에 공간정보 관련 법령의 제도적 틀에 들어오기 어렵기 때문에 일반측량의 범주로 국한된다.

<표 3-6> 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 중 건설 관련 내용

| 구분 | 내용 |
|---------|--|
| 제2조(정의) | <p>1. "측량"이란 공간상에 존재하는 일정한 점들의 위치를 측정하고 그 특성을 조사하여 도면 및 수치로 표현하거나 도면상의 위치를 현지(現地)에 재현하는 것을 말하며, 측량용 사진의 촬영, 지도의 제작 및 각종 건설사업에서 요구하는 도면작성 등을 포함한다.</p> <p>2. "기본측량"이란 모든 측량의 기초가 되는 공간정보를 제공하기 위하여 국토교통부장관이 실시하는 측량을 말한다.</p> <p>3. "공공측량"이란 다음 각 목의 측량을 말한다. 가. 국가, 지방자치단체, 그 밖에 대통령령으로 정하는 기관이 관계 법령에 따른 사업 등을 시행하기 위하여 기본측량을 기초로 실시하는 측량 나. 가목 외의 자가 시행하는 측량 중 공공의 이해 또는 안전과 밀접한 관련이 있는 측량으로서 대통령령으로 정하는 측량</p> <p>6. "일반측량"이란 기본측량, 공공측량 및 지적측량 외의 측량을 말한다.</p> |

4) 공공측량 작업규정

공공측량 작업규정의 경우 건설분야에서 요구되는 설계관점으로 작성되어 있다. 현재 재래식 건설공정에서 요구되는 측량조사 방법으로 작성되어 있어 스마트건설 도입에 따른 새로운 조사방법이나 기준 등에 대해서는 반영이 미흡하다.

이는 제8편 기타 응용측량, 제2장 3차원공간정보 구축, 제203조 3차원공간정보 구축을 통해 3차원 측량성과를 포함하여 보다 넓은 의미로 제시하고 있어 스마트건설에서 적용할 수 있도록 구체적인 측량의 역할을 제시할 필요가 있다.

<표 3-7> 공공측량 작업규정 중 건설 관련 내용

| 구분 | 내용 |
|---------------------------|--|
| 제203조 (3차원 공간정보 구축) | 지형지물의 위치·기하정보를 3차원 좌표 및 모델로 나타내고, 속성 정보, 가시화정보 및 각종 부가정보 등을 추가한 3차원 공간정보의 제작방법 및 기준은 국토지리정보원장이 고시한 「3차원국토공간정보구축작업규정」 및 기타 3차원 공간정보 구축을 위하여 공공측량시행자가 별도로 정한 사항을 적용한다. |

또한 스마트 건설에서 요구되는 조사·측량에 대한 내용이 반영될 수 있도록 기준개발 필요가 있으며 신기술, 신장비 도입이 확대되고 빨라짐에 따라 공공측량 작업규정을 제품사양 중심으로 변경할 필요가 있다. 이는 현재 절차 중심으로 작성되어 있어 장비종류가 제한되기 때문이며 BIM 설계 등 건설업무와 연계성을 고려한 스마트건설의 설계단계 측량기준의 개발이 필요하다고 판단된다.

5) 일반측량 작업규정

국토지리정보원은 건설공사의 측량 기준과 절차를 위하여 일반측량 작업규정을 신설하여 공지하였다. 하지만, 위 작업규정은 “공간정보관리법 제22조의 일반측량에 관한 측량기준을 정할 수 있다”를 법적 근거로 하여 제정되었다. 따라서 건설공사측량을 일반측량으로 국한되어 보는 제한적 시각이 될 수 있다.

또한 일반측량 작업규정은 하천측량 위주인 시공관점으로 작성되어 있으며, 건설공사를 위한 측량방법, 기준 등이 부재하다. 따라서 스마트건설에서 요구되는 조사·측량에 대한 내용과 시공업무에 요구되는 장비, 건설업무와의 연계성이 반영될 수 있도록 기준개발이 필요하다.

<표 3-8> 일반측량 작업규정 중 건설 관련 내용

| 구분 | 내용 |
|-----------------------|--|
| 제1조(목적) | 이 규정은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제22조제3항에 따라 <u>건설공사의 설계, 시공, 준공 및 공사시설물의 유지관리 등에 수반되는 일반측량에 대한 기준, 방법 및 절차 등을 구체적으로 정하여 건설공사의 정확도를 향상하고 시설물의 안전성을 확보하는데 그 목적이 있다.</u> |
| 제3조(적용범위) | ① 이 규정은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 공사측량에 적용한다. ② 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 법 및 각종 건설공사 관련법, 규정, 시행서 등에 준하여 실시할 수 있다. |
| 제64조 (준공측량 성과품 작성) | ① 공사측량수행자는 당해 공사의 각 공정별 시공 후 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품(관측야장, 계산부, 성과표, 관련도서 등)은 감독자에게 제출하여야 한다. ② 준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다. ③ 준공측량도면에는 지하시설물(상·하수도관, 도시가스관, 통신케이블, 한전지중선, 각종 맨홀, 수로구조물 기타)과 각종 공작물에 대한 현황도 포함되도록 한다. ④ 준공측량 시 시공기준점, 중심선, 교량을 포함한 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다. 이와 같은 내용은 준공측량 범위에 필히 포함되어야 하며 준공측 |

| 구분 | 내용 |
|----|---|
| | <p>량도면은「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 제작하여야 하며, 국가지리정보 구축 체계와 연계되도록 한다.</p> <p>⑤ 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.</p> <p>⑥ 등고선은 반드시 표고값을 포함하여 3차원좌표(X, Y, Z)를 유지하고 단락이 없는 연속된 선형으로 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현되도록 한다.</p> <p>⑦ 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.</p> |

다. 수요분석

본 절에서는 현재 진행되는 스마트건설 기술의 활용 방향성과 실제 사업 중 3차원 공간정보 데이터의 활용이 어떻게 진행되는지 추가적으로 조사할 필요가 있어 건설 및 측량 관련 공공기관 및 발주기관, 건설사, 엔지니어링사, 학계 관련 전문가 등을 대상으로 다음 <표 3-9>와 같이 수요조사를 진행하였다. 또한 본 연구를 진행함에 있어 스마트건설의 설계 단계 측량기술의 활용성 검토를 위해 개발방향이나 수요자 입장에서 어떠한 내용이 포함되어야 하는지 수요조사를 실시하였다.

<표 3-9> 수요분석 대상 및 주요내용

| 일시 | 대상 및 주요 내용 |
|------------------------|--|
| '22년 7월 14일 전문가 인터뷰 | 건설 관련 측량업체, 측량장비업체, 시공사 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 스마트건설 도입시 준공측량 검사측량의 필요성은 매우 중요하게 판단됨 현재 이에 대한 기준이 부재함에 따라 반드시 개발 및 도입되어야 됨 특히 스마트건설 관련 기술개발이 추진되고 있는 상황임에 따라 시공, 유지관리 등 타 사업단에 진행사항도 함께 고려할 필요가 있음 |
| '22년 7월 22일 간담회 | 국토부 기술혁신과(과장, 담당 사무관 등, 국가건설기준센터 담당자) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 준공 및 유지관리측량에 대한 표준시방서 도입 필요성 및 방향 논의 기술혁신과 입장에서 준공 및 유지관리측량에 대한 표준시방서 도입 타당성 인정 단, 규제로서 개발되지 않고 실용 및 활용성이 높은 기준으로 개발 필요하다 판단됨 표준시방서 개발시 준공, 유지관리를 별도의 코드로 개발하지말고 표준시방서 대부분 안에 준공측량 하나의 코드로 개발하는 것이 타당함 국가건설기준센터에서는 이 개발방향에 대하여 진행하는데 동의 |

| 일시 | 대상 및 주요 내용 |
|-------------------------------|--|
| '22년 7월 27일 국가건설기준센터 미팅 | 국가건설기준센터 각 분과별 담당자 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 준공 및 유지관리 측량은 준공측량 하나의 코드로 개발하는 것이 타당함 • 단, 품질관리와 관련하여 실시간 검사측량과의 연계성 검토 필요 향후 MG/MC 코드 개발 팀과 협의하여 준공측량 부문을 실시간 검사측량으로 변동할 것도 검토 필요 |
| '22년 8월 9일 설명회 | 측지측량 업계, 학계 관련 전문가 등 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 스마트건설이라는 흐름에서 시의적절하게 추진되는 사업으로 앞으로도 국토교통부 (기술혁신과), 건설분야 등과 적극적으로 논의하여 추진해나가야 할 것으로 판단 • 다만, 스마트건설 R&D 사업에 측량 및 지형공간정보 분야의 참여는 전무한 실정 • 건설기준위원회 및 중앙건설기술심의위원회에 측량 및 지형공간정보 분야 연구진이 구성되어 참여하고 있는 만큼 본 사업에서 개발한 측량코드가 등록까지 성공적으로 완수될 수 있을 것으로 기대 → 설계기준(KDS) 중심위 등록 심의 시, 지속 협업 예정 • 측량코드가 신설되고 각종 지침이나 기술 가이드까지 제시된다면 건설사업에 측량 업체의 참여와 측량기술자의 역할, 대우가 증대될 수 있을 것으로 기대 • 스마트건설 공정별 측량 및 측량성과에 대한 품질 관리할 수 있는 역할이 마련된다면 관련 인력 양성에도 기여할 수 있을 것 • 측량 성과를 검토하고 품질관리할 수 있는 주체로, 측량기술자 뿐만 아니라 품질관리 전담기관도 수행할 수 있도록 측량코드에 반영할 필요 → 현재까지 개발 완료 및 개발 중인 측량코드에는 건설공사시 요구되는 절차와 방법, 기준 등을 비롯하여 품질관리 방법과 기준, 절차까지 포함하고 있으나 품질관리 주체(측량기술자, 전담기관)에 관한 논의는 지리원의 정책 결정 사항으로 판단되며, 정책 결정을 위한 검토자료는 과업 범위 내에서 최대한 지원 예정 • 국가기준점 복구 및 한-화란 협동사업, NGIS 사업 등을 통해 측량의 위상은 지속 높아져 왔음에도 건설공사 분야에서 측량의 역할은 아직 미미한 실정 • 건설측량코드 개발을 통한 측량의 역할과 업무변화 도모는 고무적 • 유관기관 홍보 및 일자리·신사업 발굴 등을 적극 추진할 필요 • 건설공사 측량은 설계기준 및 표준시방서, 발주처의 과업지시서 대로 건설업체의 기술업무를 측량업체가 수행하는 형태로 이루어지는 실정 • 따라서, 설계기준 및 표준시방서에 측량코드가 등록되어 측량기술자의 역할이 명확해진다면 건설분야 측량기술자의 처우와 전문성, 업무환경이 개선될 것 • 건설분야 등 대외적으로 측량코드 세부내용, 적용방법 등을 홍보하여 건설공사 실무에 자리잡을 수 있도록 노력할 필요 |

| 일시 | 대상 및 주요 내용 |
|----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 스마트건설 측량코드 관련 측량 실무와 수반되는 기술력을 현실적으로 반영하여 적정 품셈을 개발할 필요 → 건설공사 측량에서 건설업체와 측량업체의 업무 체계는 앞으로도 유지될 것으로 판단(건설기술관리법 제24조의2 및 같은 법 시행규칙 제14조의2제3항제3호)되며 발주처의 과업지시서의 근간이 되는 국가건설기준코드에 측량 부문을 명확히 신설하여 반영하는 것이 본 사업의 핵심 목표임 • 스마트건설 도입이 건설공사 규모에 따라 순차적으로 의무화되고 있는 추세(스마트건설 활성화 방안)로, 이를 계기로 한 측량코드 개발은 시의적절한 사업으로 판단 • 드론, MMS측량, 스마트건설 등 정부 핵심과제 추진에 있어서 새로운 측량기술을 반영할 수 있는 측량코드 개발이 마중물 역할을 할 수 있을 것으로 기대 • BIM 매뉴얼에 측량기술자 역할이 유기적으로 반영되어 있는 독일의 사례를 참고로 하여 스마트건설의 주도적 역할을 측량분야가 수행할 수 있도록 전략 마련 필요 → 국토부에서 추진 중인 스마트건설 활성화 정책과도 연계하여 각종 측량기술이 반영될 수 있도록 협업 중으로, 모든 표준시방서(KCS) 등록이 최종 완수될 때까지 지속 협업 예정 • 각종 정보통신기술 기반의 신기술 도입에 따라 측량의 역할이 증대되는 한편 신기술, 규정, 제도, 지침이 오히려 걸림돌로 작용하여 기술·환경변화에 대응하지 못하고 도태되는 측량산업계 및 인력군도 발생할 것 • 측량업계 발전이라는 청사진 제시와 더불어 교육, 홍보에도 불구하고 기술·환경변화에 적응하지 못하는 층에 대한 고민도 당부 • 스마트건설에서 측량의 역할은 디지털트윈에서의 측량의 역할에도 귀결되는 것으로 판단됨 • 즉, 스마트건설의 3차원 공간정보도 궁극적으로는 디지털트윈국토 시각에서 접근하여 BIM과 호환되도록 3차원 객체화·구조화하고 클라우드 형태로 공유되어야 유의미할 것 • 아울러 측량코드 등록 및 제도화는 측량산업 발전을 위해 바람직하며 큰 역할을 할 것으로 기대 → 건축물 중심인 BIM의 데이터 구조는 지반 및 지형 데이터와의 호환이 어려워 LandXML 구조(지반, 지형, 토목 구조물 등 스마트건설의 핵심 데이터를 BIM 수준의 높은 세밀도로 표현할 수 있는 데이터 형식)를 새로이 적용하는 추세. 아울러, 스마트건설에서 취득되는 높은 세밀도의 데이터는 디지털트윈국토 구축·갱신에 충분히 활용 가능할 것으로 판단 • 설계기준 및 표준시방서에 측량코드가 추가되는 것은 바람직한 방향 • 기존의 설계기준, 표준시방서의 공통부분 측량 및 지반조사 부문과 본 연구사업의 개발 측량코드는 상충하는 것으로 판단 • 스마트건설 대응을 위해서는 기술기준(시방서 표준 등), 작업요령(해설서, 매뉴얼 |

| 일시 | 대상 및 주요 내용 |
|--------------------|---|
| | <p>등), 최종 제품사양서가 공공측량 및 일반측량 작업규정(국토지리정보원장 고시)을 기반으로 마련될 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> • 또한, 측량신기술 중 성과심사 대상은 공공측량 작업규정을 통해 도입하고 비대상은 일반측량 작업규정을 통해 반영하는 방안을 제시 <ul style="list-style-type: none"> → 본 사업에서 개발되는 측량코드는 종래의 건설공사와 스마트건설을 모두 포함하도록 개발하는 것으로 기존의 표준시방서 내용은 충실히 수용 → 즉, 측량부문을 대분류로 신설(12 00 00)하고 기존의 설계기준, 표준시방서(KCS 10 30 05 : 2021 건설공사측량)에서 부분적으로 명시되어 있던 측량 기준을 일괄 삭제하고 대분류로서의 측량 부문에 수용하면서 새로 개발·등록하는 방향으로 추진 중 → 1차년도 연구에서 제시된 로드맵에 따라 해설서도 개발 예정이며, 측량코드는 이미 기존의 공공측량 및 일반측량 작업규정과 연계하여 개발 중 → 국토교통부 및 건설기술연구원에서 스마트건설 관련 국가건설표준을 일괄 개편 추진 중임에 따라 측량코드 관련 제품사양서 개발도 국가건설표준 개발과 연계하여 검토하는 것이 타당할 것으로 판단 • 스마트건설 측량코드에 대해 홍보, 교육을 지속 추진할 것 • 현 일반측량 작업규정은 건설측량의 정의를 비롯하여 스마트건설의 측량을 반영할 수 없는 실정으로, 공공측량 및 일반측량 작업규정과 더불어 스마트건설 측량 작업규정을 신설하는 방향으로 검토 중 • 측량코드의 완성도 제고를 위해 한국건설기술연구원 중심의 R&D 사업 수준으로 추진할 필요 • 스마트건설은 건설분야에 측량의 역할이 제도화될 수 있는 좋은 계기로 판단되며 법·규정·기술기준 등에 문구만 추가되더라도 파급이 클 것으로 연구진의 노력에 큰 기대 • 현재는 측량코드를 신설하는 단계이고 품셈 및 비용, 각종 역할론 등 구체적인 사항은 코드 등록, 현실화하는 단계에서 순차적으로 검토할 사항으로 판단 • 공공측량 및 일반측량 작업규정은 신설된 측량코드와 기존 작업규정과의 상충 여부 등을 검토·정리하는 측면에서 접근할 사항 |
| '22년 12월 8일 설명회 | 측지측량 업계 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 성과심사에 있어 공공/일반측량 작업규정과 건설측량 설계기준에 따른 이중 규제가 아닌가? • 3차원 측량 관련 품셈이 제정되면 기존의 품셈은 어떻게 할 것인지 대응 필요 • BIM 업무와 측량 업무가 상충될 수 있으므로 장기적 관점에서 토목의 영역 정립 필요 <ul style="list-style-type: none"> → 측량은 지형데이터를 제공하는 것으로 기존 BIM 영역과 협업 관계임 • 현 측량은 설계의 포함되어 운영되었는데 앞으로 측량은 독자적으로 운영되는 것인가? <ul style="list-style-type: none"> → 과업지시서의 역할을 KDS, KCS가 하므로 독자적으로 운영되는 것 • 건설측량 설계기준이 목적 또는 공사종류 중 무엇에 따라 분류하였는지? |

| 일시 | 대상 및 주요 내용 |
|----|---|
| | <p>→ 국가건설기준센터에서 규정한 공사종류에 맞추어 개발하였으며, 이는 국가건설기준센터와 충분한 논의를 거쳐 진행된 사항임</p> <ul style="list-style-type: none"> • 스마트건설 도입시 시공측량 등 현재 측량이 사라지는 것이 아닌가? → 시공측량 일부는 없어지나 앞으로 무인건설기기 운용을 위한 실시간 위치정보제공, 품질관리 등에 측량의 역할이 확대되므로 새로운 먹거리가 창출되는 것 • 성과심사와 측량기준에 따른 기술자 검토로 이중 비용이 청구되는 것이 아닌가? • 품셈이 건설공사의 세부공정에 맞게 모두 다 개발 시급하며, 제도 개선도 조속히 실현해야함 • 현재 측량업체 5,600개, 약 20,000명으로 추산되며 이 중 스마트건설에 필요한 측량데이터 취득 및 가공 능력을 가진 사람은 10%도 안될것으로 앞으로 이에 대한 인력양성이 필요함 • 측량데이터의 생산자는 심사를 어떻게 받아야 하나? → 일반측량/공공측량의 심사가 아닌 매뉴얼이며, 기준에 의해 심사를 받는 것이 아님 • 이 설계기준으로 갈 경우 제도화 될 시기는 언제라고 보는가? → 장기적 관점으로 접근해야 하며, 우선 설계기준, 표준시방서의 제정이 우선되어야 함 • 측량에 대한 기준은 3D 모델을 만드는 것, 즉 DEM을 만드는 것으로 시공측량이 없어진다는 의미는 아니라고 판단 • 단, 관측장비에 따라 정밀도가 다르기 때문에 성과에 문제가 생길 수 있으므로 정밀도, 정확도에 대한 검증은 매우 중요하다고 판단 • 그리고 현재 항측 데이터는 최대 8cm 해상도를 가지고 있으며, 작업규정에 따라 25cm, 1m 해상도를 산출하는데 이를 건설공사에 적용한다면 1m 의 오차가 발생하는 것으로 문제가 될 수 있음. 물론 토공사에는 큰 문제가 안되나 구조물에서는 큰 문제가 발생하므로 시설물/구조물에 대한 검증이 가능한 것인가? • 현재 롯데건설은 측량업이 없어 자신의 측량경력이 인정이 되지 않고 있음. 이러한 문제를 개선하기 위해서도 제도적 개선이 시급함. 즉 건설업에서 측량 경력인정을 위한 제도가 필요함 → 기술자교육, 품셈, 제도 등도 중요하지만 일단 기본조성이 시급하며, 이러한 사항은 장기적 관점에서 봐야함 • 지리원 규정에 의거하여 인허가 측량, 무인비행장치 측량은 측량으로 법제도적으로 인정이 안되고 있어 법제도 개선 시급 → 국토부도 스마트건설에서 측량의 필요성을 인지하여 설계측량 기준개발 연구를 수행하고 제정중에 있음. 우선 기반을 조성하고 품셈, 제도개선 등 개선 추진 → 이러한 문제를 해결하기 위해 건설기술연구원과 RND 모색중이며, 우선 KDS 등록이 우선시 되어야 함 • 몇 몇 문구는 설계 단계 이후의 공정 같으므로 수정 필요 |

| 일시 | 대상 및 주요 내용 |
|----|---|
| | <p>→ 다시 한번 재검토 및 수정 예정</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 측량데이터가 넘어올 경우, 기존 지도정보에 표기된 내용은 표시가 되는지? → 지형은 LandXML로 오면서 속성값으로 처리 가능 • 건설공사에 적용할 품셈의 기준은 무엇이며, 어디까지 개발 할 것인가? 즉, 정량적인 부분으로 감리와 같은 정성적 내용은 어떻게 대응할 것인지? → 검측자는 누가 될 것인지? 심의회에서는 측량기술자가 배제 ? • 책임 감리에 측량이 포함되면 KDS 개발취지에 위배되고 측량단독으로 할 경우 감리 쪽 반발 예상, 이 상황에서 어떻게 할 것인가? • 크게 핵심 사항은 1) 측량데이터의 연계, 표준화, 호환 2) 전문인력 양성을 통한 수요 대응 3) 대가의 현실화(기재부의 예산 효율 반영 등) 으로 구분할 수 있는 것 같음 • 제도적 기반 조성이 시급하며, 공감대 형성이 중요할 것 같음 • 기준에 대한 검증의 타당성 확보가 필요하며, 건기연에서 장비에 대한 검증도 같이 이루어져야 할 것임 • 앞으로 해결해야 할 과제가 많은 것 같으며, 일단 KDS 내용 수정과 제정을 우선순위로 선정 |

주요의견을 종합하면 크게 측량기준 개발 방향, 측량장비 및 데이터, 법제도, BIM 활용 등의 측면으로 구분할 수 있었다. 먼저 측량기준의 개발방향 측면에서는 현재 운영되고 있는 스마트건설에 필요한 측량장비의 적용 범위 및 방법 등에 대한 설명이 필요하고 스마트건설에서 요구되는 측량의 구체적 가이드라인과 참고사례가 필요하다고 나타났다. 그리고 측량기술자 뿐만 아니라 시공자, 설계자 등 타분야 사용자도 이해하기 쉽게 측량코드 개발이 필요하며 지반, 교량 등 타업무와의 연계성을 고려하여 이해하기 쉽게 개발이 필요하다고 하였다.

그리고 측량장비 측면에서는 무인비행장치측량(드론), 레이저스캐닝, 지상스캐너 등 3차원 측량장비에 대한 내용이 개발되어야 하며 측량기술자의 업무 범위(신장비를 활용할 경우)를 조정할 필요가 있다고 하였다. 그리고 측량장비의 경우 해외 장비를 많이 사용하지만 데이터 관리를 위해서는 S/W를 우리나라 실정에 맞게 개발되어야 할 것으로 판단하였다.

다음으로 데이터 측면에서는 단순 3차원 측량성과 취득 및 관리 외 무인기기 적용에 필요한 측위 기술, 건설과 측량데이터와의 관계, 품질관리 등이 중요하다고 하였으며, 이러한 3차원 측량데이터를 측량기술자 등 누가 관리할지 지정하는 것이 필요하다고 하였다. 그리고 건설에서 요구되는 3차원 측량데이터는 기존의 국토지리정보원에서 생산하는 지도관점의 3차원 데이터가 아닌 무인기기 관점의 3차원 측량데이터로 이에 대한 측량데이터의 정의가 필요하다고 하였다. 마지막으로 건설

공사 전 단계에 3차원 데이터의 구체적 활용방안과 품질관리를 위한 이력관리가 반드시 필요하다고 하였다.

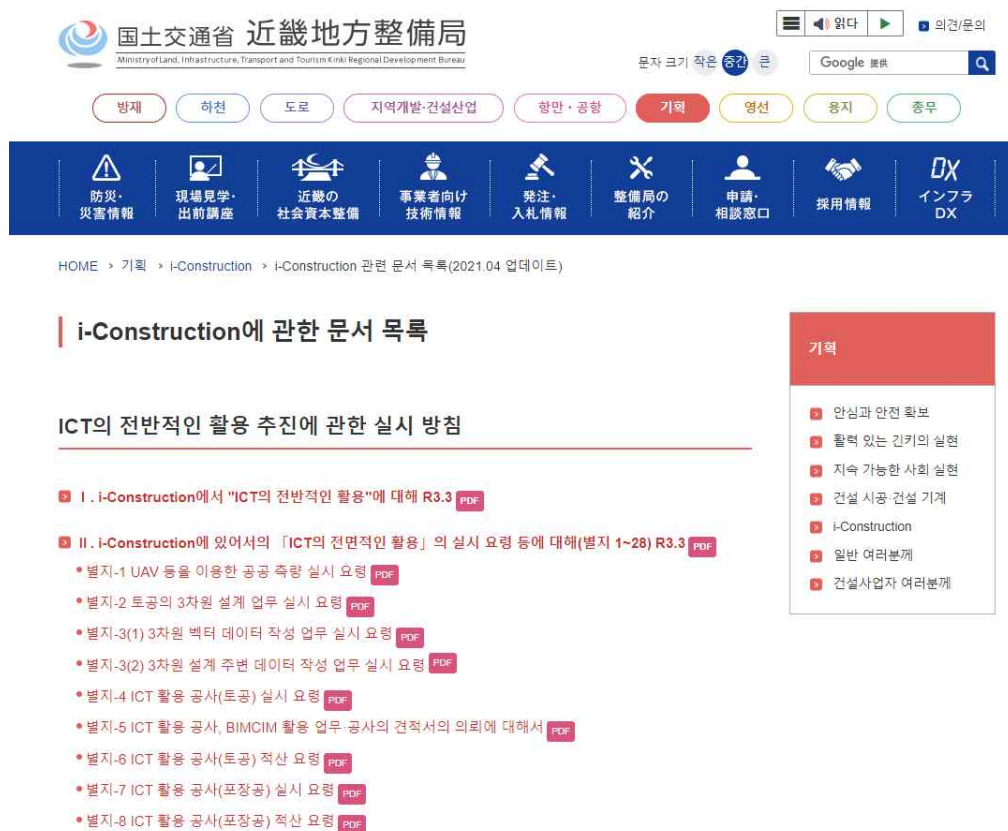
다음으로 법제도 측면에서는 건설기술진흥법, 공간정보관리법 등에 건설에서 측량 관련 내용을 구체적으로 담지 못하고 있어 스마트건설 전체 업무공정 관점에서 측량의 전반적인 내용을 포함한 규정 및 기준이 필요하다고 판단하였다.

마지막으로 스마트건설의 설계 단계는 BIM 기술과 연관되어 있어 BIM 활용 측면에서는 드론을 통해 BIM 활용을 하였으며, 대규모 공사 시에 유리하고 비용 및 인원 절감이 뛰어난 것으로 확인되었다. 시공사 내부적으로 진행할 시에는 측량데이터 활용에 문제가 나타나지 않았으나, 다른 업체와 협력할 때에는 데이터 체계나 형식이 달라 활용하는 데에 어려움을 가지고 있다고 하였다. 이에 대해 데이터 형식의 지정과 정확한 취득 기준을 마련하여 고정밀 데이터의 취득 제공이 우선시 되어야 할 것이라고 하였다.

2. 국외 준공 및 유지관리 측량기준 현황 분석

가. 일본

2016년 4월 국토교통성은 ICT 토공의 전면 실시에 맞추어 3차원 데이터를 활용하는 새로운 15개 기준을 발표하였으며 각 기준은 조사·측량·설계, 시공의 관리 및 검사 방법 등에 대한 내용을 규정하고 있다. 현재 일본에서는 기술의 발전과 더불어 지속적인 연구를 통해 다음 <그림 3-3>과 <표 3-10>과 같이 조사·설계부터 준공 및 유지관리까지 모든 건설공사에 적용가능한 기준을 제정하여 운영중에 있다. 모든 문서 목록은 국토교통성 홈페이지에서 확인할 수 있다. (<https://www.kktr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html>)



<그림 3-3> i-Construction에 관한 문서 목록 (출처 : 국토교통성)

<표 3-10> i-Construction에 관한 전체 문서 목록

| 구분 | 내용 |
|--|---|
| ICT의 전면적인 활용의 추진에 관한 실시 방침 (37개 문서) | <p>I. i-Construction에서의 "ICT의 전반적인 활용"</p> <p>II. i-Construction에서의 "ICT의 전반적인 활용"의 실시 요령 등</p> <p>별지-1 UAV등을 이용한 공공 측량 실시 요령</p> <p>별지-2 토공의 3차원 설계 업무 실시 요령</p> <p>별지-3(1) 3차원 벡터 데이터 작성 업무 실시 요령</p> |

| 구분 | 내용 |
|--------------------------|---|
| | 별지-3(2) 3차원 설계 주변 데이터 작성 업무 실시 요령 별지-4 ICT활용 공사(토목)실시 요령 별지-5 ICT활용 공사, BIMCIM활용 업무·공사의 견적서의 의뢰에 대해서 별지-6 ICT활용 공사(토목)적산 요령 별지-7 ICT활용 공사(포장 기공)실시 요령 별지-8 ICT활용 공사(포장 기공)적산 요령 별지-9 BIMCIM활용 업무 실시 요령 별지-10 BIMCIM활용 공사 실시 요령 별지-11 ICT활용 공사(하천 준설)실시 요령 별지-12 ICT활용 공사(하천 준설)적산 요령 별지-13정기 점검의 점검 지원 기술 활용 업무 실시 요령 별지-14 ICT활용 공사(하상 등 굴착)적산 요령 별지-15 ICT활용 공사(작업 토공(상굴)실시 요령 별지-16 ICT활용 공사(작업 토공(바닥 보리)적산 요령 별지-17 ICT활용 공사(부대 구조물 설치 공사)실시 요령 별지-18 ICT활용 공사(부대 구조물 설치 공사)적산 요령 별지-19 ICT활용 공사(경사면 기공)실시 요령 별지-20 ICT활용 공사(경사면 기공)적산 요령 별지-21 ICT활용 공사(지반 개량 공사)실시 요령 별지-22 ICT활용 공사(지반 개량 공사)(안정 처리)적산 요령 별지-23 ICT활용 공사(지반 개량 공사)(중층 혼합 처리 공법)적산 요령 별지-24 ICT활용 공사(지반 개량 공사)(슬러리 교반 기공)적산 요령 별지-25 ICT활용 공사(포장 공사(수선 공사)실시 요령 별지-26 ICT활용 공사(포장 공사(수선 공사)(절삭 오버레이공)적산 요령 별지-27 ICT활용 공사(사방 토공)적산 요령 별지-28 ICT활용 공사(구조물 공사)실시 요령(시범) 별첨-1 BIMCIM활용 업무에서의 BIMCIM모델을 활용한 검토 내용의 기재 예 별첨-2 BIMCIM활용 공사의 BIMCIM모델을 활용한 검토 내용의 기재 예 별첨-3 BIMCIM실시 계획서, 실시 보고서 별기 양식-1(토목)[ICT시공 기술의 활용] 별기 양식-2(포장)[ICT시공 기술의 활용] 별기 양식-3(하천 준설)[ICT시공 기술의 활용] 별기 양식-4(포장 수선)[ICT시공 기술의 활용] |
| 완성형 관리 요령 (10개 문서) | 1-0. 토목 공사 공통 시방서 시공 관리 관계 서류(장부:완성형 합격 여부 판정 총괄표) [완성형 관리 요령] 1-1.3차원 계측 기술을 이용한 성과형 관리 요령(안) [참조] 대상 작업 항목 및 대상 기술 목록 [참조] 3차원 계측 기술을 이용한 성과형 관리 요령(안)의 길잡이 [참고 자료]개정판 요령과 기존 요령과 대응 일람 [기타 요령] 1-2. ICT건설 기계 정밀도를 확인 요령(안) 1-3. 시공 이력 데이터에 의한 토공의 거래 총액 산출 요령(안) 1-4. 실제 사진 측량(지상 이동)을 이용한 토공의 거래 총액 산출 요령(안) 1-5. 지상 사진 측량(동영상 촬영형)을 이용한 토공의 거래 총액 산출 요령(안) 1-6. TS·GNSS를 이용한 성토의 다짐 관리 요령 |

| 구분 | 내용 |
|----------------------------|---|
| 감독·검사 요령 (21개 문서) | 2-0. 감독·검사·공사 성적 평정 및 토목 공사 공통 시방서 관계 |
| | [공통 편] |
| | 2-1. 3차원 계측 기술을 이용한 성과형 계측의 감독·검사 요령(안) |
| | [토목 편] |
| | 2-2. TS·GNSS를 이용한 성토의 다짐 관리 감독·검사 요령 |
| | 2-3. 공중 사진측량(무인항공기)를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | 2-4. 지상형 레이저 스캐너를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | 2-5. 무인 항공기 탑재형 레이저스캐너를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편) |
| | 2-6. TS등 광파 방식을 이용한 완성형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | 2-7. TS(논 프리즘 방식)를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | 2-8. 지상 이동 탑재형 레이저스캐너를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | 2-9. RTK-GNSS를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | 2-10. 시공 이력 데이터를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(토목 편)(안) |
| | [포장 공사 편] |
| 로봇(점검 지원 기술) (8개 문서) | 2-11. 지상형 레이저 스캐너를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(포장 공사 편)(안) |
| | 2-12. TS등 광파 방식을 이용한 완성형 관리 감독·검사 요령(포장 공사 편)(안) |
| | 2-13. 지상 이동 탑재형 레이저스캐너를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(포장 공사 편)(안) |
| | 2-14. TS(논 프리즘 방식)를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(포장 공사 편)(안) |
| | [노면 절삭 공사 편] |
| | 2-15. 시공 이력 데이터를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(노면 절삭 공사 편)(안) |
| | [하천 준설 공사 편] |
| | 2-16. 음향 측심 기기를 이용한 완성형 관리 감독·검사 요령(하천 준설 공사 편)(안) |
| | 2-17. 시공 이력 데이터를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(하천 준설 공사 편)(안) |
| | [호안 공사 편:부대 구조물 설치 공사] |
| | 2-18. TS등 광파 방식을 이용한 완성형 관리 감독·검사 요령(호안 공사 편)(안) |
| | [지반 개량 공사 편] |
| | 2-19. 시공 이력 데이터를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(표층 안정 처리 등·중 층 지반 개량 공사 편)(안) |
| | [고결공사 편] |
| | 2-20. 시공 이력 데이터를 이용한 성과형 관리 감독·검사 요령(고결 공(슬러리 교반 기공)편)(안) |
| | 3-1. 점검 지원 기술(화상 계측 기술)을 이용한 3차원 성과품 납품 매뉴얼(터널 편)(안) |
| | 3-2. 점검 지원 기술(화상 계측 기술)을 이용한 3차원 성과품 납품 매뉴얼(교량 편)(안) |
| | 3-3. 신기술 이용 가이드 라인(안) |
| | 3-4. 점검 지원 기술 성능 카탈로그(안) |
| | 3-5. 수중부 점검의 로봇 활용 업무 실시 요령(안) |
| | 3-6. 수중부 점검의 로봇 활용 매뉴얼(안)[댐 제방 편] |
| | 3-7. 수중부 점검의 로봇 활용 매뉴얼(안)[댐 방류 설비 편] |
| | 3-8. 수중부 점검의 로봇 활용 매뉴얼(안)[댐 방류 설비 편]수중 로봇 활용 대상 시설 사례 |

| 구분 | 내용 |
|---------------------------|---|
| 측량·조사·설계 (5개 문서) | 4-1. UAV를 이용한 공공측량 매뉴얼(안) 4-2. 지상 레이저 스캐너를 이용한 공공측량 매뉴얼(안) 4-3. UAV 탑재형 레이저 스캐너를 이용한 공공측량 매뉴얼(안) 4-4. 전자 납품 등 운용 가이드 라인 H31.3개정 4-5. LandXML1.2에 준한 3차원 설계 데이터 교환 표준(안) Ver.1.2 |
| B I M / C I M (12개 문서) | 5-1. 설계용 수치 지형도 데이터(표준 도식)작성사의 전자 납품 운용 가이드 라인(안) 5-2. 설계용 수치 지형도 데이터(표준 도식)작성사[도로 편](방안) 5-3. CIM도입 가이드 라인(안) 5-3-1. 제1편 공통 편 5-3-1-1. 제1편 CIM모델 작성 사전 협의 인수서 시트 Excel 5-3-2. 제2편 토공 편 5-3-3. 제3편 강 편 5-3-4. 제4편 댐 편 5-3-5. 제5편 교량 편 5-3-6. 제6편 터널 편 5-3-7. 제7편 기계 설비 편 5-3-8. 제8편 하수도 편 5-3-9. 제9편 산사태 편 5-3-10. 제10편 사방 편 |

이처럼 일본은 건설 노동력 감소와 건설의 생산성 향상에 대한 문제에 대응하기 위해 i-Construction 프로젝트를 진행하고 조사·설계, 시공, 준공 및 유지관리 등의 건설 전 단계에 UAV와 ICT 건설장비, 3차원 데이터 등을 적극적으로 활용하기 위해 현재 93개의 관련 기준과 규정 등을 제정하여 운영중에 있으며, 지속적인 연구를 통해 새로운 기준과 규정을 마련하고 있다.

준공 및 유지관리에 대한 내용은 완성형 관리 요령과 감독·검사 요령에 해당하며 주요 내용을 요약하면 토공공사, 포장공사, 하천준설공사, 터널공사 등 각각의 공사별로 3차원 계측기술(드론, LiDAR 등)을 이용한 준공 및 유지관리에 대한 내용을 기술하고 있다. 각각의 내용은 공통적으로 적용의 범위, 계측준비, 계측방법 및 허용범위, 성과물 순으로 기술되어 있으며 본 절에서는 지면상 토공공사에 대해서만 요약하여 제시하고자 한다.

<표 3-11> 완성형 관리 요령 중 토공공사 편 목차

| 구분 | 내용 |
|-------------------------|--|
| 완성형 관리 요령 제2편 토공편 | 제1장 본 관리요령(안)에 기재가 없는 사항 제2장 적용의 범위 제3장 3차원 계측기술을 이용한 완성형 관리에 필요한 실시사항 제1절 시공계획서 제2절 공사기준점의 설치 |

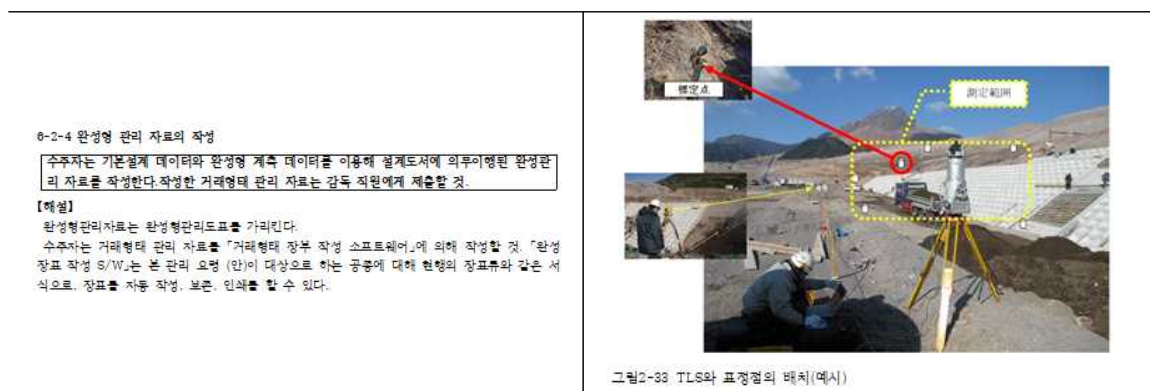
| 구분 | 내용 |
|----|--|
| | 제3절 공사 측량 (기공 측량) 3-1 공사 측량(기공 측량)(면 관리의 경우) 3-2 공사 측량(기공 측량) (단면 관리의 경우) 제4절 3차원 설계데이터 기본설계 데이터 4-1 3차원 설계데이터 작성(면 관리의 경우) 4-1-1 3차원 설계데이터 작성 소프트웨어 4-1-2 3차원 설계데이터의 작성 4-1-3 3차원 설계데이터의 확인 4-2 기본 설계데이터 생성(단면 관리의 경우) 4-2-1 기본 설계데이터 작성 소프트웨어 4-2-2 기본 설계데이터의 작성 4-2-3 기본 설계데이터의 확인 4-2-4 기본 설계데이터의 탑재 제5절 기타 계측 5-1 부분 지불용 거래량 계측(면 관리의 경우) 5-2 부분 지불용 거래량 계측(단면 관리의 경우) 5-3 암선 계측(면 관리의 경우) 5-4 암선 계측(단면 관리의 경우) 제6절 완성관리 6-1 완성형 관리(면 관리의 경우) 6-1-1 완성 장표 작성 소프트웨어 6-1-2 형성계측 6-1-3 완성형 계측개소 6-1-4 형성관리자료의 작성 6-2 완성형 관리(단면 관리의 경우) 6-2-1 완성 장표 작성 소프트웨어 6-2-2 형성계측 6-2-3 완성형 계측개소 6-2-4 형성관리자료의 작성 제4장 3차원 계측 기술별 계측 순서와 실시사항 제1절 다점 계측 기술(면 관리의 경우) 1-1 각 기술의 계측에 있어서의 공통 사항 1-1-1 기기구성 1-1-2 계측점군 데이터 처리 1-2 공중 사진 측량 (UAV) 1-2-1 완성형 관리의 주요 순서 1-2-2 기기구성 1-2-3 사진 측량 소프트웨어 1-2-4 계측성능 및 정밀도 관리 1-2-5 형성계측 1-3 지상형 레이저 스캐너 (TLS) 1-3-1 완성형 관리의 주요 순서 1-3-2 기기 구성 1-3-3 계측성능 및 정밀도 관리 1-3-4 형성계측 1-4 지상이동체 탑재형 레이저 스캐너 (지상이동체 탑재형 LS) |

| 구분 | 내용 |
|----|---|
| | 1-4-1 완성형 관리의 주요 순서 1-4-2 기기구성 1-4-3 계측성능 및 정밀도 관리 1-4-4 형성계측 1-5 무인 항공기 탑재형 레이저 스캐너 (UAV 레이저) 1-5-1 완성형 관리의 주요 순서 1-5-2 기기 구성 1-5-3 계측성능 및 정밀도 관리 1-5-4 형성계측 1-6 TS (논프리즘 방식) 1-6-1 완성형 관리의 주요 순서 1-6-2 기기구성 1-6-3 계측 성능 및 정밀도 관리 1-6-4 형성계측 1-7 TS등 광파방식 1-7-1 완성형 관리의 주요 순서 1-7-2 기기구성 1-7-3 완성형 관리용 TS 소프트웨어 1-7-4 계측성능 및 정밀도 관리 1-7-5 형성계측 1-8 RTK-GNSS 1-8-1 완성형 관리의 주요 순서 1-8-2 기기구성 1-8-3 완성형 관리용 RTK-GNSS 소프트웨어 1-8-4 계측 성능 및 정밀도 관리 1-8-5 형성계측 1-9 시공 이력 데이터 1-9-1 완성형 관리의 주요 순서 1-9-2 기기구성 1-9-3 계측성능 및 정밀도 관리 1-9-4 형성계측 제2절 계측기술(단면관리의 경우) 2-1 각 기술의 계측에 있어서의 공통 사항 2-1-1 기기 구성 2-2 TS등 광파방식 2-2-1 완성형 관리의 주요 순서 2-2-2 기기 구성 2-2-3 완성형 관리용 TS 소프트웨어 2-2-4 계측성능 및 정밀도 관리 2-2-5 형성계측 2-3 RTK - GNSS 2-3-1 완성형 관리의 주요 순서 2-3-2 기기 구성 2-3-3 완성형 관리용 RTK-GNSS 소프트웨어 2-3-4 계측성능 및 정밀도 관리 2-3-5 형성계측 |

| 구분 | 내용 |
|----|--|
| | 제5장 완성형 관리 기준 및 규격치 제1절 완성형 관리 기준 및 규격값(면 관리의 경우) 제2절 완성형 관리 기준 및 규격값(단면 관리의 경우) |
| | 제6장 수량산출 |
| | 제7장 완성형 관리 사진 기준 제1절 완성형 관리 사진 기준(면 관리의 경우) 제2절 완성형 관리 사진 기준(단면 관리의 경우) |
| | 제8장 전자성과품의 작성규정 제1절 전자성과품의 작성 규정(면 관리의 경우) 제2절 전자성과품의 작성 규정(단면 관리의 경우) |

완성형 관리요령의 토목공사 편 제1장은 이 규정에서 언급하지 않은 사항에 대해 토목공사 공통 사양서, 토목공사 시공관리 기준 및 규격치 등과 같은 다른 규정을 제시함으로써 규정의 사각지대를 없애고 규정의 무결성을 위해 노력하였다. 제2장은 규정의 적용범위를 제시함으로써 건설공사 공종 별 적용가능한 범위를 설정하였으며 제3장은 본격적인 계측 전 계획서 작성, 기준점 설치, 설계데이터 작성 등과 같은 준비사항에 대해 제시하고 있다. 제4장은 각 측량기술 별 방법 및 순서를 제시하고 있으며 제5장은 허용범위를 제시하고 있다. 제6장은 설계데이터에서 산출한 물량과 실제 준공단계에서 산출한 물량을 비교하기 위해 수량을 산출하고 제7장에서 현장을 사진촬영하여 기록으로 남기도록 제시하고 있다. 마지막으로 성과물의 종류와 형식을 지정하고 있다.

이처럼 일본의 규정은 우리나라 건설기준과 거의 유사하게 구성되어 있으나 절차, 안전, 유의점, 품질관리(정밀도, 성과검정) 등 더욱 상세하게 내용이 구성되어 있었으며, 각 내용별로 필요 시 다음 <그림 2-4>와 같이 해설, 그림 등을 기재하여 사용자의 이해를 도모하고 있었다.



<그림 2-4> 일본 규정 번역본 중 일부 발췌(완성형 관리 요령)

나. 미국


1) Standard specifications for construction of roads and bridges on federal highway projects(FP-14)

미국은 미국 교통부(U.S Department of Transportation)에서 측량 관련 표준시방서를 다음과 같이 제시하고 있다.

- section101. 용어, 형식 및 정의
- section102. 입찰, 승인 및 계약 이행
- section103. 작업범위
- section104. 작업 제어
- section105. 재료 제어
- section106. 작업 승인
- section107. 법적 관계와 공공에 대한 책임
- section108. 추진 및 진행
- section109. 측정 및 지물의 순서로 구분된다.

그 중 section104. 작업 제어 부문이 최종 검사 전에 최종 준공 도면 및 개정 로그를 제출을 담당하고 있다. 오류 수정 및 최종 검사에서 누락된 부분이 발견되고 승인을 위해 최종 준공도면을 다시 제출하며, 최종 점검 후 7일 이내에 최종 준공도면이 승인되면, 최종 애즈빌트 도면 세트와 단일 파일, 도면의 전자 색상 복사본. 다음 날짜에 승인된 형식으로 전자 사본을 제출하고 있다. CD-R, DVD-R 또는 기타 승인된 전자 매체. 승인된 판독기의 최신 버전을 포함한 전자 매체에 색상, 텍스트 및 선이 명확하게 식별 가능한 해상도 품질을 제공한다.

주로 도로 및 교량을 건설하기 위해 만들었으나 산림청, 다른 연방기관에서도 이 표준을 이용하고 있다. 준공도면의 표기 및 관리에 관한 가이드라인이 존재하며, 감리의 경우 시행 시 지켜야 할 가이드라인으로 존재한다.

| | |
|--|---|
| <p>STANDARD SPECIFICATIONS FOR CONSTRUCTION OF ROADS AND BRIDGES ON FEDERAL HIGHWAY PROJECTS</p> <p>FP-14</p> <p> U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Federal Lands Highway</p> | <p>TABLE OF CONTENTS</p> <p>DIVISION 100 GENERAL REQUIREMENTS..... 1</p> <p>Section 101.—TERMS, FORMAT, AND DEFINITIONS..... 2</p> <p>Section 102.—BID, AWARD, AND EXECUTION OF CONTRACT..... 11</p> <p>Section 103.—SCOPE OF WORK..... 14</p> <p>Section 104.—CONTROL OF WORK..... 16</p> <p>Section 105.—CONTROL OF MATERIAL..... 22</p> <p>Section 106.—ACCEPTANCE OF WORK..... 25</p> <p>Section 107.—LEGAL RELATIONS AND RESPONSIBILITY TO THE PUBLIC..... 36</p> <p>Section 108.—PROSECUTION AND PROGRESS..... 41</p> <p>Section 109.—MEASUREMENT AND PAYMENT..... 45</p> <p>DIVISION 150 PROJECT REQUIREMENTS..... 57</p> <p>Section 151.—MOBILIZATION..... 58</p> <p>Section 152.—CONSTRUCTION SURVEY AND STAKING..... 59</p> <p>Section 153.—CONTRACTOR QUALITY CONTROL..... 66</p> <p>Section 154.—CONTRACTOR SAMPLING AND TESTING..... 70</p> <p>Section 155.—SCHEDULES FOR CONSTRUCTION CONTRACTS..... 72</p> <p>Section 156.—PUBLIC TRAFFIC..... 81</p> <p>Section 157.—SOIL EROSION AND SEDIMENT CONTROL..... 85</p> <p>Section 158.—WATERING FOR DUST CONTROL..... 91</p> <p>DIVISION 200 EARTHWORK..... 93</p> <p>Section 201.—CLEARING AND GRUBBING..... 94</p> <p>Section 202.—ADDITIONAL CLEARING AND GRUBBING..... 96</p> <p>Section 203.—REMOVAL OF STRUCTURES AND OBSTRUCTIONS..... 98</p> <p>Section 204.—EXCAVATION AND EMBANKMENT..... 102</p> <p>Section 205.—ROCK BLASTING..... 114</p> <p>Section 206.—RESERVED..... 123</p> <p>Section 207.—EARTHWORK GEOSYNTHETICS..... 124</p> <p>Section 208.—STRUCTURE EXCAVATION AND BACKFILL FOR SELECTED MAJOR STRUCTURES..... 128</p> <p>Section 209.—STRUCTURE EXCAVATION AND BACKFILL..... 133</p> <p>Section 210.—RESERVED..... 138</p> <p>Section 211.—ROADWAY OBLITERATION..... 139</p> <p>Section 212.—LINEAR GRADING..... 141</p> <p>Section 213.—SUBGRADE STABILIZATION..... 143</p> |
|--|---|

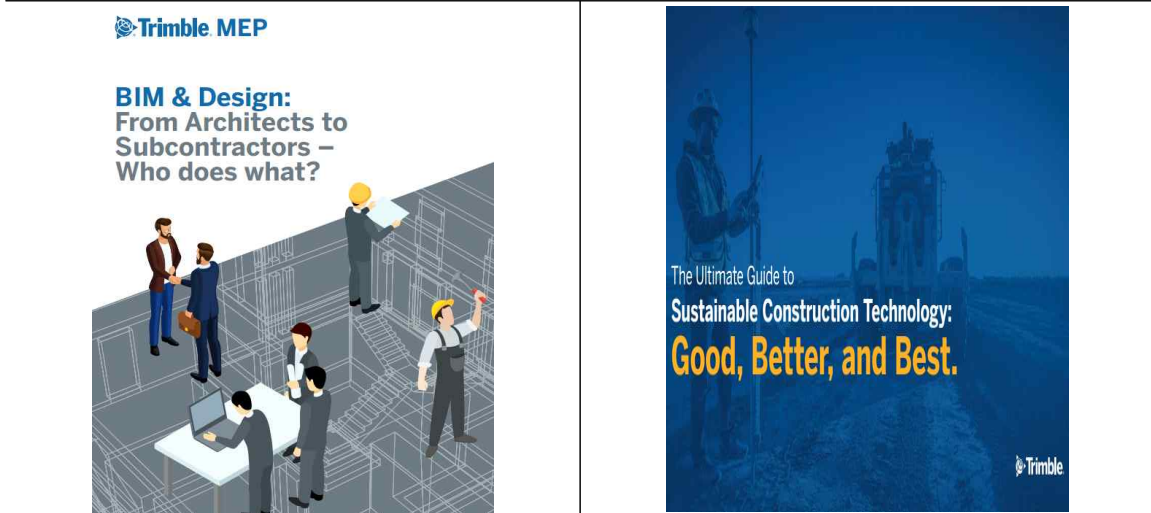
<그림 2-5> 미국 측량 관련 표준시방서

2) 트림블(Trimble)

트림블은 미국의 소프트웨어, 하드웨어 및 서비스 기술 회사로 건축 및 건설, 농업, 지리 공간, 천연 자원 및 유틸리티, 정부, 운송 등의 글로벌 산업 분야와 글로벌 내비게이션 위성 시스템(GNSS) 수신기, 관성 항법 시스템 및 소프트웨어 처리 도구의 하드웨어 개발을 수행하는 기업이다.

트림블에서는 주로 프로그램을 활용했을 때 얻을 수 있는 효과 위주로 설명이 되어있는 안내책자의 성격인 가이드를 배포하고 있고 커다란 체계(ex. 자산관리, BIM 모델링)등을 제시하고 있다. BIM & Design:From Architects to Subcontractors 매뉴얼에서는 BIM 및 설계에서 클라이언트, 프로젝트 관리자, 종합 건설업자, 하청업체 등에 대한 가이드를 제시하고 있고, 프로젝트 관리자 부문에서 특히 BIM 프로젝트에 대한 프로세스 및 표준 준수 사항, 표준 및 프로토콜 등에 대한 표준화 및 협업, 시공 전 조정 사항 등을 제시하고 있다.

건설기술 가이드라인에서는 모델링 소프트웨어, 관리 시스템, 장비, 모델 운용 등을 제시하고 있다. 관리 시스템 부문에서 특히 효율적 분업, 리소스 관리 조정, 설계 검토, 시공 대응, 유틸리티 및 인프라관리, 지속가능한 운영 및 유지관리, 시스템 통합 관제 등을 제시하고 있다.



<그림 2-6> 트림블의 건설 솔루션

3) 오토데스크(AutoDesk)

오토데스크는 건축, 건설, 설계와 엔지니어링, 제조와 미디어, 엔터테인먼트 산업 영역에서 사용하는 다차원 그래픽 디자인, 설계를 위한 디지털 소프트웨어를 제공하는 미국의 다국적 기업이다.

주로 BIM을 사용했을 때의 장점을 위주로 한 가이드 북, 구체적인 프로그램의 활용법, 도면, 재료표기, 수량산출 방법, BIM을 활용한 단계별 성과물, 모델 작성 기준, 구성, 설계단계별 BIM라이브러리, 데이터산출 등을 제시하는 매뉴얼을 제공하고 있다. BIM 구현 워크플로우, 프레임워크 등을 통해 프로젝트 전반의 관리 및 유지 등을 제시하고 있다.

| BIM 도입 책임 기준 | | (도입할 시점 시점 대비 적용 기준(비트코 기준)) | |
|--------------|-------------------------------------|--|--|
| | 계획단계 (BIM.0) | 출판단계 (BIM.0) | 실시단계 (BIM.0) |
| 인쇄수준 | | | |
| 구조 | 기초, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면 | 철근 콘크리트, 기둥, 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면 | 철근 콘크리트, 기둥, 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면 |
| 건축 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 모델 | | | |
| 최소 | 기둥 | 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 부차 | 기둥 | 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 적용 | 기둥 | 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 기둥, 보, 벽면(내벽), 바닥(슬라브), 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 전기 | | | |
| 도배 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 조경 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| (신제) | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 공간 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 면적 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 중량 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 기둥 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 대면 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |
| 전기 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 | 벽면(내벽), 문, 창문, 커튼월, 지붕, 계단, 경사면, 기계 설비 |

<그림 2-7> 오토데스크의 건설 솔루션

4) CSI Masterformat

미국건설시방서협회(Construction Specification Institute)는 미국 비 주거 건축부문의 시방서 체계에 가장 큰 영향을 미치고 있는 기관으로 1948년에 설립되어 60년 이상의 역사를 가지고 있다.

CSI의 가장 큰 기능은 미국 시방서 체계의 기본 틀을 제시하고 발전시켜 가는 것이며, 특히CSI의 MasterFormat, SectionFormat 등은 체계적이면서 효율적으로 시방서를 작성할 수 있는 도구로 널리 활용되고 있다.

MasterFormat은 미국 내에서 시방서 분류체계의 기본이 될 뿐만 아니라 공사비 및 가격정보, 건설관련 제품 및 자재정보, 설계도면, 프로젝트 매뉴얼 등 건설공사에 필요한 각종 정보를 분류하는 기본 틀로 정착되어 있다.

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|
| PROCUREMENT AND CONTRACTING REQUIREMENTS GROUP | | | Site and Infrastructure Subgroup | | |
| • Division 00 — Procurement and Contracting Requirements | | | • Division 31 — Earthwork | | |
| SPECIFICATIONS GROUP | | | • Division 32 — Exterior Improvements | | |
| General Requirements Subgroup | | | • Division 33 — Utilities | | |
| • Division 01 — General Requirements | | | • Division 34 — Transportation | | |
| Facility Construction Subgroup | | | • Division 35 — Waterway and Marine Construction | | |
| • Division 02 — Existing Conditions | | | Process Equipment Subgroup: | | |
| • Division 03 — Concrete | | | • Division 40 — Process Interconnections | | |
| • Division 04 — Masonry | | | • Division 41 — Material Processing and Handling Equipment | | |
| • Division 05 — Metals | | | • Division 42 — Process Heating, Cooling, and Drying Equipment | | |
| • Division 06 — Wood, Plastics, and Composites | | | • Division 43 — Process Gas and Liquid Handling, Purification and Storage Equipment | | |
| • Division 07 — Thermal and Moisture Protection | | | • Division 44 — Pollution and Waste Control Equipment | | |
| • Division 08 — Openings | | | • Division 45 — Industry-Specific Manufacturing Equipment | | |
| • Division 09 — Finishes | | | • Division 46 — Water and Wastewater Equipment | | |
| • Division 10 — Specialties | | | • Division 48 — Electrical Power Generation | | |
| • Division 11 — Equipment | | | | | |
| • Division 12 — Furnishings | | | | | |
| • Division 13 — Special Construction | | | | | |
| • Division 14 — Conveying Equipment | | | | | |
| Facility Services Subgroup: | | | | | |
| • Division 21 — Fire Suppression | | | | | |
| • Division 22 — Plumbing | | | | | |
| • Division 23 — Heating, Ventilating, and Air Conditioning (HVAC) | | | | | |
| • Division 25 — Integrated Automation | | | | | |
| • Division 26 — Electrical | | | | | |
| • Division 27 — Communications | | | | | |
| • Division 28 — Electronic Safety and Security | | | | | |

| Number | Title | Explanation | Division 31 |
|-------------------------|--|---|-------------|
| DIVISION 31 — EARTHWORK | | | |
| 31 00 00 | Earthwork | May be used as Division level Section title | |
| 31 01 00 | Maintenance of Earthwork | Includes: maintenance, repair, rehabilitation, replacement, restoration, preservation, etc. of earthwork. Level 4 Numbering Recommendation: Level 4 titles for earthwork are provided as example for user's creation of more detailed titles for other subjects as required. Following Level 4 numbering is recommended: .51-.59 for maintenance, .61-.69 for repair, .71-.79 for rehabilitation, .81-.89 for replacement, .91-.99 for restoration. | |
| 31 01 10 | Maintenance of Clearing | | |
| 31 01 20 | Maintenance of Earth Moving | | |
| 31 01 40 | Maintenance of Shoring and Underpinning | | |
| 31 01 50 | Maintenance of Excavation Support and Protection | | |
| 31 01 60 | Maintenance of Special Foundations and Load Bearing Elements | | |
| 31 01 62 | Maintenance of Driven Piles | | |
| 31 01 62.61 | Driven Pile Repairs | | |
| 31 01 63 | Maintenance of Bored and Augered Piles | | |
| 31 01 63.61 | Bored and Augered Pile Repairs | | |
| 31 01 70 | Maintenance of Tunneling and Mining | | |
| 31 01 70.61 | Tunnel Leak Repairs | | |
| 31 05 00 | Common Work Results for Earthwork | Includes: subjects common to multiple titles in Division 31. See: 01 60 00 for performance requirements of subjects common to multiple titles. 02 05 19 for geosynthetics for existing conditions. 32 05 13 for soils for exterior improvements. 32 05 16 for aggregates for exterior improvements. 32 05 19 for geosynthetics for exterior improvements. 32 05 23 for cement and concrete for exterior improvements. | |
| 31 05 05 | Selective Demolition for Earthwork | See: 02 41 19 for selective demolition for whole structure demolition. | |
| 31 05 13 | Soils for Earthwork | | |
| 31 05 16 | Aggregates for Earthwork | | |
| 31 05 19 | Geosynthetics for Earthwork | | |

| Division 31 | Number | Title | Explanation |
|-------------|--|--|-------------|
| | 31 05 19.13 | Geotextiles for Earthwork | |
| | 31 05 19.16 | Geomembranes for Earthwork | |
| | 31 05 19.19 | Geopiles for Earthwork | |
| | 31 05 19.23 | Geosynthetic Clay Liners | |
| | 31 05 19.25 | Geocomposites | |
| | 31 05 19.29 | Geonets | |
| | 31 05 23 | Cement and Concrete for Earthwork | |
| 31 06 00 | Schedules for Earthwork | Includes: schedules of items common to multiple titles in Division 31. Notes: a schedule may be included on drawings, in the project manual, or a project book. | |
| | 31 06 10 | Schedules for Clearing | |
| | 31 06 20 | Schedules for Earth Moving | |
| | 31 06 20.13 | Trench Dimension Schedule | |
| | 31 06 20.16 | Backfill Material Schedule | |
| | 31 06 40 | Schedules for Shoring and Underpinning | |
| | 31 06 60 | Schedules for Excavation Support and Protection | |
| | 31 06 60 | Schedules for Special Foundations and Load Bearing Elements | |
| | 31 06 60.13 | Driven Pile Schedule | |
| | 31 06 60.16 | Caisson Schedule | |
| | 31 06 70 | Schedules for Tunneling and Mining | |
| 31 08 00 | Commissioning of Earthwork | Includes: commissioning of items common to multiple titles in Division 31. See: 01 91 00 for commissioning of subjects common to multiple Divisions. | |
| | 31 08 13 | Pile Load Testing | |
| | 31 08 13.13 | Dynamic Pile Load Testing | |
| | 31 08 13.16 | Static Pile Load Testing | |
| 31 09 00 | Geotechnical Instrumentation and Monitoring of Earthwork | Includes: geotechnical instrumentation and monitoring of items common to multiple titles in Division 31. See: 00 31 32 for geotechnical data available to bidders, proposers, or contractors before construction begins. 02 32 00 for geotechnical investigations performed by the contractor as part of the project. 02 32 23 for groundwater monitoring before construction. 31 60 00 for special foundations and load-bearing elements. 33 11 53 for monitoring wells. | |
| | 31 09 13 | Geotechnical Instrumentation and Monitoring | |

<그림 2-8> Masterformat 목차

Masterformat의 Division 31 : Earthwork 이 토목 시공에 대한 내용을 담고 있으며 해당 구성 체계는 다음 그림과 같다.

SectionFormat은 MasterFormat의 분류에 따라 각 항목의 시방 내용을 구성하는 형식을 말하며, 3개 Part로 이루어진 구조를 갖는 section을 구성한다. 구성체계는 (1) 일반사항(General): 해당 절에 유일한 행정상, 절차상, 일시적 요구사항에 대해 기술하는 것으로 제1장에 있는 주제를 연장하여 해당 절에 유일한 정보로 확대시켜 가고 있다.

- 자재(Products): 공사에 필요한 재료, 자재, 장비, 설비, 부속품에 대해 기술하되, 요구하는 품질수준에 적합한 생산재료나 자재를 포함
- 시공(Execution): 제품을 하나의 공사에 짜 넣기 위한 준비작업이나 그 방법과 현장설치 부속품과 현장제작 자재 또는 설비에 대해 기술함

이 중 시공의 구성체계는 다음과 같다.

| Part 3: 시공(Execution): 관련 시방에서 언급된 주된 자재를 받아 들이는 조건을 실제로 결정하기 위한 작업내용을 서술 | |
|---|--------------------------------|
| 자격요건 (Acceptance installers) | 조사(Examination) |
| 현장여건 파악 (Site verification of conditions) | 작업준비 (Preparation) |
| 보호 (Protection) | 표면처리(Surface preparation) |
| 공사간 간섭 (Interface with other work) | 특수기술(Special techniques) ····· |

다. 유럽


1) NRM(New Rules of Measurement)

NRM은 RICS(Royal Institution of Chartered Surveyors, 영국왕립측량사협회)에서 발행되며 측량 및 건설 전문가 그룹에게 건설 표준을 제공하기 위해 다음과 같은 내용을 제시하고 있다.

- NRM 1: Order of cost estimating and cost planning for capital building works
건설자본에 대한 비용산출 및 비용계획 내용
- NRM 2: Detailed measurement for building works
건축 작업을 위한 상세 측정 내용
- NRM 3: Order of cost estimating and cost planning for building maintenance works.
건물 유지 보수 작업에 대한 비용산정 및 비용계획 내용

위와 같은 내용으로 구성되어 있으며, Tabulated work sections 부록을 통해 체크해야 할 요소들을 확인할 수 있게 하고 있다. 그 중 NRM 2: Detailed measurement for building works에서 명시된 측량방법에 따라 수량명세서를 작성하여 준공 단계에 필요한 달성해야 할 품질표준이나 유

지관리 사항 등을 관리하도록 하고 있다.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---|-----------------|----|--------------|---|---|---|---|---|----------|---|-----------|---|------------------------|----------|------------------|---|---|---|----------------------|---|------------------|---|------------------------|---|--|----|---|-----------|------------------|----|-----------------------------------|----|------------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------------|----|---|----|-------------------|----|--|----|--------------------------|----|------------|----|---------------------------|----|--------------|----|---------------------------|----|---|----|---|----|------------------------------|----|--|----|--|-----------|------------------|----|--|----|--|----|---------------------------------|--|-----------------|----|---|-----|---------------|-----|---|-----|--------------------------|-----|---|-----|----------|-----|----------------|-----|--|-----|---|-----|
|  | <h2>Contents</h2> <table> <tr> <td>Foreword</td><td>v</td></tr> <tr> <td>Acknowledgments</td><td>vi</td></tr> <tr> <td>Introduction</td><td>1</td></tr> <tr> <td>Status of the RICS new rules of measurement</td><td>2</td></tr> <tr> <td>The RICS new rules of measurement (NRM) suite of documents in context</td><td>3</td></tr> <tr> <td>Identity</td><td>3</td></tr> <tr> <td>Enquiries</td><td>5</td></tr> <tr> <td>Part 1: General</td><td>7</td></tr> <tr> <td>1.1 Introduction</td><td>7</td></tr> <tr> <td>1.2 Measurement in context with the RIBA Plan of Work and OGC Gateway Process</td><td>7</td></tr> <tr> <td>1.3 Purpose of NRM 2</td><td>9</td></tr> <tr> <td>1.4 Use of NRM 2</td><td>9</td></tr> <tr> <td>1.5 Structure of NRM 2</td><td>9</td></tr> <tr> <td>1.6 Symbols, abbreviations and definitions</td><td>10</td></tr> <tr> <td>Part 2: Rules for detailed measurement of building works</td><td>15</td></tr> <tr> <td>2.1 Introduction</td><td>17</td></tr> <tr> <td>2.2 Purpose of bill of quantities</td><td>17</td></tr> <tr> <td>2.3 Benefits of bill of quantities</td><td>17</td></tr> <tr> <td>2.4 Types of bill of quantities</td><td>18</td></tr> <tr> <td>2.5 Preparation of bill of quantities</td><td>18</td></tr> <tr> <td>2.6 Composition of a bill of quantities</td><td>19</td></tr> <tr> <td>2.7 Preliminaries</td><td>22</td></tr> <tr> <td>2.8 Measurement rules for building works</td><td>24</td></tr> <tr> <td>2.9 Non-measurable works</td><td>24</td></tr> <tr> <td>2.10 Rules</td><td>27</td></tr> <tr> <td>2.11 Overheads and profit</td><td>28</td></tr> <tr> <td>2.12 Credits</td><td>28</td></tr> <tr> <td>2.13 Other considerations</td><td>28</td></tr> <tr> <td>2.14 Information requirements for measurement</td><td>30</td></tr> <tr> <td>2.15 Codification of bill of quantities</td><td>33</td></tr> <tr> <td>2.16 Cost management/control</td><td>38</td></tr> <tr> <td>2.17 Analysis, collection and storage of cost data</td><td>40</td></tr> <tr> <td>Part 3: Tabulated rules of measurement for building works</td><td>41</td></tr> <tr> <td>3.1 Introduction</td><td>43</td></tr> <tr> <td>3.2 Use of tabulated rules of measurement for building works</td><td>43</td></tr> <tr> <td>3.3 Measurement rules for building works</td><td>46</td></tr> <tr> <td>Tabulated work sections:</td><td></td></tr> <tr> <td>1 Preliminaries</td><td>50</td></tr> <tr> <td>2 Off-site manufactured materials, components and buildings</td><td>120</td></tr> <tr> <td>3 Demolitions</td><td>122</td></tr> <tr> <td>4 Alterations, repairs and conservation</td><td>125</td></tr> <tr> <td>5 Excavating and filling</td><td>131</td></tr> <tr> <td>6 Ground remediation and soil stabilisation</td><td>139</td></tr> <tr> <td>7 Piling</td><td>142</td></tr> <tr> <td>8 Underpinning</td><td>145</td></tr> <tr> <td>9 Diaphragm walls and embedded retaining walls</td><td>147</td></tr> <tr> <td>10 Crib walls, gabions and reinforced earth</td><td>149</td></tr> </table> | Foreword | v | Acknowledgments | vi | Introduction | 1 | Status of the RICS new rules of measurement | 2 | The RICS new rules of measurement (NRM) suite of documents in context | 3 | Identity | 3 | Enquiries | 5 | Part 1: General | 7 | 1.1 Introduction | 7 | 1.2 Measurement in context with the RIBA Plan of Work and OGC Gateway Process | 7 | 1.3 Purpose of NRM 2 | 9 | 1.4 Use of NRM 2 | 9 | 1.5 Structure of NRM 2 | 9 | 1.6 Symbols, abbreviations and definitions | 10 | Part 2: Rules for detailed measurement of building works | 15 | 2.1 Introduction | 17 | 2.2 Purpose of bill of quantities | 17 | 2.3 Benefits of bill of quantities | 17 | 2.4 Types of bill of quantities | 18 | 2.5 Preparation of bill of quantities | 18 | 2.6 Composition of a bill of quantities | 19 | 2.7 Preliminaries | 22 | 2.8 Measurement rules for building works | 24 | 2.9 Non-measurable works | 24 | 2.10 Rules | 27 | 2.11 Overheads and profit | 28 | 2.12 Credits | 28 | 2.13 Other considerations | 28 | 2.14 Information requirements for measurement | 30 | 2.15 Codification of bill of quantities | 33 | 2.16 Cost management/control | 38 | 2.17 Analysis, collection and storage of cost data | 40 | Part 3: Tabulated rules of measurement for building works | 41 | 3.1 Introduction | 43 | 3.2 Use of tabulated rules of measurement for building works | 43 | 3.3 Measurement rules for building works | 46 | Tabulated work sections: | | 1 Preliminaries | 50 | 2 Off-site manufactured materials, components and buildings | 120 | 3 Demolitions | 122 | 4 Alterations, repairs and conservation | 125 | 5 Excavating and filling | 131 | 6 Ground remediation and soil stabilisation | 139 | 7 Piling | 142 | 8 Underpinning | 145 | 9 Diaphragm walls and embedded retaining walls | 147 | 10 Crib walls, gabions and reinforced earth | 149 |
| Foreword | v | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acknowledgments | vi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Introduction | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Status of the RICS new rules of measurement | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| The RICS new rules of measurement (NRM) suite of documents in context | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identity | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enquiries | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Part 1: General | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Introduction | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 Measurement in context with the RIBA Plan of Work and OGC Gateway Process | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 Purpose of NRM 2 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 Use of NRM 2 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 Structure of NRM 2 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 Symbols, abbreviations and definitions | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Part 2: Rules for detailed measurement of building works | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Introduction | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 Purpose of bill of quantities | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Benefits of bill of quantities | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 Types of bill of quantities | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 Preparation of bill of quantities | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 Composition of a bill of quantities | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.7 Preliminaries | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.8 Measurement rules for building works | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.9 Non-measurable works | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.10 Rules | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.11 Overheads and profit | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.12 Credits | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.13 Other considerations | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.14 Information requirements for measurement | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.15 Codification of bill of quantities | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.16 Cost management/control | 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.17 Analysis, collection and storage of cost data | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Part 3: Tabulated rules of measurement for building works | 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Introduction | 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Use of tabulated rules of measurement for building works | 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 Measurement rules for building works | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tabulated work sections: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Preliminaries | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Off-site manufactured materials, components and buildings | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Demolitions | 122 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Alterations, repairs and conservation | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 Excavating and filling | 131 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Ground remediation and soil stabilisation | 139 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Piling | 142 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 Underpinning | 145 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 Diaphragm walls and embedded retaining walls | 147 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 Crib walls, gabions and reinforced earth | 149 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

<그림 2-10> NRM 목차


2) Oracle Primavera Cloud Service

오라클의 Oracle Primavera Cloud Service는 아쿠아테라 에너지의 해양플랜트 에너지 관리 프로그램으로 디지털 의뢰 및 준공 관리 시스템(Digital Commissioning and Completions Management System, CMS)은 안전 및 에너지 관리 자산으로 구분된다. CMS는 서류 작업이 필요없는 준공 및 유지·관리 시스템으로 설치를 통해 자동화된 보고기능이 내장되어 있으며, 이 시스템은 자산의 의뢰 및 준공 과정을 실시간 혹은 원격으로 보고받을 수 있게끔 설계되었다. 시공 및 의뢰 단계에서 전용 시스템 경계 및 게이트웨이를 통합하여 높은 안정성을 지원하고 데이터베이스는 완공 및 인증과 관련된 모든 문서에 사용자 고유의 요구사항에 맞게 조정할 수 있으며, 실시간 보고 기능을 통해 모든 이해 관계자가 항상 최신 정보에 집중할 수 있는 품질관리를 지원한다.

Commissioning and Completions Management System

Dedicated software for the safe and timely start-up of your offshore energy asset.


Products



CO2 Monitoring Platform

An offshore carbon capture and storage monitoring, measurement, verification, and response solution to support long-term integrity of carbon capture and storage developments.


[VIEW](#)



Conductor and Caisson Integrity Services

Conductor and caisson integrity services that support operators to extend the life of aging offshore platform assets.


[VIEW](#)



Sea Swift offshore platform

Our flagship Sea Swift minimum facilities platform offers rapid response in shallow waters. The platform design minimises build and implementation times to reduce capex and time to first oil.


[VIEW](#)



Surface riser systems

Integrated surface riser system packages from industry specialists, to inspire confidence in your operations.


[VIEW](#)



AGC Connectors

We've developed our own market-leading range of riser system connectors called the Aquaterra Quick Connectors (AQCC).

[VIEW](#)



Centralisers

Complete centraliser packages for a range of operational requirements.

[VIEW](#)

3) 스칸스카(Skanska)

스칸스카는 스웨덴에 본사를 둔 다국적 건설 및 개발 그룹으로 유엔 본부의 개조, 세계 무역 센터 교통 허브 프로젝트, 모이니한 기차 홀, 30 세인트 메리 액스, 메트라이프 스타디움, 마터데이 병원 등의 프로젝트를 진행한 세계에서 5번째로 큰 건설 회사이다.

스칸스카의 프로그램을 사용한 다양한 프로젝트를 제시하고 각각의 프로젝트에서 어떤 점이 프로젝트를 진행하는데 있어 사항을 매뉴얼 등을 통해 제공하고 있으며, 프로그램이 전반적으로 프로젝트 사항에 적용되는 요소 등을 제시하고 있다.

BIM을 통해 설계, 사전 시공, 건설 관리 단계에서의 기준 준수 및 위험 감소. 품질관리 등의 사항, 준공 정보로 모델을 완성하고 프로젝트에 필요한 모든 운영 및 유지관리와 통합하여 시설 관리 전략의 정보를 제시하고 있다.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|---|-----------------------------|---|---|---|--------------------------|---|----------------------|----|-------------------------|----|-------------------------------------|----|---------------------|----|-----------------------|----|---------------|----|------------|----|--------------------------|----|-----------------------|----|--------------|----|----------------------------|----|-----------------------------|----|------------------|----|------------------|----|----------------------------|----|---------------------------------------|--|-----------------------------------|----|--------------------------|----|--|----|-----------------------|----|
| BIM – Building Quality | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table> <tr> <td>Content</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Dear customers and partners</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Smarter Planning, Design, Construction and Facility Management with BIM</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>BIM in Building Projects</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td> New Karolinska Solna</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td> Good Samaritan Hospital</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td> Barts and The Royal London Hospital</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td> KBS Shopping Center</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td> James B. Hunt Library</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td> Manskun Rasti</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td> CB Centrum</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td> Nyhamn Apartment Complex</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>BIM in Civil Projects</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td> M25 Widening</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td> Highway 78, Brawley Bypass</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td> A1 motorway, Gdańsk – Toruń</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td> Bjørsvika Tunnel</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td> Crusell's Bridge</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Bim in Industrial Projects</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td> Catskill and Delaware Water Treatment</td> <td></td> </tr> <tr> <td> Ultraviolet Disinfection Facility</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td> eBay Inc., Project Topaz</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td> Atmospheric and Vacuum Distillation Unit</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Every Step of the Way</td> <td>46</td> </tr> </table> | Content | 2 | Dear customers and partners | 4 | Smarter Planning, Design, Construction and Facility Management with BIM | 6 | BIM in Building Projects | 8 | New Karolinska Solna | 10 | Good Samaritan Hospital | 12 | Barts and The Royal London Hospital | 14 | KBS Shopping Center | 16 | James B. Hunt Library | 18 | Manskun Rasti | 20 | CB Centrum | 22 | Nyhamn Apartment Complex | 24 | BIM in Civil Projects | 26 | M25 Widening | 28 | Highway 78, Brawley Bypass | 30 | A1 motorway, Gdańsk – Toruń | 33 | Bjørsvika Tunnel | 34 | Crusell's Bridge | 36 | Bim in Industrial Projects | 38 | Catskill and Delaware Water Treatment | | Ultraviolet Disinfection Facility | 40 | eBay Inc., Project Topaz | 42 | Atmospheric and Vacuum Distillation Unit | 44 | Every Step of the Way | 46 |
| Content | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dear customers and partners | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Smarter Planning, Design, Construction and Facility Management with BIM | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BIM in Building Projects | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| New Karolinska Solna | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Good Samaritan Hospital | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barts and The Royal London Hospital | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KBS Shopping Center | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| James B. Hunt Library | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manskun Rasti | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CB Centrum | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nyhamn Apartment Complex | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BIM in Civil Projects | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M25 Widening | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Highway 78, Brawley Bypass | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 motorway, Gdańsk – Toruń | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bjørsvika Tunnel | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Crusell's Bridge | 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bim in Industrial Projects | 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Catskill and Delaware Water Treatment | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ultraviolet Disinfection Facility | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| eBay Inc., Project Topaz | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Atmospheric and Vacuum Distillation Unit | 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Every Step of the Way | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. 시사점

국내 법제도 현황분석, 전문가 인터뷰 및 설명회 등을 통한 수요조사, 국외 현황 조사 및 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있었다. 먼저 법제도 측면에서는 건설기술진흥법, 공간정보 관리법 등에 건설에서 측량 관련 내용을 구체적으로 담지 못하고 있어 건설공사 업무과정 관점에서 측량의 전반적인 내용을 포함한 규정 및 기준을 포함한 개정이 필요하다고 판단하였다. 또한 건설공사에서 요구되는 측량에 대한 내용이 반영될 수 있도록 기준을 개발할 필요가 있으며 신기술, 신장비 도입이 확대되고 빨라짐에 따라 절차 중심의 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정 등을 성과물 중심으로 변경할 필요가 있다. 이는 현재 절차 중심으로 작성되어 있어 측량장비의 종류가 제한되기 때문이며 BIM 설계, 자동화 시공 등 건설업무와 연계성을 고려한 측량기준의 개발이 필요하다고 판단된다.

또한 건설공사에는 다양한 시설물 및 공종들이 포함되어 있으며, 이에 따른 건설기준을 제정 또는 개정하여 활용하고 있으나 측량에 대한 기준은 표준시방서에서 건설공사 측량(KCS10 30 05), 수심측량(KCS 10 30 15)만이 존재하며, 일부 시설물 공사별 필요에 따라 측량내용을 개별적으로 수록하고 있는 것으로 파악되었다. 또한 공종별 측량에 대한 장비, 절차 등 기준이 구체적으로 기술되어 있지 않으며, 기술되어 있는 내용 또한 최신장비, 기술의 반영이 미비한 상태로 기존 건설공사 및 스마트건설 도입에 있어 적용의 한계가 발생할 것으로 판단하였다.

다음으로 수요조사의 경우 먼저 현재 스마트건설에서 요구되는 측량의 구체적 가이드라인과 참고사례가 필요하고 측량기술자 뿐만 아니라 시공자, 설계자 등 타분야 사용자도 이해하기 쉽게 측량코드 개발이 필요하며 지반, 교량 등 타업무와의 연계성을 고려하여 이해하기 쉽게 개발이 필요하다고 하였다. 그리고 무인비행장치측량(드론), 레이저스캐너 등 3차원 측량장비에 대한 내용이 개발되어야 하며 단순 3차원 측량성과 취득 및 관리 외 무인기기 적용에 필요한 측위기술, 건설과 측량데이터와의 관계, 품질관리 등이 중요하다고 하였다.

그리고 국외의 경우 일본은 국가가 주도하여 스마트건설 관련 측량 규정을 연구하여 제시하고 있었는데 현재 국토교통성에서 I-Construction 관련 문서는 93개였으며 지속적인 연구와 검증을 통해 갱신하고 있는 것으로 파악되었다. 하지만 미국과 유럽은 현재 민간이 주도하여 스마트건설 관련 플랫폼과 각종 가이드라인, 매뉴얼 등을 독자적으로 개발하고 보유하고 있어 공개하고 있지 않았으며 이는 향후 Trimble, AutoDesk 등 글로벌 기업이 스마트건설 구성 요소를 플랫폼으로 주도할 것으로 판단하였다. 따라서 이러한 제조사에서 판매하는 특정 장비에 종속되지 않는 범용적인 건설측량 설계기준(KDS)과 건설공사측량 표준시방서를 정립할 필요가 있다고 판단하였다.

이처럼 건설공사에서 측량은 각 공정단계에서 최상의 품질확보를 위해 반드시 필요한 요소로 정확한 데이터를 얻기 위한 표준화된 측량방법의 정의가 선행되어야 하며 다양한 측량장비(무인비행

장치, LiDAR, 지상 레이저스캐너 등)와 ICT융합 3차원 측량기술의 적용에 필요한 규격과 규정 및 편람(해설)을 개발하여 건설공사 전문분야별로 반영해야 한다고 판단된다.

제4장

건설공사측량 표준시방서(KCS) 구성 및 개발

-
1. 건설공사측량 표준시방서의 개발 및 구성
 2. 건설공사측량 표준시방서(KSC)구성(안)의 비교
 3. 건설공사측량 표준시방서의 주요내용

1. 건설공사측량 표준시방서 개발 및 구성

가. 건설공사측량 표준시방서(KCS)의 개발

현대의 건설공사는 다양한 기술과 장비가 결합되어 단순한 토공 중심의 공정이 아닌 설계, 시공 단계, 준공 및 유지관리 등의 각 단계별 공종이 세밀화되고 과학화되고 있다. 이러한 과학적 공정은 수치화되고 정보화된 측량성과에 기반하여 시공 및 공정관리가 가능하다. 따라서 건설공사에서 측량의 역할과 비중은 날로 높아지고 있는 실정이다.

이에 국토지리정보원에서는 건설공사 측량의 절차와 기준을 정하기 위하여 일반측량 작업규정을 제정하였다. 이는 과거 건설공사의 측량 기준의 부재에 따른 기술적·표준적 제도 개선에 많은 기여를 하였지만 건설 분야의 직접적인 규정과 지침이 아니기 때문에 건설공사 관계자의 활용도와 이해도가 낮은 실정이다. 따라서 이를 해결하고자 건설공사측량 표준시방서(KCS)를 개발하였다.



<그림 4-1> 건설공사측량 개발 흐름도

나. 건설공사측량 표준시방서(KCS)의 구성

건설공사측량 표준시방서 개발은 국가건설기준 코드 작성지침을 준용하여 개발하였고 스마트건설기술의 활성화와 지속적인 개발을 촉진하여 측량 산업을 발전시키고 건설공사의 안전성, 생산성을 향상시키는 것을 목적으로 하여 개발하였다.

건설공사측량 표준시방서 일반사항(KCS 12 10 05)은 측량 관련 신기술·장비, 실시간 정밀측위, 무인기기 데이터 전송·적용에 다양한 확장성을 고려하고 공정별 측량성과의 품질확보 방법이 반영되도록 개발하였다. 이를 위해 스마트 건설공사측량에서 주로 다루는 3차원 측량과 3차원 데이터,

시공 작업 중 토공작업에 필요한 정보들을 제공하는 머신 가이드스를 적용하였다.

건설공사측량은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 건설공사 측량에 적용되며, 재래공법에 해당되는 건설공사의 시공, 준공 및 공사시설물 설치에 대한 측량과 스마트건설 공정을 지원하는 3차원 측량방법 및 측량기기의 선정, 측량성과 관리 등에 적용하도록 개발하였다. 또한 이 기준에서 정하지 않은 사항에 대해서는 일반측량 작업규정을 준용할 수 있도록 하였다.

건설공사측량기준의 구성은 건설공사 측량에 대한 코드부여를 우선하여 KCS 12 00 00으로 결정하였으며 다음 <표 4-1>과 같이 3편의 건설공사측량 코드로 구성하여 개발하였다. 건설공사측량 표준시방서의 작성방법은 각종 건설공사 표준시방서, 전문시방서 시공감리업무 지침서, 공사발주 일반 및 특별시방서, 건설공사업무편람, 일반측량 작업규정 등을 기준으로 작성하였으며 기타 참고문헌으로 국가건설기준센터의 타분야 표준시방서, 전문시방서, 일본 국토교통성 국토지리원의 측량 관련 설명서 등을 인용하였다. 본 연구에서는 건설공사측량 일반과 공통공사 측량, 분야별 공사 측량으로 나누어 개발하였다.

<표 4-1> 건설공사측량 표준시방서(KCS) 구성

| 건설공사측량 표준시방서(KCS) | | |
|--|---|---|
| 제1편 건설공사측량 일반 | 제2편 공통공사 측량 | 제3편 분야별 공사측량 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 일반사항 <ul style="list-style-type: none"> -적용범위 -관련 법규 및 기준 -용어의 정의 -측량의 기준 -측량의 수행 -측량계획서 -품질관리 -공사 측량기록 -스마트건설공사 측량의 활용 • 자재(장비) <ul style="list-style-type: none"> -측량기기 및 자재 -측량기기 검정 • 시공 <ul style="list-style-type: none"> -시공 전 측량 -시공 중 측량 -준공측량 | <ul style="list-style-type: none"> • 일반사항 <ul style="list-style-type: none"> -적용범위 -관련 법규 및 기준 -용어의 정의 -측량 계획서 -공사 측량기록 -품질관리 -시공검측을 위한 측량 -시공측량 성과품작성 및 제출 • 자재(장비) <ul style="list-style-type: none"> -측량기기 선정 • 시공 <ul style="list-style-type: none"> -토공사 시공측량 -배수공 시공측량 -포장공 시공측량 -옹벽 및 흙막이 가시설물 측량 | <ul style="list-style-type: none"> • 일반사항 <ul style="list-style-type: none"> -적용범위 -관련 법규 및 기준 -용어의 정의 -측량 계획서 -공사 측량기록 -품질관리 • 자재(장비) <ul style="list-style-type: none"> -측량기기 선정 • 시공 <ul style="list-style-type: none"> -도로 및 철도공사 측량 -단지조성공사 측량 -하천 및 댐 공사 측량 -상하수도공사 측량 -농업생산기반공사 측량 -교량공사 측량 -터널공사 측량 -건축공사 측량 |

제1편 건설공사측량 일반 (KCS 12 10 05)은 건설공사측량에 대한 일반적인 내용을 수록하였

다. 제2편 공통공사 측량 (KCS 12 20 00)은 건설공사의 기본적인 공사를 선정하여 공통공사 측량으로 분류하였으며, 시공공사 측량은 시공 중 측량과 검사측량을 통한 성과품 제출 내용을 수록하였다. 제3편 분야별공사 측량 (KCS 12 30 00)에서는 실질적인 건설공사 내용을 참고하여 각종 분야별로 공사항목을 결정하였으며 분야별 건설공사측량에 대한 내용은 공사 전, 공사 중, 준공측량으로 나누어 개발하였다. 표준시방서 코드의 내용은 1. 일반사항, 2. 자재, 3. 시공의 순으로 작성하였다.

다. 건설공사측량 표준시방서(KCS) 체계 변경

현재 수록된 건설공사측량은 공통공사(KCS 10 30 00) 내에 분류되어 있으며 대분류 공통공사, 중분류 측량 중 건설공사측량 및 수심측량 편으로 구성되어 있다.

건설공사측량 편을 살펴보면 사업 및 시설물편으로 구성되어 있지 않고 일반사항, 시공 전 측량 그리고 시공 중 측량은 토공사 측량과 기준틀 설치측량에 국한되어 수록하고 있어 건설공사측량의 전반적인 구성은 되어 있지 않은 상태이다.

이에 다음 <표 4-2>와 같이 건설공사측량 표준시방서 체계를 공사 측량 일반, 공통공사 측량, 분야별 공사측량으로 구분하고 공통공사 측량에는 토공사 측량, 배수공시공 측량, 옹벽 및 흙막이 가 시설물 측량 등 건설공사 시 공통으로 시공되는 부분을 수록하고 분야별 공사 측량은 국가건설기준 코드에서 대분류로 분류된 시설공사의 코드를 준용하여 분류하였으며 건설공사측량 방법이 유사한 부분의 통합하여 코드를 부여하였다.

<표 4-2> 건설공사측량 개정 전·후 코드체계

| 코드 | | | 공통공사(KCS 10 30 00) 중 측량부문 - 현재 체계 |
|----|----|----|-----------------------------------|
| 대 | 중 | 소 | |
| 10 | 30 | 00 | 공통공사 |
| | 30 | 05 | 건설공사 측량 |
| | 30 | 10 | 수심측량 |



| 코드 | | | 건설공사측량 표준시방서(KCS 12 00 00) 주요내용 - 연구 결과 |
|----|----|----|---|
| 대 | 중 | 소 | |
| 12 | 00 | 00 | 건설공사측량 표준시방서 |
| | 10 | 00 | 건설공사측량 일반 |
| | | 05 | 건설공사측량 일반사항 |
| | 20 | 00 | 공통공사 측량 |
| | | 05 | 토공사 시공측량 |
| | | 10 | 배수공 시공측량 |
| | | 15 | 포장공 시공측량 |
| | | 20 | 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량 |
| | 30 | 00 | 분야별 공사측량 |
| | | 05 | 도로 및 철도 표준시방서 |
| | | 10 | 단지조성 표준시방서 |
| | | 15 | 하천 및 댐 표준시방서 |
| | | 20 | 상·하수도 표준시방서 |
| | | 25 | 농업기반시설 표준시방서 |
| | | 30 | 교량 표준시방서 |
| | | 35 | 터널 표준시방서 |
| | | 40 | 건축 표준시방서 |

[illegible][illegible]

<그림 4-2> 건설공사측량 개정 전·후 주요내용

2. 건설공사측량 표준시방서(KCS 12 00 00)의 주요내용

가. 건설공사측량 일반기준(안)의 주요내용 (KCS 12 10 05)

1) 일반사항

가) 적용범위

건설공사측량은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 측량에 적용하며 재래공법에 해당되는 건설공사의 시공, 준공 및 공사시설물 설치에 대한 측량과 스마트건설 공정을 지원하는 3차원 측량방법 및 측량장비의 선정, 측량성과 관리 등에 적용한다. 또한 이 기준에서 정하지 않은 사항에 대해서는 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정을 준용할 수 있도록 하였다.

<표 4-3> 건설공사측량 일반(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 주요내용 |
|---------------------------------------|----------------------|---|---|
| 건설공사 측량일반 (KCS 12-10- 05) | 1.일반 사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.2.1 관련법규 1.2.2 관련기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량의 기준 1.5 측량의 수행 1.6 측량 계획서 1.7 품질관리 1.8 공사 측량기록 1.9 스마트 건설측량의 적용 | · 건설공사측량은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 공사 측량에 적용한다. · 수평위치, 표고좌표는 위성기준점, 통합기준점, 삼각점 및 공공삼각점의 측량성과 기준으로 한다. · 건설공사측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다. · 측량성과 및 측량기록에 책임기술자의 서명을 첨부하여 공사감독자에게 확인을 받는다. · 건설공사측량은 건설공사의 시공, 준공 및 공사 시설물 설치에 대한 측량과 스마트건설을 지원 하는 3차원 측량방법 및 측량기기의 선정, 측량 성과 관리 등에 적용한다. |
| | 2.재료 (장비) | 2.1 측량기기 및 자재 2.2 측량기기의 검증 | · 측량지역 조사, 현장답사 및 조사, 측량계획 수립 할 시 점검사항, 감독원자에게 제출할 사항을 수록했다. |
| | 3.건설 공사측 량(시공) | 3.1 일반사항 3.2 시공 전 측량 3.3 시공 중 측량 3.4 준공 및 유지관리측량 | · 수급인은 공사착공과 동시에 발주 설계도면과 실제 현장의 이상 유무를 확인하기 위하여 확인측량을 실시하여야 한다. · 시공 중 측량은 KCS12 20 00 공통공사측량 및 KSC12 30 00 분야별 공사 측량의 기준에 따라 실시한다. · 준공 및 유지관리측량은 건설공사로 인하여 설치된 각종 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하여야 한다. |

나) 참고 기준 및 용어의 정의

건설공사측량은 스마트건설 도입에 따른 3차원 설계측량, ICT 공법과의 연계 등을 고려하여 신규항목들이 추가되었다. 최신 기술 및 장비의 도입으로 공통공사 측량, 분야별 공사측량에 대한 적용범위, 관련법규 및 기준, 공정별 측량방법 등으로 구성하였다. 건설공사측량 일반 표준시방서는 ① 건설산업기본법 ② 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률 ③ 공공측량 작업규정 ④ 일반측량 작업규정 ⑤ 무인비행장치 측량 작업규정 ⑥ 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침 ⑦ 항공사진측량 작업규정 ⑧ KCS 10 10 10 공무행정요건 등을 기준으로 작성되었다.

일반 표준시방서는 재래공정과 스마트건설의 특성을 반영한 새로운 내용을 포함하였으며, 이러한 신규 용어의 정의들은 관련 시방서에서 제시한 내용을 참고하였다.

용어의 정의에서 다음과 같이 용어를 정의하여 수록하였다.

- 건설공사측량 : 건설공사의 기본 및 실시설계, 시공, 준공 및 유지관리를 위한 측량
- 검사측량(검측) : 공사 측량 수행자가 측량한 성과에 대하여 공사감독자가 검측용 측량장비를 이용하여 실시하는 검사측량
- 머신가이던스(Machine Guidance) : 토공작업 시 장비에 위성항법시스템(GNSS) 및 각종 센서와 제어를 부착하여 설계도면을 기준으로 굴착·깎기·쌓기 등에 필요한 굴착깊이, 깎기 및 쌓기 높이, 경사, 장비위치 등의 정보를 3차원 그래픽 환경에서 건설장비 운전자에게 제공하는 시스템
- 시공 전 측량 : 공사 착공 후 실시설계도면 및 공사내역서 등 설계도서에 명시된 구조물의 위치와 토공량 등이 실제와 일치하는지의 여부를 확인하기 위하여 실시하는 측량
- 시공 중 측량 : 모든 구조물이 실시설계도면 및 시공 상세도면에 명시된 위치와 규격에 따라 정확하게 시공될 수 있도록 시공 과정에서 실시하는 정위치측량, 확인측량 및 검사측량
- 확인측량 : 공사의 품질관리를 위하여 공사 측량수행자가 실시하는 측량으로 정위치 측량에 의해 설치되는 각 구조물의 위치 및 규격을 확인하는 측량
- 준공측량 : 설계도서에 따라 시공된 구조물 등의 현황을 정확히 조사하여 효율적으로 시설물을 유지관리하기 위하여 수치지도 수정용 건설공사 준공도면작성에 관한 지침에 따라 준공측량도면 및 관련 자료를 작성하는 측량
- MMS (Mobile Mapping System, 이동형측량시스템) : 레이저스캐너, 디지털카메라 등 지형지물 데이터취득을 위한 측량 센서와 GNSS, INS, DMI 등 위치 및 자세 측정센서를 차량에 탑재하여 자료를 취득하는 시스템
- 지상형 레이저스캐너 (TLS; Terrestrial Laser Scanner) : 특정 위치에 기기를 설치하여 전방

단면을 측량하도록 레이저 광을 발사하는 동시에 기기 본체를 회전시킴으로써 주위에 지형·지물까지의 방향과 거리를 관측하여 입체점군으로 표현하는 관측 장비

- BIM(Building Information Modeling) : 3차원 정보모델을 기반으로 시설물의 생애주기에 걸쳐 발생하는 모든 정보를 통합하여 활용이 가능하도록 시설물의 형상, 속성 등을 정보로 표현한 디지털 모델

다) 측량의 기준과 수행

수평위치의 좌표는 건설공사에서 측량의 기준으로 사용되던 기존 삼각점에서 고도화된 위성기준점, 통합기준점, 삼각점 및 공공삼각점의 측량성과를 기준으로 하며, 수직위치의 표고또한 수준점에 통합기준점 및 공공수준점의 표고성과를 추가로 기준으로 한다. 측량기준점표지는 「공공측량 작업규정」에 따라 설치한다.

평면직각좌표 및 표고의 단위는 미터법을 사용하며, 소수점 셋째자리까지 표시하며 공사 측량성과의 계산결과 표시는 아래와 같다.

- ① 방위각(방향각) : 초단위로 하며, 자리수는 0.1초까지 기록한다.
- ② 거리 : m 단위로 하며, 0.001m 까지 기록한다.
- ③ 표고 : m 단위로 하며, 0.001m 까지 기록한다.
- ④ 경위도(BL) : 초단위로 하며, 자리수는 0.001초까지 기록한다.
- ⑤ XY좌표 : m 단위로 하며, 0.001m 까지 기록한다.
- ⑥ 비고 : 관측값은 규정자리수 이상을 사용하여도 된다.

건설공사측량의 수행은 “공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률”에 따른 측량 및 지형공간정보 측량 자격기술자가 수행하여야 한다.

공사 측량의 용역비는 「건설공사 표준품셈」을 적용(시공 전, 시공 중, 준공)하여 산출하는 것을 원칙으로 하며, 시공 중 측량과 같이 공사기간동안 현장에 상주하여 측량을 실시하는 경우 소요되는 인건비, 장비비, 사무실, 차량 및 숙식비 등의 제비용을 적용하여 용역비를 산출한다.

라) 건설공사측량 계획서

현대의 건설공사는 다양한 공종이 적용되며 현장 여건을 반영한 장비(자재)를 활용하여 공사를 수행한다. 이전보다 훨씬 더 높은 정밀도의 시공기술이 요구됨에 따라 공사착수 전에 설계 시 작성된 측량계획을 검토하고 취득하는 과정에 따른 측량수행 및 분석계획을 작성하여 담당감독원의 승인을 득하여 한다. 기존 재래공정에 추가적으로 스마트건설공사 측량은 3차원데이터를 취득하는

과정 및 모델 작성에 따른 적합한 측량계획을 수립하여야 한다. 3차원데이터를 주로 활용하는 스마트건설공사 측량의 경우 수급인은 머신가이던스 등에 활용하기 위해 3차원 지형현황측량에 별도의 측량계획서를 수립하고, BIM 변환 등 3차원데이터 성과의 호환성을 고려하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

측량계획서에는 작업조 편성, 장비, 안전교육 등 확인이 필요하고 보고서에는 다음사항을 포함하여 작성하는 것으로 수록하였다.

- 1) 과업명
- 2) 측량 기간
- 3) 측량의 위치 및 수량
- 4) 공종별 측량방법
- 5) 참여 측량기술자의 명단 및 기술자격
- 6) 투입 측량기기의 종류, 수량, 성능 및 성능검사서
- 7) 측량 세부 일정표
- 8) 기타 현장사무실 운영 등 감독자가 정한 내용

마) 측량의 품질관리

기존 시공측량의 품질관리는 측량기준점 표석 대신 측량 말뚝이라는 용어를 사용하는 등 기술과 작업규정 발전에 따른 수정이 필요하다. 또한 공사에는 특정기술 업무라고 표현되는 등 건설공사측량 업무에 필요한 측량전문기술자에 대해서는 제시하지 않고 있다. 건설공사측량은 측량 및 지형공간정보기사 자격자 등 측량전문기술자가 수행해야 하며 공사현장에는 이러한 업무를 수행할 수 있는 측량전문기술자를 배치하여야 한다. 또한 스마트건설공사 공정인 머신가이던스를 적용하는 이에 해당하는 별도의 품질관리계획서를 제출해야 한다.

바) 공사 측량 기록

측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접공구와 중심선 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다. 현장에 이미 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개 이상의 영구수준점을 설치하여 부지정지 및 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 한다.

작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 정확한 일지를 비치하여야 한다.

사) 스마트 건설공사 측량의 활용

3차원 기준점(수준)측량을 활용한 설계 및 시공기준점측량에 적용함으로써 정확도 향상에 기여하며 용지경계, 지구계 확인측량 등에 활용할 수 있다.

영상데이터, 레이저데이터를 이용한 3차원 측량 통해 지형 및 시설물의 형태, 규격, 수량, 면적 등을 산출할 수 있으므로 토공량 산출, 지장물조사, 지구계확인 등에 활용함으로써 신속하고 정확한 성과를 얻을 수 있다.

취득된 각종 3차원데이터 정보를 활용하여 수치표면자료(DSD)제작, 수치지면자료(DTD)제작, 불규칙삼각망자료제작, 수치표고모델(DEM)제작 등 3차원모델을 작성하여 3차원 공사 측량에 적용한다.

2) 자재(장비)

건설공사측량 일반 표준시방서의 자재(장비)는 기존 재래공정에 추가적으로 스마트건설 측량장비의 적용범위를 고려해야 한다. 수급인은 각 공종별 필요 장비를 선택하여 측량을 실시하되, 공사 착공 전에 성능검사를 진행해야 한다. 성능검사를 받은 측량기기 및 부자재는 공사감독자의 승인을 받아 사용하고, 신기술이 적용된 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

<표 4-4> 건설공사측량 측량기기 및 자재

| 측량부문 | 측량종류 | 측량기기 및 자재 |
|------------|-------------------------------------|---|
| 건설공사 측량 일반 | 1. 공공기준점 및 시공기준점 측량 | ① 정지측량용GNSS |
| | | ② RTK-GNSS |
| | | ③ 네트워크 RTK |
| | | ④ 토털스테이션(Total Station) |
| | 2. 수준점측량 | ① 레벨(2급 이상), GNSS |
| | 3. 3차원 지형현황측량 | ① 토털스테이션 |
| | | ② RTK-GNSS 또는 네트워크 RTK |
| | | ③ 지상라이다(고정식 또는 이동식) 및 항공레이저 측량장비 |
| | | ④ 항공사진측량장비 |
| | 4. 수심측량 | ① 음향측심기(Echo Sounder)장비 |
| | 5. 중심선, 종·횡단, 용지경계, 측설, 확인측량 및 검사측량 | ① RTK-GNSS, 네트워크 RTK 또는 토털스테이션, 자동레벨 또는 전자레벨(2급 이상) |
| | 6. 프로그램 및 전산장비 | ① GNSS기선해석 소프트웨어 |
| | | ② 영상정합 및 3차원 점군밀도(Point-cloud)생성 소프트웨어 |
| | | ③ 컴퓨터 및 주변기기(프린터, 플로터, 복사기외 전산소모품) |
| | | ④ 엑셀, Auto Cad 등 소프트웨어 |
| | 7. 부자재 | ① 토털스테이션 반사경 |
| | | ② 표척 또는 인바표척 |
| | | ③ 폴 및 스틸테이프 |
| | | ④ 측량표지(황동표지, 말뚝, 깃발 등) |

3) 시공

가) 시공 전 측량

(1) 일반사항

시공 전 측량 후 현황측량도 및 측량성과표를 공사감독자에게 제출하여야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 져야한다.

시공 전 설계보고서에 수록된 측량 과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시하여 공사를 착수하기 전에 측량기준(수준)점의 위치를 확인하고 설계도서와 차이가 발견되면 즉시 공사감독자에게 보고하여야 한다.

시공 전 측량이 완료되면 시공 전 측량 보고서를 작성하고 책임측량사의 서명, 날인 및 측량 및

공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

확인측량을 실시한 후에는 다음 각 호의 서류를 작성·제출토록 하고, 확인측량 도면의 표지에 측량을 실시한 책임측량사, 측량회사의 대표자와 함께 서명·날인하고 검토의견서를 첨부하여 공사 감독자에게 보고하여야 한다.

- ① 확인측량 결과 도면 (종·횡단도, 평면도, 구조물도 등)
- ② 시공기준점 , 시공수준점 확인측량 결과
- ③ 토공량 산출서
- ④ 용지 및 지장물 확인측량 결과
- ⑤ 공사비 증감 대비표
- ⑥ 현지 확인측량결과 설계내용과 현저히 상이할 때는 공사감독자에게 측량 결과를 보고한 후 지시를 받아 실제 시공에 착수하게 하여야 한다.

시공 전 머신가이던스(Machine Guidance) 시범적용 시 이를 공사감독자에게 보고하여 공사감독자의 입회하에 머신가이던스(Machine Guidance)가 정상적으로 작동되는가를 확인하여야 하며, 시공 중 측량고와 계획고가 설계도면을 기준으로 일치되는지 확인하여야 한다.

나) 시공 중 측량

(1) 일반사항

시공 중 측량은 KCS12 20 00 공통공사 측량 KSC12 30 00 분야별 공사 측량의 기준에 따라 실시하는데 공사수량의 결정을 위하여 기준점측량을 포함한 검측기준선 측량을 실시하여야 하며, 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 보고하여야 한다.

현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하여야 하며, 기성검측을 위한 수량계산은 반드시 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

머신가이던스를 적용하는 경우 수치표고모델(DEM)자료를 이용하여 토공량 및 공사수량을 산정할 수 있으며, 공사감독자는 검측 시 횡단측량을 생략할 수 있다. 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)를 이용한 토공작업을 실시한 경우 토공작업 후 현 지반고에 대해 무인비행장치 측량 등의 결과를 바탕으로 현 지반고의 3D 도면을 작성하여야 한다.

별목 및 표토제거 작업이 종료되면 토공사를 시작하기 전 원지반면에 대한 정확한 지형현황측량을 실시하여 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성하여야 하고 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 수치지형도 및 수치표면모델(DSM), 수치표고 모델(DEM) 등을 사용할 수 있으며, 이때 정확도는 평면좌표 및 표고 모두 ± 10 cm 이내로 하여

야 한다.

토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설해야 할 중심선 및 좌우측 폭의 위치에 대한 시공좌표를 산출하고, 중심선 시공좌표 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.

다) 준공 및 유지관리 측량

(1) 일반사항

준공측량은 건설공사로 인하여 설치된 각종 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하여야 하고 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야 한다.

공사를 준공하기 위한 측량시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 준공시설물과 함께 인계하여야 한다.

(2) 준공 성과품의 작성

준공측량을 실시한 후에는 다음 각 호의 서류를 작성·제출토록 하고, 준공측량 도면의 표지에 측량을 실시한 책임측량사, 측량회사의 대표자와 함께 서명·날인하고 검토의견서를 첨부하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

- ① 준공측량 결과 도면 (종·횡단도, 평면도, 교량, 각종시설물도 등)
- ② 시공기준점 , 시공수준점 측량 결과
- ③ 준공 수량 산출서
- ④ 지하시설물 (상·하수도관, 도시가스관, 통신케이블, 한전지중선, 각종 맨홀, 수로구조물 기타)과 각종 공작물에 대한 현황도
- ⑤ 용지 및 지적 확정측량 성과도
- ⑥ 공사비 증감 대비표
- ⑦ 수급인은 준공 측량결과가 설계내용과 현저히 상이할 때는 공사감독자에게 측량 결과를 보고하여야 한다.
- ⑧ 수급인은 준공측량 도면을 수치지도 수정용 건설공사 준공도면 작성에 관한 지침에 따라 제작하여야 하며, 국가지리정보 구축 체계와 연계되도록 하여야 한다.
- ⑨ 준공측량 도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화가 현황에 포함되도록 작성하여야 하며, 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용할 수

있도록 하여야 한다.

수급인은 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

(3) 유지관리 측량

유지관리기준점은 준공측량 기준점과 함께 확인, 검토하여 사용함을 원칙으로 한다. 다만, 망실 등으로 추가설치 할 경우에는 공사감독자와 협의하여 설치하되 측량 작업규정에 따라 설치한다. 유지관리기준점은 준공측량에서 사용했던 유지관리기준점을 기준으로 추가 설치하고 성과품을 작성한다.

유지관리지형측량은 준공성과의 지형현황도를 사용하되 필요한 경우, 공사감독자와 협의하여 추가 지형현황측량을 실시한다.

유지관리 측량은 KSC12 30 00 분야별 공사측량의 기준에 따라 실시한다.

나. 공통공사 측량(안)의 주요내용 (KCS 12 20 00)

1) 토공사 시공측량(KCS 12 20 05)

가) 일반사항

- 1) 건설산업기본법에 의한 건설공사에 수반되는 토공사 시공측량에 적용한다.
- 2) 참고기준은 관련 법규 및 관련 기준에 대하여 수록하였다.
- 3) 용어의 정의는 토공사와 관련이 있는 전문용어를 수록하였다.
- 4) 측량계획서는 토공부분에서 굴착공사, 노체, 노상의 성토공사 등과 시공 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등에 따르는 세부공정별 측량계획을 수립하여야 한다.
- 5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- 6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.

7) 시공검측을 위한 검사측량

토공사 검사측량은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여 후속 공정 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지하여야 하며, GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을

이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다는 내용과 토공사에서 시공검측은 기성검측과 거의 유사한 성격으로 주로물량산출을 위한 측량을 실시한다.

머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정한다는 내용을 수록하였다.

8) 시공측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 측량성과품은 아래와 같다.

- ① 시공기준점 배치 현황도
- ② 시공기준점 조서
- ③ 임시기준점 조서
- ④ 검측 요청서
- ⑤ 별목 후 원지반면의 지형현황도(CAD 파일 출력도면)
- ⑥ 토공 기성측량 성과표 및 암 판정 측량 성과표
- ⑦ 중심선 시공좌표 산출서
- ⑧ 비탈면 시공좌표 산출서

공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

9) 스마트건설측량 적용

- ① 시공자동화기술 장비(MG:/Machine Guidance)를 사용하는 경우, 현장 내에 GNSS 기지국을 설치하여 건설장비에 부착된 GNSS수신기와의 통신을 통해 위치값을 보정하여 건설장비의 위치를 추적하여야 한다.
- ② 실시간으로 정확한 위치정보를 수신하기 위해서 GNSS-RTK 기지국을 현장에 설치해야 하며, GNSS-RTK 기지국의 X,Y,Z 좌표를 GNSS 측량으로 정확히 측정하여야 한다.
- ③ 머신 가이던스(Machine Guidance) 로컬 환경에서 수신된 GNSS 좌표값을 기준으로 건설장비에 부착된 각종센서를 이용하여 버킷(bucket) 또는 블레이드(blade) 끝점의 X,Y,Z 좌표를 추적하여야 한다.

④ 무인비행장치(Drone)와 대공표지판을 이용하여 일일 토공작업 후, 현지반고에 대한 무인비행장치(Drone)측량을 실시하여 결과를 바탕으로 현지반고 및 3차원지형현황측량 도면을 작성하여야 한다.

⑤ 토공사 시공에서 스마트건설측량의 활용

접근이 어려운 비탈면의 경우 3D레이저스캐너, 항공사진측량을 통해 노출된 비탈면을 스캐닝하여 지표지질조사에 활용할 수 있다. 또한 비탈면이 높거나 사람의 접근이 어려운 비탈면의 경우 드론(Drone)측량을 통해 노출된 비탈면을 촬영하여 지표지질조사 결과로 활용할 수 있으며, 비탈면 방향성에 대해서 3D-Mapping 기법 등을 활용하여 방향성을 확인 등의 스마트건설측량 적용에 대하여 수록하였다.

토공사시공 측량은 일반사항과 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-5> 토공사시공 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|---------------------------|--------|---|---------|
| 토공사시공측량 (KCS 12-20-05) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 1.7 시공검측을 위한 측량 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 1.9 스마트건설측량 적용 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 일반사항 3.2 기준틀설치측량 3.3 비탈면시공측량 3.4 비탈면변위측량 3.5 터파기 및 되메우기 측량 3.6 토공량 산정 | |

나) 자재(장비)

토공사 착공 전에 사용 할 측량장비를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 일반사항

토공사시공측량 일반사항으로 시공 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설 해야 할 공사위치에 대한 시공좌표를 산출하고 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 득한다.

토공사를 시작하기 전 벌목 및 표토제거 작업이 종료되면 원지반면에 대한 정확한 지형현황측량을 실시하여 향후에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성하고 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법, 레이저스캐너(지상라이다)를 이용한 스캐닝방법 및 사진측량방법 등을 사용하여 측량을 실시한다. 설계 데이터의 검토과정에서 불합리하거나 불명확한 사항이 발견되었을 경우에는 감독자에게 보고하여 검토결과를 받은 후 시공좌표를 산출한다.

시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 감독의 입회하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인시켜야 한다.

(2) 기준틀설치측량

도로, 비탈면 등의 작업 착수일전에 기준틀 설치위치, 표시방법, 보호대책 등의 내용이 포함된 기준틀 설치 및 운영계획서를 작성하고 토공 및 각종 구조물의 위치, 고저, 시공범위, 방향등을 표시하는 기준시설 등을 설치하여 시공 전에 반드시 확인·검사측량을 실시에 관한 내용을 수록하였다.

(3) 비탈면 시공측량

땅깎기면 상단에 수직기준틀 위치를 측량하여 해당 지점의 설계 기울기에 맞도록 최상부에 기준틀을 설치하여 시공에 정확성을 기한다.

흙쌓기 노체측량은 설계도의 횡단경사를 기초로 중심선에서 거리에 따른 높이 값으로 노체면이 형성되도록 수준측량을 수시로 실시하고, 노상면 측량은 토공의 마무리 단계로서 시공 중 수시로 수준측량을 실시하여 허용범위를 초과하지 않도록 한다. 기타 자세한 내용을 수록하였다.

(4) 비탈면 변위측량

- 토털스테이션에 의한 변위측량

변위측량에 사용되는 토털스테이션은 1급 이상이어야 하며, 반사경은 토털스테이션의 시준축과

반사경의 반사축이 서로 일치되도록 앵커볼트의 방향을 조정하여 설치하고 반사경 시준 시에는 토털스테이션의 십자선과 반사경의 중심점을 정확히 일치시켜 각오차를 최소화한다.

- GNSS에 의한 변위측량

GNSS기준국은 관측점으로부터 반경 3km 이내의 지반이 견고한 지점에 설치하고 기준국의 좌표는 RTK측량방법에 의해 결정하고 관측점에 이동국GNSS를 설치하여 GNSS정지측량 또는 RTK측량방법에 의해 초기값을 결정하고 주기적으로 변위측량을 실시한다. RTK-GNSS관측값은 무선 데이터 송신장치 등을 이용하여 매 1초 간격으로 측정값을 실시간 전송한다.

- 스마트건설측량에 의한 변위측량

지상형 레이저스캐너(TLS; Terrestrial Laser Scanner)는 기계에 지정된 범위에 레이저를 통해 지속적으로 측정하여 그 반사파보다 물체와의 상대위치를 면형데이터로 산출하여 변위측량에 적용하는데 피 측정 대상의 3차원형상을 취득하고 입체점군데이터를 작성하여 변위측량에 적용한다.

- 터파기 및 되메우기 측량

터파기 측량은 구조물 축조 및 각종 관로의 매설을 위한 터파기로 설계도서에서 제시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착하기 위한 측량으로 교량 및 옹벽기초 등 주요 구조물의 기초터파기 측량은 설계도서의 기초바닥계획고 등을 감안하여 수시로 수준측량을 실시한다.

되메우기 및 뒤채움을 위한 침하표지 말뚝 및 기타표식 설치측량은 공사감독자의 지시에 따르고 기준말뚝 설치 등의 내용을 수록하였다.

- 토공량 산정

토공량 산정은 종횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교하여야 하며 종·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하여 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장장치에 기록한다.

등고선방식의 지형현황도 또는 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용할 경우, 무인 비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 얻은 3차원데이터를 이용하여 토공량을 자동 산정하는 경우 공사감독자와 협의하여 종·횡단측량을 생략할 수 있다. 또한 토공수량 검측을 위한 내용을 작성하였다.

2) 배수공시공측량(KCS 12 20 10)

가) 일반사항

- (1) 건설산업기본법에 의한 건설공사에 수반되는 배수공사 시공측량에 적용한다.
- (2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.
- (3) 용어의 정의는 배수공사와 관련이 있는 전문용어를 수록하였다.
- (4) 측량계획서는 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행할 수 있어야 하고 배수구조물시공과 배수관로의 시공에 따른 측량계획을 수립한다.
- (5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (7) 시공검측을 위한 검사측량은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여 후속 공정 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지하여야 한다는 내용과 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다는 내용과 시공검측은 기성검측과 거의 유사한 성격으로 주로 물량산출을 위한 측량을 실시한다고 수록하였다.
- (8) 시공측량 성과품작성 및 제출
배수공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 측량성과품은 ① 시공기준점 배치 현황도 ② 시공기준점 조서 ③ 임시기준점 조서 ④ 검측 요청서 ⑤ 중심선 시공좌표 산출서 ⑥ 배수구조물 시공좌표 산출서 ⑦ 지하시설물측량 결과표 등이다.
공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
배수공시공 측량은 일반사항과 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-6> 배수공시공 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|---------------------------|--------|---|---------|
| 배수공시공측량 (KCS 12-20-10) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 1.7 시공검측을 위한 측량 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 일반사항 3.2 배수구조물측량 3.3 배수관로측량 | |

나) 자재(장비)

토공사 착공 전에 사용 할 측량장비를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 일반사항

배수공시공측량 일반사항으로 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 측량하여야 하며 정확한 위치와 물의 높낮이 경사를 위한 시공측량으로 수준측량에 의한 정확한 측량을 실시한다.

시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 동일한 기준점을 사용하여 시공측량을 실시하여야 하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시하고 배수공시공(관로 등) 지역에 공사 시작하기 전 정확한 3차원지형현황측량을 실시하여 수치표고모델(DEM)자료를 작성하여 활용한다.

이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 책임측량기술자가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다는 내용으로 작성하였다.

(2) 배수구조물 측량

기성콘크리트 제품을 설치하는 구조물측량은 터파기 및 구조물 설치공사가 진행되는 동안에 정 위치 측량과 확인측량을 실시하고, 현장 콘크리트타설 방법은 터파기 및 거푸집 공사가 진행되는 동안에 거푸집 설치가 완료되면 확인측량을 실시하여 공사감독자에게 콘크리트 타설 승인을 받는

다.

단지의 우수관로는 유입구와 유출부를 설계도서에서 검토 후 위치와 수준측량을 실시하고 측량 성과는 도면으로 작성하여 추 후 관계기관 제출 및 준공자료로 활용한다.

원지반 정리 작업 시 배수측구, 수평 배수층 포설측량, 연직배수공 P.B.D(Plastic Drain Board) 시공측량 등에 대한 내용을 수록하였다.

(3) 배수관로 측량

관로부설에 따른 중심선측량은 실시설계 성과에 따라 실시하며, 설계도상의 맨홀 중심점 좌표를 추출하여 GNSS 또는 토털스테이션, 전자파거리측정기 등을 사용하여 설치하고 차집관로공사 측량은 구간경사가 매우 완만하게 설계되어 있어 구간 내 역류하는 곳이 발생하지 않도록 표고측량을 정밀하게 실시한다.

관로 및 분기관 측량은 되메우기 전에 매설위치와 관저고를 측량하여 좌표로서 기록·유지하여야 하며 준공 시 사용할 수 있도록 관의 종류, 직경, 위치를 표시하며 원활한 배수를 위해서 집수구를 향한 관은 경사가 있어야 하며 매설된 배수관도 역류하지 않도록 경사에 대한 수준측량을 실시하는 내용을 수록하였다.

3) 용벽 및 흙막이 가시설물 측량(KCS 12 20 15)

가) 일반사항

(1) 적용범위는 도로, 철도, 교량, 댐, 건축 등 토목공사를 위한 용벽 및 흙막이 가시설 공사 측량에 적용하고 기초터파기를 위한 파일설치 및 구조물 설치를 위한 가시설물 설치측량에 적용한다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 용벽 및 흙막이 가시설물 측량과 관련이 있는 전문용어를 수록하였다.

(4) 측량계획서는 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행할 수 있어야 하고 기초공사를 위한 콘크리트말뚝, 기성말뚝, 널말뚝, 케이슨기초 등에 대한 설치 측량을 공종에 따라 계획서를 수립하여야 한다.

(5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 현장에 설치된 기준점을 참고하여 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사

의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다는 내용과 옹벽 및 흙막이 가시설물의 정위치 측량 정확도 등을 수록하였다.

(7) 시공검측을 위한 검사측량은 시공기준점을 이용, 검사측량을 실시하여 옹벽 및 흙막이 가시설물의 시공 상태를 확인한 후 후속 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지하여야 하고 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다.

(8) 시공측량 성과품작성 및 제출은 옹벽공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 측량성과품은 다음과 같다.

① 시공기준점 배치 현황도 ② 시공기준점 조서 ③ 임시기준점 조서 ④ 검측 요청서 ⑤ 변위측량 결과표 등이며 공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

옹벽 및 흙막이 가시설물 측량은 일반사항과 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-7> 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|---------------------------------|--------|---|---------|
| 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량 (KCS 12-20-15) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 1.7 시공검측을 위한 측량 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 일반사항 3.2 옹벽공사 측량 3.3 흙막이 가시설물 측량 3.4 기초공사를 위한 말뚝설치 측량 | |

나) 자재(장비)

옹벽 및 흙막이 가시설물 측량 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 일반사항

옹벽 및 가시설물 공사 착수 전에 기준점 및 수준점에 대한 확인측량을 실시하여야 하며 공사의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 하여야 한다.

시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시하며 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.

측량작업은 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다는 내용 등을 수록하였다.

(2) 옹벽공사 측량

옹벽공사 측량은 기 시공된 구조물과의 접합이 요구되는 경우, 해당 구조물의 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정하여야 하며 구조물의 축조에 지장이 없도록 설계도서에서 제시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착하기 위한 옹벽터파기 측량을 실시하고 공사감독자의 승인을 얻은 후 옹벽공사를 실시한다.

콘크리트 옹벽공사의 규준틀 설치를 위하여 시공도면에 표기된 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사규준틀 설치측량을 실시하며 보강토 옹벽의 규준틀 설치를 위하여 10m간격으로 설치하며 시·종점 및 단면의 변화지점에 규준틀 설치측량을 실시한다는 내용으로 정리하였다.

(3) 흙막이 가시설물 측량

흙막이 가시설물 측량은 구조물의 시공과 밀접한 관계가 요구되므로 해당 구조물이 설치되는 지역의 구조물의 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정하고 산출된 시공좌표를 반드시 공사감독자의 검토, 승인을 받은 후 시공기준점의 좌표를 기준으로 현지에 설치한다.

시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 책임을 가진다는 내용을 수록하였다.

(4) 기초공사를 위한 말뚝설치 측량

얕은 기초측량은 지하매설물 및 지상 장애물을 조사하고 기초터파기 경사는 안전한 굴착면 경사

를 유지하기 위해 필요시 가설흙막이벽 설치측량을 실시하고 현장타설 콘크리트 말뚝설치측량은 현황측량을 실시하여 말뚝의 평면위치와 표고를 명확히 하고 시공 중에 용이하게 검측할 수 있도록 수준점과 점검말뚝을 설치한다.

기성말뚝을 정확하고 안전하게 세우기 위해서는 기준틀을 설치하고 중심선 표시를 용이하게 하여 말뚝을 세운 후 직교하는 2방향으로부터 검사측량을 실시한다.

널말뚝설치측량은 널말뚝 세우기 및 항타 작업에서 말뚝이 비뚤어지지 않도록 법선방향과 직각 방향의 2방향 동시관측을 실시하여 정확한 위치와 경사를 유지하도록 한다.

널말뚝 시공 후 위치도 도면작성은 설계도면 위치와 실제 시공된 위치, 두 위치의 오차를 포함하여 작성한다.

케이싱설치측량은 설계도상의 말뚝중심과 굴착중심이 일치하도록 연직측량을 실시하여야 하며 공사 중에는 케이슨 이동 상태를 중심위치의 수평이동, 평면 내의 회전이동, 수직축의 경사 등으로 나누어 측량하는데 기준점 4점을 설치하여 케이슨의 위치 및 경사를 측정하고 수중설치는 두 지점의 시준선 교점을 이용하여 케이슨 중심점을 측량한다.

말뚝머리정리측량은 말뚝 박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리를 정리하는데 절단높이의 정확성을 확보를 위해 레벨측량을 실시한다는 내용을 수록하였다.

4) 포장공시공 측량(KCS 12 20 20)

가) 일반사항

(1) 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 포장공사 측량에 적용하며 도로 및 단지 등 포장에 요구되는 포장공사 측량에 적용한다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 포장공 시공측량과 관련이 있는 전문용어를 수록하였다.

(4) 측량계획서는 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 포설 층별 측정을 수행할 수 있어야 하고 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 포장공사 측량 및 평탄성 검사측량을 실시할 경우 작업계획서를 작성하여 시공 전 공사감독자의 승인을 받아야 한다고 수록하였다.

(5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 현장에 설치된 기준점을 참고하여 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 포장공사 내용을 기록하여야 한다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다는 내용과 응벽 및 흙막이 가시설물의 정위치 측량 정확도 등을 수록하였다.

(7) 시공검측을 위한 검사측량은 시공기준점을 이용, 검사측량을 실시하여 포장공사의 시공 상태를 확인한 후 후속 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지하여야 하고 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다.

무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 포장공사 측량 및 평탄성 검사측량을 실시할 경우 검측 전 공사감독자의 승인을 받아야 하며 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 물량 산정을 하여야 한다고 수록하였다.

(8) 시공측량 성과품작성 및 제출은 포장공 시공측량의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 측량성과품은 아래와 같다.

① 시공기준점 배치 현황도 ② 시공기준점 조서 ③ 임시기준점 조서 ④ 검측 요청서 ⑤ 중심선 시공좌표 산출서 ⑥ 평탄성 측량 결과표 등

공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

포장공시공 측량은 일반사항과 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-8> 포장공시공 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|--------------------------------|--------|---|---------|
| 포장공 시공 측량 (KCS 12-20-15) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 1.7 시공검측을 위한 측량 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 일반사항 3.2 도로포장에 따른 기층별 공사 측량 3.3 포장공사 평탄성 검사측량 | |

나) 자재(장비)

포장공사공측량 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량 기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 일반사항

포장공사의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 하고 포장공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 기층별 시공좌표 및 물량을 산출하여 공사감독자의 승인을 받는다. 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 감독의 입회하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인시켜야 하며, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 포장공사 측량 및 평탄성 측량을 실시하는 경우 공사감독자의 승인을 받아 측량을 실시하여야 한다.

이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 책임측량기술자가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다는 내용을 작성하였다.

(2) 도로포장에 따른 기층별 공사 측량

도로포장은 사전에 선형 및 횡단경사 등을 면밀히 분석하고 중심선 및 좌우측 노폭에 대한 3차원 좌표를 산출하여 완성된 노상면 위에 기층별 시공에 공정마다 수시로 확인측량을 실시한다. 확인측량 방법은 RTK-GNSS, 토털스테이션, 지상 레이저스캐너(TLS), 무인비행장치(Drone)측량 등을 이용하여 실시한다.

각 층별 시공 시에는 중심선 및 도로경계선을 측설하여 쇠파이프를 박고, 수준측량을 실시하여 쇠파이프에 골재의 포설높이를 표시한다. 중심선 말뚝은 매 5~10m 간격으로 설치하되 골재포설 중 수시로 확인측량을 실시하여 계획고 유지여부를 관리하여 시공 두께를 측량한다.

(3) 포장공사 평탄성 측정

- ① 아스팔트 콘크리트 포장공사 평탄성 측정은 아스팔트 콘크리트포장공사의 평탄성을 측정할 경우에는 3차원 측량을 통한 평탄성을 측정 할 수 있다.
- ② 시멘트 콘크리트 포장공사 평탄성 측정은 다짐 및 마무리를 마친 후 콘크리트가 충분히 경화하면 포장표면의 평탄성을 검사하여야 한다. 시멘트 콘크리트포장공사의 평탄

성을 측정할 경우에는 3차원 측량을 통한 평탄성을 측정 할 수 있다는 내용을 수록 하였다.

다. 분야별 공사측량(안)의 주요내용 (KCS 12 30 00)

1) 도로 및 철도공사 측량(KCS 12 30 05)

가) 일반사항

(1) 적용범위는 도로 및 철도공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다는 내용 등을 수록하였다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 도로 및 철도공사와 관련이 있는 공사 측량 용어를 수록하였다.

(4) 측량계획서는 도로 및 철도공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다. 터널, 교량, 특수공사에 대한 세부계획을 상세하게 수립하는 것으로 수록하였다.

(5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다. 그밖에 용지폭, 땅깎기, 흙쌓기, 철도부분에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

도로 및 철도공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-9>도로 및 철도공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|-----------------------------|---------|--|---------|
| 도로 및 철도공사 측량 (KCS 12-30-05) | 1.일반 사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 용지경계 확인측량 3.1.5 지장물조사 측량 3.1.6 토공량 확인측량 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 지하시설물 시공측량 3.2.5 도로공사 측량 3.2.6 철도공사 측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 도로 및 철도 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

도로 및 철도공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 일반사항

도로 및 철도공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출하는데 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다. 시공기준점은 인접 기준점과의 시통이 가능한 지점에 설치하여야 하며, 터널 및 교량 등 중요구조물의 사·종점부 부근에는 시공기준점을 반드시 배치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 용지경계 확인측량

설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고하고 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다. 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.

기타 도로 및 철도 용지경계 확인측량에 대하여 자세하게 수록하였다.

- 지장물조사 측량

현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고하고 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.

- 토공량 확인측량

토공량 산정은 종횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계 획 횡단면

도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교 검토하여야 하며 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다는 내용을 수록하였다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업과정 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

보고서에는 공사감독자의 판단에 따라 노선, 교량, 터널 등 시공상 중요 구조물에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

도로공사 측량의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 하고 공사 측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.

철도공사 측량은 토지 위에 궤도를 부설하고 그 위에 차량을 운전하여 여객과 화물을 운송하는 설비 및 수송체제로 노반측량과 궤도측량으로 구분하며 철도노반은 궤도를 지지하는 기반으로 보통은 흙 노반으로 하고 교량과 터널 등은 콘크리트 노반으로 하고 있다는 내용으로 수록 하였다.

- 기성검측을 위한 측량

기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하며 머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반” 스마트 건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하는 내용으로 정리하였다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 노선 및 구조

물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 인접 공구와의 공통기준점 상호협약서, 임시기준점 조서, 배수구조물 시공좌표 산출서, 교량구조물 시공좌표 산출서, 터널 갱내기준점 조서 및 터널 내 공단면측량 결과표 등을 공사감독자에게 제출한다.

- 지하시설물 측량

도로 및 철도 용지 내에 매설되는 각종 관로, 케이블 등의 지하시설물은 부설 후 되메우기 전에 무인비행장치(Drone)나 지상 레이저스캐너(TLS)을 이용하여 3차원좌표를 취득하고, 해당 시설물에 대한 속성자료를 기록하여 향후 준공측량도면 및 도로시설물도 작성을 위한 기초자료로 사용한다는 내용을 수록하였다.

- 도로공사 측량

토공사측량은 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설 해야 할 도로 공사위치에 대한 시공좌표를 산출하고 준비단계에서 땅각기 및 흙쌓기 구간의 위치와 기울기 등을 상세하게 파악하고 각각의 위치에 설치할 토공규준틀을 제작 설치한다.

도로공사 중심점 위치좌표를 기준으로 중심말뚝 및 횡단 끝 경계점을 표시하여 공사 진행시에 정확하고 신속한 기성측량을 실시하는 내용을 수록하였다.

절토부 측량은 땅각기면 상단에 수직규준틀 위치를 측량하여 해당 지점의 설계기울기에 맞도록 최상부에 규준틀을 설치하고 땅각기 공사 중 설계 암반선과 상이하게 암반이 노출된 경우, 노출암 주변을 깨끗이 청소하고 지형 및 횡단측량을 실시하여 암판정 검측을 공사감독자에게 요청한다. 암판정을 위한 지형 및 횡단측량은 RTK-GNSS, 토틸스테이션, 레이저스캐너 및 사진측량방법 등으로 실시하고, 검측 시에는 레벨 등을 추가로 사용하여 정확성을 확인하는 등의 내용을 수록하였다.

성토부 측량은 노체측량은 설계도의 횡단경사를 기초로 중심선에서 거리에 따른 높이 값으로 노체면이 형성되도록 수준측량을 실시하여 마무리면이 시공오차 범위를 초과하지 않도록 한다. 맹암 거의 위치와 높이를 측량할 때에는 계획고에서 어느 위치에 맹암거가 위치하는지 먼저 횡단면도상에 작도를 통해 결정하여 위치와 높이를 측량한다.

치환측량은 치환을 하게 되면 업체들의 비용과 직결되므로 물량산정을 정확하게 하여 굴착량과 성토량을 정확하게 산정하여야 하는 등의 내용을 수록하였다.

- 철도공사 측량

철도노반공사 측량은 철도기준점이 훼손 또는 변위된 경우 주변 철도기준점 또는 임시표지기준점 성과를 기초로 복원을 하며 중간점설치측량은 노선중심선 측설, 터널과 교량 및 주요 구조물 등의 측량을 원활히 수행하기 위하여 철도기준점 또는 임시표지기준점 사이에 설치한다. 중심선 측

량, 종단측량 등은 철도기준점, 임시표지기준점, 중간점, 임시수준점을 기지점으로 하여 현지에 측설된 중심선의 표고를 측량하고 임시수준점(TBM)의 설치는 표고측량의 효율성을 높이기 위하여 공사구간 내 견고한 구조물 등에 페인트 또는 금속재료 등으로 임시수준점(TBM)을 설치한다.

노반공사 관리측량은 공사위치선정 및 공사 관리측량은 철도기준점, 임시표지기준점, 중간점, 임시수준점을 기지점으로 하여 실시하는 내용을 수록하였다.

철도궤도공사 측량은 노반 확인측량 및 측량관리자 지정 및 선로기준표 설치에 대한 내용으로 상세하기 기술하였으며 가수준점(TBM) 설치는 국토지리정보원에서 설치한 수준점 및 발주자가 지정한 수준점으로부터 고저차를 확인측량하여 가수준점의 표고를 정한다. 공구 경계지점에는 노반에서 인수·인계받은 측량값을 근거로 인접공구와 공동사용 인조점과 수준표를 설치한다. 선로기준표 설치공사의 중심선측점 설치측량은 표를 통해 상세하게 기술하였다.

분기기 구간의 중심점 측량 및 말뚝 설치의 중심선 측량 및 보조기준점 설치에 대한 내용과 단독 분기기의 경우에는 말뚝의 위치를 정하는 내용, 건널선(cross-over)의 경우 말뚝의 위치를 정하는 내용을 상세하게 설명하였다.

건널목 설치 측량은 시공에 앞서 선형 계획도를 공사감독자에게 제출하고 시공에 앞서 작업에 지장이 없는 장소에 계획 레일면 및 궤도중심, 건널목 중심의 기준점을 설치한다. 최종 선형측량은 중심측량과 고저측량 결과를 선로 종·평면도 및 선형계산서와 대조 검토하여 최종 선형측량 성과물을 공사감독자에게 제출한다는 내용으로 정리하였다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

• 일반사항

준공측량은 도로 및 철도공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하며 측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야하며 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

• 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.

용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인하고 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.

중심선측량은 현장에 중심선을 20m간격으로 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점, 곡선부의 시·종점부 등에는 고정판을 설치한다.

준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

도로 및 철도공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며 또한, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다.

준공측량 시 시공기준점, 중심선, 교량을 포함한 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 하며 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 하며, 준공측량에 필요하다고 인정되는 지점에는 표지를 추가설치하고 기준점측량을 실시한다. 유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점과 공사 시·종점의 인접공구 기준점을 기준으로 노반을 따라 약 200m간격으로 유지관리 기준점을 설치한다.

유지관리기준점은 준공측량에서 사용했던 유지관리기준점을 기준으로 추가 설치하고 성과품을 작성한다. 관측망도, 관측기록부, 계산부(좌표 및 표고), 성과표, 점의조서 등으로 유지관리기준점을 설치할 경우 약도, 좌표, 주소 등을 상세하게 기록한 점의 조서를 작성한다.

- 유지관리 현황측량

유지관리 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 도로 및 철도 유지관리 측량

- (1) 도로 유지관리 측량

- ① 도로의 유지관리측량은 유지관리 기준점을 이용하여 부속도로의 추가건설공사 및 보수공사 등에 따른 공사 측량을 실시한다.
 - ② 도로 아스팔트 콘크리트 덧씌우기 표층, 접착식, 비접착식 콘크리트 덧씌우기 포장 공사를 위한 유지관리공사에 공사 측량을 실시한다.
 - ③ 도로의 유지관리공사를 위한 측량이 필요한 경우 위치, 범위, 작업량 등을 계산하여 측량계획에 따라 작업을 수행한다.
 - ④ 특정지역의 침하, 균열 등 주기적인 관측이 요구되는 경우 유지관리 기준점을 이용한 관측을 실시한다.

- (2) 철도의 유지관리 측량

- ① 선로관리측량은 궤도보수에 따르는 이동량을 줄맞춤 정부측정으로 실시한다. 직선의 경우는 기준레일을 걸타고 30m 내지 100m 떨어진 전방의 줄맞춤을 보아 그 불량 개소의 방향 및 량을 목측하고 곡선 및 완화곡선의 경우는 적당한 간격으로 기준말뚝을 설치하였을 때에는 기준말뚝으로부터 이동 틀림여부를 교차법으로 점검한다.
 - ② 기준말뚝의 설치는 기준말뚝의 간격, 위치, 높이 등에 대하여는 후속작업 등을 감안하여 설치하되 원곡선 및 완화곡선에 있어서는 부설레일이 정척(25 m)인 경우 이음매부 및 중간부에 설치하고 곡선의 시·종점에는 반드시 기준말뚝을 설치하고 직선부 쪽으로도 같은 간격의 말뚝을 2개 내지 3개 설치한다. 기준말뚝의 설치위치는 곡선 외방 도상 비탈머리 부근 약 0.7m 위치 레일과 병행하여 설치하는 것을 원칙으로 한다.

2) 단지조성공사 측량(KCS 12 30 10)

가) 일반사항

(1) 적용범위는 단지조성공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 단지조성공사와 관련이 있는 공사 측량 용어를 수록하였다.

(4) 측량계획서는 주거단지, 상업 및 업무단지, 복합용도단지, 여가 및 운동시설단지, 국가산업단지, 지방산업단지, 농공단지, 유동단지, 관광단지 등의 규모와 부지형태에 따라 측량계획을 수립하는 것으로 수록하였다.

(5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다. 그밖에 용지폭, 부지조성, 대지조형, 조경시설물 공사에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

단지조성공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-10> 단지조성공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|--------------------------|---------|--|---------|
| 단지조성공사 측량 (KCS 12-30-10) | 1.일반 사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 용지경계 확인측량 3.1.5 지구계 확인측량 3.1.6 지장물조사 측량 3.1.7 토공량 확인측량 3.1.8 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 단지조성 공사 측량 3.2.5 조경공사측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 단지조성 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

단지조성공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

• 일반사항

단지조성공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인 측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출

하여야 하며 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다

- 설계 및 시공기준점 확인측량

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 용지경계 확인측량

설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고하고 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다. 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.

- 지구계 확인측량

택지조성공사의 설계좌표전개도면 및 지구계 예정지 도면을 분석하여 지구계점 좌표를 취득하고 설계측량 당시 설치한 지구계 말뚝의 위치확인 및 지구 총면적을 구하여 이상 유무를 확인한다. 설계 당시 지구계 말뚝을 설치하지 아니하였거나, 당시에 설치한 말뚝이 손·망실 되었을 경우 수급인은 좌표전개도면으로부터 지구계선의 좌표를 확인 또는 계산하여 지구계 말뚝을 설치하고, 그 말뚝 위치에 대한 지구계 분할측량은 지적측량수행자가 실시한다.

- 지장물조사 측량

현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고하고 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.

- 토공량 확인측량

토공량 산정은 종 횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계 획 횡단면에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교 검토하여야 하며 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우

횡단측량을 생략할 수 있다는 내용을 수록하였다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

단지조성공사의 기준점에서 토목구조물, 도로중심점 등의 좌표가 상이한 경우는 사전에 공사감독자에게 보고하여야 하고 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다. 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 공사감독자의 입회하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인한다.

- 기성검측을 위한 측량

기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

조경공사 현장 수량 검사 측량은 따로 기술하였으며 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하며 머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하는 내용으로 정리하였다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 노선 및 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 임시기준점 조서, 검측 요청서, 벌목 후 원지반면의 지형현황도, 토공 기성측량 성과표, 중심선 시공좌표 산출서, 비탈면 시공좌표 산출서, 배수구조물 시공좌표 산출서, 지하시설물측량 결과표 등의 사항을 포함하여야 하고 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 단지조성 공사 측량

단지조성공사의 토공사측량은 KCS 12 20 05 토공사시공측량에 준하고 규준틀설치 측량은 단

지공사에 노체, 노상 및 포장층의 높이와 시공 위치를 파악할 수 있도록 흙쌓기 구간마다 수평 기준틀을 설치한다.

성·절토 시공측량은 단지조성에서 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설해야 할 위치에 대한 시공좌표를 산출한다.

맹암거 설치측량은 현장여건에 맞게 설치하며 계획도상에서 어느 위치에 맹암거가 위치하는지 먼저 횡단면도상에 작도를 통해 결정하고 위치와 높이를 측량한다.

치환측량은 치환을 하게 되면 물량산정을 정확하게 하여 굴착량과 투입량을 정확하게 산정한다. 연약지반 개량공법은 연약지반에 구조물을 시공하는 경우 연약토를 제거하고 양질토를 바꿔 넣은 공법으로 양질토의 물량을 정확하게 산정한다. 연약지반보강재(PP Mat) 부설 유공관 설치의 유공 배치도에 의해 위치측량을 실시한다.

단지 내 도로측량은 수치지형도를 이용하여 도로 I.P 제원을 검토하고, 광역도로는 좌표전개도 및 경사전개도를 사용하여 도로별 중심좌표 및 도로경계석좌표를 산출하고, 도로 계획고를 계산하여 필요한 부분측량을 할 수 있도록 준비한다. 기타 단지 내 차집관로, 우수받이, 우수관로 보차도 경계석 등에 대한 측량내용을 수록하였다.

- 조경공사 측량

부지조성측량은 완료된 공원 및 조경공사를 실시하는 용지 등에 경계석을 설치하고 용지분할계획도 상에 기준점을 선점하여 기준점 측량을 실시하여야 하며 용지분할을 할 경우, 경계측량을 실시하여 이에 따른 좌표 및 면적을 산출하고 도면을 작성한다.

부지조성 토공사측량은 시공 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 조경부지 위치에 대한 시공좌표를 산출하고 조경부지 위치에 좌표를 기준으로 인조점을 설치하여 공사 진행 시 망실에 대하여 빠른 복구에 대비한다.

기타 식재기반조성공사 측량의 흙쌓기, 배수, 화단조성, 배수공시공 측량 및 조경시설물 공사 측량, 포장공사 측량 등은 공통, 분야별 공사 측량에 준하여 실시하는 것으로 시굴하였다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

- 일반사항

준공측량은 단지조성공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하며 측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부장관은 당해 사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

- 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다. 용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인하여 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m이상 차이가 나는 곳은 확인되면 공사감독자와 상의하여 조치한다.

중심선측량은 단지조성공사 현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.

준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

단지조성공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며 또한, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다.

준공측량 시 시공기준점, 중심선, 교량을 포함한 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 한다. 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

유지관리기준점은 준공측량 기준점과 함께 확인, 검토하여 사용함을 원칙으로 한다. 다만, 망실 등으로 추가설치 할 경우에는 공사감독자와 협의하여 설치한다. 유지관리기준점의 추가설치는 측량 작업규정에 따라 설치한다. 유지관리기준점은 준공측량에서 사용했던 유지관리기준점을 기준으로 추가 설치하고 성과품을 작성한다.

유지관리기준점을 설치한 경우 약도, 좌표, 주소 등을 상세하게 기록한 점의 조서를 작성한다.

- 유지관리 현황측량

유지관리 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 단지조성 유지관리 측량

단지조성공사 유지관리측량은 조성된 도로 및 시설물 공사에 대한 신설 및 보수를 할 경우 유지관리 기준점을 이용하여 측량을 실시하고 유지보수공사를 위한 측량이 필요한 경우 위치, 범위, 작업량 등을 계산하여 측량계획에 따라 작업을 수행한다.

3) 하천 및 댐 공사 측량(KCS 12 30 15)

가) 일반사항

(1) 하천 및 댐 공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다는 내용 등을 수록하였다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 하천 및 댐 공사와 관련이 있는 공사 측량 용어 등을 수록하였다.

(4) 측량계획서는 하천 및 댐 공사 측량 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 공정별로 상세하게 계획하여 공사에 차질이 없도록 한다.

(5) 공사측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 댐 및 구조물기초가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다는 내용을 수록하였다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가지고 그밖에 용지폭, 하천제방 축조, 하도굴착, 수제시설 공사, 수문공사 등에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

하천 및 댐 공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-11> 하천 및 댐 공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|-----------------------------------|--------|---|---------|
| 하천 및 댐 공사 측량 (KCS 12-30-15) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 용지경계 확인측량 3.1.5 지장물조사 측량 3.1.6 토공량 확인측량 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 보 및 하상유지시설의 본체공 측량 3.2.5 취수시설 설치공사 측량 3.2.6 주운시설 설치공사 측량 3.2.7 하천제방공사 측량 3.2.8 호안공사 측량 3.2.9 수재시설 설치측량 3.2.10 하상정리공사 측량 3.2.11 수문설치공사 측량 3.2.12 하천 사방공사 측량 3.2.13 기타 시설물공사 측량 3.2.14 댐 공사 측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 하천 및 댐 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

하천 및 댐 공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량 기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 일반사항

하천 댐 공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인 측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출 하여야 하고 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시 한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면 에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 용지경계 확인측량

설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고하고 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다. 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.

- 지장물조사 측량

현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고하고 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.

- 토공량 확인측량

토공량 산정은 종 횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교 검토하여야 하며 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡 단측량을 생략할 수 있다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 중단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

하천 및 댐 공사 시공의 기준이 되는 가수준점(T.B.M)은 공사감독자 입회하에 시공 중 표고변화가 발생하지 않도록 견고하게 설치해야 하며, 망실에 유의해야 하며 공사시행 상 수위를 측정할 경우는 가장 가까운 위치에 수위표를 설치하여 상시 관측할 수 있게 한다.

- 기성검측을 위한 측량

하천 및 댐 공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 기성검측을 요청한다.

토공수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하며 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 임시기준점 조서, 검측 요청서, 별목 후 원지반면의 지형현황도, 토공 기성측량 성과표, 중심선 시공좌표 산출서, 비탈면 시공좌표 산출서, 배수구조물 시공좌표 산출서, 지하시설물측량 결과표 등을 포함하며 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 보 및 하상유지시설의 본체공 측량

본체 설치를 위해 시공기준점을 기준으로 보 및 하상유지공의 평면위치를 측량하고 부근에 임시기준점 설치와 낙차고 및 낙단의 낙차를 설치하기 위한 가수준점(TBM)을 설치하고 수준측량을 실시한다. 바닥 보호공은 수심측량을 실시하여 계획 하상고에 설치한다.

- 취수시설 설치공사 측량

취수구 설치지점이 연약지반에 위치할 경우 지형현황측량을 실시하여 그 현황을 파악하고 침사지 설치측량은 설계도서에서 지정한 설치규모 및 형태의 좌표 산출도를 작성한 후 측량을 실시한다.

- 주운시설 설치공사 측량

주운시설 설치공사 측량 중 댐 설치 측량은 가물막이공의 매트 및 사석부설을 위하여 설계도서에 시공위치의 좌표도를 작성하고 현장에 시공기준점 및 가수준점(TBM)을 설치하여 구조물의 기초굴착을 위한 수준측량은 계획 표고를 엄격히 지켜야 한다.

수로공 측량에서 수위관측소는 흐름이 일정하고 유속이 크게 변하지 않는 지점, 유로와 하상 변동이 적은 지점, 관측 시 위험이 없는 지점에 설치하고 유지관리가 용이하도록 인근에 가수준점(TBM)을 설치하여 관리한다.

- 하천제방공사 측량

제방기초측량은 지반이 연약한 지역의 침하량측정을 위하여 침하판을 설치한 후 수준측량을 실시하여 침하량을 산정하고 최종 흙쌓기량을 산정한다. 제방법선, 중심선, 규준틀을 설치 후 검측리스트를 작성하여 감독자에게 제출한다.

제방축조를 위하여 20m 간격으로 제방법선측량을 실시하고 횡단측량을 실시하여 규준틀설치 및 용지경계말목 설치계획을 수립하고 흙쌓기용 토취장의 원지반측량은 지형현황측량 및 종·횡단측량을 실시하여야 하며 원지반의 측량성과를 검사측량을 실시한다.

제방 비탈면 마감은 비탈규준틀을 설치하여 시공해야 하며, 규준틀의 설치간격은 굴착 및 흙쌓기의 경우 직선부는 20~50m, 곡선부는 5~10m로 한다. 축제의 완성단면은 설계도서에 명시된 더듬기 높이로 시공되었는지에 대하여 수준 및 종단측량을 실시하여 확인한다.

- 호안공사 측량

호안공사 밑다짐의 상단높이는 횡단측량을 실시하여 계획하상고 이하로 설치하고 제방 및 비탈뒤편의 밑다짐 설치방향은 횡단측량을 실시하여 유수의 직각방향으로 설치하며, 배수구조물의 유입, 출구, 보, 낙차공 등의 하천구조물에서는 유수 방향으로 설치한다.

- 수제시설 설치 측량

말뚝수제시설 설치구간은 지형측량을 실시하여 하상, 수위 및 기존 밑다짐공 등 현장조건이 작업에 적합한지 확인하여 GNSS 및 토털스테이션측량을 실시하여 기초사석 및 돌망태 투하용 위치를 표시한 후 임시기준점을 설치한다.

말뚝은 설계도서에 표시된 성과를 이용하여 설치할 좌표 값을 산출한 후 현장에 측량을 통해 설치하는데 설계 간격을 유지하여 설치하며 강널말뚝은 계획된 위치에 정확히 설치하기 위하여 규준틀을 설치하고 규준틀에 따라서 세우기와 박기가 이어져야 한다.

- 하상정리공사 측량

하상정리공사 측량의 시공조건 확인은 계획평면 및 종·횡단면도에는 준설의 위치, 토질조건과 계획수심, 비탈경사, 준설심도, 준설량 등을 표기하고 준설구역 내에는 수준측량에 의하여 수위표(조

위)를 설치하고 수위표 인근에는 가수준점(TBM)을 설치한다.

측량의 작업준비는 공사착수와 동시에 하상 및 사토장의 원지반선에 대한 확인측량을 실시하고 수심평면도 작성을 위하여 수심측량 시 수위관측과 위치측량의 확인이 병행되어야 하며, 그 결과를 표기하여 감독자에게 제출한다.

준설구역 수심측량은 GNSS와 음향측심기를 이용하여 기존 실시설계 측선과 일치하도록 20m 간격으로 측량을 실시한다. 준설구역 및 준설위치를 측량을 통해 부표나 대나무 등으로 표시하며 준설작업 위치는 시공구역 내의 정확한 시공여부와 직접 관련이 있으므로 시공 전, 시공 중, 시공 후로 나누어 수시로 확인측량을 실시한다.

준설심도는 기준면부터의 깊이에 대한 관측이므로 준설기간 중 계속적인 심도확인을 위하여 수심측량을 실시한다. 하도굴착확인측량은 하도굴착지역의 상하류 또는 수위변화가 예상되는 지역에 수위표를 설치하고, 일정주기별로 수위를 측정하여 기록한다.

- 수문설치공사 측량

지형측량 및 종횡단측량을 실시하여 수문의 설치위치 및 방향이 설계도서의 내용과 현장여건의 부합여부를 확인하고 시설구조물과 흙막이공의 변위발생이 우려되는 지점은 위치 및 높이측량을 실시한다.

관 부설위치 및 바닥표고 등 설계도면을 기반으로 시공측량 상세 좌표도를 작성하여 관 부설 전 감독자의 승인을 득한 후 측량을 실시하고 차수벽 설치는 횡단측량을 실시하여 상단은 계획홍수위까지 설치하고 폭은 터파기폭에 여유를 감안하여 설치한다. 수문에는 수준측량을 실시하여 수위관측시설인 수위표를 설치하여야 하며, 이 수위표 설치를 위하여 수위표의 0점표고 및 가수준점(TBM)을 설치한다.

- 하천 사방공사 측량

사방댐 측량은 설계에 사용된 지형도 또는 설계 평면도를 기초로 하여 하천의 유량, 수위, 노출암반, 붕괴지, 전석 등에 대한 조사측량을 실시하고 댐 공사를 위한 사방호안공, 사방수제공, 사방하상 유지공 공사는 시공위치에 대한수평 및 경사규준틀 측량을 실시 설치한다.

- 하천 기타 시설물공사 측량

콘크리트공사 측량은 콘크리트를 재료로 활용하는 하천시설물의 구조물에 대하여 위치측량 및 수준측량을 실시하고 하천수로터널 측량은 KCS 12 30 20 상하수도공사 측량, 옹벽·석축공사 측량은 KCS 12 20 15 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량에 준한다.

- 댐 공사 측량

댐의 기초굴착 전·후 기초지반에 대한 현황측량을 실시하고 댐 형식에 따라 도면 및 제반 보고서, 계산서 등에 의거한 댐 기초지반에 대한 범위, 면적 등을 확인하여 위치 및 높이측

량을 실시한다. 댐 기초측량은 위치좌표와 높이의 기준을 기준점으로부터 측량을 실시하고 댐 기초굴착 및 암깍기 측량은 수시로 수준측량을 실시하여 사면부, 하상부의 굴착높이를 확인한다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

- 일반사항

준공측량은 하천 및 댐 공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하며 측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야하며 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

- 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기준에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시하고 표고는 국가수준점을 기준하여 인접 공구 기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.

용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인하고 설계 당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m 이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.

중심선측량은 단지조성공사 현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS 측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다. 중심선에서 직각방향으로 조성된 단지의 용지를 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.

준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

하천 및 댐 공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

하천 및 댐 공사 준공측량 성과품은 기준점 성과표, 준공확인측량 성과비교표, 준공현황도, 선로 평면 및 종·횡단도면 등이 있다.

준공측량 시 시공기준점, 중심선, 교량을 포함한 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침에 따라 작성 및 제출하여야 하고 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 하며, 준공측량에 필요하다고 인정되는 지점에는 표지를 추가설치하고 기준점측량을 실시한다.

유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점을 기준으로 유지관리 기준점을 설치한다. 기준점측량은 공공측량 작업규정의 규정에 따라 실시하고 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접 수준측량방법에 의해 공공측량 작업규정의 규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 유지관리 현황측량

준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 하천 및 댐 유지관리측량

하천 유지관리측량은 범람 등으로 제방유실 및 시설물에 대한 신설이나 보수를 할 경우 유지관리 기준점을 이용하여 신설 및 보수공사측량을 실시하고 하천준설공사 측량은 준설선의 위치 및 수심에 대한 측량성과를 토대로 준설을 실시하고 공사감독자의 승인을 얻어 수심측량을 실시한다. 공사완료 시에는 음향측심기에 의한 심도를 확인하고, 수심평면도를 작성해야 한다.

댐 유지관리공사 측량은 특정지역의 침하, 균열 등 주기적인 관측이 요구되는 경우 유지관리 기준점을 이용한 관측을 실시하며 댐체 코어존 보강공 측량은 댐체 현황을 정확히 파악하여 주입공의

수량, 배치간격 등의 위치 및 높이에 대한 유지관리를 위한 측량을 실시한다.

4) 상하수도공사 측량(KCS 12 30 20)

가) 일반사항

(1) 적용범위는 상하수도공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 상하수도공사와 관련이 있는 공사 측량 용어를 수록하였다.

(4) 측량계획서에는 상하수도공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 하며 터널 등 특수공사에 대한 세부계획을 수립하고 공공측량시행 방법에 따르는 세부시행계획서는 해당 사업에 따라 수립하는 것으로 수록하였다.

(5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다. 그밖에 용지폭, 관로공사, 하수관로 공사에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

상하수도공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-12>상하수도공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|-------------------------------|---------|---|---------|
| 상하수공사 측량 (KCS 12-30-20) | 1.일반 사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 용지경계 확인측량 3.1.5 지장물조사 측량 3.1.6 지하시설물 확인측량 3.1.7 토공량 확인측량 3.1.8 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 관로공사 측량 3.2.5 구조물공사 측량 3.2.6 터파기 및 되메우기 공사 측량 3.2.7 쉘드TBM 터널공사 측량 3.2.8 하수관거 경사검사 측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 상하수도 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

상하수도공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 반사항

상하수도공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 공사 감독자와 공동으로 확인측량을 하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출하며 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 용지경계 확인측량

설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고하고 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다. 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.

광역상수도 수도부지 경계표석 설치 측량에 대하여 수록하였다.

- 지장물조사 측량

현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고하고 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.

- 토공량 확인측량

토공량 산정은 종횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교 검토하여야 하며 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우

횡단측량을 생략할 수 있다는 내용을 수록하였다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

상하수도공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 하고 공사 측량 후 측량 성과표에 대한 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다. 쉴드 TBM 공사 측량은 기준점 측량, 터널 내 측량, 추진관리 측량으로 구분 실시한다.

- 기성검측을 위한 측량

기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다. 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 노선 및 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 임시기준점 조서, 검측 요청서, 토공 기성측량 성과표, 중심선 시공좌표 산출서, 배수구조물 시공좌표 산출서, 지하시설물측량 결과표 등의 사항을 포함하여야 하고 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 관로공사 측량

상하수도관로공사 측량은 관로부설에 따른 측량으로 실시설계 성과에 따라 실시하며, 설계도상의 맨홀 중심점 좌표를 추출하여 GNSS 또는 토털스테이션, 전자파거리측정기 등을 사용하여 측량을 실시하고 터파기 바닥면은 도면에 명시된 표고에 정확히 시공될 수 있도록 레벨을 이용하여 측량을 실시한다. 되메우기 전 매 10m마다 관저 상단을 수준측량을 실시하여 정확한 위치와 높이의

시공이 되도록 한다는 측량내용을 수록하였다.

- 구조물공사 측량

상하수도 구조물은 시공에 앞서 설계도면과 현지 지형 및 구조물 규모 등을 고려하여 각 구조물의 시공좌표를 산출하고 공사감독자로부터 승인 받은 후 측량을 실시한다. 터파기 바닥면은 도면에 명시된 표고에 정확히 시공될 수 있도록 레벨을 이용하여 측량을 실시한다.

상하수도 구조물이 기성콘크리트 제품으로 제작되어 설치되는 경우, 수급인은 터파기 및 구조물 설치공사가 진행되는 동안 정위치 측량을 실시하고, 설치가 완료되면 확인측량을 실시한다. 현장 콘크리트타설 방법으로 설치되는 경우, 수급인은 작업공정에 따라 터파기 및 거푸집 공사가 진행되는 동안 정위치 측량을 실시하고, 거푸집 설치가 완료되면 확인측량을 실시하여 콘크리트 타설 승인을 받는다.

- 터파기 및 되메우기 공사 측량

상하수도관로공사 터파기 측량은 구조물의 축조 및 각종 관로의 매설에 지장이 없도록 설계도서에서 제시한 깊이와 폭 및 경사에 대한 측량을 실시하고 비탈면의 기울기, 흙막이 벽의 시공, 인접 구조물 보호 등 터파기 작업을 위한 측량을 함께 실시한다.

기초 터파기가 완료되면 결과를 통보하고 터파기의 위치 및 깊이, 기초 터파기면의 정리 상태 등에 대하여 공사감독자의 검측을 받는다. 상하수도관로 부설에 따른 측량은 되메우기 전 매 10m마다 관거상단 수준측량을 실시하여 정확한 위치와 높이의 시공이 되도록 한다.

- 쉴드TBM 터널공사 측량

시공에 앞서 중심선 및 종단측량, 수준측량을 행하고 그의 기준이 될 수 있는 기준점을 설치하고 기준점의 설정은 터널의 연장, 지형상황을 참조하여 측량방법을 결정한다.

터널 내 측량의 기준점은 작업구내 설치해야 하며, 쉴드 추진에 영향이 없는 곳으로 견고하게 설치하되 관측점의 간격은 20m를 표준으로 하고 터널 내 측량은 쉴드 추진에 지장이 없도록 해야 하며 매일 1회씩 실시해야 한다.

굴진관리 측량은 쉴드 추진을 계획 선형으로 추진하기 위한 측량이므로 정확하게 1일 2회씩 실시한다. 굴진관리 측량결과를 쉴드 장비 조정원에게 인지시켜 쉴드 굴진이 계획선형에 어긋나지 않도록 한다.

- 하수관거 경사 검사측량

부설 관거의 종·횡 방향에 대한 시공의 적정성을 판단하기 위한 경사의 변동검사, 관의 축선 변동검사를 실시한다. 되메우기 완료 후의 경사검사는 거울검사 등으로 할 수 있으며, 되메우기 완료 후 맨홀에서 맨홀 사이를 거울 및 광파나 레이저를 비춤으로서 관거의 경사를 측정할 수 있다. 방법은 공사감독자와 협의하여 결정한다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

- 일반사항

준공측량은 상하수도공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하며 측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부장관은 당해 사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

- 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다. 용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인하여 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m이상 차이가 나는 곳은 확인되면 공사감독자와 상의하여 조치한다.

중심선측량은 단지조성공사 현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.

준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

상하수도공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

상하수도공사 준공측량 성과품은 기준점 성과표, 준공 확인측량 성과비교표, 준공 현황도, 평면 및 종·횡단도면 등을 실측에 따라 정확하게 작성한다.

상수도공사 도면 및 정보화 관리는 지하매설물 정보화 관리(GIS)등을 고려하여 준공도면에 기본적인 속성정보를 수록하여 납품한다. 설계도면이나 시공 상세도면의 형상(도형)정보와 속성정보, 필요시 영상정보 등에 대한 보증 및 관리, 참조규격, D/B구축 및 라이브러리(Library)를 생성시킨 BIM/GIS 등 정보화관리가 가능하도록 도면관련 적용 및 사용방법 등을 제시한다.

하수도공사 도면 및 정보화 관리에서 하수도대장은 공공측량성과심사를 완료하고 GIS 하수도시설물 코드에 따라 D/B 및 CAD 작업도면을 작성하여 GIS의 종합적인 정보화구축 시 활용 가능토록 제출한다. 배수설비 정비개소별 관중, 관경, 매설위치, 매설심도, 시공연도 등을 기입한 배수설비 설치도(대장도)를 작성하여 제출한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다. 준공측량도면은「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 한다.

측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

유지관리기준점은 준공측량 기준점을 확인, 검토하여 사용함을 원칙으로 한다. 다만, 망실 등으로 추가설치 할 경우에는 공사감독자와 협의하여 설치하여야 하며 기준점의 추가설치는 측량 작업 규정에 따라 설치한다. 준공측량에서 사용했던 유지관리기준점을 기준으로 추가 설치하고 성과품을 작성한다. 유지관리기준점을 설치한 경우 약도, 좌표, 주소 등을 상세하게 기록한 점의 조서를 작성한다.

- 유지관리 현황측량

준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 상하수도 유지관리 측량

상하수도 유지관리측량은 준공도면 및 정보화 관리를 통한 자료를 검토하여 관교체, 추가 상하수도 시설공사 등 공사 측량을 실시하고 지반침하, 싱크홀(Sinkhole) 등으로 관로의 파손이 발생한 경우 위치정보 및 속성정보에 대한 갱신을 위한 측량을 실시한다. 상하수도유지관리를 위하여 상하수도 배관 및 부속 시설물, 일반 시설물에 대한 도형 및 속성자료를 지리정보시스템 기법을 이용하여 전산정보 체계를 구축한다.

5) 농업생산기반공사 측량(KCS 12 30 25)

가) 일반사항

(1) 농업생산기반공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다는 내용 등을 수록하였다.

(2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 농업생산기반공사와 관련이 있는 공사 측량 용어 등을 수록하였다.

(4) 측량계획서는 농업생산기반공사 측량 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 공정별로 상세하게 계획하여 공사에 차질이 없도록 한다.

(5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 농업생산기반공사 측량이 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다는 내용을 수록하였다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가지고 그밖에 용지폭, 농지정리 공사 등에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

농업생산기반공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-13> 농업생산기반공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|----------------------------|--------|---|---------|
| 농업생산기반공사 측량 (KCS 12-30-25) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 용지경계 확인측량 3.1.5 지장물조사 측량 3.1.6 토공량 확인측량 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 농업용 댐 공사 측량 3.2.5 용·배수로 공사 측량 3.2.6 농업용 관수로공사 측량 3.2.7 양·배수장 공사 측량 3.2.8 농도공사 측량 3.2.9 농지배수공사 측량 3.2.10 경지정리공사 측량 3.2.11 개간공사 측량 3.2.12 해안 간척공사 측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 농업생산기반공사 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

농업생산기반공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 일반사항

농업생산기반공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출하여야 하고 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 용지경계 확인측량

설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고하고 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다. 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.

- 지장물조사 측량

현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고하고 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.

- 토공량 확인측량

토공량 산정은 종횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교 검토하여야 하며 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

농업생산기반공사 시공의 기준이 되는 가수준점(T.B.M)은 공사감독자 입회하에 시공 중 표고변화가 발생하지 않는 곳에 설치한다. 공사용지 중 다른 분야의 공사와 관련된 공용용지는 작업에 지장이 없도록 수급인 간에 협의하여 사용하며 공사시행 상 수위를 측정할 경우는 가장 가까운 위치에 수위표를 설치하여 상시 관측할 수 있게 한다.

- 기성검측을 위한 측량

농업생산기반시설공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 기성검측을 요청한다.

토공수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하며 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하여야 한다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 임시기준점 조서, 검측 요청서, 별목 후 원지반면의 지형현황도, 토공 기성측량 성과표, 중심선 시공좌표 산출서, 비탈면 시공

좌표 산출서, 배수구조물 시공좌표 산출서 등을 포함하며 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 농업용 댐 공사 측량

필댐 공사 착공 전에 기준점 및 수준점을 점검하여야 하며 공사감독자가 지정한 기준점 및 수준점을 공사기간 동안 잘 유지 관리하고, 공사 완료 후 공사감독자에게 인계한다. 필댐, 중력댐 가설비공 측량은 공사용 도로, 가설공사, 가배수공 등의 위치, 규모 등에 따라 현황도면을 작성한다.

필댐 흙쌓기는 댐 축방향에 따라 시행하되 흙고르기는 전면이 수평이 되도록 수시로 수준측량을 실시하여 공사를 진행한다. 물넘이공 측량은 지형현황 및 종·횡단측량을 통하여 물넘이공의 설치 위치 및 방향을 현장여건에 부합하도록 설치한다.

- 용배수로 공사 측량

측량기준점은 훼손, 이동의 우려가 없는 장소에 설치하고 시설물 및 노선을 따라 위치 및 높이측량을 실시하며, 수로의 막힘이나 흐름을 위한 도면상의 경사도를 계산하여 측량한다. 수로터널의 시공측량은 그 목적에 필요한 정밀도를 확보할 수 있도록 시행하여야 하며, 터널 외부측량과 내부측량으로 구분한다.

- 농업용 관수로공사 측량

관로부설에 따른 측량은 실시설계 성과에 따라 설계도상의 맨홀 중심점 좌표를 추출하고 GNSS 또는 토털스테이션, 전자파거리측정기 등을 사용하여 측량을 실시한다. 터파기 바닥면은 도면에 명시된 표고에 시공될 수 있도록 레벨측량을 실시하며 관로 부설에 따른 관로경사측량은 되메우기 전 매 10m마다 관저 상단을 수준측량을 실시하여 배수가 잘 되도록 한다.

- 양·배수장공사 측량

설계도서의 내용과 현장여건의 부합여부를 확인하고 지형현황측량 및 종·횡단측량을 실시하여 양·배수장의 설치위치 및 방향을 확인한 후 공사 측량을 실시한다. 가물막이 및 가설물 설치 등을 위하여 하천부지를 일시적으로 이용하려고 할 때는 관계 법령을 준수하여야 하고 양·배수장공사는 토공, 거푸집 및 동바리 조립, 콘크리트 시공, 물푸기, 기초공, 흙·배출 수조 및 건물공사, 콘크리트 공사, 시공도면 및 시공관리 등의 순서로 공사 측량을 진행한다.

- 농도공사 측량

땅깎기, 흙쌓기, 구조물 터파기 작업 등을 위하여 설계도서 및 공사감독자의 지시에 따라 기준틀 설치측량을 실시하고 땅깎기, 흙쌓기, 터파기 및 되메우기 측량은 KCS 12 20 05토공사시공측량에 따르며 농도 배수공사 측량은 KCS 12 20 10 배수공사시공측량 배수구조물, 배수관로 측량, 농도 포장공사 측량은 KCS 12 20 25 포장공 시공측량에 따른다.

- 농지배수공사 측량은 KCS 12 20 10 배수공사시공측량에 준한다.

- 경지정리공사 측량

분할측량은 설계도면에 표시된 기본골격도 또는 항공사진측량의 기준점 등을 이용하여 기선을 현지에 설치하고 다각측량으로 실시하되 공공측량 작업규정에 준한다.

공사감독자가 현장을 확인할 수 있도록 포장구획, 논두렁, 농도 및 수로 용지폭 등에 측량말뚝을 설치하고 분할측량 및 기타의 측량결과에 대하여 성과품을 제출한다.

기반정지를 마무리한 후 수평면측량을 실시하며 경지정리 도로공사 측량은 KCS 12 30 05 도로 및 철도공사 시공측량, 수로, 암거배수 공사 측량은 KCS 12 20 10 배수공시공측량에 준한다.

- 개간공사 측량

현황도면을 파악하여 기준점의 추가는 공사감독자와 협의하여 기준점을 설치하고 개간공사 개발 대상인 임야는 필지가 불분명하고 불규칙한 지형으로 시공측량에 세심한 주의 요구되므로 측량 결과는 공사감독자의 확인을 받는다.

- 해면간척공사 측량

간척 사업장 위치정확도를 위하여 2개 이상의 기준점을 설치하며, 공사기간 동안 보존해야 하고 공사 완공 후 공사감독자에게 인계하고 해상측량은 음향측심기와 해상위치측정기, 조위측정기, 해상측량 프로그램 등을 조합하여 수심측량을 실시한다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

- 일반사항

준공측량은 농업생산기반공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하며 측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야 하며 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

- 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시하고 표고는 국가수준점을 기준하여 인접 공구 기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.

용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인하고 설계 당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.

중심선측량은 현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다. 중심선에서 직각방향으로 조성된 단지의 용지를 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.

준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

농업생산기반공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

농업생산기반공사 준공측량 성과품은 • 기준점 성과표 • 준공확인측량 성과비교표 • 준공현황도 • 선로평면 및 종·횡단도면 등을 정확하게 작성한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침에 따라 작성 및 제출하여야 하며 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

유지관리기준점은 준공측량 기준점과 함께 확인, 검토하여 사용함을 원칙으로 한다. 다만, 망실 등으로 추가 설치 할 경우에는 공사감독자와 협의하여 설치하며 기준점의 추가설치는 측량 작업규정에 따라 설치한다.

유지관리기준점은 준공측량에서 사용했던 유지관리기준점을 기준으로 추가 설치하고 성과품을 작성한다. 유지관리기준점을 설치한 경우 약도, 좌표, 주소 등을 상세하게 기록한 점의 조서를 작성한다.

- 유지관리 현황측량

준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 농업생산기반공사 유지관리 측량

농업생산기반공사 측량의 준공도면 및 자료검토를 통하여 공사별 유실, 재시공, 신설 등 피해복구에 필요한 유지관리측량을 실시한다.

농업용 댐의 유지관리와 안전은 필요에 따라 누수량, 양압력, 퇴사량, 기상상황 등의 측정설비를 구축하여 주기적인 관측을 하며 댐 구조 형상의 관측은 공사 완공 후에도 장기간에 걸쳐서 해야하기 때문에 측정결과에 대한 자료의 정리, 보고양식 및 관측방법을 공사감독자와 협의하여 결정한다.

6) 교량공사 측량(KCS 12 30 30)

가) 일반사항

- (1) 교량공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다는 내용 등을 수록하였다.
- (2) 참고기준은 관련법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.
- (3) 용어의 정의는 교량공사와 관련이 있는 공사 측량 용어 등을 수록하였다.
- (4) 측량계획서는 교량공사 측량 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 공정별로 상세하게 계획하여 공사에 차질이 없도록 하며 교량의 기초, 교대, 교각, 상부구조물 등의 설치에 따른 공종별 측량계획을 수립하여야 한다.
- (5) 공사 측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 교량공사 측량이 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다는 내용을 수록하였다.
- (6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가지고 그밖에 임시기준점, 코핑 및 교량받침 공사 등에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

교량공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-14> 교량공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|------------------------------|--------|---|---------|
| 교량공사 측량 (KCS 12-30-30) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 임시기준점 설치측량 3.1.5 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 직접기초 설치측량 3.2.5 말뚝기초 설치측량 3.2.6 우물통 설치측량 3.2.7 교각설치 측량 3.2.8 코핑 및 교량받침대 설치측량 3.2.9 상부구조물 설치측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 교량 유지관리 측량 | |
| | | | |

나) 자재(장비)

교량공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 새로운 측량 기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 하며 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 일반사항

교량공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출하여야 하고 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 임시기준점 설치측량

교량시공용 임시기준점 설치는 반드시 해당 교량 전용의 임시기준점으로 설치한다. 교량의 길이가 300m 이내인 경우에는 교량의 시점부와 종점부에 각 2점씩 4점의 임시기준점을 설치하고, 폐합 트래버스측량을 실시하여 나머지 3점의 좌표를 결정하며 교량의 길이가 300m이상인 경우에는 GNSS 정지측량방법에 의해 교량용 임시기준점의 좌표를 결정한다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

교량공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 하고 교량의 설계제원을 검토하여 위치별 좌표 및 계획고 등을 확인하여 공사감독자에게 확인을 받는다.

- 기성검측을 위한 측량

교량공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 기성검측을 요청한다.

기성검측은 공사감독자의 입회하에 실시하며 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 임시기준점 조서, 검측 요청서, 토공 기성측량 및 암판정 측량 성과표, 교량 구조물 시공좌표 산출서, 변위측량 결과표 등을 포함하되 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 직접기초 설치측량

기초위치에 토사를 굴착하여 암이 나타나면 암표면을 노출하여 검측을 실시하고 암 표면 위치를 횡단측량을 실시하여 횡단면도를 작성하여 수량을 산출하고 감독자의 승인을 통해 설계변경을 실시한다. 교대기초 좌표 산출시 설계도면을 참고하여 도로 중심으로부터 전면부 및 배면부의 거리를 확인한 후 구조물 중심을 구하여 기초좌표를 산출한다.

- 말뚝기초 설치측량

말뚝기초 설치측량은 설계도면으로부터 설치할 좌표를 취득하여 해당 교량의 임시기준점 좌표를 기준으로 측설하고 철근 등을 이용하여 말뚝의 설치 위치를 표시한다. 강관파일 기초측량은 교대기초 좌표를 설계도면에 도로중심으로부터 구조물 중심을 구하여 기초좌표를 산출한다.

교대 및 육상부의 교각하부기초는 일정한 간격의 파일좌표를 계산하여 토털스테이션으로 측량을 실시하여 파일을 설치한다.

- 우물통 설치측량

가거치 측량은 임시기준점 두 곳에 토털스테이션을 설치하고 전방 교회법으로 우물통양단의 수직면 정시준을 통해 우물통을 유도하며 정거치 측량은 유도에 의해 우물통이 정위치의 20~30m 이내로 접근하면 우물통 상단에 프리즘설치 후, 토털스테이션으로 좌표를 직접 관측하여 3차원 측량을 통한 정거치 측량을 실시한다.

중심선 측량을 수시 실시하여 우물통의 위치 및 수직도를 확인하며 우물통의 위치 및 높이 측량

을 실시하여 횡단면도 작성 후, 굴착작업 순서를 결정하여 굴착한다. 현장 콘크리트 타설 공법으로 우물통을 설치하는 경우에는 전 공정에서 교량용 임시기준점의 좌표를 기준으로 정위치 측량 및 확인측량을 실시한다.

- 교각설치 측량

교각설치 측량은 교각 구체부의 거푸집 작업 시 원형거푸집의 경우에는 내측면, 구체거푸집의 경우에는 내측 모서리의 좌표를 토털스테이션 또는 RTK-GNSS 등으로 관측하여 정위치 측량과 확인측량을 실시한다.

확인측량 후에는 감독자의 검측을 받은 다음 콘크리트를 타설하고 콘크리트 타설이 완료되면 완성된 교각 구조물에 대하여 확인측량을 실시하고 공사감독자의 검측을 받는다.

- 코핑 및 교량받침대 설치측량

상부구조물을 조립·설치하기 위한 기초 구조물로 고도의 정확도가 요구되므로 반드시 측량 및 지형공간정보 분야의 고급기술자 이상의 기술자가 직접 관측한다.

시공좌표는 설계도를 기반으로 하되 교량의 평면 및 종단선형을 사전에 분석하여 모든 구조물의 개별 시공좌표를 계산하고 감독자의 승인을 받은 후 측량을 실시하며 정위치 측량을 통해 코핑 거푸집과 철근작업이 완료되면 거푸집 내측 모서리의 위치를 확인한 다음 교량받침대와 고정용 앵커볼트의 위치를 측량한다.

- 상부구조물 설치측량

가조립 검사측량, 상판제작측량, 조립 및 설치측량방법 등은 구조물의 종류 및 형상에 따라 제각기 다르므로 해당 공사의 특별시방서 기준에 따라 측량을 실시하며 상부구조물에 대한 각 공정 단계별 시공측량의 정확도는 해당 공사의 특별시방서 기준에 따른다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

- 일반사항

교량준공측량은 설계도서에 따라 시공 된 교량 및 제반 시설물에 대한 현황을 정확히 관측하고 지속적인 유지관리하기 위하여 준공측량을 실시한다. 준공 및 유지관리 측량을 시작하기 전에 측량 작업계획을 수립하여 공사감독자에게 승인을 받아야 하며 교량 공사를 준공하기 위해 사용한 기준점 및 교량, 기타 준공시설물의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 해양수산부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

- 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다. 표고는 국가수준점을 기준하여 국가기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.

준공내용 확인측량은 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 교량의 위치와 상·하부구조물의 규격 확인 등의 준공측량을 수행한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

교량공사 준공측량 성과품은 기준점 성과표, 준공확인측량 성과비교표, 준공현황도, 준공 된 교량구조물 및 주변현황 등을 정확하게 작성한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침에 따라 작성 및 제출하여야 하며 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

유지관리기준점은 준공측량 기준점을 확인하고 검토하여 사용함을 원칙으로 한다. 다만, 망실 등으로 추가설치 할 경우에는 공사감독자와 협의하여 설치한다. 유지관리기준점의 평면위치좌표와 표고는 일반측량 작업규정에 따라 설치하며 기준점을 추가 설치할 경우, 준공측량에서 사용했던 기준점을 기준으로 관측하여 설치하고 이에 따른 성과품을 작성한다는 내용을 수록하였다..

- 유지관리 현황측량

준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 교량 유지관리 측량

교량 유지관리측량은 교량에 대한 보수를 할 경우 유지관리 기준점을 이용하여 보수 및 부품교체 공사 측량을 실시하며 지진 등 자연재해가 발생한 경우, 교량의 거동 및 침하검사를 위해 수평, 수직변위 측량을 실시한다.

교량 유지관리측량은 계측항목별 센서의 설치위치를 정확하게 관측하여 설치하고 거동, 침하 등을 확인하며 교량의 유지관리를 위한 콘크리트 보수·보강공 측량은 주기적인 보수·보강이 요구되는 지역에 유지관리 기준점을 설치하여 일정한 간격의 측량을 실시한다.

7) 터널공사 측량(KCS 12 30 35)

가) 일반사항

(1) 터널공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량 관련 내용을 준용한다는 내용 등을 수록하였다.

(2) 참고기준은 관련 법규 및 관련기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 터널공사와 관련이 있는 공사 측량 용어 등을 수록하였다.

(4) 측량계획서는 터널공사 측량 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 공정별로 상세하게 계획하여 공사에 차질이 없도록 하며 터널의 외부측량과 내부측량으로 구분하는데 지형조건, 터널 규모, 시공방법에 따라 세부측량계획을 수립하여야 한다.

(5) 공사측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 교량공사 측량이 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다는 내용을 수록하였다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가지고 그밖에 갱외, 갱내, 내공단면, 터널변위측량 등에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

터널공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-15> 터널공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|------------------------------|--------|---|---------|
| 터널공사 측량 (KCS 12-30-35) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 갱외기준점 확인측량 3.1.5 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 갱내 기준점 측량 3.2.5 터널 수직구 측량 3.2.6 터널 내 중심선 측량 3.2.7 TBM굴착 관리측량 3.2.8 터널 내 공단면 측량 3.2.9 터널 변위 측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 터널 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

터널공사 착공 전에 사용 할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 새로운 측량 기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 하며 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 일반사항

교량공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출하여야 하고 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 갱외기준점 확인측량

갱외기준점측량은 터널의 사·종점부에 시공기준점의 좌표를 기준으로 각 2점 이상의 갱외기준점을 설치하되 사·종점부의 기준점은 GNSS 정지측량방법에 의해 반드시 상호 연결하여 관측하고 갱외기준점의 표지는 표석 또는 황동표지 등으로 설치하여야 하며, 1년에 1회 이상 확인측량을 실시하여 변형 여부를 확인한다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

터널 내부의 기준점 및 수준점은 터널 외부에 설치한 기준점으로부터 실시하고 측량은 필요한 정도가 유지되도록 실시한다. 터널 수직구 측량은 지하철, 전력구, 통신구 및 기타 공동구 등 지하터널측량 시에 실시한다.

- 기성검측을 위한 측량

터널공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 기성검측을 요청한다.

기성검측은 공사감독자의 입회하에 실시하며 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 등과 측량성과품에는 갱외기준점 배치 현황도, 갱외기준점 조서, 갱내기준점 조서, 검측 요청서, 토공 기성측량 성과표, 터널 내공단면측량 결과표, 변위측량 결과표 등을 포함하되 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 갱내기준점측량

갱내기준점은 터널 중심선을 비롯한 모든 구조물측량의 기준이 되므로 안전한 장소에 황동표지로 설치하며, 관통 전까지는 갱외기준점을 출발점으로 하는 폐합 트래버스측량을 실시하여 좌표를 결정하고 주기적인 확인측량을 통해 그 좌표를 갱신한다.

- 터널 수직구 측량

터널 수직구 측량은 수직구를 통해 지상기준점을 지하로 연결하여 수직구 바닥면에 2점의 갱내기준점을 설치하고, 이를 출발점으로 트래버스측량을 실시하여 갱내기준점을 설치한다. 지상기준점의 평면좌표를 지하로 연결하는 수직구 측량은 연직추에 의한 방법과 연직기에 의한 방법 등으로 실시한다.

- 터널 내 중심선측량

터널중심선의 좌표는 설계도를 기반으로 평면선형을 분석하여 매 1m 간격으로 산출하고 감독자의 승인을 받은 후 사용한다. 중심선측량은 갱내기준점 좌표를 기준으로 트래버스방법에 의해 실시하며 NATM공법에서는 천공 및 발파의 기준으로, 실드 또는 TBM공법에서는 굴착장비의 방향유도 및 수정 등에 적용한다.

- TBM굴착 관리측량

TBM(Tunnel Boring Machine) 굴진 시에는 초기굴진, 본굴진 및 도달굴진 전에 기준점에서 TBM의 위치를 측량하여 장비의 이탈여부를 조기에 파악하고 추진궤도수정을 위해서 공사 관리측량을 실시한다.

굴착공사 관리측량은 적절한 빈도로 수행하며, 조립된 세그먼트(Segment)에 대한 장비의 상대 위치를 측정하여 장비 자체의 위치와 방향을 파악하고 작업의 효율성을 위해 적합한 측정방법과 장비를 선정하여 신속, 정확한 측량이 되도록 한다.

- 터널 내공단면측량

터널 내공단면측량은 굴착공사가 진행되는 동안 수시로 실시하여 굴진오차 및 여굴 관리의 적정성 여부를 판단하는 기초자료로 사용하고 쏫크리트(Shotcrete)작업이 완료되면 매 5m 간격으로 내공단면측량을 실시하여 중심선 오차, 여굴 상태 등을 정리한 보고서를 감독자에게 제출한다. 내공단면측량에는 토탈스테이션 및 레이저스캐너 등을 사용하여 측량을 실시한다.

- 터널 변위 측량

터널변위측량은 터널 단면상 변위계측점에 반사경을 설치하고 갱내기준점의 좌표를 통해 계측점의 3차원좌표를 주기적으로 관측하여 변위상태를 모니터링 한다. 토탈스테이션은 1급 이상으로 사용하고, 반사경은 토탈스테이션의 시준축과 반사경의 반사축이 서로 일치되도록 앵커볼트의 방향을 조정하여 설치한다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

- 일반사항

터널준공측량은 설계도서에 따라 시공 된 교량 및 제반 시설물에 대한 현황을 정확히 관측하고 지속적인 유지관리하기 위하여 준공측량을 실시한다. 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 승인을 받아야 하며 터널공사를 준공하기 위해 사용한 기준점 및 교량, 기타 준공시설물의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

- 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기준에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시하고 중심선측량은 갱내기준점 및 유지관리기준점에서 토탈스테이션을 이용하여 터널의 중심선측

량을 실시하고 중·횡단측량은 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 물량 등을 산출한다.

내공단면측량은 완성된 단면을 중심선 및 중·횡단측량을 실시하여 준공상태의 단면도를 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

터널공사 준공측량 성과품은 갱내외기준점 성과표, 준공확인측량 성과비교표, 준공현황도, 준공된 터널 내부구조물 및 주변현황 등을 정확하게 작성한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침에 따라 작성 및 제출하여야 하며 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 한다.

유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점을 기준으로 유지관리 기준점을 설치한다. 기준점측량은「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시하고 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 유지관리 현황측량

유지관리를 위한 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원 지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 터널 유지관리 측량

터널 유지관리측량은 터널내부에 대한 보수를 할 경우 유지관리 기준점을 이용하여 보수 및 추가공사 측량을 실시하며 터널내공단면의 위치를 정확하게 관측하여 거동, 침하 등을 확인하는 터널변위측량을 실시한다. 터널변위측량은 터널 단면상의 변위 계측점에 반사경을 설치하고 갱내기준점의 좌표를 기준으로 계측점의 3차원좌표를 주기적으로 관측하여 변위상태를 모니터링 한다.

변위측량에 사용되는 토털스테이션은 1급 이상이어야 하며, 반사경은 토털스테이션의 시준축과 반사경의 반사축이 서로 일치되도록 앵커볼트의 방향을 조정하여 설치한다는 내용을 수록하였다.

8) 건축공사 측량(KCS 12 30 40)

가) 일반사항

(1) 건축공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량 관련 내용을 준용한다는 내용 등을 수록하였다.

(2) 참고기준은 관련 법규 및 관련 기준에 대하여 수록하였다.

(3) 용어의 정의는 건축공사와 관련이 있는 공사측량 용어 등을 수록하였다.

(4) 측량계획서는 건축공사 측량 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 공정별로 상세하게 계획하여 공사에 차질이 없도록 하고 건축 BIM설계에 따른 3차원 공사 측량에 대한 세부적인 측량계획과 초고층 건축시공에 대한 측량계획을 수립한다.

(5) 공사측량 기록은 측량을 실시하는데 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 건축공사 측량이 완료되면 구조물 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다는 내용을 수록하였다.

(6) 품질관리는 시공측량 후 측량성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가지고 그밖에 용지폭, 쇼트닝검사, 코어 웰 등에 대한 허용오차 등을 수록하였다.

건축공사 측량은 일반사항, 자재, 시공 등으로 수록하였으며 분류는 아래와 같다.

<표 4-16> 건축공사 측량(안)의 분류

| 대분류 | 중분류 | 소분류 | 비고 |
|------------------------------|--------|---|---------|
| 건축공사 측량 (KCS 12-30-40) | 1.일반사항 | 1.1 적용범위 1.2 참고기준 1.3 용어의 정의 1.4 측량 계획서 1.5 공사 측량기록 1.6 품질관리 | 주요내용 수록 |
| | 2.자재 | 2.1 측량기기 선정 | |
| | 3.시공 | 3.1 시공 전 측량 3.1.1 일반사항 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 3.1.3 지형현황 확인측량 3.1.4 용지경계 확인측량 3.1.5 지장물조사 측량 3.1.6 토공량 확인측량 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | |
| | | 3.2 시공 중 측량 3.2.1 일반사항 3.2.2 기성검측을 위한 측량 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 3.2.4 농업용 댐 공사 측량 3.2.5 용·배수로 공사 측량 3.2.6 농업용 관수로공사 측량 3.2.7 양·배수장 공사 측량 3.2.8 농도공사 측량 3.2.9 농지배수공사 측량 3.2.10 경지정리공사 측량 3.2.11 개간공사 측량 3.2.12 해안 간척공사 측량 | |
| | | 3.3 준공 및 유지관리 측량 3.3.1 일반사항 3.3.2 준공검측을 위한 측량 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 3.3.4 유지관리 기준점 설치측량 3.3.5 유지관리 현황측량 3.3.6 건축 유지관리 측량 | |

나) 자재(장비)

건축공사 착공 전에 사용할 측량기기를 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고 초고층 건축 공사를 위한 장비 및 시스템은 공사감독자와 상의하여 결정한다. 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 장비를 선정하도록 수록하였다.

다) 시공

(1) 시공 전 측량

- 일반사항

건축공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 하고 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출하여야 하고 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

- 설계 및 시공기준점 확인측량

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설 시공기준점의 위치를 선점하여 설치한다. 시공기준점측량에서 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.

- 지형현황 확인측량

설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다. 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원 지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

- 용지경계 확인측량

설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고하고 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다. 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.

- 지하시설물 확인측량

관계기관에 의해 작성된 지하시설물 도면 및 성과파일을 참고하여 해당 공사에 대한 지하시설물을 확인하고 이에 따른 추가측량을 실시한다. 공공시설물, 상·하수도 및 기존시설물을 조사, 탐사하고 위치측량을 실시하여 도면 및 수치로 표현하고 데이터베이스로 구축한다.

- 토공량 확인측량

토공량 산정은 종횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교 검토하여야 하며 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡

단측량을 생략할 수 있다.

- 시공 전 측량 보고서 제출

시공 전 측량이 완료되면 수급인은 평면기준점 측량성과, 수준측량성과, 중심선측량 성과표, 종단측량 성과표, 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일, 용지경계 측량성과표, 토공량 산출서 파일, 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항, 기타 감독자가 정한 성과품을 작성하여 감독자에게 제출한다.

시공 전 측량 보고서에는 과업의 목적, 기준점측량 방법, 수준측량 방법, 점의 조서, 토공량 산출 결과, 측량성과 비교표, 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법, 기타 감독자가 정한 내용을 포함하여 작성한다.

(2) 시공 중 측량

- 일반사항

건축공사 시공의 기준이 되는 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다. 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다. 시공 자동화 기술장비(MG, Machine Guidance)를 사용할 경우 감독의 입회 하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인한다.

- 기성검측을 위한 측량

건축공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 기성검측을 요청한다.

기성검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하며 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.

머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하여야 한다.

- 기성측량 성과품작성 및 제출

공사의 진척 상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 시공기준점 배치 현황도, 시공기준점 조서, 임시기준점 조서, 검측 요청서, 별목 후 원지반면의 지형현황도, 토공 기성측량 성과표, 중심선 시공좌표 산출서, 비탈면 시공좌표 산출서, 배수구조물 시공좌표 산출서 등을 포함하며, 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- 가설공사측량

흙막이 가시설물은 구조물의 시공과 밀접한 관계가 요구되므로 해당 구조물이 설치되는 지역의 구조물의 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정하고 산출된 시공좌표는 반드시 공사감독자의 검토, 승인을 받은 후 시공기준점의 좌표를 기준으로 현지에 설치한다. 줄쳐보기를 실시한 후 기준틀을 건축물의 모서리 및 기타 요소에 설치하여 건축물의 위치 및 높이의 기준을 명확히 표시한다.

- 토공사측량

토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설 해야 할 건물위치에 대한 시공좌표 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서 등을 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다. 토공사의 준비단계에서 수급인은 땅깍기 및 흙쌓기 구간의 위치와 기울기 등을 상세하게 파악하고 각각의 위치에 설치할 토공기준틀을 제작한다.

- 기초공사를 위한 말뚝설치 측량

기초공사를 위한 말뚝설치 측량은 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 건물위치에 대한 말뚝설치좌표를 산출하고 건축공사규모에 따라 기초공사를 위한 말뚝을 설치한 후 터파기공사를 실시한다.

얕은 기초측량은 지하매설물 및 지상 장애물을 조사하고 기초터파기 경사는 안전한 굴착면 경사를 유지하기 위해 필요시 가설 흙막이 벽 설치측량을 실시하고 기성말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 기준틀 설치는 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치한다.

널말뚝의 세우기 및 향타 작업에서는 말뚝이 비뚤어지지 않도록 하며 측량 장비를 이용하여 법선 방향과 직각 방향의 2방향의 관측을 통해 정확한 위치와 경사를 유지하도록 측량을 실시한다. 널말뚝 시공 후 널말뚝설치 위치도를 작성하며 도면은 설계된 위치와 실제 시공된 위치, 두 위치의 오차를 포함하여 작성한다. 말뚝 박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리정리측량을 실시한다.

- 터파기공사측량

얕은 기초인 경우, 기초공사를 위한 계획 지반고에 대한 레벨측량을 실시하여야하고 기초공사를 위한 말뚝설치가 끝나면 터파기공사 중 수시로 레벨측량을 실시한다.

- 건축물공사 측량

건축공사 측량에 필요한 설계측량기준점의 위치를 확인하고 설계도에 작성된 건물이 설치되는 지역의 건축물 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정한다.

- 초고층 건축공사 측량

- (1) 일반사항

설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기준점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다. 초고층 건물의 측량은 코어(Core)와 외주부에 쇼트닝(Shortening, 축소현상)으로 인하여 골조공사에서 해당 층의 축소 예상치 만큼 보정을 하여 시공을 실시한다.

(2) 초고층 관리측량 방법

제1단계는 GNSS에 의한 수직도 측량, 제2단계는 경사계를 이용하여 수직도를 계측하는 과정, 제3단계는 연직기를 이용하여 수직도를 측정하는 과정, 제4단계는 디지털레벨을 통한 부등침하를 모니터링하는 과정, 제5단계 과정은 각 단계에서 취득된 정보를 제어부가 수집, 저장, 연산하여 수직도가 관리 시방기준의 오차범위 내에 속하는지 판단하는 과정으로 공사 중 인 초고층 건물의 수직도를 산출하는 초고층 관리측량을 실시한다.

(3) 초고층 골조공사 측량은 코어 월(Core Wall, 심벽)보정 측량, 철골제작 및 설치, 바닥 및 기둥 콘크리트 타설에 관한 세부내용으로 수록하였다.

(4) 마감기준선 결정을 위한 쇼트닝측량은 기준점 확인 측량, 쇼트닝검사 측량, 마감기준선 측량 등을 상세하게 수록하였다.

(3) 준공 및 유지관리 측량

• 일반사항

준공측량은 건축공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하며 측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야하며 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

공공기관의 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량으로 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다는 내용을 수록하였다.

• 준공검측을 위한 측량

기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시하고 표고는 국가수준점을 기준하여 인접 공구 기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.

용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을

확인하고 설계 당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m 이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.

중심선측량은 현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS 측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다. 중심선에서 직각방향으로 조성된 단지의 용지를 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.

준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

- 준공측량 성과품 작성 및 제출

건축공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

건축공사 준공측량 성과품은 기준점 성과표, 준공확인측량 성과비교표, 준공현황도, 선로평면 및 종·횡단도면 등을 정확하게 작성한다.

준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하고 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.

준공측량도면은「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 하며 측량성과품 및 내역서를 포함한 준공측량 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- 유지관리 기준점 설치측량

유지관리기준점은 준공측량 기준점을 확인, 검토하여 사용함을 원칙으로 한다. 다만, 망실 등으로 추가설치 할 경우에는 공사감독자와 협의하여 설치한다. 기준점의 평면위치좌표와 표고는 일반측량 작업규정에 따라 설치하며 유지관리기준점은 준공측량에서 사용했던 유지관리기준점을 기준으로 추가 설치하고 성과품을 작성하며 기준점을 설치할 경우 약도, 좌표, 주소 등을 상세하게 기록한 점의 조서를 작성한다.

- 유지관리 현황측량

유지관리 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원 지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 장비별 측량 작업규정에 따라 실시하는 내용을 수록하였다.

- 건축 유지관리 측량

건축공사 유지관리측량은 조성된 도로 및 시설물 공사에 대한 신설 및 보수를 할 경우 유지관리 기준점을 이용하여 측량을 실시하며 유지보수공사를 위한 측량이 필요한 경우 위치, 범위, 작업량 등을 계산하여 측량계획에 따라 작업을 수행한다. 특정 지역의 침하, 균열 등 주기적인 관측이 요구되는 경우 유지관리 기준점을 이용한 유지관리 측량을 실시한다.

초고층 유지관리측량은 별도의 시스템관리가 필요하다.

제5장

개발된 건설측량코드에 대한 검증실험

-
1. 검증실험의 배경
 2. 실험지역 선정 및 사전답사
 3. 3차원측량장비를 활용한 실험지역 자료 수집 및 후처리
 4. 기존 처리 방법과 비교분석 후 적용방안 도출 및 제시

1. 검증실험의 배경

가. 법적 근거 및 정책 기준

건설기술진흥법 시행령 제65조의 2 [시행 2022. 9. 13.] [대통령령 제32906호, 2022. 9. 13., 일부개정]

제65조의2(건설기준의 관리) ① 법 제44조의2제2항에 따른 국가건설기준센터(이하 "건설기준센터"라 한다)는 법 제44조의2제3항제3호에 따른 건설기준의 검증 및 평가를 위하여 필요한 경우 발주청에 검증실험 및 시험시공 등의 협조를 요청할 수 있다.

나. 기준의 적합성 검증

측량 성과는 설계, 시공 전 과정에 많은 영향을 미치기 때문에 이 기준에 대한 검증 없이 기준을 제시한 후 오류가 있을 경우 후속 대응에 어려움이 있으므로 이를 방지하기 위해 기준의 근거가 필요하다.

다. 기준에서 제시한 기술의 적용 업무 가능성 검증

스마트건설에 활용 가능한 신기술은 현장진입, 측량 불가 등과 같이 고려해야 할 요소가 많으므로 건설공정, 공종별로 기준에서 제시한 기술의 적용 가능성 검증이 필요하여 검증 실험을 수행하였다.

라. 3차원 객체기반 데이터 산출 적절성 검증

3차원 객체 기반 데이터는 성과물을 제작하는데 있어 공정과 작업방법, 요구품질이 기준 지도 제작과 상이함으로 실무에 적용 가능한지에 대한 검증이 필요하다.

2. 실험지역 선정 및 사전답사




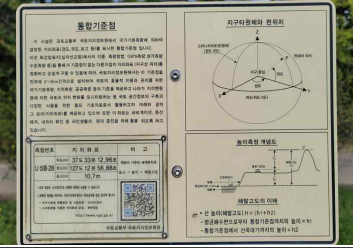





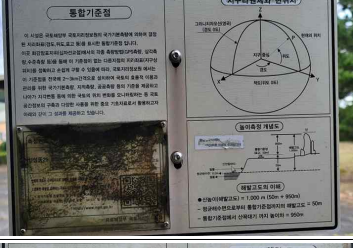








실험지역은 현장에 대한 접근성과 데이터 취득의 용이성 등을 고려하여 현재 건설공사가 진행 중인 경기도 일원을 대상으로 선정하였다. 대상지는 약 1.5km 정도의 도로공사 현장이며, 도로, 교량 등이 존재하여 검증실험에 적합할 것으로 판단되었다.



<그림 4-1> 실험 대상지

실험지역에 대한 사전답사를 수행하였으며, 현장에서 사용 중인 좌표계와 비교·검사를 위해 설계 및 시공측량과 동일한 방법으로 현장 주변 6개 통합기준점(U성동25, U성동26, U성동28, U성동29, U성동32, U수원08)을 이용하여 사이트 캘리브레이션을 수행하였다. 사이트캘리브레이션에 활용된 통합기준점 현황은 <표 4-1>에 나타내었으며, 현장 사진은 <그림 4-1>과 같다.

<표 4-1> 사이트캘리브레이션에 활용한 통합기준점 현황

| 안내판 | 근경 | 원경 |
|---|---|---|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |



<그림 4-2> 대상지 현장 사진

실험 대상지 사전답사와 기존 연구사업의 검증 실험 사례 조사를 통해 공간정보 구축에 활용되고 있는 다양한 기술 중 GNSS, 드론 영상, 드론 레이저 스캐너, 지상형 레이저 스캐너, 모바일맵핑 시스템, 토탈스테이션을 검증실험 적용 장비로 선정하였다.

<표 4-2> 기존 연구사업의 검증 실험 사례

| 주관기관 | 사업명 | 세부 내용 |
|----------|-------------------------------------|---|
| 국토지리정보원 | 매핑용 UAV 성과 활용을 위한 자료 검증방안 연구 | <ul style="list-style-type: none"> ■ UAV 성과물 품질분석 및 검증방안 연구 <ul style="list-style-type: none"> - UAV 성과물 품질분석 - UAV 성과물의 검증방안 연구 및 제시 |
| | 공공측량분야 UAV 도입방안 연구 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 시범 촬영 및 성과 제작 <ul style="list-style-type: none"> - UAV를 이용한 측량기준 및 방법, 정확도 검증 방안 등을 도출하기 위해 UAV 종류별, 지형별 시범 촬영 및 측량 성과품 시범 제작 |
| | 무인비행장치를 이용한 공간정보구축 기술개발 및 품셈연구 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 무인비행장치 이용 기본측량 적용 시범사업 (1:1,000 수치지형도 제작 및 수정 가능여부) <ul style="list-style-type: none"> - 시범 대상지역 선정 - 무인비행장치 항공촬영(3종 이상의 드론 사용) - 무인비행장치 데이터 처리 및 적용 (3종 이상의 SW비교 분석) - 1:1,000 수치지형도 제작 및 수정 가능성 검토를 위한 수시 수정 성과품 제작, 적용 가능성 제시 |
| | 실감정사영상 제작 표준공정 고도화 연구 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 실감정사영상 시범구축 <ul style="list-style-type: none"> - 시범구축 대상지역 선정 - 항공사진 촬영 - 실감정사영상 시범 제작 - 실감정사영상 실증 및 표준공정(안) 제정 |
| | 항공삼각측량(AT) 관련 정책·기술 개선 연구 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 지상기준점(평면·표고) 관측에 Network-RTK 측량 가능 여부 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 제시된 작업공정(안)에 따라 현장실사 실시 - 정량적 및 정성적인 실사자료 분석을 통해 작업과정, 난이도, 투입장비 및 인력 등을 산정하여 항공삼각 측량 외업 분야 품셈(안) 마련 |
| 한국도로공사 | 건설현장 표준공종에 드론 활용을 위한 방안수립 및 시범운영 연구 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 대규모 작업현장 및 취약 구간의 관리강화를 위한 시범사업 <ul style="list-style-type: none"> - 건설현장 드론영상 활용 시범사업 및 사례 확대 - 기술별 개발수준에 따른 시범대상 선정·추진 - 시범사업 분석 후 표준공종·수행업무선정, 타당성 분석 |
| 한국토지주택공사 | LH 드론활용 스마트 업무 활용체계 구축을 위한 연구용역 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 드론 활용분야 발굴 및 실무 적용성 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드를 대상으로 드론을 직접 활용하여 발굴 업무 아이템의 실무 적용에 대한 효용성 분석 실시(신속성, 경제성 등 정량적 분석 및 편리성 등 정성적 분석 실시) |

<표 4-3> 검증실험 적용 장비

| 구분 | 장비 | 비고 |
|-------------|-------------------|---------------------|
| GNSS | R12 | |
| 드론 영상 | WingtraOne Gen II | - GCP 측량용 GNSS 추가 |
| 드론 레이저 스캐너 | YellowScan Mapper | - PPK base용 GNSS 추가 |
| 지상형 레이저 스캐너 | TX8, X7 | - 스캐닝 토달스테이션 추가 |
| 모바일맵핑시스템 | MX50 | - PPK base용 GNSS 추가 |
| 토달스테이션 측량 | SX12, S7 | |

3. 3차원측량장비를 활용한 실험지역 자료 수집 및 후처리

가. 실험지역 자료 수집

실험지역의 자료 수집에 활용된 장비는 GNSS, 드론 영상, 드론 레이저 스캐너, 지상형 레이저 스캐너, 모바일맵핑시스템, 토탈스테이션이며 장비 현황은 <표 4-4>와 같다.

<표 4-4> 장비 현황

| 장비 | 모델 | 목적 | 비고 |
|-------------|-------------------|------------------|---|
| GNSS | R12 | 기준점측량, 종단 및 횡단측량 |  |
| 드론 영상 | WingtraOne Gen II | 대상지 DSM, 정사영상 제작 |  |
| 드론 레이저 스캐너 | YellowScan Mapper | 포인트클라우드 데이터 취득 |  |
| 지상형 레이저 스캐너 | X12, TX8 | 포인트클라우드 데이터 취득 |  |
| 모바일맵핑 시스템 | MX50 | 포인트클라우드 데이터 취득 |  |
| 토탈스테이션 | S7 | 종단 및 횡단측량 |  |

실험지역의 자료 수집은 장비별로 수행하였으며, 데이터 취득에 소요된 시간과 인원을 파악하였다. 또한 정확도 평가를 위한 검사점을 설치하고 GNSS를 이용한 VRS 방법으로 측량을 수행하였다. 검사점은 총 15점을 설치하였으며 검사점 현황은 다음과 같다.



<그림 4-3> 검사점 사진 예시

<표 4-5> 검사점 성과

| No. | N(m) | E(m) | H(m) |
|------|------------|------------|--------|
| cp01 | 546578.908 | 214801.186 | 70.232 |
| cp02 | 546713.811 | 214805.48 | 70.975 |
| cp03 | 546763.28 | 214717.157 | 69.008 |
| cp04 | 546886.764 | 214692.913 | 67.386 |
| cp05 | 546923.412 | 214655.678 | 71.926 |
| cp06 | 547051.234 | 214668.284 | 61.468 |
| cp07 | 547056.192 | 214613.097 | 60.589 |
| cp08 | 547139.461 | 214586.701 | 59.772 |
| cp09 | 547124.425 | 214541.445 | 58.26 |
| cp10 | 547321.288 | 214521.341 | 55.991 |
| cp11 | 547550.097 | 214386.148 | 50.797 |
| cp12 | 547553.029 | 214414.55 | 51.245 |
| cp13 | 547597.377 | 214389.22 | 50.074 |
| cp14 | 547591.194 | 214371.058 | 50.334 |
| cp15 | 547342.951 | 214469.462 | 55.348 |

1) GNSS 및 토탈스테이션 측량

- GNSS 및 토탈스테이션은 기존 측량 방법으로 종단 및 횡단 측량에 활용
- 총 57개 스테이션에 대해 819점 측량
- 토탈스테이션은 일부 시준이 불가능한 지점 존재

<표 4-6> GNSS 측량 성과

| No. | X | Y | H | 비고 |
|-----|------------|------------|--------|-----------|
| 1 | 546557.710 | 214820.852 | 70.468 | 1+660C |
| 2 | 546561.326 | 214828.487 | 70.845 | 1+660R |
| 3 | 546564.176 | 214835.873 | 72.134 | 1+660R |
| 4 | 546565.084 | 214836.973 | 72.301 | 1+660R |
| 5 | 546567.596 | 214845.302 | 83.097 | 1+660R |
| 6 | 546575.734 | 214863.850 | 82.429 | 1+660R |
| 7 | 546581.901 | 214877.603 | 81.246 | 1+660R |
| 8 | 546599.543 | 214869.299 | 86.471 | 1+680R |
| 9 | 546602.152 | 214873.813 | 87.432 | 1+680R |
| 10 | 546617.932 | 214859.243 | 87.170 | 1+700R |
| 11 | 546619.108 | 214862.491 | 86.990 | 1+700R |
| 12 | 546634.940 | 214848.677 | 87.442 | 1+720R |
| 13 | 546636.146 | 214851.388 | 87.221 | 1+720R |
| 14 | 546654.719 | 214843.848 | 87.611 | 1+740R |
| 15 | 546655.005 | 214846.690 | 87.488 | 1+740R |
| 16 | 546660.982 | 214860.127 | 96.796 | 1+740R |
| 17 | 546639.988 | 214859.854 | 97.600 | 1+720R |
| 18 | 546640.113 | 214862.335 | 97.236 | 1+720R |
| 19 | 546620.823 | 214867.460 | 97.224 | 1+700R |
| 20 | 546603.446 | 214879.762 | 96.572 | 1+680R |
| 21 | 546673.147 | 214836.736 | 80.624 | 1+760R |
| 22 | 546693.507 | 214834.471 | 80.015 | 1+780R |
| 23 | 546694.220 | 214816.179 | 71.053 | 1+787.85R |
| 24 | 546686.835 | 214798.463 | 70.635 | 1+787.85R |
| 25 | 546675.418 | 214770.872 | 70.246 | 1+787.85C |
| 26 | 546668.263 | 214774.042 | 70.453 | 1+780C |
| 27 | 546674.342 | 214787.499 | 70.216 | 1+780R |
| 28 | 546679.544 | 214800.607 | 70.514 | 1+780R |
| 29 | 546681.096 | 214804.190 | 71.901 | 1+780R |
| 30 | 546683.939 | 214811.325 | 71.068 | 1+780R |
| 31 | 546686.454 | 214816.881 | 71.263 | 1+780R |
| 32 | 546687.027 | 214818.162 | 72.105 | 1+780R |
| 33 | 546687.410 | 214818.752 | 72.228 | 1+780R |
| 34 | 546687.636 | 214819.575 | 70.828 | 1+780R |

| | | | | |
|-----|------------|------------|--------|--------|
| 35 | 546688.583 | 214823.612 | 70.792 | 1+780R |
| 36 | 546669.971 | 214828.995 | 70.978 | 1+760R |
| 37 | 546668.072 | 214825.373 | 71.060 | 1+760R |
| 38 | 546665.032 | 214818.642 | 75.893 | 1+760R |
| 39 | 546662.136 | 214808.200 | 70.493 | 1+760R |
| 40 | 546655.355 | 214795.138 | 70.514 | 1+760R |
| 41 | 546649.570 | 214781.926 | 70.397 | 1+760C |
| 42 | 546631.558 | 214789.187 | 70.458 | 1+740C |
| 43 | 546636.837 | 214800.830 | 70.457 | 1+740R |
| 44 | 546640.198 | 214811.682 | 70.855 | 1+740R |
| 45 | 546643.293 | 214818.999 | 72.944 | 1+740R |
| 46 | 546648.462 | 214831.576 | 74.931 | 1+740R |
| 47 | 546650.790 | 214835.204 | 76.966 | 1+740R |
| 48 | 546631.299 | 214840.864 | 76.609 | 1+720R |
| 49 | 546629.337 | 214836.085 | 75.087 | 1+720R |
| 50 | 546627.112 | 214828.974 | 74.163 | 1+720R |
| 51 | 546615.913 | 214853.486 | 80.941 | 1+700R |
| 52 | 546613.346 | 214847.945 | 80.403 | 1+700R |
| 53 | 546608.404 | 214837.947 | 79.142 | 1+700R |
| 54 | 546598.494 | 214865.196 | 81.300 | 1+680R |
| 55 | 546588.713 | 214844.084 | 80.583 | 1+680R |
| 56 | 546587.363 | 214842.339 | 81.588 | 1+680R |
| 57 | 546586.926 | 214838.354 | 81.921 | 1+680R |
| 59 | 546625.152 | 214825.723 | 68.774 | 1+720R |
| 60 | 546624.303 | 214823.783 | 68.921 | 1+720R |
| 61 | 546623.190 | 214820.783 | 70.827 | 1+720R |
| 62 | 546618.269 | 214810.245 | 70.413 | 1+720R |
| 63 | 546613.142 | 214797.445 | 70.488 | 1+720C |
| 64 | 546594.265 | 214805.213 | 70.272 | 1+700C |
| 65 | 546599.119 | 214815.729 | 70.313 | 1+700R |
| 66 | 546601.869 | 214822.665 | 70.263 | 1+700R |
| 67 | 546602.110 | 214824.102 | 70.858 | 1+700R |
| 68 | 546606.257 | 214832.536 | 71.948 | 1+700R |
| ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ |
| 819 | 547659.661 | 214294.330 | 51.347 | 2+880L |

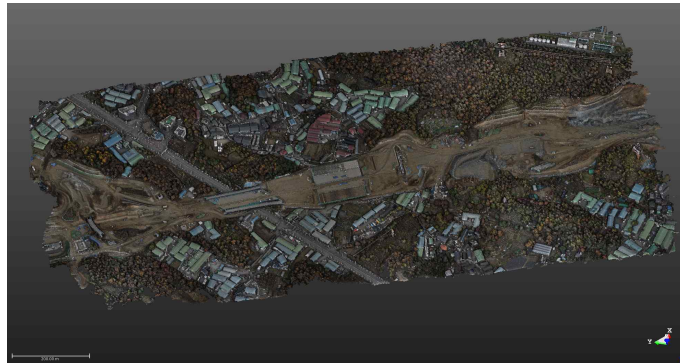
<표 4-7> 토탈스테이션 측량 성과

| 관측ID | X | Y | H | 비고 |
|------|---------------------|------------|--------|----------|
| 1 | 546557.693 | 214820.789 | 70.497 | 1660C |
| 2 | 546561.296 | 214828.443 | 70.867 | 1660R |
| 3 | 546564.158 | 214835.840 | 72.114 | 1660R |
| 4 | 546565.088 | 214836.924 | 72.353 | 1660R |
| 5 | 546567.568 | 214845.292 | 83.123 | 1660R |
| 6 | 546575.711 | 214863.836 | 82.415 | 1660R |
| 7 | 546581.881 | 214877.572 | 81.231 | 1660R |
| 8 | 546599.534 | 214869.250 | 86.498 | 1680R |
| 9 | 546602.165 | 214873.782 | 87.450 | 1680R |
| 10 | 546617.924 | 214859.232 | 87.181 | 1700R |
| 11 | 546619.111 | 214862.449 | 87.012 | 1700R |
| 12 | 546634.966 | 214848.623 | 87.460 | 1720R |
| 13 | 546636.143 | 214851.360 | 87.234 | 1720R |
| 14 | 546654.731 | 214843.814 | 87.609 | 1740R |
| 15 | 546654.972 | 214846.661 | 87.507 | 1740R |
| 16 | 546660.962 | 214860.086 | 96.811 | 1740R |
| 17 | 546639.998 | 214859.830 | 97.605 | 1720R |
| 18 | 546640.107 | 214862.301 | 97.237 | 1720R |
| 19 | 546620.847 | 214867.438 | 97.234 | 1720R |
| 20 | 546603.451 | 214879.712 | 96.622 | 1680R |
| 21 | 546673.145 | 214836.714 | 80.644 | 1760R |
| 22 | 546693.499 | 214834.452 | 80.044 | 1780R |
| 23 | 546694.208 | 214816.146 | 71.092 | 1787.85R |
| 24 | 546686.838 | 214798.401 | 70.660 | 1787.85R |
| 25 | 546675.416 | 214770.846 | 70.286 | 1787.85C |
| 26 | 546668.287 | 214774.012 | 70.496 | 1780C |
| 27 | 546674.346 | 214787.476 | 70.257 | 1780R |
| 28 | 546679.538 | 214800.596 | 70.556 | 1780R |
| 29 | 546681.108 | 214804.184 | 71.930 | 1780R |
| 30 | 546683.935 | 214811.276 | 71.131 | 1780R |
| 31 | 546686.486 | 214816.844 | 71.274 | 1780R |
| 32 | 546687.036 | 214818.155 | 72.150 | 1780R |
| 33 | 546687.372 | 214818.659 | 72.174 | 1780R |
| 34 | 546687.609 | 214819.564 | 70.879 | 1780R |
| 35 | 546688.549 | 214823.589 | 70.849 | 1780R |
| 36 | 관측불가(고저차로 인한 시준 불가) | | | |
| 37 | 관측불가(고저차로 인한 시준 불가) | | | |
| 38 | 546665.047 | 214818.644 | 75.934 | 1760R |
| 39 | 546662.156 | 214808.156 | 70.524 | 1760R |
| 40 | 546655.378 | 214795.114 | 70.546 | 1760R |

| | | | | |
|-----|------------|------------|--------|-------|
| 41 | 546649.563 | 214781.912 | 70.422 | 1760C |
| 42 | 546631.583 | 214789.157 | 70.515 | 1740C |
| 43 | 546636.850 | 214800.802 | 70.492 | 1740R |
| 44 | 546640.203 | 214811.657 | 70.875 | 1740R |
| 45 | 546643.283 | 214818.950 | 72.983 | 1740R |
| 46 | 546648.441 | 214831.530 | 74.954 | 1740R |
| 47 | 546650.756 | 214835.189 | 76.997 | 1740R |
| 48 | 546631.283 | 214840.833 | 76.640 | 1720R |
| 49 | 546629.310 | 214836.047 | 75.134 | 1720R |
| 50 | 546627.122 | 214828.938 | 74.213 | 1720R |
| 51 | 546615.898 | 214853.406 | 80.973 | 1700R |
| 52 | 546613.362 | 214847.932 | 80.429 | 1700R |
| 53 | 546608.412 | 214837.924 | 79.145 | 1700R |
| 54 | 546598.476 | 214865.183 | 81.325 | 1680R |
| 55 | 546588.729 | 214844.079 | 80.607 | 1680R |
| 56 | 546587.365 | 214842.313 | 81.598 | 1680R |
| 57 | 546586.896 | 214838.371 | 81.954 | 1680R |
| 59 | 546625.089 | 214825.662 | 68.809 | 1720R |
| 60 | 546624.380 | 214823.756 | 68.996 | 1720R |
| 61 | 546623.207 | 214820.765 | 70.816 | 1720R |
| 62 | 546618.316 | 214810.235 | 70.451 | 1720R |
| 63 | 546613.166 | 214797.439 | 70.492 | 1720C |
| 64 | 546594.272 | 214805.199 | 70.307 | 1700C |
| 65 | 546599.155 | 214815.714 | 70.365 | 1700R |
| 66 | 546601.823 | 214822.631 | 70.316 | 1700R |
| 67 | 546602.146 | 214824.082 | 70.900 | 1700R |
| 68 | 546606.287 | 214832.547 | 71.944 | 1700R |
| 69 | 546582.662 | 214827.872 | 71.207 | 1680R |
| 70 | 546581.287 | 214824.521 | 70.563 | 1680R |
| 71 | 546577.907 | 214816.432 | 70.213 | 1680R |
| 72 | 546576.129 | 214813.145 | 70.248 | 1680C |
| 73 | 546554.437 | 214812.689 | 70.541 | 1660L |
| 74 | 546550.009 | 214800.936 | 70.413 | 1660L |
| 75 | 546568.256 | 214794.058 | 70.440 | 1680L |
| 76 | 546573.831 | 214806.917 | 70.252 | 1680L |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 819 | 547659.676 | 214294.350 | 51.304 | 2880L |

2) 드론 영상

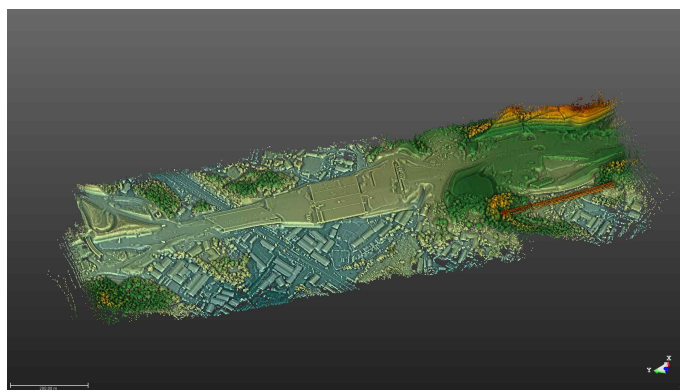
- 드론 영상은 이착륙 장소, 주변 지형지물 등을 고려할 때 수직이착륙형의 활용이 적절할 것으로 판단되어 WingtraOne Gen II 활용
- 비행고도 150m, 종·횡 중복도 80%, GSD(Ground Sample Distance) 2cm
- PPK(Post Processed Kinematic) 방식 적용



<그림 4-4> 드론 영상 데이터

3) 드론 레이저 스캐너

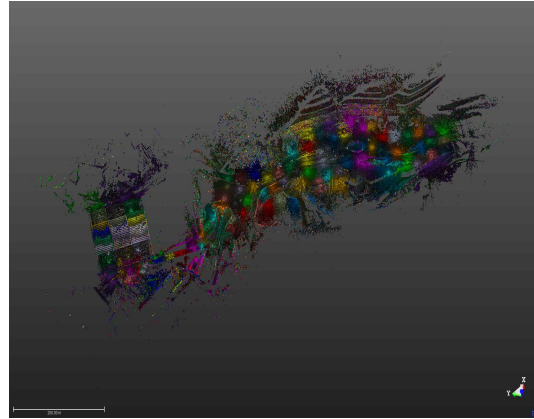
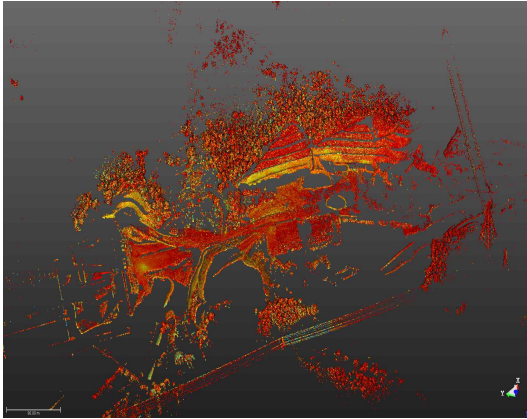
- 드론 레이저 스캐너는 YellowScan Mapper 활용
- 비행고도 80m
- 지상의 기지점에 GNSS 장비를 설치하여 기선처리로 정확한 비행궤적을 계산하는 PPK(Post Processed Kinematic) 방식 적용



<그림 4-5> 드론 레이저 스캐너 데이터

4) 지상형 레이저 스캐너

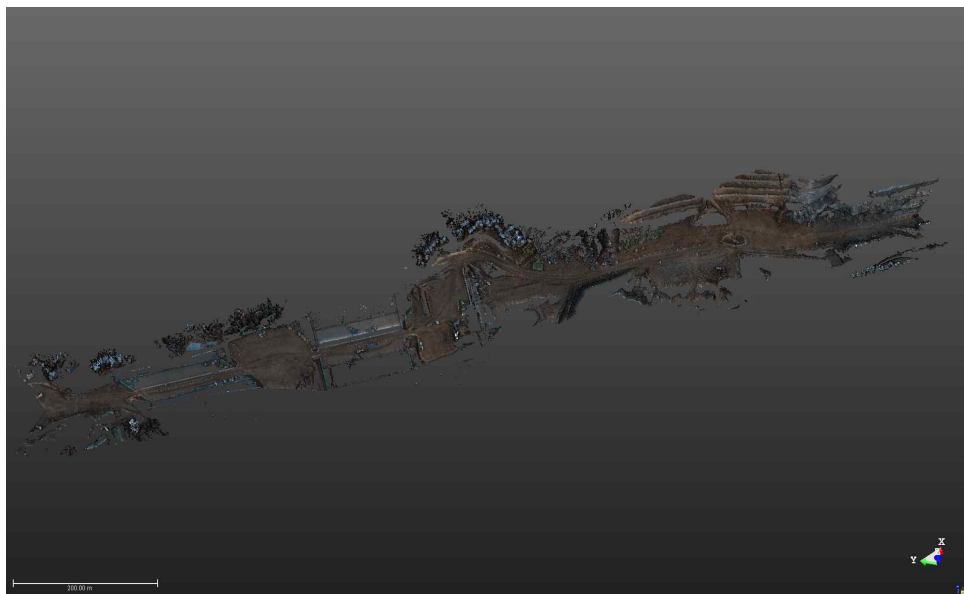
- 지상형 레이저 스캐너는 Trimble TX8 및 X12 활용
- Georeferencing을 위해 스캐닝 토탈스테이션 장비로 기준 성과 취득



<그림 4-6> 스캐닝 토탈스테이션 데이터 <그림 4-7> 지상형 레이저 스캐너 데이터

5) 모바일 맵핑 시스템

- 모바일 맵핑 시스템은 Trimble MX50 활용



<그림 4-8> 모바일 맵핑 시스템 데이터

나. 실험지역 자료 후처리

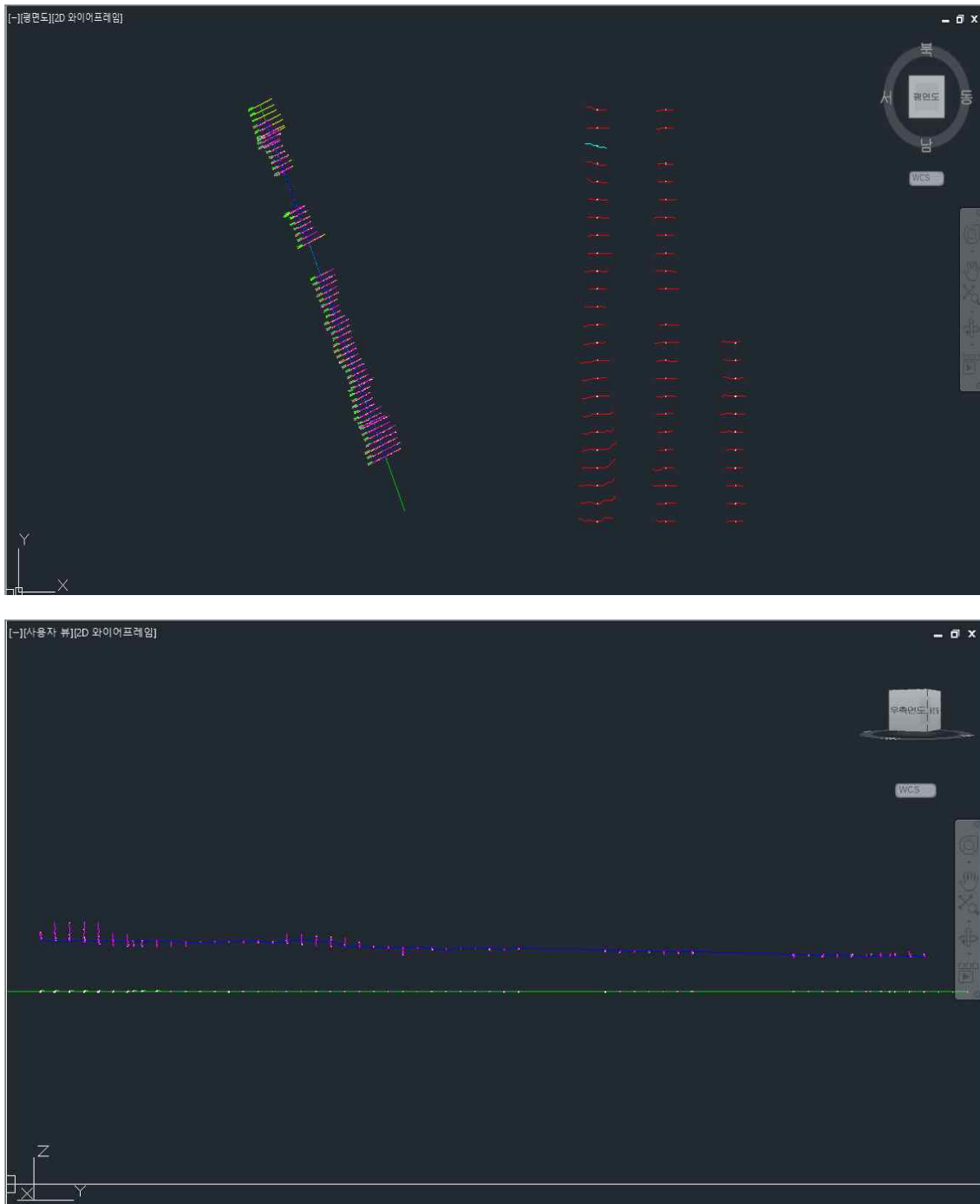
실험에 적용된 장비별 자료처리 과정은 다음과 같다.

<표 4-8> 장비 별 자료처리 과정

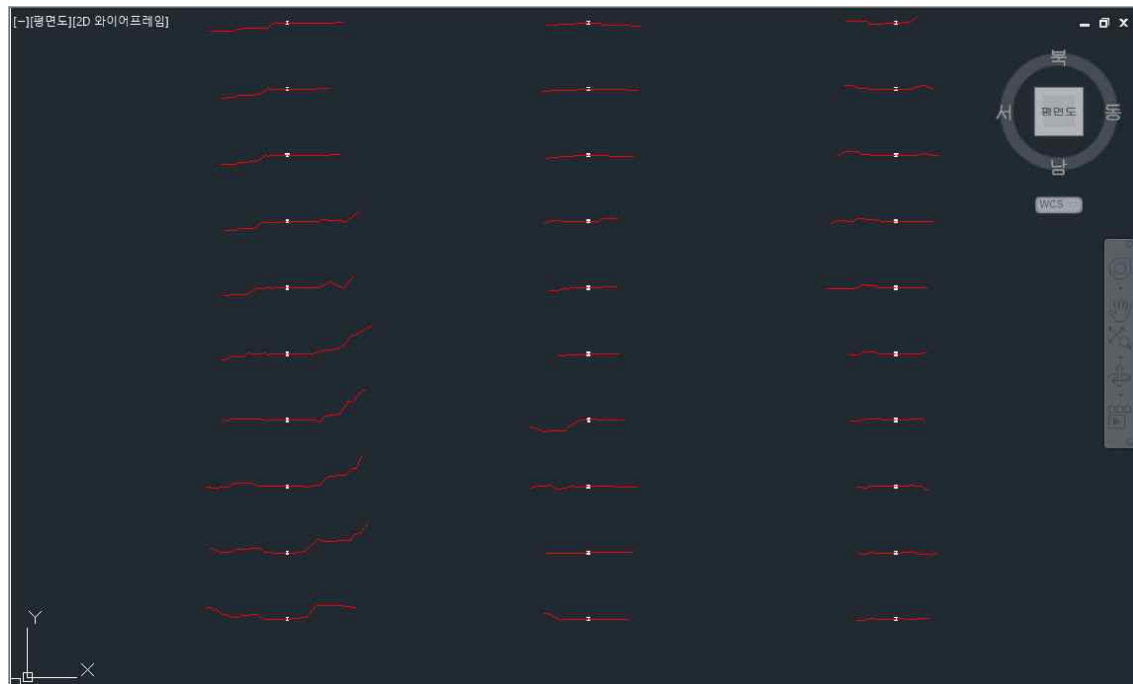
| 구분 | 자료처리 과정 | 비고 |
|----------------|--|--|
| GNSS | <ul style="list-style-type: none"> - 측량성과 csv 파일 작성 - 종단도, 횡단도 생성 | AutoCAD |
| 드론 영상 | <ul style="list-style-type: none"> - 타이포인트 생성 → GCP 관측 → 항공삼각 측량 → DSM 생성 → 정사영상 생성 - DSM, 정사영상 생성 | Pix4D |
| 드론 레이저 스캐너 | <ul style="list-style-type: none"> - 경로처리 → 성과물 생성 - 포인트클라우드 데이터 생성 | POSPac, Cloud Station |
| 지상형 레이저 스캐너 측량 | <ul style="list-style-type: none"> - Registration → Georeferencing - 포인트클라우드 데이터 생성 | Trimble Business Center, Trimble Realworks |
| 모바일맵핑 시스템 측량 | <ul style="list-style-type: none"> - 경로처리 → 성과물 생성 - 포인트클라우드 데이터 생성 | POSPac, Trimble Business Center |
| 토탈스테이션 측량 | <ul style="list-style-type: none"> - 측량성과 csv 파일 작성 - 종단도, 횡단도 생성 | AutoCAD |

1) GNSS 성과

- 측량 성과를 csv 파일로 작성하고, 스테이션별 종단도 및 횡단도 작성



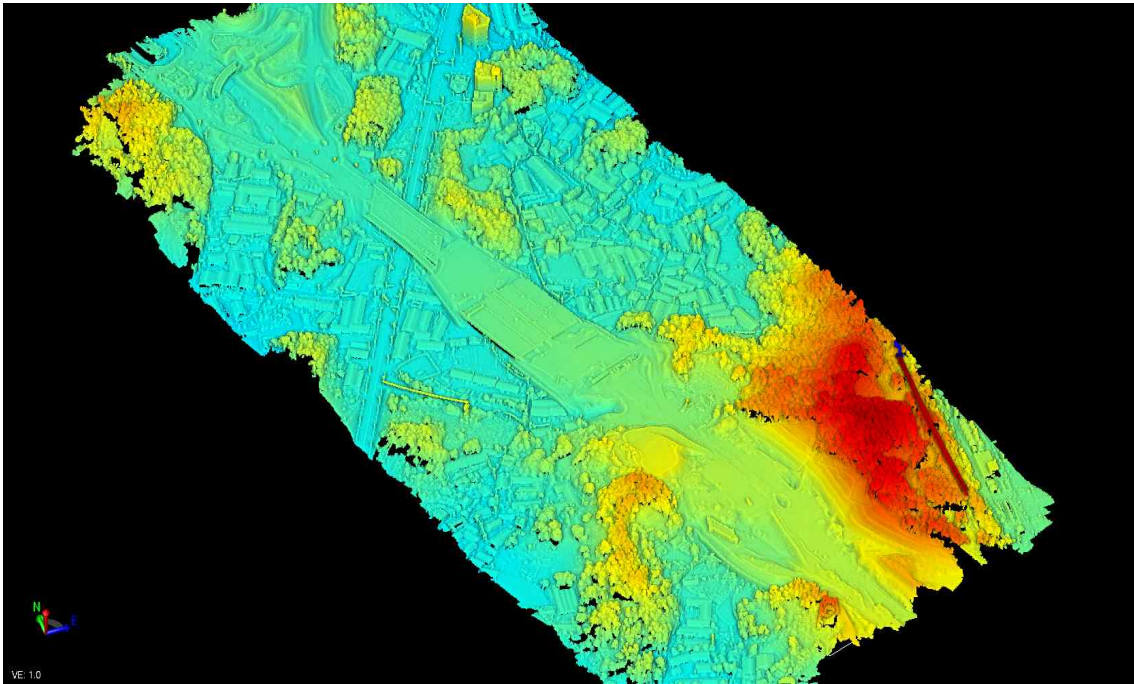
<그림 4-9> GNSS 성과 1



<그림 4-10> GNSS 성과 2

2) 드론 영상 성과

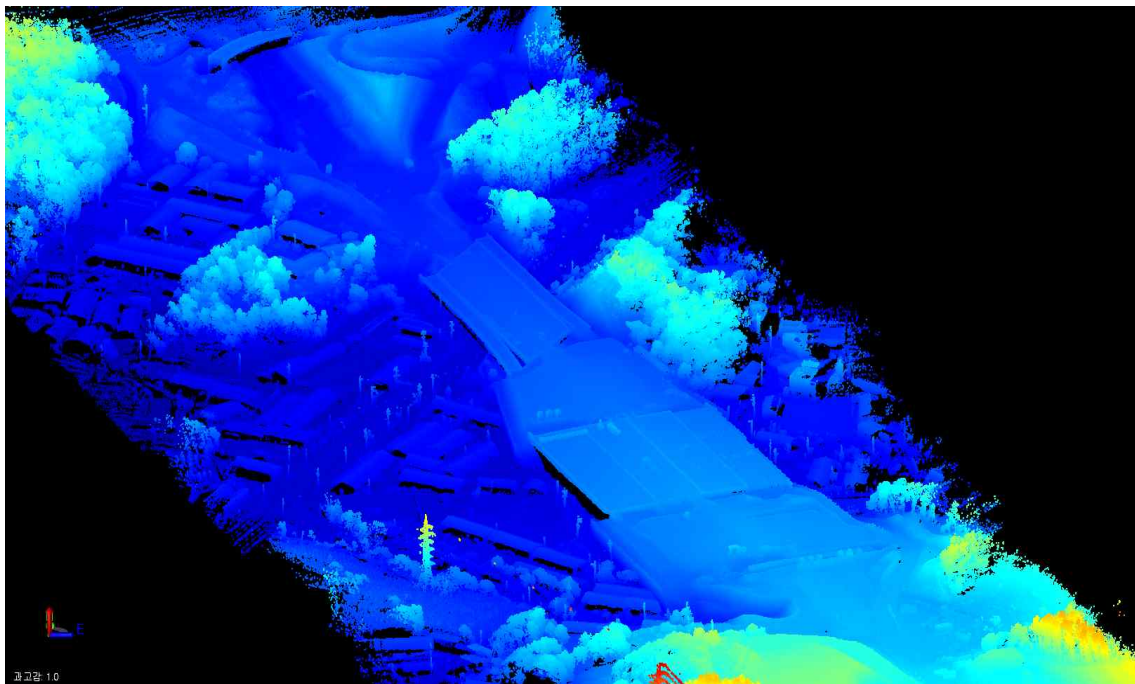
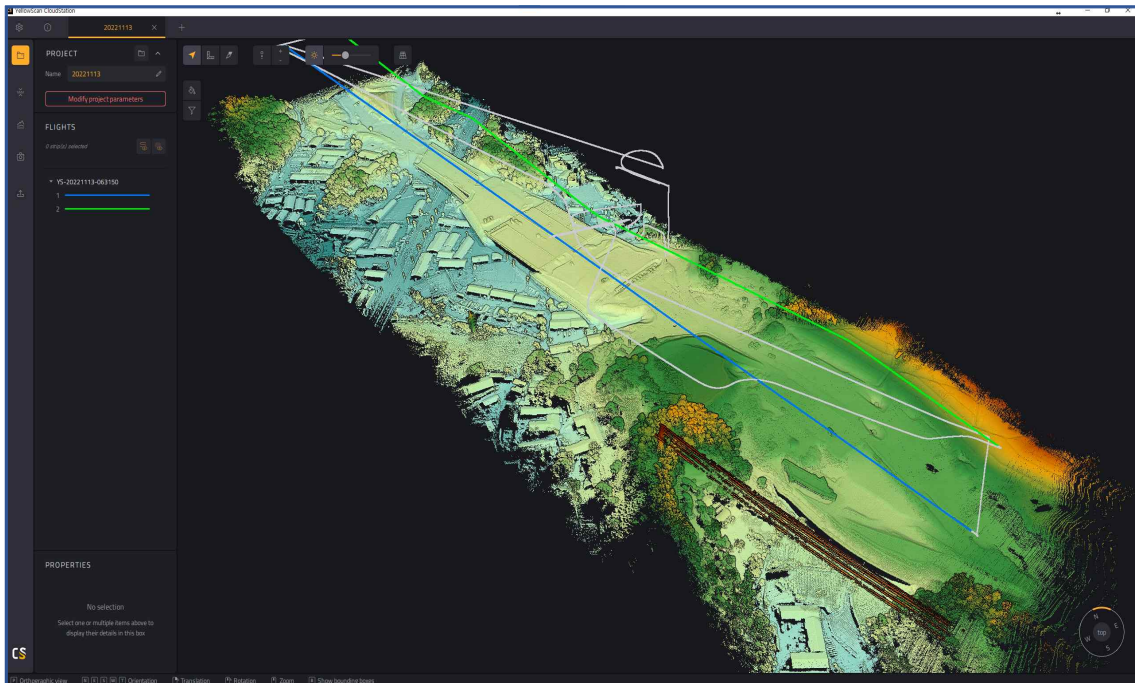
- DSM 및 정사영상 생성



<그림 4-11> 드론 영상 성과

3) 드론 레이저 스캐너 성과

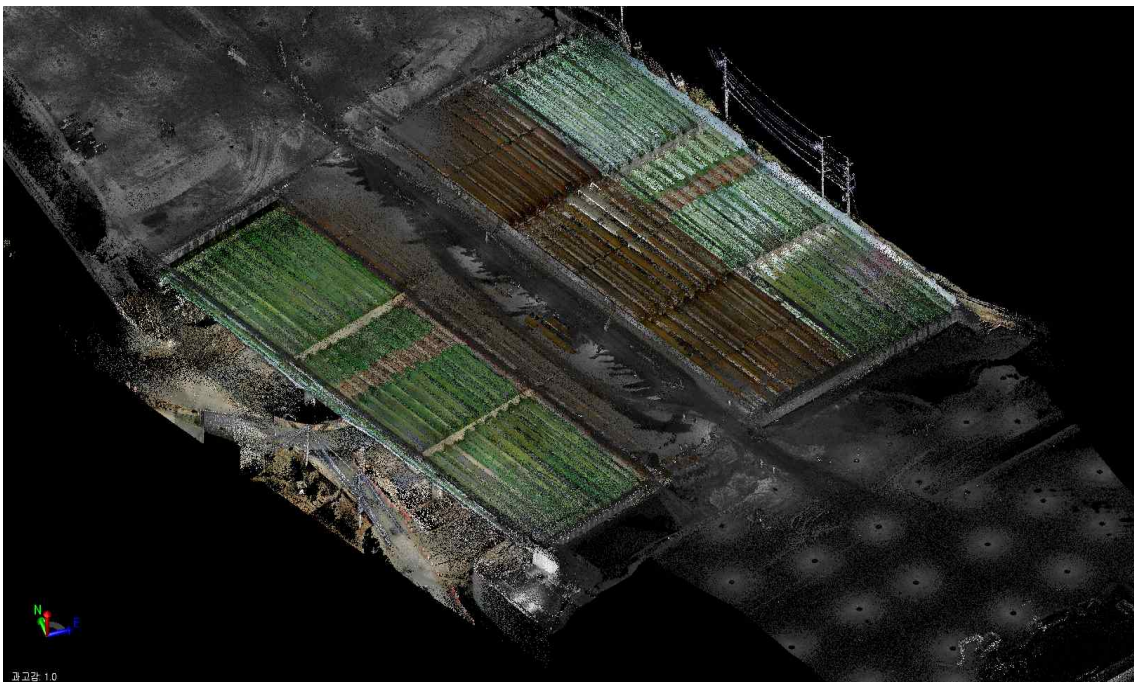
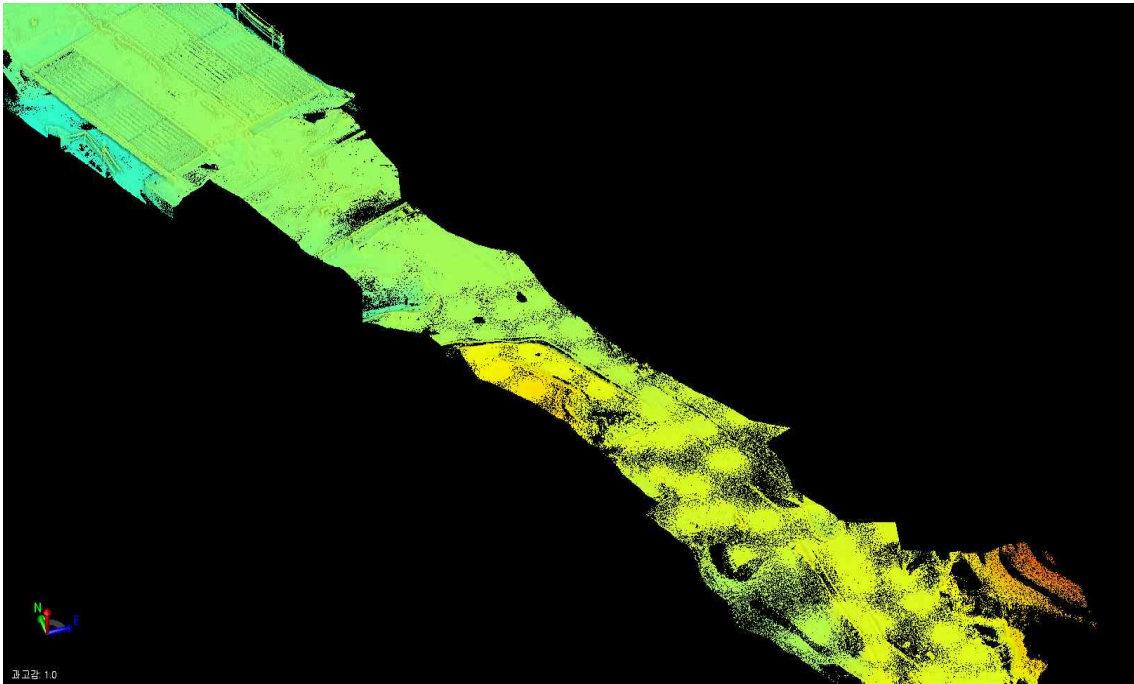
- 포인트클라우드 생성



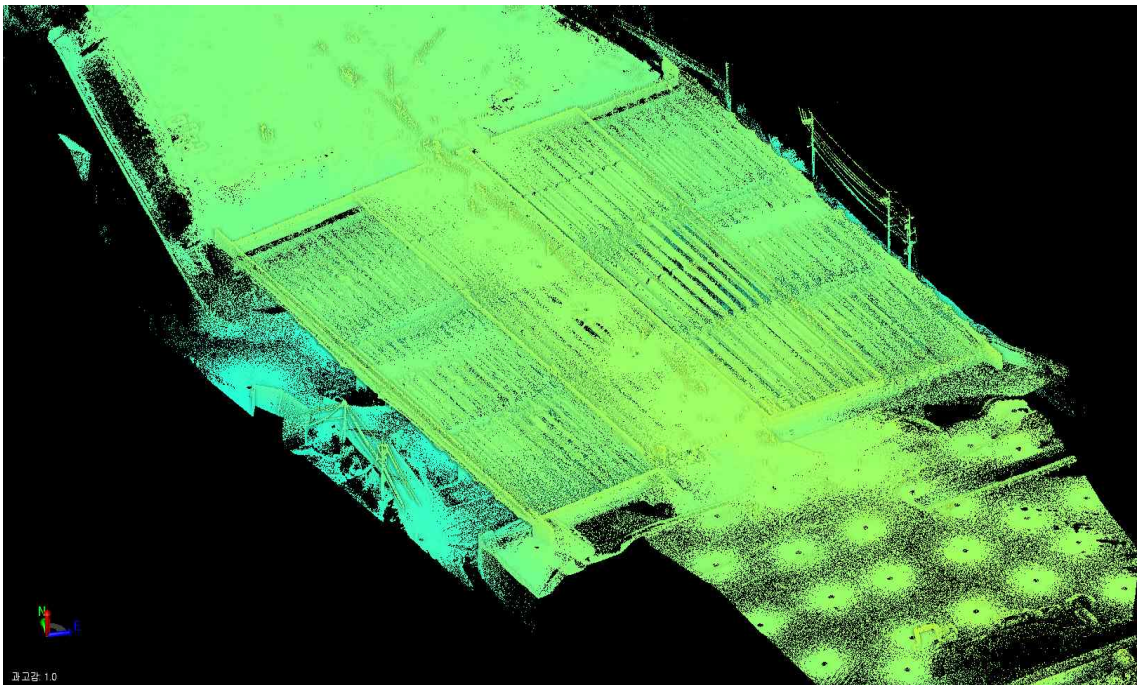
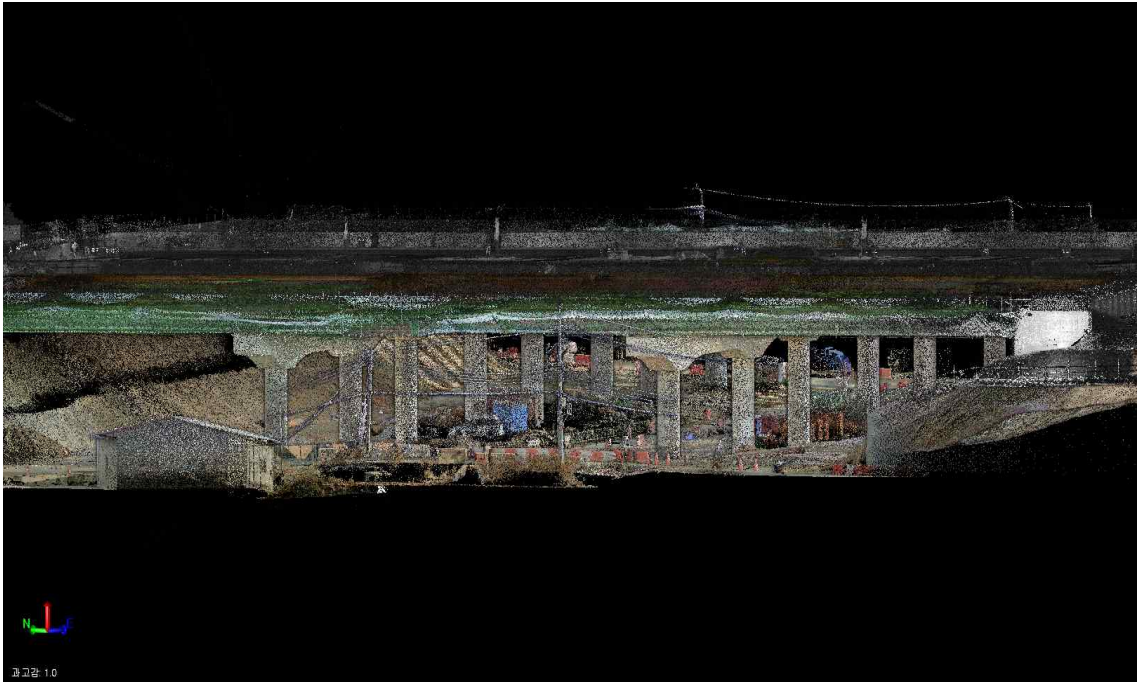
<그림 4-12> 드론 레이저 스캐너 성과

4) 지상형 레이저 스캐너 성과

- 포인트클라우드 생성



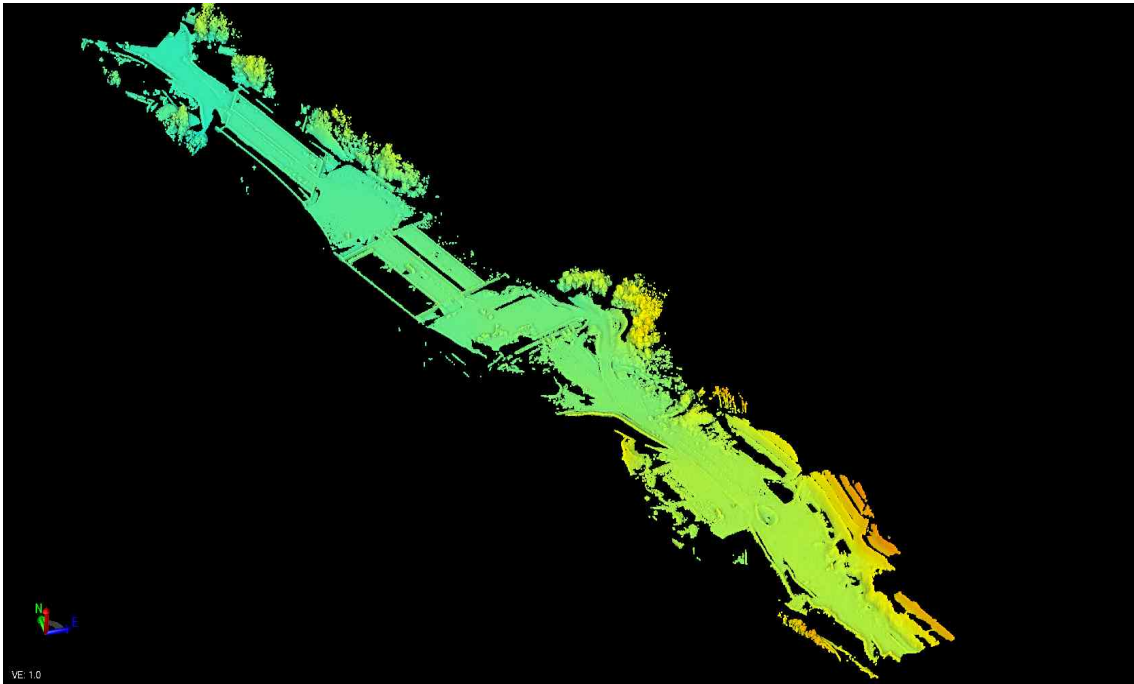
<그림 4-13> 지상형 레이저 스캐너 성과 1



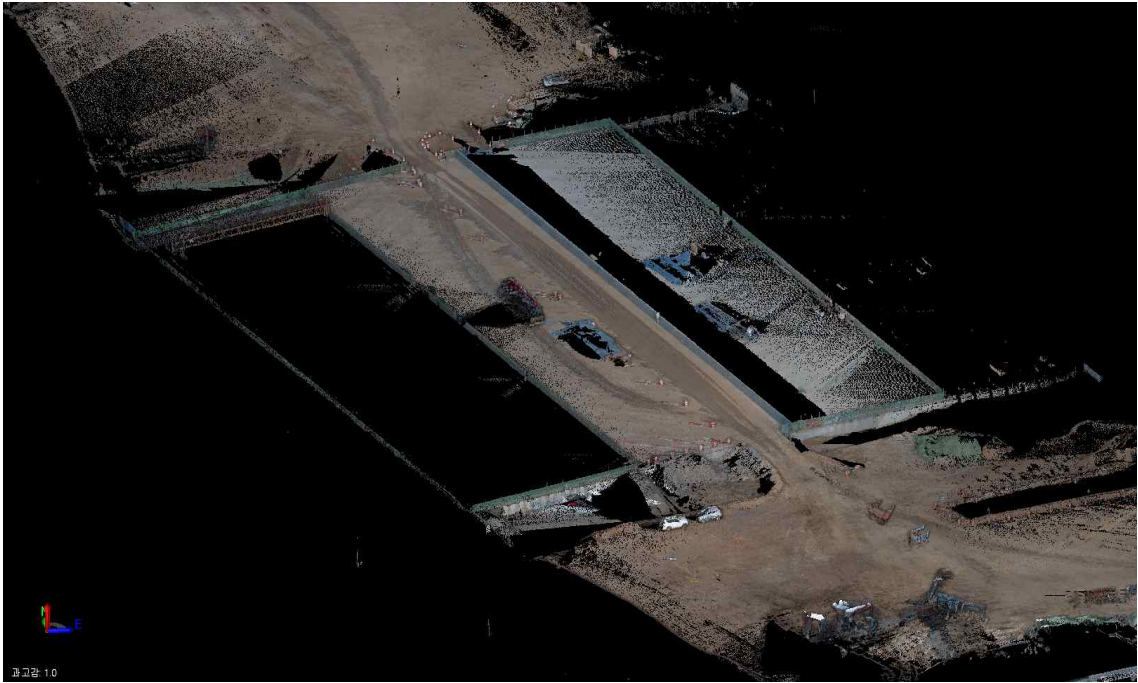
<그림 4-14> 지상형 레이저 스캐너 성과 2

5) 모바일 맵핑 시스템 측량

- 포인트클라우드 생성



<그림 4-15> 모바일 맵핑 시스템 성과 1



<그림 4-16> 모바일 맵핑 시스템 성과 2

4. 기존 처리 방법과 비교분석 후 적용방안 도출 및 제시

본 과업에서는 기존 처리방법(GNSS, 토탈스테이션)과 대상지에 대한 자료 수집, 자료처리 과정에 대해 비교하고, 드론 영상, 지상형 레이저 스캐너, 모바일 맵핑시스템의 정확도를 분석하는 한편, 적용 방안 도출을 위한 단면 분석을 수행하였다.

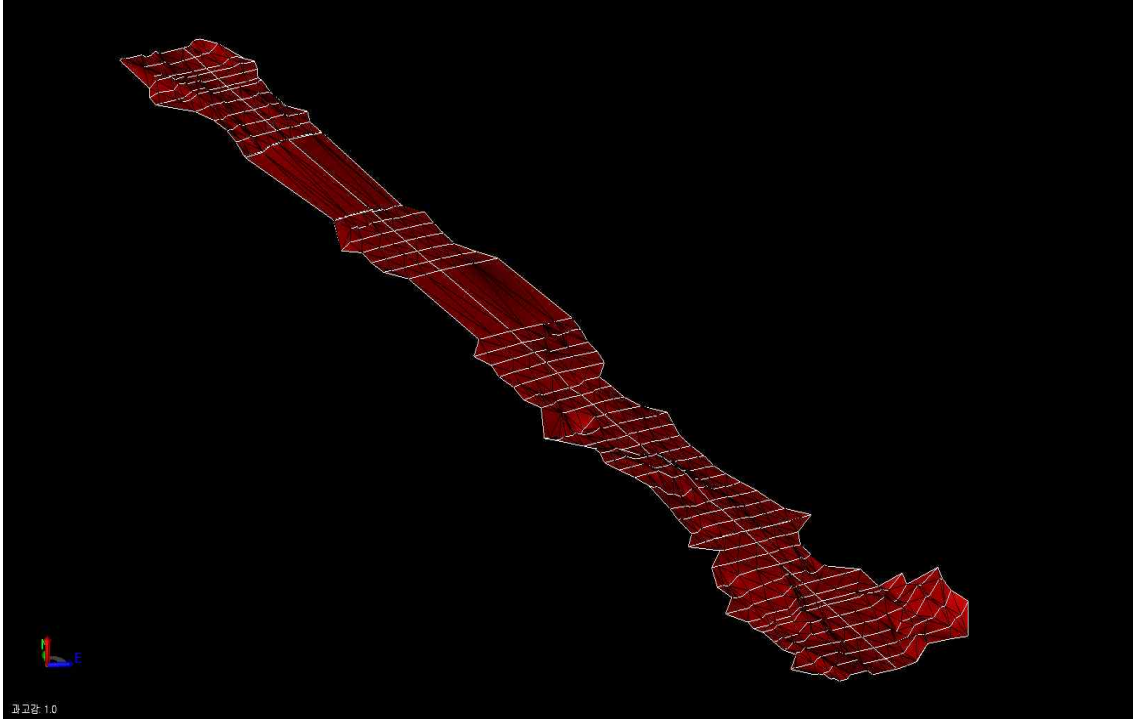
1) 데이터 분석을 위한 준비

- 데이터 분석을 위해 각 방법별 성과물을 이용하여 지면 추출, 횡단 추출, 정확도 평가를 위한 좌표 성과 취득 수행

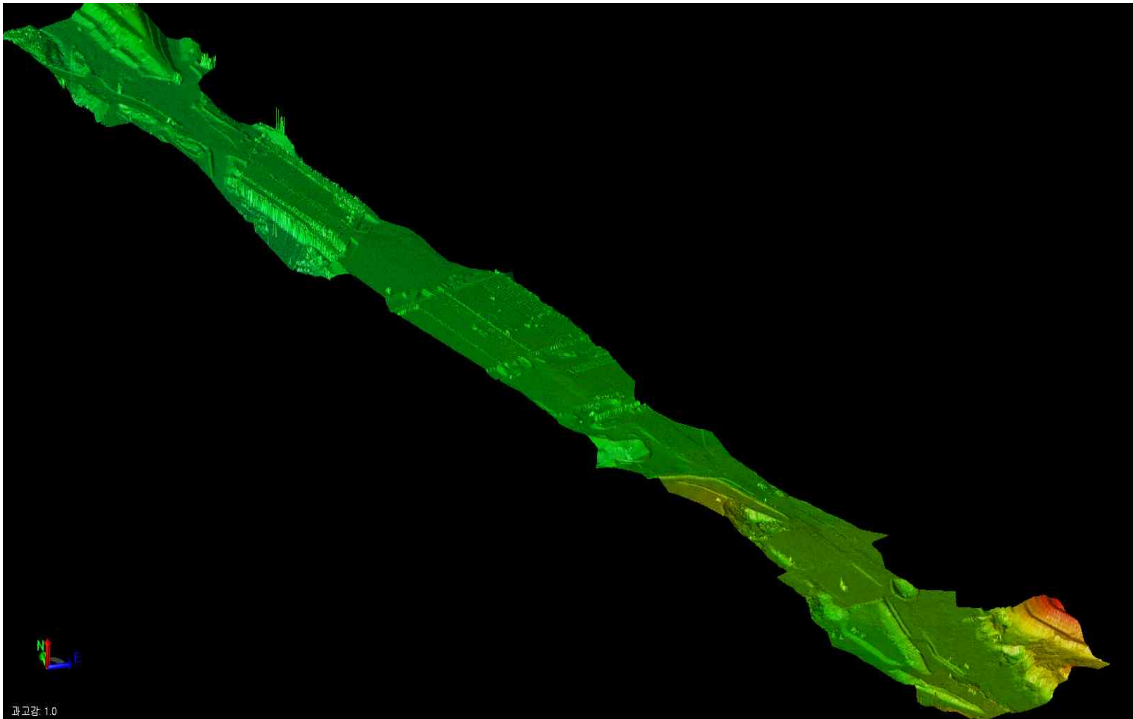
<표 4-9> 데이터 분석 준비

| 구분 | 내용 | 비고 |
|-------------|--|----|
| GNSS 측량 | - 토공량 분석을 위한 면처리 | |
| 드론 영상 | - 횡단추출을 위한 DSM 데이터 면처리 | |
| 드론 레이저 스캐너 | - 횡단추출을 위한 DEM* 데이터 면처리 *DEM 생성을 위한 지면추출 선행 | |
| 지상형 레이저 스캐너 | - 횡단추출을 위한 DEM* 데이터 면처리 *DEM 생성을 위한 지면추출 선행 | |
| 모바일맵핑 시스템 | - 횡단추출을 위한 DEM* 데이터 면처리 *DEM 생성을 위한 지면추출 선행 | |
| 토탈스테이션 | - 토공량 분석을 위한 데이터 면처리 | |

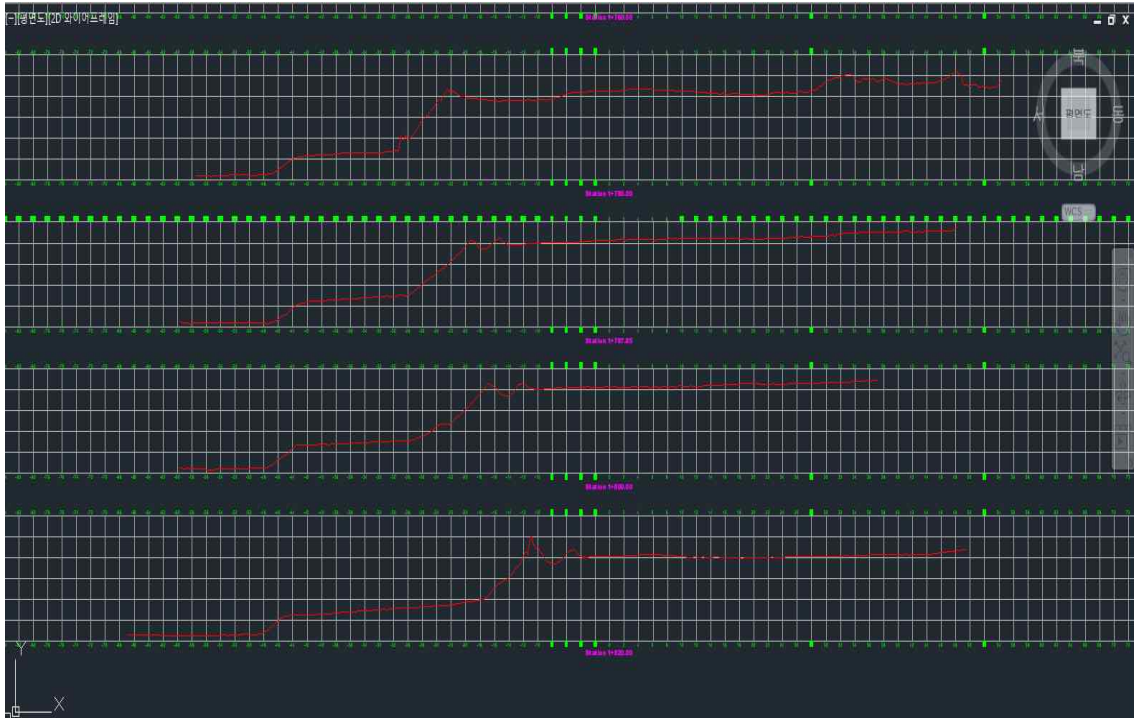
- 각 방법별 분석 준비 데이터 현황은 다음과 같음



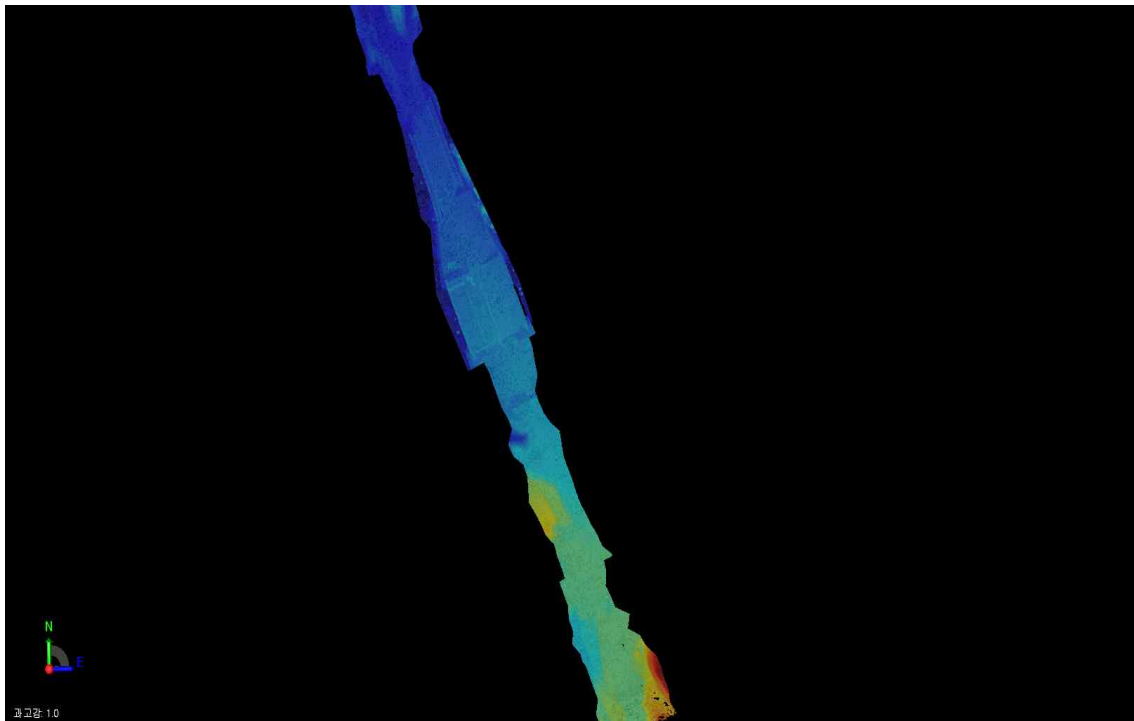
<그림 4-17> GNSS 성과 면처리



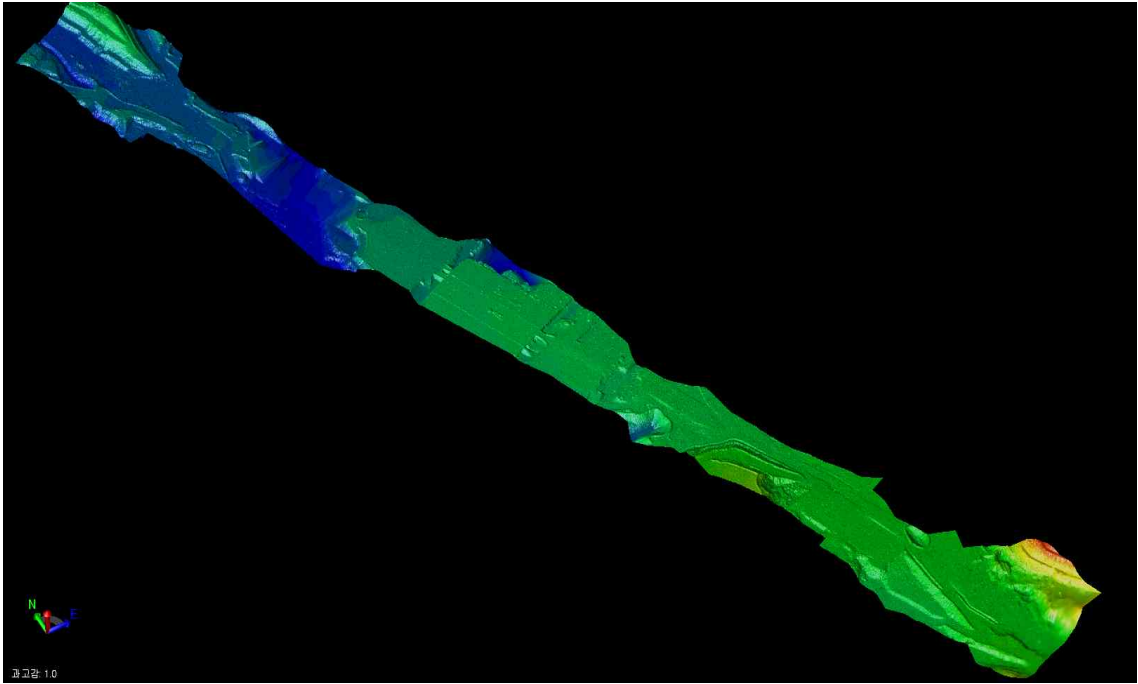
<그림 4-18> 드론 영상 성과 DSM 활용 면처리



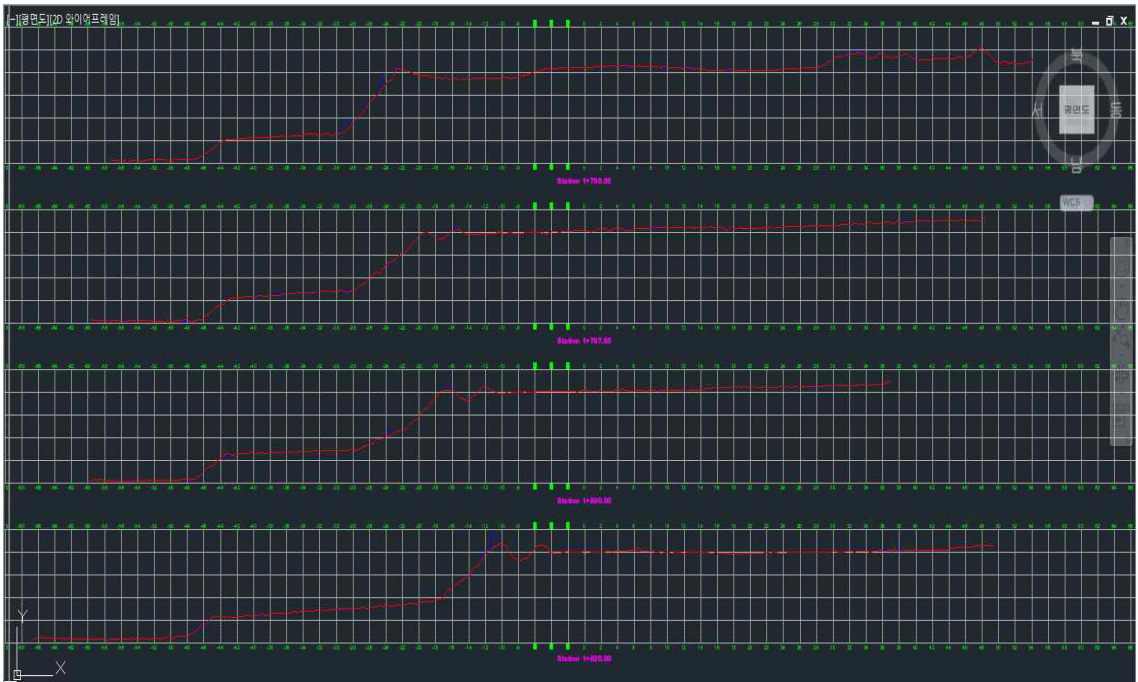
<그림 4-19> 드론 영상 활용 횡단 추출



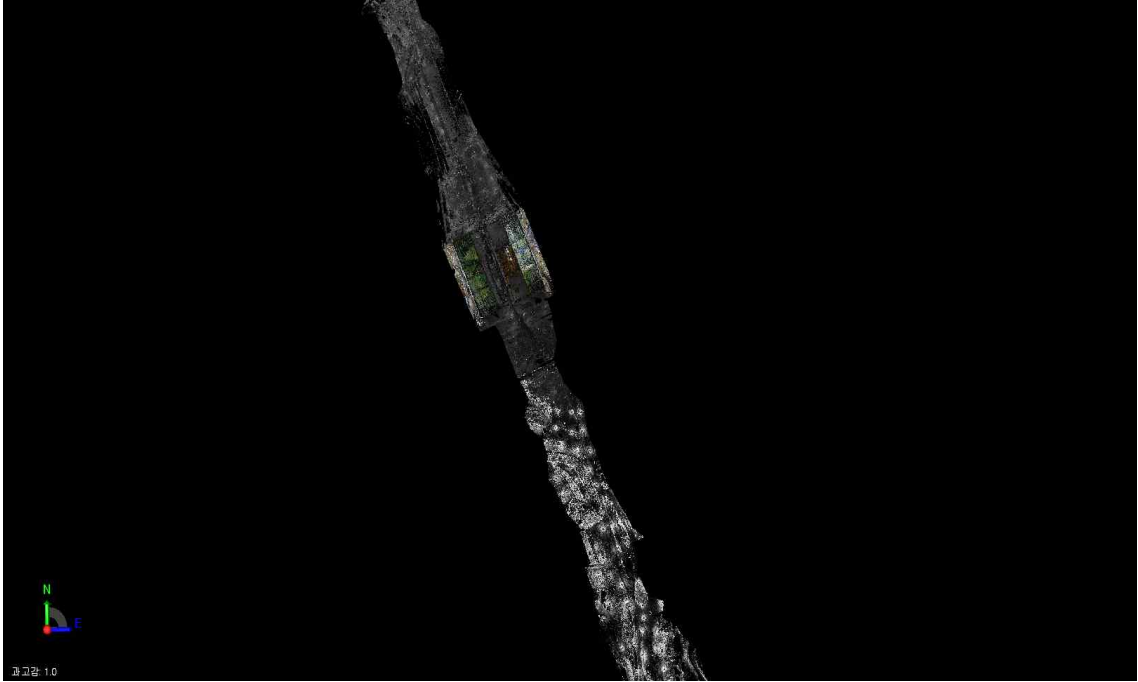
<그림 4-20> 드론 레이저 스캐너 데이터 지면 추출



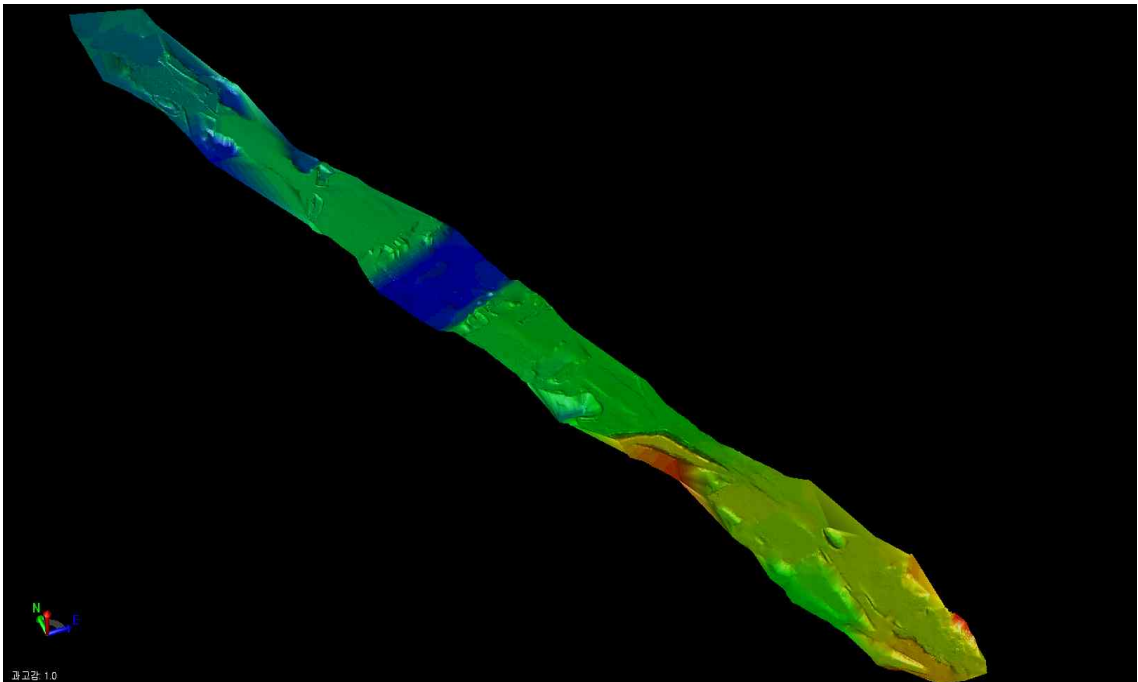
<그림 4-21> 드론 레이저 스캐너 데이터 먼처리



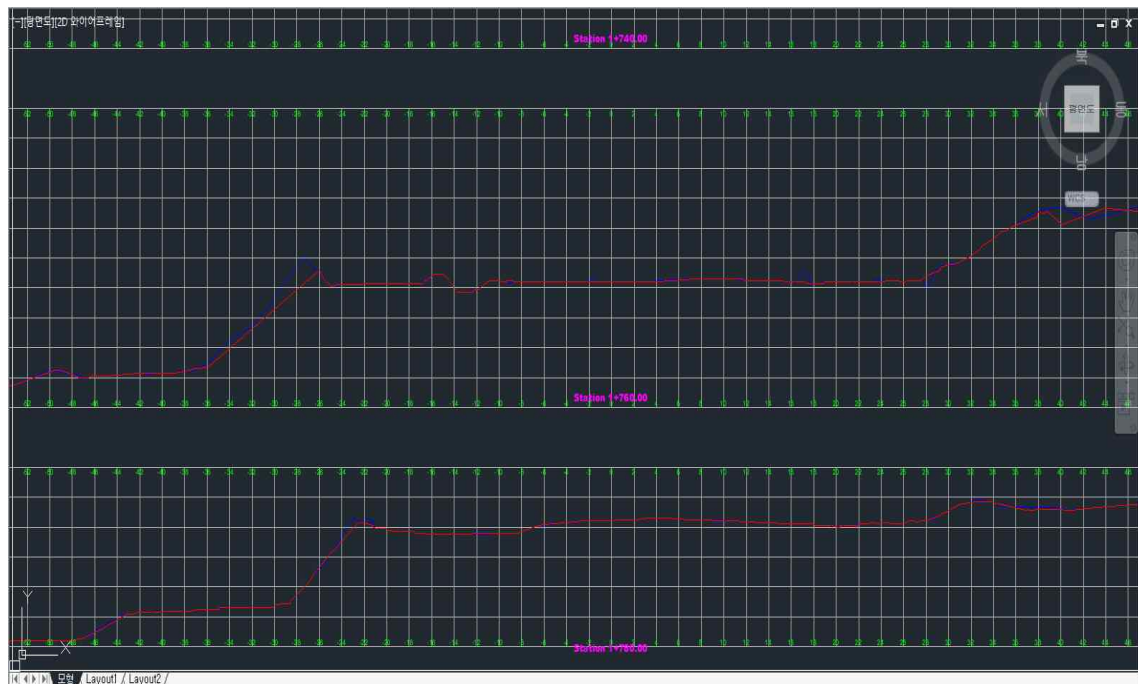
<그림 4-22> 드론 레이저 스캐너 활용 횡단 추출



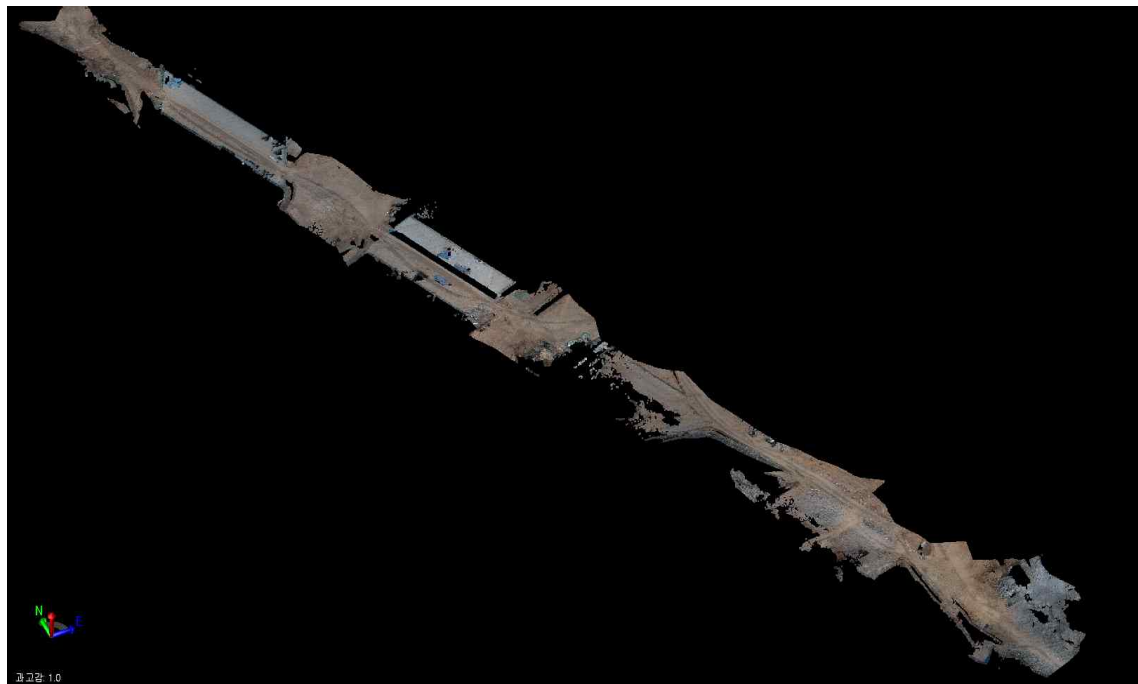
<그림 4-23> 지상 레이저 스캐너 데이터 지면 추출



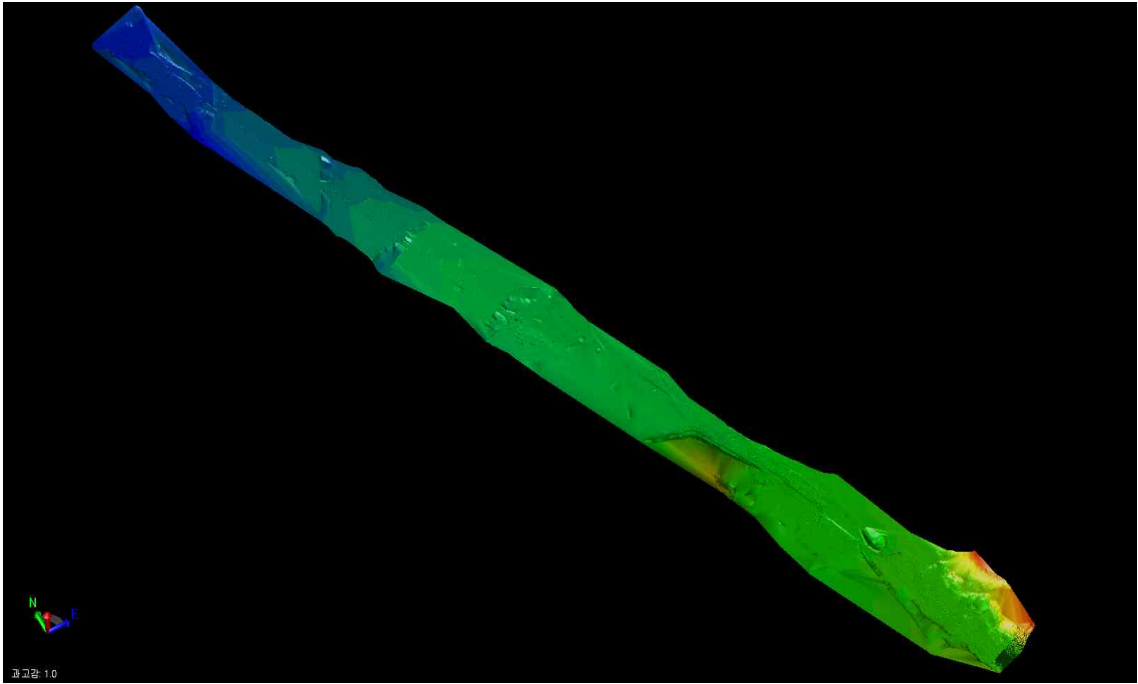
<그림 4-24> 지상 레이저 스캐너 데이터 면처리



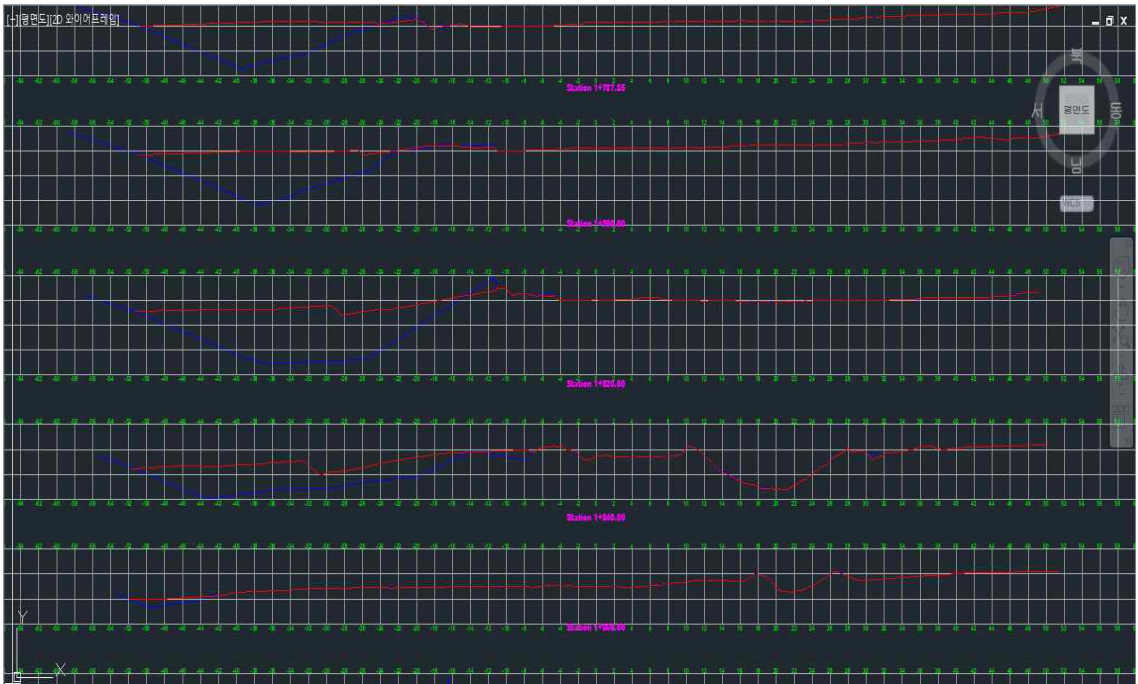
<그림 4-25> 지상 레이저 스캐너 활용 횡단 추출



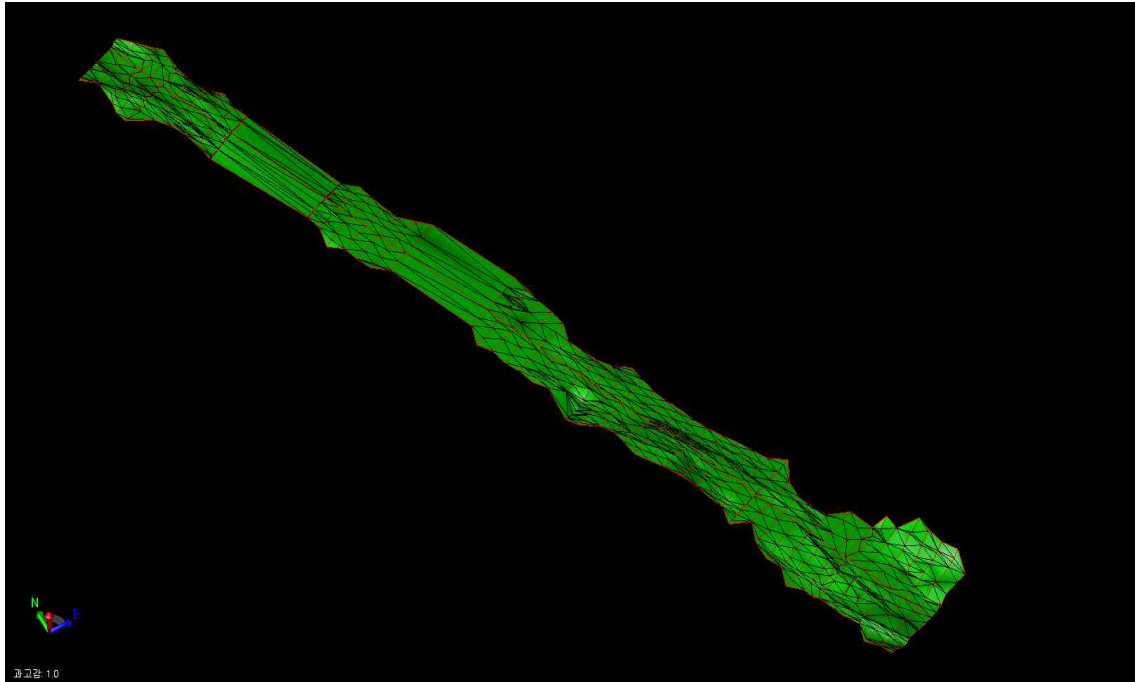
<그림 4-26> 모바일 맵핑 시스템 데이터 지면 추출



<그림 4-27> 모바일 맵핑 시스템 데이터 면처리



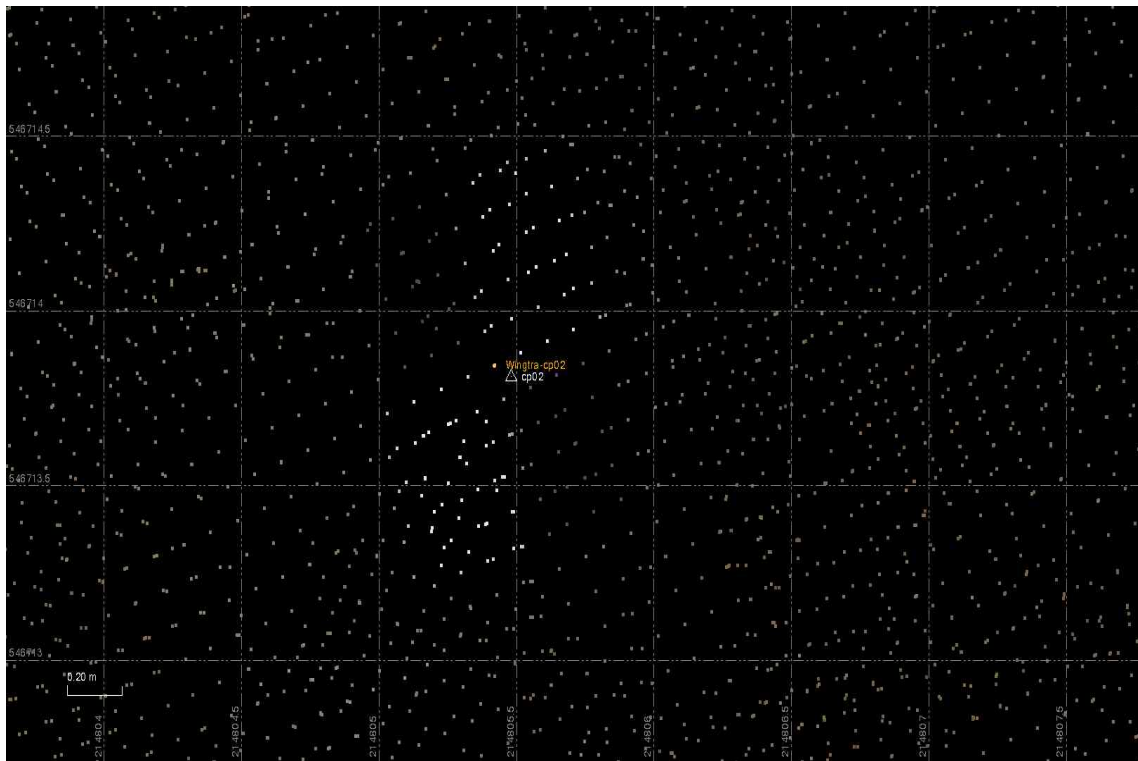
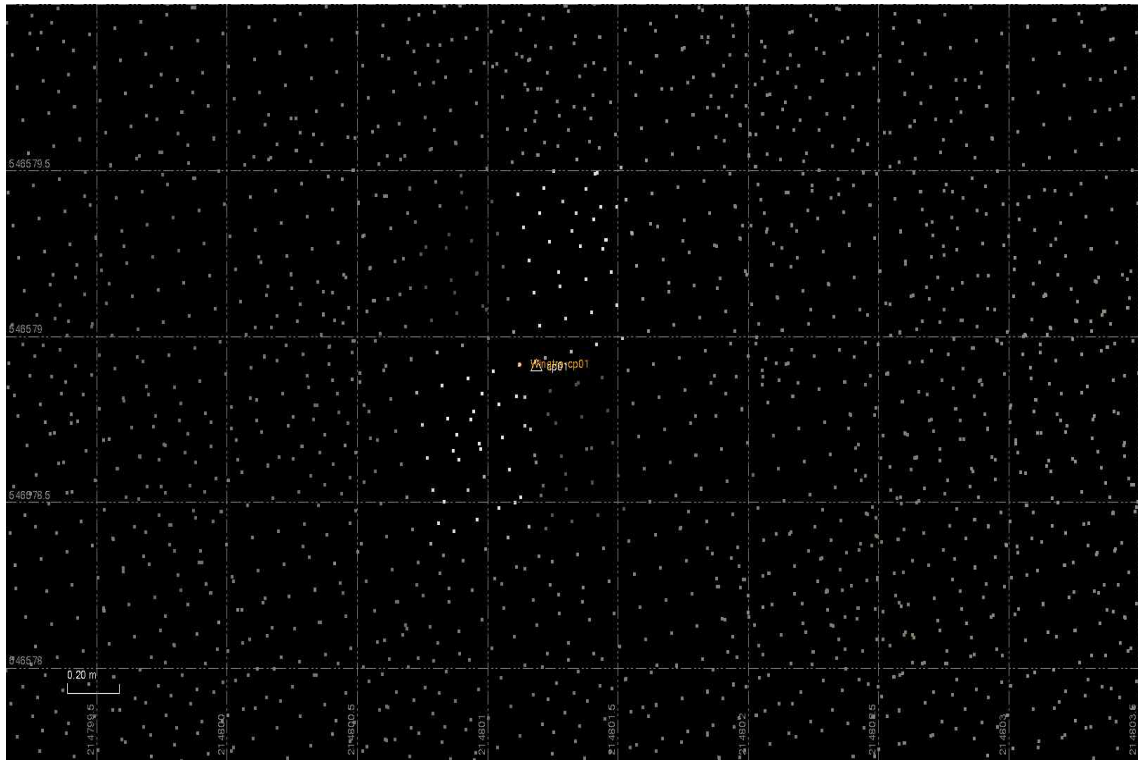
<그림 4-28> 모바일 맵핑 시스템 활용 횡단 추출



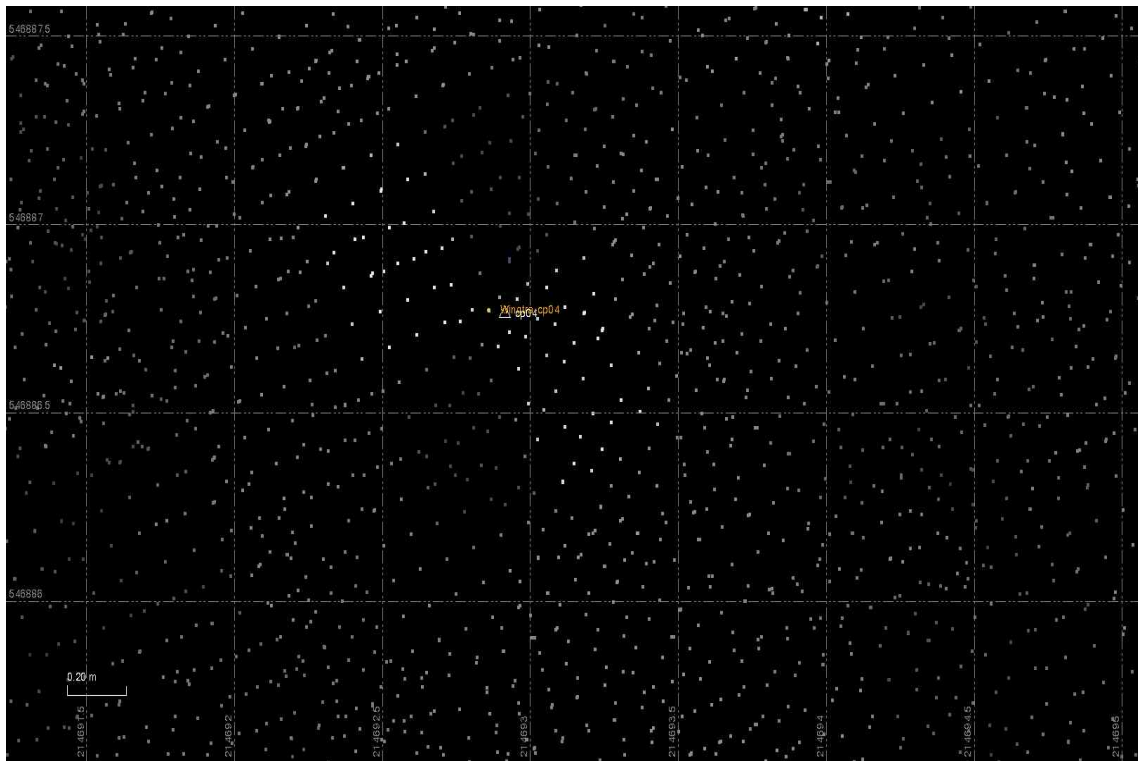
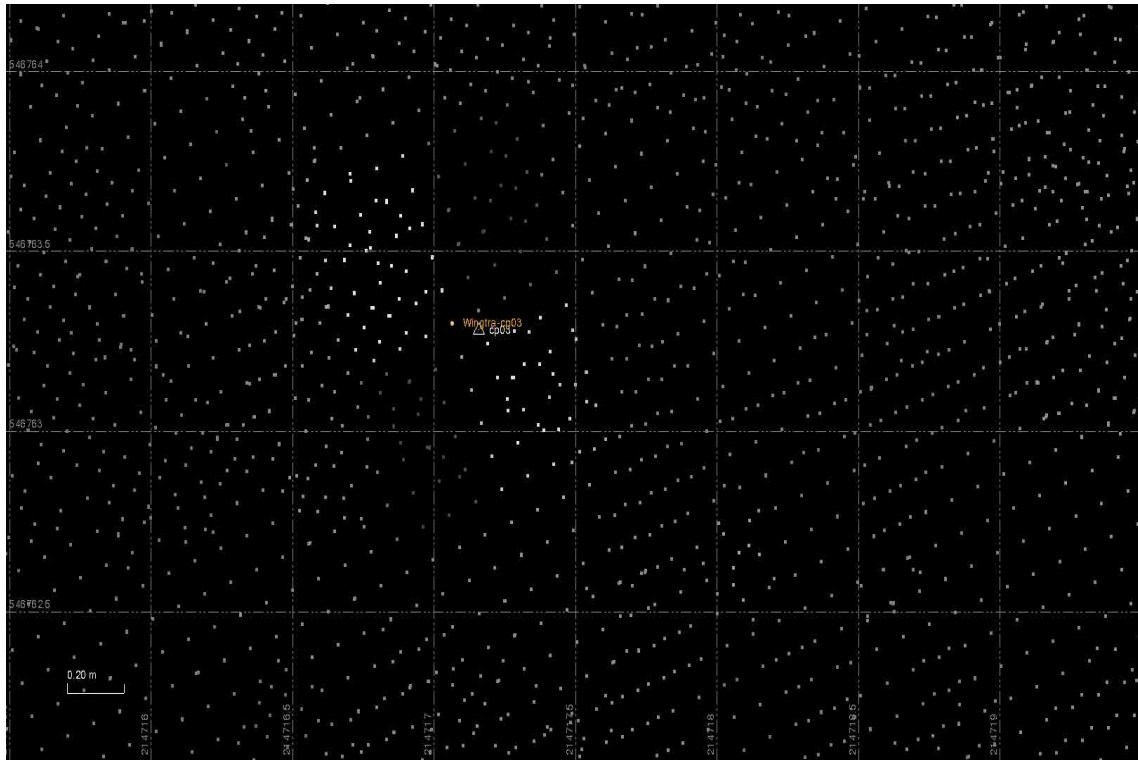
<그림 4-29> 토탈스테이션 성과 면처리

2) 정확도 평가

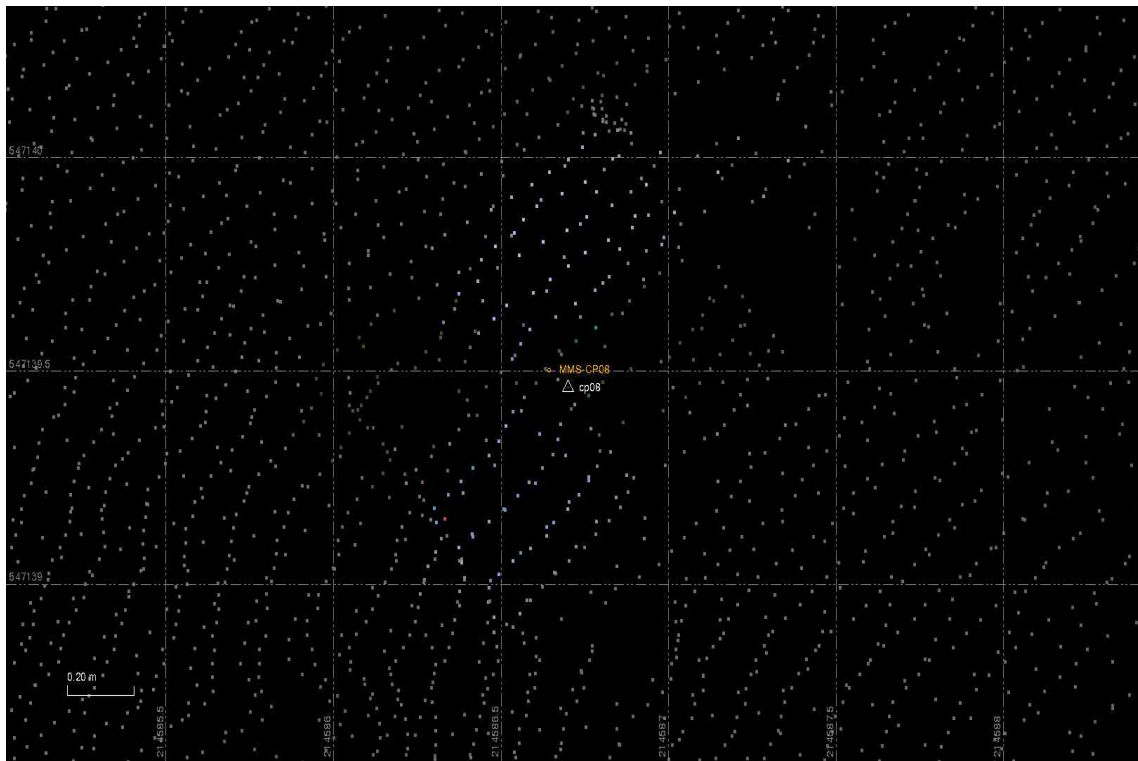
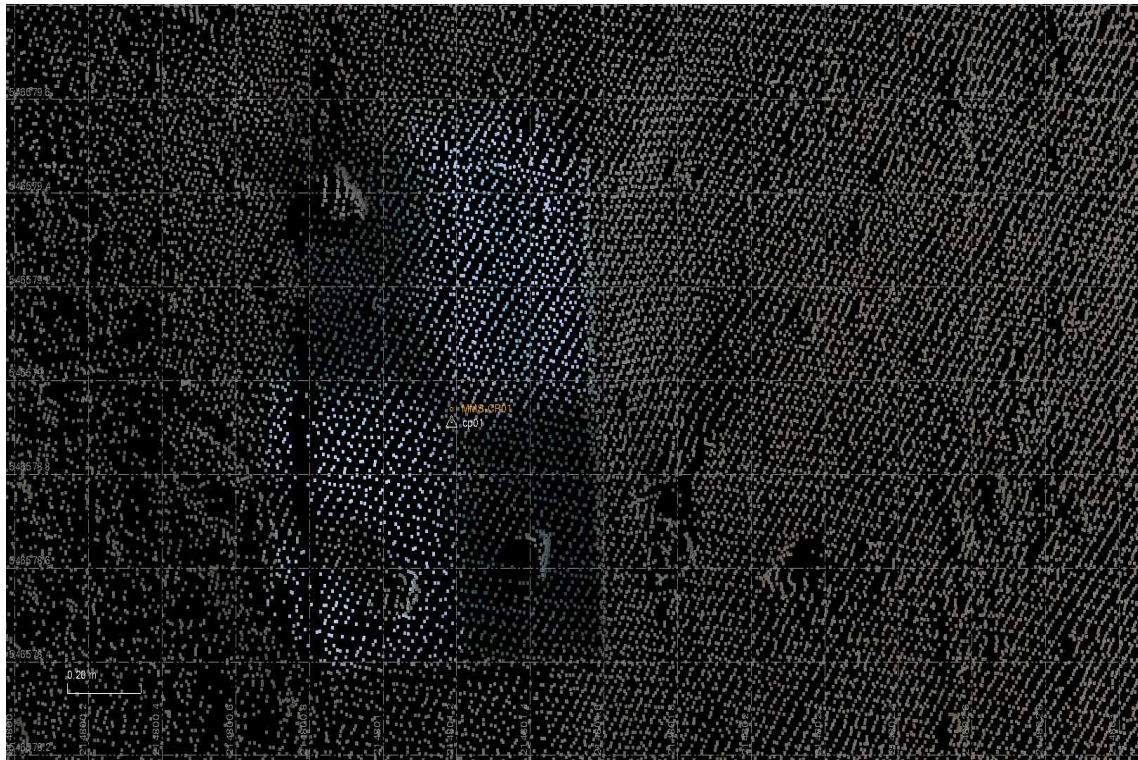
- 정확도 평가는 15점의 검사점 성과와 드론 영상, 지상형 레이저 스캐너, 모바일맵핑 시스템 성과를 비교함
- 구분할 수 있는 검사점의 중앙 좌표를 독취하여 GNSS 측량 성과와 편차를 산정함
- 드론 레이저 스캐너의 경우 컬러값이 없어 검사점의 구분이 어려워 정확도 평가에서 제외함



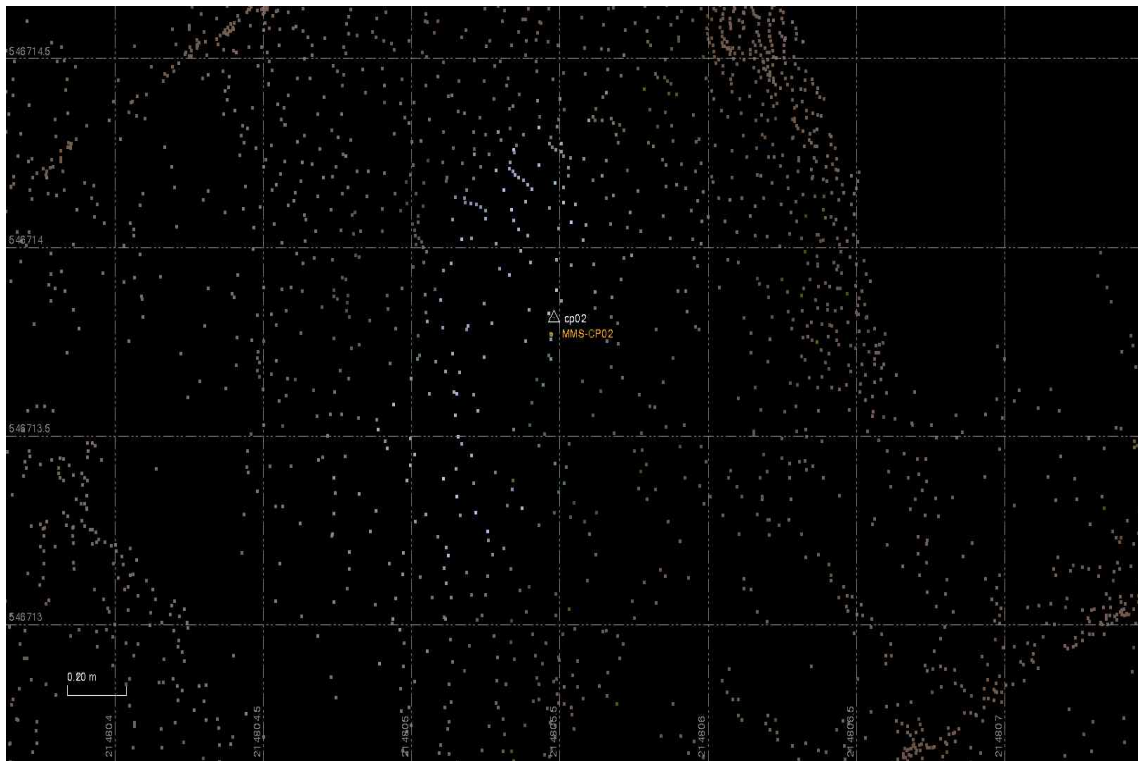
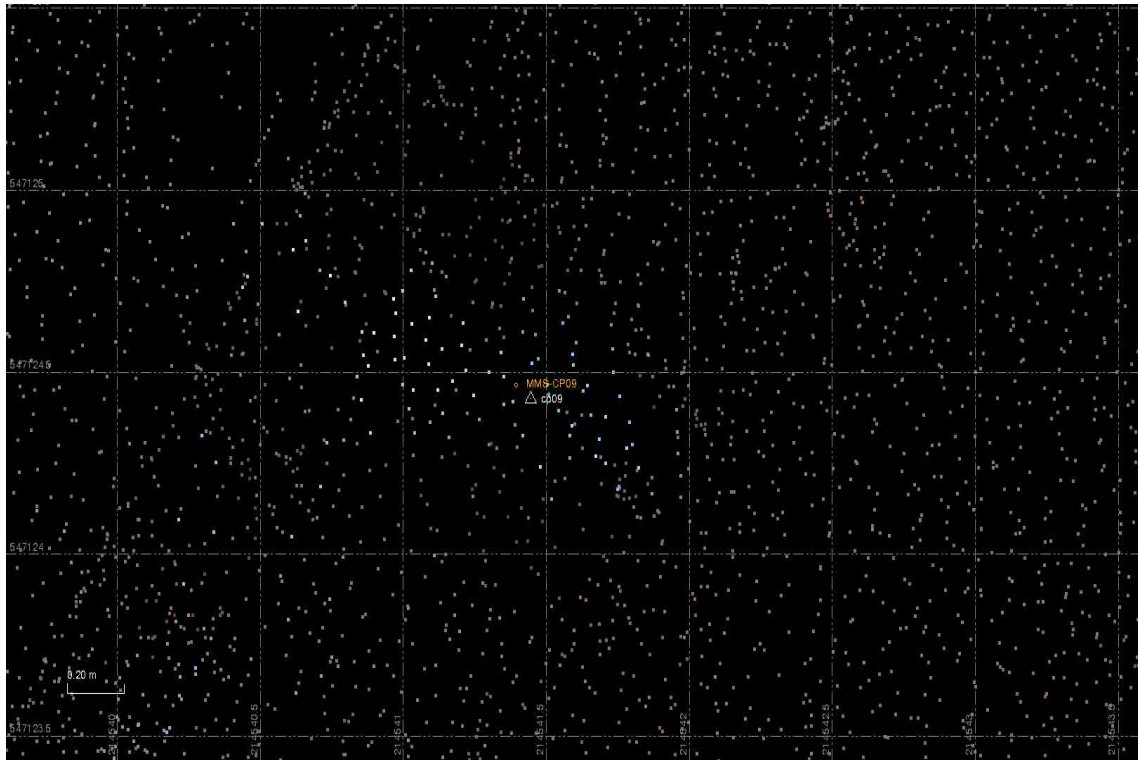
<그림 4-30> 드론 영상 검사점 좌표 취득 1



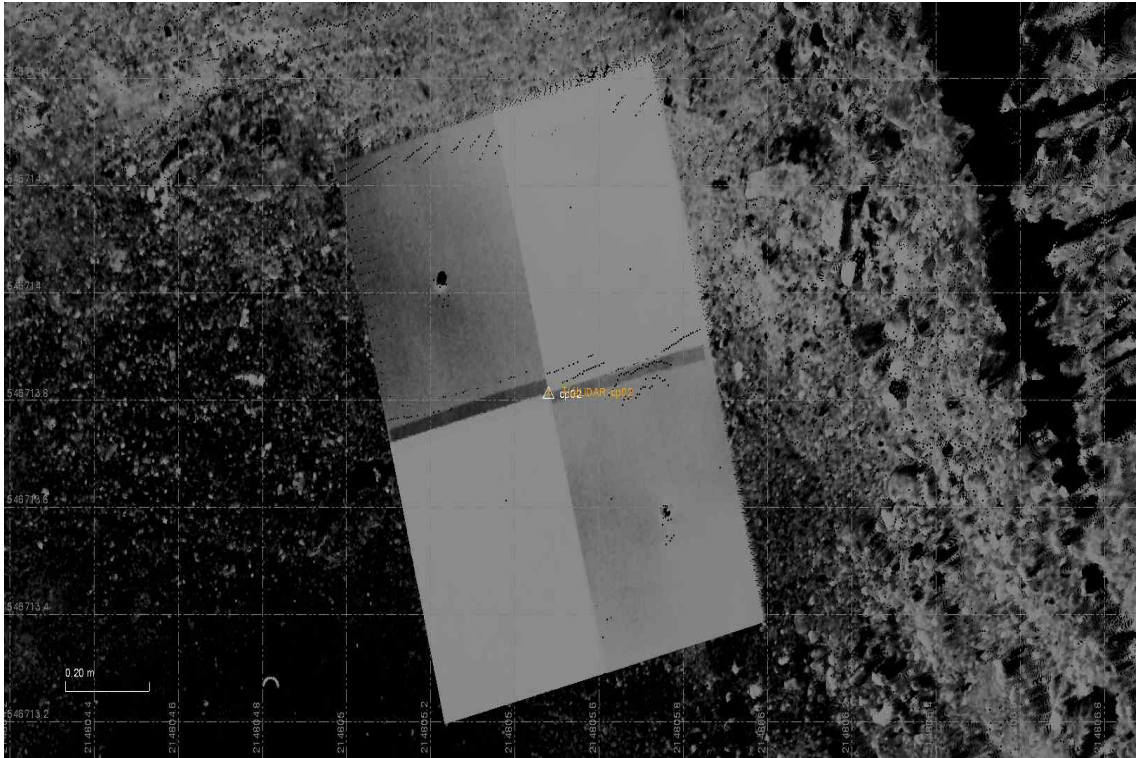
<그림 4-31> 드론 영상 검사점 좌표 취득 2

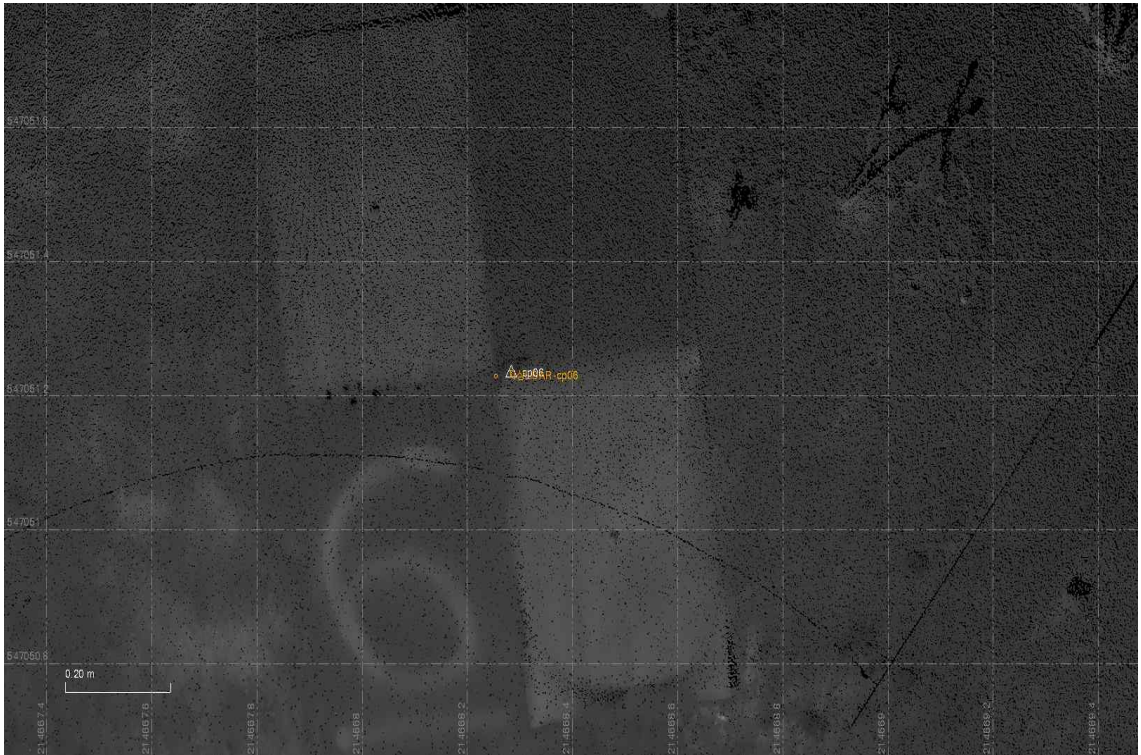
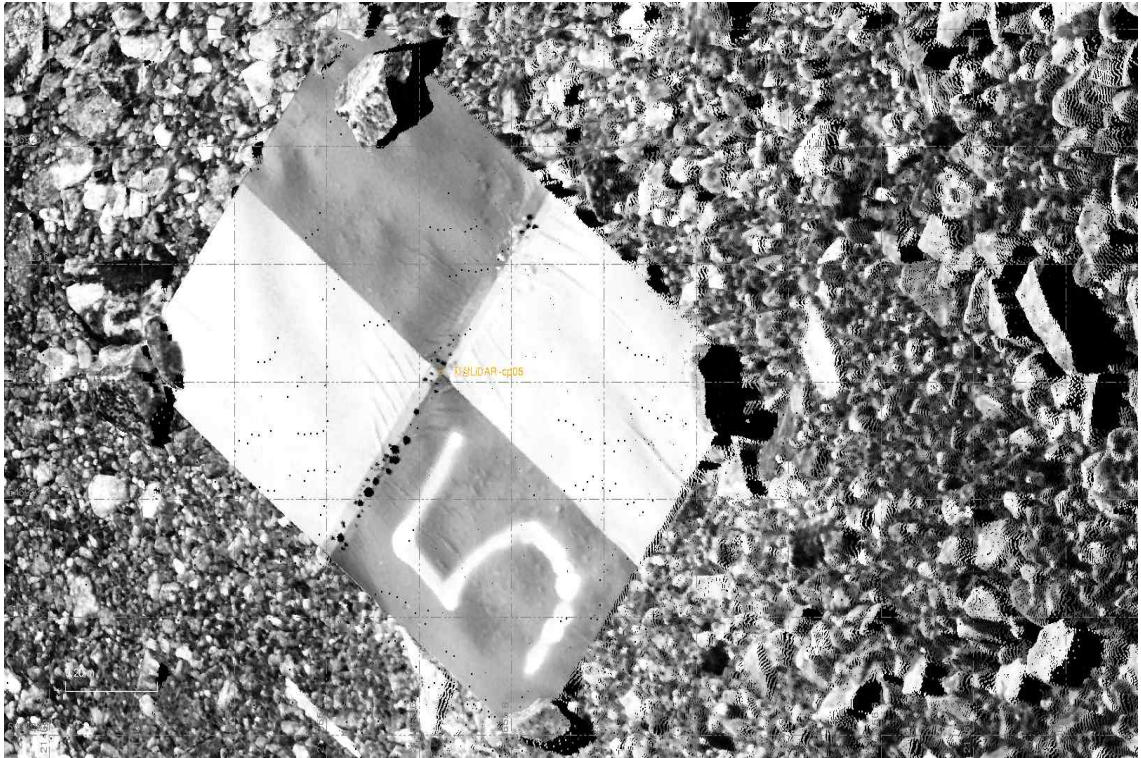


<그림 4-32> 모바일 맵핑 시스템 검사점 좌표 취득 1



<그림 4-33> 모바일 맵핑 시스템 검사점 좌표 취득 2





<그림 4-35> 지상형 레이저 스캐너 검사점 좌표 취득 2

<표 4-10> 정확도 평가 결과

| No | 드론 영상 | | 지상형 레이저 스캐너 | | 모바일 맵핑 시스템 | |
|------|--------|--------|-------------|--------|------------|--------|
| | △수평(m) | △수직(m) | △수평(m) | △수직(m) | △수평(m) | △수직(m) |
| 1 | 0.036 | 0.041 | -0.012 | 0.031 | 0.021 | 0.033 |
| 2 | 0.054 | -0.042 | 0.021 | 0.024 | 0.026 | 0.021 |
| 3 | -0.061 | 0.053 | 0.018 | 0.022 | 0.034 | -0.034 |
| 4 | 0.035 | 0.032 | 0.017 | 0.017 | -0.045 | 0.036 |
| 5 | -0.024 | 0.041 | 0.014 | -0.018 | 0.051 | 0.017 |
| 6 | -0.051 | 0.061 | 0.014 | 0.027 | 0.053 | -0.023 |
| 7 | -0.052 | 0.052 | 0.017 | 0.014 | 0.054 | 0.039 |
| 8 | 0.041 | -0.024 | 0.016 | 0.015 | -0.041 | 0.041 |
| 9 | -0.043 | 0.037 | 0.018 | 0.016 | 0.032 | -0.024 |
| 10 | -0.051 | 0.055 | -0.012 | 0.017 | 0.012 | 0.014 |
| 11 | -0.042 | 0.066 | 0.016 | -0.018 | 0.024 | 0.029 |
| 12 | -0.032 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | -0.033 | -0.033 |
| 13 | 0.031 | -0.032 | 0.018 | 0.016 | 0.034 | 0.029 |
| 14 | -0.034 | 0.054 | 0.017 | -0.017 | 0.032 | 0.037 |
| 15 | 0.034 | 0.049 | 0.015 | 0.018 | -0.035 | -0.014 |
| RMSE | 0.043 | 0.035 | 0.011 | 0.016 | 0.035 | 0.028 |

- 정확도 평가 결과 드론 영상, 지상형 레이저 스캐너, 모바일 맵핑 시스템의 편차 및 RMSE가 모두 5cm 이하로 나타나 건설공사 시공측량에 활용이 가능할 것으로 판단됨

※ 일반측량 작업규정 제15조(지형현황측량)③의 2 : 지상측량방법에 의한 지형지물의 평면위치 및 표고의 정확도는 모두 $\pm 10\text{cm}$

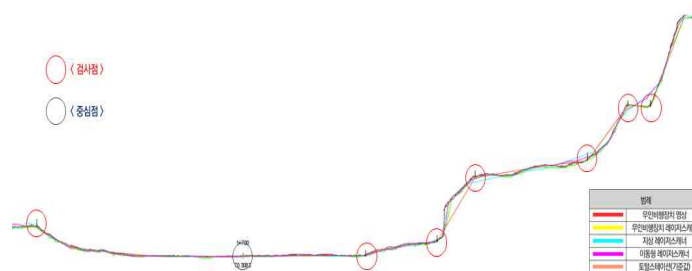
3) 작업공정 및 횡단면 비교

- 각 방법별 작업공정 비교는 자료 수집 시간 및 인력에 대해 수행하였으며, 비교 결과는 다음과 같음

<표 4-11> 작업공정 비교

| 장비 | 자료수집 시간 | 투입 인력 | 비고 |
|-------------|-----------|-------|-----------|
| GNSS | 2일(16시간) | 4 | 1일 8시간 기준 |
| 드론 영상 | 1일(2시간) | 1 | |
| 드론 레이저 스캐너 | 1일(1시간) | 1 | |
| 지상형 레이저 스캐너 | 2일(16시간) | 1 | 1일 8시간 기준 |
| 모바일맵핑 시스템 | 1일(0.5시간) | 1 | |
| 토탈스테이션 | 2일(16시간) | 4 | 1일 8시간 기준 |

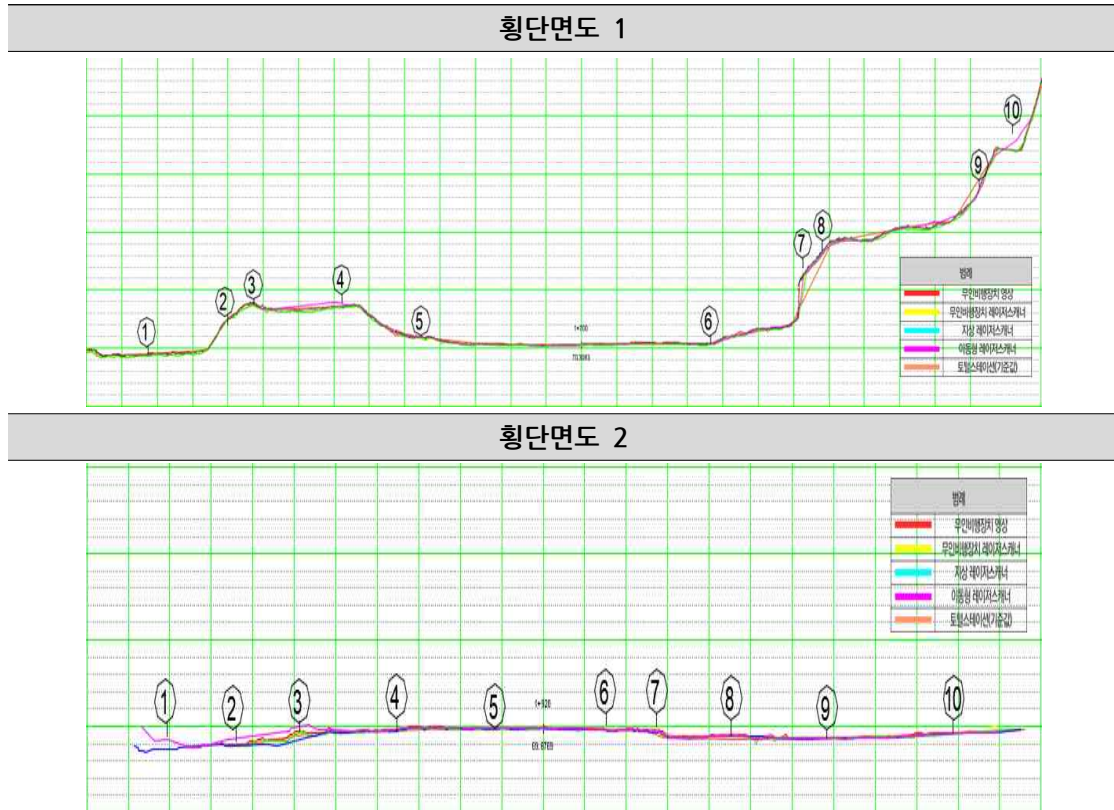
- 횡단면의 비교는 기존 방법(GNSS, 토탈스테이션)과 드론 영상, 드론 레이저 스캐너, 지상형 레이저 스캐너, 모바일맵핑 시스템을 비교함
- 중심점을 기준으로 지형이 변화하는 변곡점마다 검사점을 설정하여 중심점으로부터 각 데이터의 경사 거리와 수직거리 산출



<그림 4-36> 횡단면의 비교 방법

- 대상 지역 데이터 중 8개 스테이션을 선정하여 비교

<표 4-12> 횡단면 비교



- 횡단면도의 비교·분석은 하나의 횡단면도 마다 10개의 검사점을 선정하여 중심점으로부터 검사점까지의 거리와 표고 산출

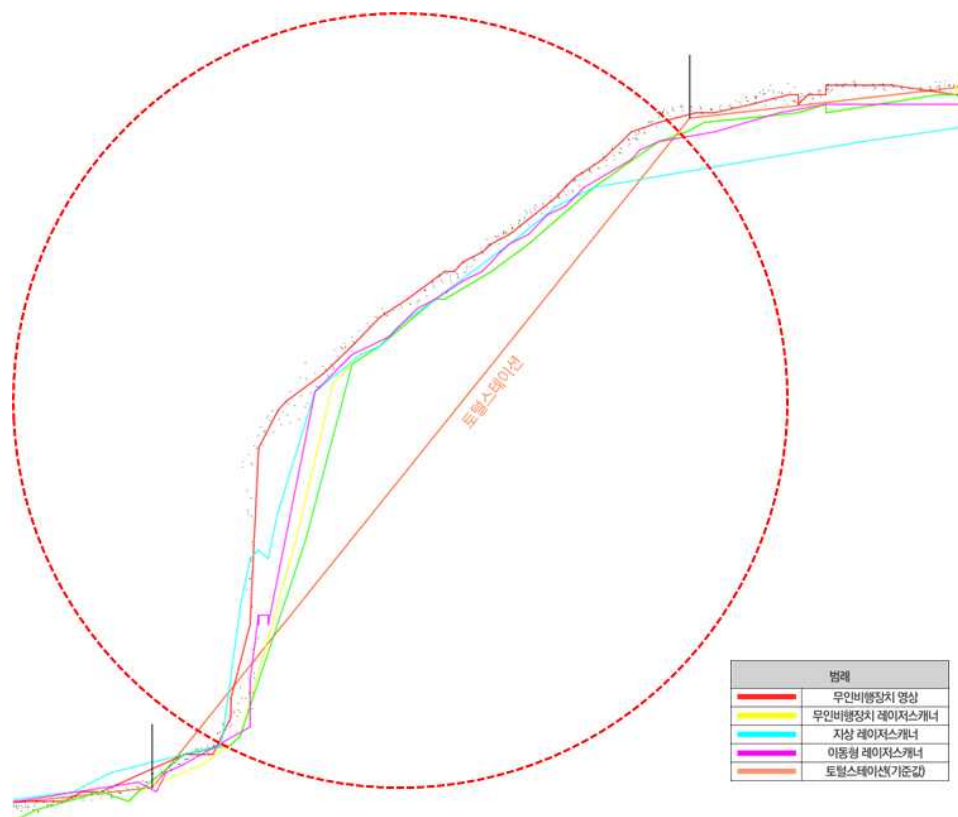
<표 4-13> 횡단면 중심으로부터 검사점까지 거리 및 표고(단위 : m)

| 구분 | | 토탈스테이션 (1) | | GNSS (2) | | 드론 (Image) (3) | | 드론(LiDAR) (4) | | 지상LiDAR (5) | | MMS (6) | |
|---------------|----|---------------|--------|-------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|------------|--------|
| | | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 |
| Sta. 1+720 | 1 | -50.573 | 72.236 | -50.573 | 72.093 | -50.562 | 72.272 | -50.590 | 72.234 | -50.602 | 72.240 | -50.595 | 72.190 |
| | 2 | -49.087 | 71.624 | -48.951 | 71.610 | -49.105 | 71.667 | -49.083 | 71.627 | -49.085 | 71.625 | -49.097 | 71.580 |
| | 3 | -26.757 | 71.320 | -26.757 | 71.294 | -26.763 | 71.303 | -26.765 | 71.291 | -26.754 | 71.280 | -26.782 | 71.277 |
| | 4 | -18.983 | 70.976 | -18.891 | 70.948 | -18.998 | 71.002 | -18.974 | 70.992 | -18.989 | 70.975 | -19.002 | 70.934 |
| | 5 | -16.748 | 69.785 | -16.629 | 69.750 | -16.742 | 69.780 | -16.758 | 69.770 | -16.750 | 69.792 | X | X |
| | 6 | 25.357 | 70.816 | 25.362 | 70.827 | 25.366 | 70.803 | 25.381 | 70.767 | 25.390 | 70.850 | 25.330 | 70.775 |
| | 7 | 30.604 | 68.809 | 30.676 | 68.774 | 30.636 | 68.787 | 30.627 | 68.772 | 30.588 | 68.841 | X | X |
| | 8 | 41.898 | 75.134 | 41.849 | 75.087 | 41.920 | 75.180 | 41.874 | 75.090 | 41.935 | 75.117 | 41.907 | 75.160 |
| | 9 | 55.692 | 87.460 | 55.630 | 87.442 | 55.661 | 87.489 | 55.648 | 87.490 | 55.677 | 87.499 | 55.674 | 87.503 |
| | 10 | 58.671 | 87.234 | 58.596 | 87.221 | 58.645 | 87.219 | 58.627 | 87.212 | 58.640 | 87.280 | 58.654 | 87.279 |
| Sta. 1+740 | 11 | -50.345 | 68.791 | -50.022 | 68.819 | -50.364 | 68.814 | -50.326 | 68.782 | -50.347 | 68.830 | X | X |
| | 12 | -39.910 | 68.320 | -39.620 | 68.316 | -39.903 | 68.354 | -39.871 | 68.313 | -39.920 | 68.346 | X | X |
| | 13 | -34.591 | 71.763 | -34.382 | 71.808 | -34.599 | 71.795 | -34.600 | 71.789 | -34.569 | 71.810 | -34.620 | 71.805 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | 14 | -21.741 | 70.877 | -21.647 | 70.892 | -21.750 | 70.917 | -21.781 | 70.853 | -21.734 | 70.913 | -21.779 | 70.918 |
| | 15 | -19.587 | 71.623 | -19.515 | 71.630 | -19.585 | 71.656 | -19.589 | 71.611 | -19.580 | 71.662 | -19.545 | 71.621 |
| | 16 | -17.021 | 69.752 | -16.974 | 69.775 | -17.028 | 69.774 | -17.018 | 69.744 | -17.014 | 69.797 | X | X |
| | 17 | 23.658 | 70.875 | 23.608 | 70.514 | 23.651 | 70.904 | 23.690 | 70.920 | 23.648 | 70.922 | 23.685 | 70.920 |
| | 18 | 45.171 | 74.954 | 45.150 | 74.931 | 45.155 | 74.984 | 45.180 | 74.989 | 45.173 | 74.992 | 45.138 | 74.967 |
| | 19 | 49.501 | 76.997 | 49.398 | 76.966 | 49.498 | 77.006 | 49.504 | 77.009 | 49.506 | 77.041 | 49.496 | 77.000 |
| | 20 | 58.998 | 87.609 | 58.889 | 87.611 | 58.986 | 87.649 | 58.963 | 87.615 | 58.987 | 87.650 | 59.018 | 87.652 |
| Sta. 2+040 | 21 | -39.012 | 77.149 | -38.846 | 77.158 | -39.045 | 77.184 | -38.986 | 77.108 | -39.033 | 77.100 | X | X |
| | 22 | -27.221 | 77.874 | -27.047 | 77.879 | -27.226 | 77.902 | -27.188 | 77.845 | -27.237 | 77.838 | X | X |
| | 23 | -17.548 | 71.877 | -17.383 | 71.927 | -17.557 | 71.918 | -17.565 | 71.894 | -17.531 | 71.910 | X | X |
| | 24 | -5.225 | 71.810 | -5.106 | 71.833 | -5.231 | 71.840 | -5.231 | 71.765 | -5.200 | 71.800 | X | X |
| | 25 | -3.808 | 72.597 | -3.702 | 72.618 | -3.822 | 72.631 | -3.813 | 72.611 | -3.831 | 72.563 | -3.826 | 72.635 |
| | 26 | 7.003 | 65.674 | 7.036 | 65.720 | 6.999 | 65.636 | 7.007 | 65.696 | 7.028 | 65.710 | 6.970 | 65.632 |
| | 27 | 9.097 | 65.585 | 9.116 | 65.584 | 9.110 | 65.600 | 9.090 | 65.607 | 9.117 | 65.613 | 9.092 | 65.541 |
| | 28 | 10.538 | 64.361 | 10.560 | 64.393 | 10.552 | 64.385 | 10.546 | 64.351 | 10.561 | 64.400 | X | X |
| | 29 | 11.842 | 64.405 | 11.851 | 64.420 | 11.839 | 64.431 | 11.846 | 64.383 | 11.860 | 64.449 | X | X |
| | 30 | 12.723 | 64.888 | 12.734 | 64.906 | 12.730 | 64.904 | 12.726 | 64.881 | 12.735 | 64.869 | 12.720 | 64.868 |
| Sta. 2+300 | 31 | -31.086 | 58.458 | -31.103 | 58.488 | -31.061 | 58.436 | -31.064 | 58.441 | -31.050 | 58.422 | -31.044 | 58.503 |
| | 32 | -14.302 | 58.970 | -14.328 | 58.995 | -14.313 | 58.926 | -14.343 | 58.948 | -14.310 | 58.933 | -14.273 | 58.979 |
| | 33 | 0.000 | 59.597 | -0.319 | 59.619 | -0.009 | 59.564 | -0.003 | 59.555 | 0.002 | 59.557 | -0.018 | 59.575 |
| | 34 | 19.326 | 59.248 | 19.230 | 59.248 | 19.337 | 59.202 | 19.359 | 59.271 | 19.329 | 59.243 | 19.322 | 59.275 |
| | 35 | 23.990 | 59.868 | 23.849 | 59.883 | 23.987 | 59.848 | 23.957 | 59.874 | 24.016 | 59.838 | 23.949 | 59.831 |
| | 36 | 29.056 | 59.727 | 28.932 | 59.751 | 29.036 | 59.759 | 29.024 | 59.699 | 29.026 | 59.775 | X | X |
| | 37 | 31.156 | 58.759 | 30.988 | 58.718 | 31.169 | 58.742 | 31.184 | 58.770 | 31.182 | 58.751 | X | X |
| | 38 | 34.113 | 58.884 | 33.934 | 58.879 | 34.098 | 58.870 | 34.097 | 58.899 | 34.097 | 58.927 | 34.153 | 58.933 |
| | 39 | 41.073 | 58.845 | 40.828 | 58.868 | 41.031 | 58.886 | 41.089 | 58.801 | 41.044 | 58.889 | X | X |
| | 40 | 41.977 | 59.574 | 41.786 | 59.616 | 41.972 | 59.589 | 41.993 | 59.202 | 41.972 | 59.618 | 41.990 | 59.597 |
| Sta. 2+500 | 41 | -30.775 | 55.466 | -30.775 | 55.481 | -30.76 | 55.51 | -30.79 | 55.42 | -30.80 | 55.50 | -30.76 | 55.48 |
| | 42 | -23.328 | 55.638 | -23.360 | 55.656 | -23.37 | 55.69 | -23.40 | 55.62 | -23.38 | 55.67 | -23.38 | 55.62 |
| | 43 | -17.437 | 55.793 | -17.437 | 55.806 | -17.41 | 55.81 | -17.42 | 55.75 | -17.42 | 55.80 | -17.42 | 55.76 |
| | 44 | -11.513 | 55.947 | -11.490 | 56.030 | -11.55 | 55.97 | -11.50 | 55.91 | -11.49 | 55.96 | -11.50 | 55.91 |
| | 45 | -5.757 | 55.988 | -5.757 | 56.004 | -5.75 | 56.01 | -5.73 | 55.98 | -5.76 | 56.02 | -5.72 | 56.02 |
| | 46 | 0.000 | 56.030 | 0.039 | 56.050 | 0.02 | 56.02 | -0.02 | 56.02 | 0.01 | 56.06 | 0.03 | 56.00 |
| | 47 | 8.890 | 55.905 | 8.905 | 55.941 | 9.05 | 55.91 | 8.90 | 55.87 | 8.87 | 55.90 | 8.87 | 55.90 |
| | 48 | 17.953 | 55.667 | 17.961 | 55.704 | 18.00 | 55.70 | 17.96 | 55.64 | 18.00 | 55.70 | 17.93 | 55.62 |
| | 49 | 23.764 | 55.487 | 23.764 | 55.528 | 23.764 | 55.52 | 23.77 | 55.50 | 23.77 | 55.50 | 23.77 | 55.46 |
| | 50 | 29.575 | 55.307 | 29.578 | 55.351 | 29.61 | 55.31 | 29.53 | 55.28 | 29.59 | 55.35 | 29.55 | 55.28 |
| Sta. 2+720 | 51 | -24.401 | 50.480 | -24.41 | 50.50 | -24.36 | 50.51 | -24.36 | 50.45 | -24.43 | 50.44 | X | X |
| | 52 | -23.389 | 51.418 | -23.40 | 51.45 | -23.40 | 51.44 | -23.39 | 51.37 | -23.43 | 51.42 | X | X |
| | 53 | -21.980 | 51.365 | -21.99 | 51.39 | -21.99 | 51.32 | -21.94 | 51.40 | -22.03 | 51.40 | -21.94 | 51.39 |
| | 54 | -20.116 | 50.419 | -20.15 | 50.43 | -20.13 | 50.39 | -20.15 | 50.42 | -20.06 | 50.37 | -20.16 | 50.46 |
| | 55 | -8.944 | 50.685 | -8.96 | 50.71 | -8.93 | 50.66 | -8.94 | 50.66 | -8.94 | 50.68 | -8.94 | 50.67 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|---------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 56 | 1.280 | 50.849 | 1.29 | 50.86 | 1.28 | 50.82 | 1.32 | 50.83 | 1.28 | 50.84 | 1.30 | 50.88 |
| | 57 | 1.923 | 51.124 | 1.87 | 51.16 | 1.89 | 51.10 | 1.95 | 51.10 | 1.90 | 51.12 | 1.95 | 51.17 |
| | 58 | 11.227 | 50.958 | 11.21 | 50.98 | 11.23 | 50.94 | 11.22 | 50.94 | 11.25 | 50.93 | 11.26 | 50.99 |
| | 59 | 20.419 | 50.802 | 20.39 | 50.85 | 20.394 | 50.82 | 20.38 | 50.75 | 20.40 | 50.78 | X | X |
| | 60 | 20.525 | 51.500 | 20.44 | 51.55 | 20.50 | 51.48 | 20.57 | 51.46 | 20.50 | 51.46 | X | X |
| Sta. 2+540 | 61 | -21.835 | 55.353 | -21.760 | 55.376 | -21.83 | 55.31 | -21.84 | 55.32 | -21.84 | 55.35 | -21.84 | 55.33 |
| | 62 | -21.646 | 55.348 | -21.553 | 55.381 | -21.68 | 55.38 | -21.68 | 55.31 | -21.66 | 55.33 | -21.65 | 55.33 |
| | 63 | -21.492 | 54.104 | -21.413 | 54.136 | -21.53 | 54.07 | -21.52 | 54.09 | -21.52 | 54.07 | -21.50 | 54.12 |
| | 64 | -11.554 | 54.061 | -11.559 | 54.117 | -11.57 | 54.10 | -11.58 | 54.06 | -11.60 | 54.09 | -11.54 | 54.04 |
| | 65 | -9.277 | 55.472 | -9.344 | 55.533 | -9.29 | 55.50 | -9.32 | 55.48 | -9.25 | 55.49 | -9.28 | 55.50 |
| | 66 | -8.885 | 55.488 | -8.928 | 55.517 | -8.88 | 55.51 | -8.91 | 55.46 | -8.90 | 55.49 | -8.88 | 55.51 |
| | 67 | -8.557 | 55.291 | -8.581 | 55.338 | -8.55 | 55.29 | -8.57 | 55.27 | -8.57 | 55.27 | -8.55 | 55.30 |
| | 68 | -0.010 | 55.256 | -0.010 | 55.301 | 0.00 | 55.29 | -0.03 | 55.22 | 0.01 | 55.24 | -0.01 | 55.30 |
| | 69 | 3.408 | 55.146 | 3.356 | 55.190 | 3.397 | 55.19 | 3.45 | 55.10 | 3.39 | 55.13 | 3.39 | 55.19 |
| | 70 | 15.300 | 54.358 | 15.231 | 54.413 | 15.30 | 54.38 | 15.27 | 54.32 | 15.29 | 54.34 | 15.31 | 54.38 |
| Sta. 1+700 | 71 | -53.095 | 69.780 | -52.855 | 69.783 | -53.08 | 69.82 | -53.06 | 69.74 | -53.06 | 69.74 | X | X |
| | 72 | -49.928 | 72.597 | -49.830 | 72.508 | -49.93 | 72.57 | -49.91 | 72.56 | -49.97 | 72.56 | X | X |
| | 73 | -46.711 | 73.730 | -46.657 | 73.635 | -46.68 | 73.77 | -46.67 | 73.76 | -46.73 | 73.71 | -46.67 | 73.76 |
| | 74 | -45.262 | 73.354 | -45.201 | 73.343 | -45.29 | 73.39 | -45.27 | 73.31 | -45.28 | 73.32 | -45.22 | 73.38 |
| | 75 | -31.449 | 73.611 | -31.377 | 73.579 | -31.42 | 73.64 | -31.41 | 73.57 | -31.46 | 73.59 | -31.41 | 73.63 |
| | 76 | -26.325 | 71.137 | -26.258 | 71.118 | -26.29 | 71.18 | -26.30 | 71.17 | -26.29 | 71.18 | -26.28 | 71.17 |
| | 77 | 18.740 | 70.316 | 18.786 | 70.263 | 18.77 | 70.28 | 18.75 | 70.28 | 18.74 | 70.28 | 18.76 | 70.30 |
| | 78 | 20.227 | 70.900 | 20.203 | 70.858 | 20.21 | 70.94 | 20.25 | 70.89 | 20.25 | 70.89 | 20.18 | 70.90 |
| | 79 | 29.651 | 71.944 | 29.587 | 71.948 | 29.614 | 71.97 | 29.68 | 71.92 | 29.66 | 71.91 | 29.63 | 71.97 |
| | 80 | 35.433 | 79.145 | 35.407 | 79.142 | 35.37 | 79.18 | 35.46 | 79.14 | 35.41 | 79.10 | 35.39 | 79.18 |

- 앞선 정확도 평가 결과에서 지상 레이저 스캐너와 모바일 맵핑 시스템의 드론 영상이나 드론 레이저 스캐너보다 높은 정확도를 나타내었으나 횡단면의 분석 결과에서 드론 영상, 드론 레이저 스캐너는 10cm 이내의 차이를 나타내었지만, 지상 레이저 스캐너와 모바일 맵핑 시스템은 10cm 이상의 차이를 나타냄
- 토탈스테이션 측량은 작업자가 횡단면 상에서 지형이 변화하는 곳을 판단하여 측량을 수행하는 데 비해 레이저 스캐너는 대상 지역 전체에 대해 데이터를 취득하기 때문에 지형이 복잡한 경우 발생할 수 있는 차이로 판단됨



<그림 4-37> 기존 측량 방법과 레이저 스캐너의 비교

- <그림 4-37>에서 보는 바와 같이 작업자의 판단으로 지형에 대한 연속적인 측량이 이루어지지 않을 수 있으므로 단면도 생성에는 레이저 스캐너를 활용하는 것이 더욱 실제에 가까운 형상을 얻을 수 있을 것이며, 물량산출에서도 더 높은 정확도를 기대할 수 있을 것으로 판단됨

<표 4-14> 비교 분석 표

| 구분 | 비교 분석 차이량 | | | | | | | | | |
|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| | (1) - (2) | | (1) - (3) | | (1) - (4) | | (1) - (5) | | (1) - (6) | |
| | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 | 거리 | 표고 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sta. 1+720 | 1 | 0.000 | 0.143 | -0.011 | -0.035 | 0.017 | 0.002 | 0.029 | -0.004 | 0.022 | 0.046 |
| | 2 | -0.136 | 0.014 | 0.018 | -0.043 | -0.004 | -0.003 | -0.003 | -0.001 | 0.010 | 0.044 |
| | 3 | 0.000 | 0.026 | 0.006 | 0.017 | 0.008 | 0.030 | -0.003 | 0.041 | 0.025 | 0.043 |
| | 4 | -0.092 | 0.028 | 0.015 | -0.026 | -0.009 | -0.016 | 0.006 | 0.001 | 0.019 | 0.042 |
| | 5 | -0.119 | 0.035 | -0.007 | 0.005 | 0.010 | 0.015 | 0.002 | -0.007 | - | - |
| | 6 | -0.005 | -0.011 | -0.009 | 0.013 | -0.024 | 0.049 | -0.033 | -0.034 | 0.027 | 0.041 |
| | 7 | -0.072 | 0.035 | -0.032 | 0.022 | -0.023 | 0.037 | 0.016 | -0.032 | - | - |
| | 8 | 0.049 | 0.047 | -0.022 | -0.046 | 0.024 | 0.044 | -0.037 | 0.017 | -0.009 | -0.026 |
| | 9 | 0.062 | 0.018 | 0.031 | -0.029 | 0.044 | -0.030 | 0.015 | -0.039 | 0.018 | -0.043 |
| | 10 | 0.075 | 0.013 | 0.026 | 0.015 | 0.044 | 0.022 | 0.031 | -0.046 | 0.017 | -0.044 |
| Sta. 1+740 | 11 | -0.323 | -0.028 | 0.019 | -0.023 | -0.019 | 0.009 | 0.002 | -0.039 | - | - |
| | 12 | -0.290 | 0.004 | -0.007 | -0.034 | -0.039 | 0.007 | 0.010 | -0.026 | - | - |
| | 13 | -0.209 | -0.045 | 0.008 | -0.031 | 0.009 | -0.026 | -0.022 | -0.047 | 0.029 | -0.042 |
| | 14 | -0.094 | -0.015 | 0.009 | -0.040 | 0.040 | 0.024 | -0.007 | -0.036 | 0.038 | -0.041 |
| | 15 | -0.072 | -0.007 | -0.002 | -0.033 | 0.002 | 0.012 | -0.007 | -0.039 | -0.042 | 0.002 |
| | 16 | -0.047 | -0.023 | 0.007 | -0.022 | -0.003 | 0.008 | -0.008 | -0.045 | - | - |
| | 17 | 0.050 | 0.361 | 0.007 | -0.029 | -0.032 | -0.045 | 0.010 | -0.047 | -0.027 | -0.045 |
| | 18 | 0.021 | 0.023 | 0.016 | -0.030 | -0.009 | -0.035 | -0.002 | -0.038 | 0.033 | -0.013 |
| | 19 | 0.103 | 0.031 | 0.003 | -0.009 | -0.003 | -0.012 | -0.005 | -0.043 | 0.005 | -0.003 |
| | 20 | 0.109 | -0.002 | 0.012 | -0.040 | 0.035 | -0.006 | 0.011 | -0.041 | -0.020 | -0.043 |
| Sta. 2+040 | 21 | -0.166 | -0.009 | 0.032 | -0.035 | -0.026 | 0.041 | 0.021 | 0.049 | - | - |
| | 22 | -0.174 | -0.005 | 0.005 | -0.028 | -0.033 | 0.029 | 0.016 | 0.036 | - | - |
| | 23 | -0.165 | -0.050 | 0.009 | -0.041 | 0.017 | -0.017 | -0.017 | -0.033 | - | - |
| | 24 | -0.119 | -0.023 | 0.006 | -0.030 | 0.006 | 0.045 | -0.025 | 0.010 | - | - |
| | 25 | -0.106 | -0.021 | 0.014 | -0.034 | 0.005 | -0.014 | 0.023 | 0.034 | 0.018 | -0.038 |
| | 26 | -0.033 | -0.046 | 0.004 | 0.038 | -0.003 | -0.022 | -0.025 | -0.036 | 0.033 | 0.042 |
| | 27 | -0.019 | 0.001 | -0.013 | -0.015 | 0.007 | -0.022 | -0.020 | -0.028 | 0.005 | 0.044 |
| | 28 | -0.022 | -0.032 | -0.014 | -0.024 | -0.008 | 0.010 | -0.023 | -0.039 | - | - |
| | 29 | -0.008 | -0.015 | 0.003 | -0.026 | -0.004 | 0.023 | -0.018 | -0.044 | - | - |
| | 30 | -0.011 | -0.018 | -0.006 | -0.016 | -0.003 | 0.007 | -0.012 | 0.019 | 0.004 | 0.020 |
| Sta. 2+300 | 31 | 0.017 | -0.030 | -0.025 | 0.022 | -0.022 | 0.017 | -0.037 | 0.036 | -0.042 | -0.045 |
| | 32 | 0.026 | -0.025 | 0.011 | 0.044 | 0.040 | 0.022 | 0.008 | 0.037 | -0.029 | -0.009 |
| | 33 | 0.319 | -0.022 | 0.009 | 0.032 | 0.003 | 0.041 | -0.002 | 0.040 | 0.018 | 0.021 |
| | 34 | 0.096 | 0.000 | -0.011 | 0.046 | -0.033 | -0.023 | -0.002 | 0.005 | 0.004 | -0.027 |
| | 35 | 0.141 | -0.015 | 0.003 | 0.020 | 0.033 | -0.006 | -0.026 | 0.030 | 0.041 | 0.037 |
| | 36 | 0.124 | -0.024 | 0.020 | -0.032 | 0.032 | 0.028 | 0.031 | -0.048 | - | - |
| | 37 | 0.168 | 0.041 | -0.013 | 0.017 | -0.028 | -0.010 | -0.026 | 0.008 | - | - |
| | 38 | 0.179 | 0.005 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | -0.015 | 0.016 | -0.043 | -0.040 | -0.049 |
| | 39 | 0.245 | -0.023 | 0.042 | -0.041 | -0.016 | 0.044 | 0.029 | -0.044 | - | - |
| | 40 | 0.191 | -0.042 | 0.005 | -0.014 | -0.016 | 0.372 | 0.005 | -0.044 | -0.013 | -0.023 |
| Sta. | 41 | 0.000 | -0.016 | -0.013 | -0.045 | 0.013 | 0.043 | 0.024 | -0.036 | -0.016 | -0.013 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2+500 | 42 | 0.032 | -0.018 | 0.039 | -0.049 | 0.072 | 0.023 | 0.053 | -0.030 | 0.056 | 0.017 |
| | 43 | 0.000 | -0.014 | -0.025 | -0.017 | -0.018 | 0.040 | -0.018 | -0.008 | -0.019 | 0.032 |
| | 44 | -0.023 | -0.083 | 0.039 | -0.020 | -0.017 | 0.032 | -0.025 | -0.012 | -0.013 | 0.037 |
| | 45 | 0.000 | -0.015 | -0.008 | -0.026 | -0.025 | 0.006 | 0.004 | -0.033 | -0.034 | -0.032 |
| | 46 | -0.039 | -0.020 | -0.017 | 0.014 | 0.021 | 0.009 | -0.013 | -0.033 | -0.025 | 0.030 |
| | 47 | -0.015 | -0.036 | -0.159 | -0.007 | -0.014 | 0.038 | 0.016 | 0.004 | 0.019 | 0.005 |
| | 48 | -0.008 | -0.037 | -0.044 | -0.033 | -0.006 | 0.025 | -0.047 | -0.033 | 0.023 | 0.047 |
| | 49 | 0.000 | -0.041 | 0.000 | -0.032 | -0.010 | -0.014 | -0.008 | -0.014 | -0.009 | 0.030 |
| | 50 | -0.003 | -0.044 | -0.032 | -0.003 | 0.043 | 0.031 | -0.011 | -0.042 | 0.025 | 0.027 |
| Sta. 2+720 | 51 | 0.009 | -0.024 | -0.042 | -0.028 | -0.044 | 0.032 | 0.029 | 0.039 | - | - |
| | 52 | 0.012 | -0.027 | 0.011 | -0.026 | 0.002 | 0.053 | 0.044 | -0.004 | - | - |
| | 53 | 0.012 | -0.022 | 0.014 | 0.046 | -0.040 | -0.036 | 0.049 | -0.036 | -0.044 | -0.025 |
| | 54 | 0.032 | -0.015 | 0.012 | 0.034 | 0.034 | -0.004 | -0.053 | 0.053 | 0.044 | -0.041 |
| | 55 | 0.015 | -0.027 | -0.014 | 0.023 | -0.007 | 0.029 | 0.000 | 0.009 | -0.001 | 0.015 |
| | 56 | -0.010 | -0.011 | 0.000 | 0.034 | -0.044 | 0.020 | -0.003 | 0.010 | -0.018 | -0.031 |
| | 57 | 0.055 | -0.035 | 0.036 | 0.022 | -0.030 | 0.027 | 0.020 | 0.004 | -0.029 | -0.043 |
| | 58 | 0.017 | -0.022 | 0.000 | 0.023 | 0.005 | 0.014 | -0.021 | 0.031 | -0.032 | -0.032 |
| | 59 | 0.024 | -0.046 | 0.025 | -0.013 | 0.037 | 0.049 | 0.017 | 0.019 | - | - |
| | 60 | 0.080 | -0.052 | 0.021 | 0.025 | -0.045 | 0.039 | 0.026 | 0.043 | - | - |
| Sta. 2+540 | 61 | -0.076 | -0.023 | -0.008 | 0.039 | 0.007 | 0.030 | 0.002 | 0.008 | 0.003 | 0.020 |
| | 62 | -0.094 | -0.033 | 0.037 | -0.036 | 0.037 | 0.036 | 0.015 | 0.015 | 0.008 | 0.017 |
| | 63 | -0.079 | -0.032 | 0.039 | 0.034 | 0.024 | 0.017 | 0.032 | 0.031 | 0.012 | -0.013 |
| | 64 | 0.005 | -0.056 | 0.018 | -0.041 | 0.029 | -0.001 | 0.043 | -0.029 | -0.010 | 0.024 |
| | 65 | 0.067 | -0.061 | 0.009 | -0.028 | 0.039 | -0.003 | -0.026 | -0.013 | 0.008 | -0.030 |
| | 66 | 0.043 | -0.029 | -0.009 | -0.025 | 0.022 | 0.024 | 0.015 | -0.003 | -0.004 | -0.022 |
| | 67 | 0.023 | -0.047 | -0.003 | -0.003 | 0.008 | 0.024 | 0.011 | 0.021 | -0.005 | -0.011 |
| | 68 | 0.000 | -0.045 | -0.010 | -0.035 | 0.020 | 0.034 | -0.020 | 0.020 | 0.000 | -0.039 |
| | 69 | 0.052 | -0.044 | 0.011 | -0.044 | -0.044 | 0.042 | 0.017 | 0.015 | 0.022 | -0.039 |
| | 70 | 0.069 | -0.055 | -0.004 | -0.025 | 0.031 | 0.043 | 0.012 | 0.018 | -0.008 | -0.018 |
| Sta. 1+700 | 71 | -0.240 | -0.003 | -0.012 | -0.037 | -0.035 | 0.040 | -0.035 | 0.036 | - | - |
| | 72 | -0.098 | 0.089 | 0.006 | 0.030 | -0.021 | 0.037 | 0.042 | 0.035 | - | - |
| | 73 | -0.054 | 0.095 | -0.036 | -0.035 | -0.041 | -0.026 | 0.016 | 0.016 | -0.041 | -0.030 |
| | 74 | -0.061 | 0.011 | 0.024 | -0.036 | 0.013 | 0.040 | 0.018 | 0.034 | -0.039 | -0.026 |
| | 75 | -0.072 | 0.032 | -0.028 | -0.029 | -0.041 | 0.042 | 0.007 | 0.019 | -0.035 | -0.023 |
| | 76 | -0.067 | 0.019 | -0.039 | -0.043 | -0.025 | -0.033 | -0.035 | -0.043 | -0.043 | -0.033 |
| | 77 | -0.046 | 0.053 | -0.030 | 0.036 | -0.006 | 0.038 | -0.003 | 0.040 | -0.018 | 0.016 |
| | 78 | 0.024 | 0.042 | 0.017 | -0.039 | -0.028 | 0.015 | -0.023 | 0.010 | 0.044 | 0.000 |
| | 79 | 0.064 | -0.004 | 0.037 | -0.029 | -0.033 | 0.023 | -0.006 | 0.034 | 0.018 | -0.026 |
| | 80 | 0.026 | 0.003 | 0.063 | -0.031 | -0.027 | 0.006 | 0.027 | 0.043 | 0.038 | -0.035 |
| 평균오차 | | 0.074 | 0.034 | 0.019 | 0.029 | 0.023 | 0.030 | 0.019 | 0.028 | 0.023 | 0.030 |
| RMSE | | 0.091 | 0.048 | 0.024 | 0.031 | 0.026 | 0.040 | 0.022 | 0.031 | 0.025 | 0.052 |

4) 종합 분석

- 드론 영상 및 라이다, 지상라이다, MMS 등의 장비를 활용하여 3차원 데이터 취득하였으며, 현장의 공종별 작업 과정에 적용하여 그 허용오차 및 활용 여부를 검토하였음
- 기존 측량 방법인 직접측량과 3차원 데이터 취득에 의한 방법을 시공측량의 검측 기준을 적용하여 기존 구조물의 위치 및 규격의 검증과, 토공수량 산정을 비교할 수 있는 횡단면적을 비교 검증하였음
- 구조물(교량)의 평면위치 검증 결과를 장비별, 방법별로 성과를 보면 비교적 양호하게 산출되었음
- 횡단면의 검증 결과를 보면 장비별로 다소 차이를 보이고 있으나 모든 장비가 적합한 것으로 판단됨
- 토공 수량을 검증할 수 있는 단면적 검증 결과를 보면 모든 장비가 적합한 것으로 판단됨

제6장

스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발 및 기존 측량 작업규정 보완

-
1. 측량 작업규정 현황진단 및 시사점(적용방향) 도출
 2. 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발
 3. 스마트건설측량 작업규정(가칭)의 운영방안 수립

1. 측량 작업규정 현황진단 및 시사점(적용방향) 도출

본 절에서는 '23년 고시된 건설측량 설계기준(KDS)과 기존 측량관련 작업규정들에 대한 비교 분석을 통해 재래공법, 스마트건설 두 종류의 건설에서 적용이 가능하고, 공사·공종에 따른 장비적용 방법 등을 포괄하는 스마트건설측량 작업규정(안)의 개발 및 운영 방안을 제시하고자 하였다.

이를 위해서 건설측량 설계기준(KDS)의 제정목적, 구성 요소, 구성 내용 등을 분석하고, 이를 기반으로 기존 측량관련 작업규정과 비교·분석을 통해 상호보완 가능성을 검토하여 작업규정 개발 및 운영방안을 도출하였다.

가. 건설측량 설계기준 분석을 통한 측량 작업규정의 개발 요구사항 도출

1) 건설측량 설계기준 기반 측량 작업규정의 개발 배경

제4차 산업혁명 시대에 따라 건설공사분야에서도 BIM, 스마트건설 등 인프라의 생산과 관리에서 지형·지물의 위치, 형상, 면적 등을 측정해 공간상의 관계를 규명하는 측량의 역할이 중요하게 되었으며, BIM, 디지털 트윈국토, 디지털플랫폼 정보 등 ICT기반으로의 전환이 이루어지고 있다. 이는 이전의 아날로그 중심의 건설공사에서 디지털과 연계된 스마트건설이 필요하게 됨을 의미한다.

스마트건설의 신속하고 안정적인 도입과 건설부문 내 측량부문의 지속가능한 성장을 지원하고 경제 및 사회적 변화를 도모하는 새로운 성장전략의 마련을 위해 현 국가건설기준코드에 측량코드의 신설 필요성이 대두되었고 이는 '21년 건설측량코드 개발의 연속사업으로 시공, 준공 분야 측량코드의 개발과 '21년도에 개발된 건설측량 설계기준(KDS)에 대한 국가건설기준코드 등록에 따른 관련 규정 제정이 필요하다.

스마트건설공사는 3차원 설계도면 작성과 건설기기의 실시간 위치결정 등을 지원하기 위해 최신 장비·기술이 설계-시공-준공-유지관리 전 공정에서 활용되어야 하며, 스마트건설공사의 정의, 범위 및 3차원 측량(기준·수준점, 영상, 레이저)을 통한 성과 생산·가공·관리 등에 관한 정의, 범위, 절차 등에 대한 내용이 현 규정 체계에는 명확하게 제시되지 않는 상황이다.

특히, 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 및 관련 작업규정은 2차원·3차원 지도제작 중심으로 구성되어 일부 절차 등이 유사하나, 건설에서 요구하는 측량성과·품질(규격 및 정확도 등) 등의 내용이 부재하여 적용이 어려움이 존재한다.

<표 6-1> 건설측량코드 개발 및 등록 추진내용

| 연 도 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 건설측량 코드 | KDS 설계측량 KCS 시공측량 | KCS 시공· 준공측량 | KCS 유지안전 관리측량 | | |
| 검증 | | KDS 설계측량 KCS 시공측량 | KCS 시공· 준공측량 | KCS 유지안전 관리측량 | |
| 해설서 개발 | | | KDS 설계측량 KCS 시공측량 | KCS 시공· 준공측량 | KCS 유지안전 관리측량 |
| 등록 및 공표 | | KDS 설계측량 | KCS 시공· 준공측량 | KCS 유지안전 관리측량 | 부분 개정 |

2) 건설측량 설계기준 기반 측량 작업규정의 필요성

현재 심의를 통과한 건설측량 설계기준(KDS)를 중심으로 스마트건설공사 전반에 수반되는 측량의 정의, 역할, 절차, 품질에 대한 명시를 위한 작업규정 개발은 측량부문 건설측량 설계기준(KDS) 및 표준시방서(KCS) 개발일정¹⁾과 연계한 스마트건설측량 작업규정(안) 개발이 요구된다.

스마트건설 환경을 지원하기 위해서는 전통적인 측량 장비보다 효율적으로 3차원 공간정보, 좌표 등을 취득할 수 있는 측량 방법, 자동화 기술, 최신 측량 장비 등에 대한 규정이 필요하며 스마트건설은 기존의 건설공사 체계를 포함하여 준공 후 유지관리까지 하나의 데이터 체계(3차원 측량성과)에서 관리됨에 따라 설계, 시공관리, 준공 및 유지관리에 대한 기준을 수립하기 위한 규정이 요구된다.

3) 건설측량 설계기준에 대한 법령분석

건설기술 진흥법 내 측량 관련 내용은 제39조, 제46조, 제62조에 있으나 건설분야 내 측량업무에 대한 근거로는 미흡한 실정이다.

- 건설기술진흥법은 건설기술(건설공사에 관한 계획·조사·설계·시공·감리·시험·평가·측량·자문·지도·품질관리·안전점검 및 안전성 검토)을 정의하고 있으나 측량에 대한 구체적인 기준이나 내용, 방법 등에 대해 제시하지 않았으며 모든 품질에 대한 개념을 포괄하는 광범위한 내용으로 구성됨

<표 6-2> 건설기술진흥법 내 측량관련 내용 예시

제46조(건설공사의 시행과정) ① 발주청은 건설공사를 안전하고 경제적·능률적으로 시행하기 위하여 건설공사의 계획·조사·설계·시공·감리·유지·관리 등(이하 이 조에서 "건설공사의 시행과정"이라 한다)을 대통령령으로 정하는 절차 및 기준에 따라 수행하여야 한다.

1) 설계코드(KDS)는 '22년 심의 완료, 표준시방서(KCS)는 '23년 심의 예정

- (건설기술 진흥법 시행령) 측량 관련 내용은 제59조, 제67조, 제74조, 제78조, 제80조, 제93조에 있으나 건설분야의 측량업무에 대한 근거는 미흡함

<표 6-3> 건설기술진흥법 시행령 내 측량관련 내용 예시

제59조(건설사업관리의 업무범위 및 업무내용) ① 법 제39조제1항에 따른 건설사업관리의 업무범위는 다음 각 호에 따른 단계별로 구분한다.

1. 설계 전 단계
2. 기본설계 단계
3. 실시설계 단계
4. 구매조달 단계
5. 시공 단계
6. 시공 후 단계

...

제67조(건설공사의 시행과정) ① 법 제46조제1항에서 "대통령령으로 정하는 절차 및 기준"이란 다음 각 호에 따른 건설공사 시행과정(이하 "건설공사의 시행과정"이라 한다)의 해당 규정에서 정하는 절차 및 기준을 말한다. 다만, 다른 법령에서 특별히 정한 경우는 그러하지 아니하다.

8. 제74조에 따른 측량 및 지반조사

12. 제78조에 따른 준공

15. 제80조에 따른 유지·관리

...

제74조(측량 및 지반조사) ① 발주청은 기본설계 또는 실시설계를 할 때에는 측량 및 지반조사를 하여야 한다. 이 경우 지반조사를 할 때에는 해당 지역의 인구 밀집상태 등을 고려하여야 한다.

② 발주청은 제1항에 따른 측량 및 지반조사에 필요한 비용을 확보하고 조사에 필요한 기간을 충분히 부여하여야 한다.

③ 제1항에 따른 측량 및 지반조사의 항목과 세부 기준은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.

...

제78조(준공) ① 건설공사의 준공보고서에는 다음 각 호의 서류 및 자료를 첨부하여야 한다.

1. 준공도서

2. 품질기록(품질시험 또는 검사 성과 총괄표를 포함한다)

...

제80조(유지·관리) ① 건설공사를 통하여 설치된 시설물의 관리주체는 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 등 관계 법령에 따라 안전하고 효율적으로 시설물을 유지·관리하여야 한다.

...

4) 건설측량 설계기준의 분석

초기 개발된 건설측량 설계기준(KDS)는 총 4편으로 개발되었으나, 심의결과 통폐합 및 명칭 수정을 통해 설계측량 일반(KDS 12 10 00), 건설공사 설계측량(KDS 12 20 00), 디지털 설계측량(KDS 12 30 00)으로 3편으로 최종 심의를 통과하였다.

또한 각 공사별 코드로 분리하여 건설공사 설계측량(KDS 12 20 00) 내 도로 및 철도, 단지조성, 하천 및 댐, 상·하수도, 농업기반, 교량, 터널, 건축으로 분리하도록 하여 적용되었다. 특히, 스마트 건설 설계측량(변경명 디지털 설계측량)의 경우 3차원 기반의 기준점, 영상데이터, 레이저데이터, 초음파데이터를 활용한 측량기기, 방법, 품질관리 및 성과를 명시하였으며, 성과품인 3차원 데이터 기반의 모델작성을 명시하였다.

건설측량 설계기준(KDS)를 구성하는 것은 앞서 설명한대로 설계측량 일반(KDS 12 10 00), 건설공사 설계측량(KDS 12 20 00), 디지털 설계측량(KDS 12 30 00)으로 구성되어 설계측량 일반은 설계측량, 디지털 설계측량 등에 포함된 측량에 대한 개괄적 사항을 명시한 것이며, 설계측량 파트는 건설공사 설계를 위해서 수행되는 측량 순서, 절차, 측량성과의 기준치, 납품성과에 관해 제시하고, 디지털 설계측량은 기존의 설계 도면(종이) 작성을 위한 측량이 아닌 디지털 성과물(입체 모형 등), BIM, 스마트건설기술 지원을 위한 3차원 공간정보 생성을 위한 방안에 대한 지침으로서의 역할을 하도록 구성되었다.



<그림 6-1> 건설측량 설계기준 중 건설공사 설계측량의 구성 내용 예시

건설공사 설계에 따른 수행측량에 대한 부분은 기존의 작업규정을 준수하도록 제안하여 측량 방법론에 대한 동질성 확보하고 있으며, 현재 건설공사에서 수행되는 다양한 측량들은 3차원 측량 성과를 도출하는데 있어 공공측량, 일반측량 등의 작업규정을 준수하도록 제시하였다.

나. 현재 운영 중인 측량 작업규정 조사·분석을 통한 연계활용 사항 도출

1) 국토지리정보원 측량관련 작업규정 분석

「공공측량 작업규정」의 경우 공공측량에서 요구하는 측량에 대한 측량절차 중심의 내용·기준 등이 규정되어 있으며, 특히 스마트건설의 핵심 데이터인 3차원 측량성과에 대해 포괄적인 의미로 작성되어 상세내용(스마트공법에 적합한 기준, 성과 등)은 없고 3차원공간정보 구축 작업규정을 준용하고 있다.

<표 6-4> 공공측량 작업규정 예시

제1조(목적) 이 규정은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제17조 및 같은 법 시행규칙 제21조에 따라 공공측량 작업계획서 작성기준 등 그 밖에 공공측량에 필요한 사항을 정하여 규격을 통일하고 공공측량성과의 정확도를 확보함을 목적으로 한다.

제3조(적용) 공공측량 작업에 관한 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정에서 정하는 바에 따른다.

제213조(3차원공간정보 구축) 지형지물의 위치·기하정보를 3차원 좌표 및 모델로 나타내고, 속성정보, 가시화정보 및 각종 부가정보 등을 추가한 3차원 공간정보의 제작방법 및 기준은 국토지리정보원장이 고시한 「3차원국토공간정보구축작업규정」 및 기타 3차원 공간정보 구축을 위하여 공공측량 작업 계획으로 별도로 정한 사항을 적용한다.

「일반측량 작업규정」의 경우 도로, 철도, 하천, 단지 등 일부 건설공사 중점의 내용·기준이 담겨 있으며, 특히 기존 건설공법 기반의 설계·시공 관점으로 작성되어 설계부터 준공단계까지의 스마트 건설기술 적용을 위한 상세내용(스마트공법에 적합한 기준, 성과 등)은 없는 것으로 분석되었다.

<표 6-5> 일반측량 작업규정 예시

제1조(목적) 이 규정은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제22조제3항에 따라 건설공사의 설계, 시공, 준공 및 공사시설물의 유지관리 등에 수반되는 일반측량에 대한 기준, 방법 및 절차 등을 구체적으로 정하여 건설공사의 정확도를 향상하고 시설물의 안전성을 확보하는데 그 목적이 있다.

제3조(적용범위) ① 이 규정은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 공사측량에 적용한다.

제37조(시공 전 측량성과 제출) ① 시공 전 측량이 완료되면 공사측량수행자는 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

② 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.

제58조(준공측량의 실시) 준공측량은 도로 및 철도공사, 단지공사, 하천공사 등의 건설공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시한다.

제65조(준공측량도면의 작성 및 제출) 준공측량도면은「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출한다.

3차원 측량데이터와 관련된「3차원국토공간정보구축작업규정」또한 건설공사에서 생산되는 3차원 데이터가 아닌 지도(3차원) 관점의 구축 기준, 절차 등을 담고 있으며, 표준데이터셋·데이터 형식 등이 스마트건설 적용에 적합하지 않을 것으로 판단되었다.

<표 6-6> 3차원 공간정보 구축 작업규정 예시

제1조(목적) 이 규정은 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률 제12조 및 같은법 시행규칙 제8조에 의하여 3차원 국토공간정보 구축을 위한 작업방법 및 기준 등을 정하여 성과의 규격을 통일하고 품질을 확보함을 그 목적으로 한다.

제5조(표준데이터셋) ① 표준데이터셋은 교통데이터, 건물데이터, 수자원데이터 및 지형데이터로 구성되며, 세부항목은 별표1 "3차원 국토공간정보 표준데이터셋"과 같다.

② 제1항에 의한 표준데이터셋은 발주처의 데이터 활용 목적에 따라 항목을 추가할 수 있다.

제8조(데이터 형식) ① 3차원 국토공간정보는 3차원 공간정보 데이터 형식인 3DF-GML으로 제작하는 것을 원칙으로 하며, City-GML 형식과 상호교환이 가능하도록 한다. 다만, 발주처의 데이터 활용계획에 따라 Shape, 3DS 및 JPEG 형식 등으로 제작할 수 있다.

그 외 다수의 국토지리정보원 규정에서 명시하고 있는 측량별 성과들은 대부분 지도제작 중심으로 되어 스마트건설에서 요구되는 3차원 측량정보의 생산과 현장적용에는 적합하지 않다.

<표 6-7> 국토지리정보원 측량관련 작업규정 분석

| 구 분 | 목 적 | 적 용 |
|---|--|--|
| 공공측량 작업규정 [시행 2022. 2. 25.] | 공공측량 작업계획서 작성기준 등 그 밖에 공공측량에 필요한 사항을 정하고 규격을 통일하여 공공측량성과의 정확도 확보 | 공공측량 작업에 관한 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정에서 정하는 바에 따른다. |
| 일반측량 작업규정 [시행 2020. 3. 17.] | 건설공사의 설계, 시공, 준공 및 공사시설물의 유지관리 등에 수반되는 일반측량에 대한 기준, 방법 및 절차 등을 통해 건설공사의 정확도 향상과 시설물 안전성 확보 | ① 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 공사측량 ② 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 법 및 각종 건설공사 관련법, 규정, 시방서 등에 준하여 실시 |
| 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정 [시행 2022. 8. 17.] | 수치지형도 및 지형도(이하 "지도"라 한다) 제작을 위한 항공사진측량 방법의 제반사항을 규정하여 작업방법, 규격, 정확도 등의 통일 목적 | 별도의 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정에서 정하는 바에 의한다. |
| 수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정 [시행 2022. 11. 8.] | 수치표고모형 등의 제작을 위한 항공레이저측량의 작업방법 및 기준 등을 정하여 성과의 정확도와 활용성의 확보 목적 | 수치표고모형 등의 제작을 위한 항공레이저측량은 이 작업규정에서 정한 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. |
| 3차원국토공간정보 구축작업규정 [시행 2019. 7. 1.] | 3차원 국토공간정보 구축을 위한 작업방법 및 기준 등을 정하여 성과의 규격을 통일하고 품질의 확보 목적 | 3차원 국토공간정보의 구축은 이 규정에서 정한 바에 따르는 것을 원칙으로 하며, 필요한 경우 각각의 세밀도별 작업방법을 별도로 정할 수 있다. |

| 구 분 | 목 적 | 적 용 |
|--|--|---|
| 국가기준점측량 작업규정 [시행 2020. 12. 31.] | 국가기준점 중 통합기준점, 수준점 및 삼각점의지리적 위치를 구하는 측량에 관한 세부적인 방법과 절차를 통해 측량성과 정확도 확보 목적 | 통합기준점, 수준점, 삼각점 |
| 무인비행장치 측량 작업규정 [시행 2020. 12. 30.] | 무인비행장치 측량에 필요한 사항을 정하는 것을 목적 | 무인비행장치 측량은 이 고시를 따르는 것을 원칙으로 하며, 고시에 포함되지 않은 사항은 준용한다. |
| 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침 [시행 2019. 7. 1.] | 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」 내 명시에 의하여 통보하도록 하는 각종 건설공사의 준공도면 작성에 필요한 세부작성방법, 그 밖에 필요한 사항을 정함을 목적으로 함 | 1. 지형·지물의 변동을 유발하는 건설공사를 시행하는 건설공사 시행자에 적용한다. 2. 준공도면에 관하여 다른 규정에 특별한 내용이 있는 경우를 제외한 사항 |
| 정밀도로지도의 구축 및 관리 등에 관한 규정 [시행 2022. 10. 4] | 국토지리정보원이 수행하는 정밀도로지도 제작의 작업방법 및 기준을 정하여 성과의 일관성과 정확성의 확보 목적 | MMS 측량 방법에 의한 정밀도로지도 제작은 이 고시에서 정한 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. (다만, 이 고시에 없거나 필요한 경우 별도의 작업방법을 마련하여 정밀도로지도 제작에 적용할 수 있다.) |
| 수치지형도 작성 작업 및 성과에 관 한 규정 [시행 2022. 8. 26.] | 수치지형도 작성에 관한 세부사항을 규정하여 작업방법, 규격 등을 표준화하고, 정확도를 확보 | ① 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정에서 정하는 바에 의한다. ②항공사진촬영, 세부도화 및 수정도화작업 등은 항공사진측량 작업규정에 의한다. |
| 측량기기 성능검 사 작업규정 [시행 2022. 2. 17.] | 측량기기의 성능검사 방법·절차 외 성능검사에 필요한 세부사항을 정하여 검사업무의 정확성 확보와 원활한 업무처리 목적 | 공간정보관리법 시행령 제97조 제1항의 규정에 의한 측량기기를 대상으로 한다. |

2) 국토지리정보원 측량관련 작업규정과 건설측량 설계기준 비교 분석

현재 개발된 건설측량 설계기준(KDS)는 건설공사 설계측량(KDS 12 20 00)과 디지털 설계측량(KDS 12 30 00)으로 구분되나 건설공사 설계측량 내용의 대다수가 일반·공공측량 작업규정과 연계된 상태로 분석되었다.

초기 건설공사 설계측량(KDS 12 20 00) 개발 시 개별 측량에 대한 작업규정을 검토하고 이를

기반으로 공사별 설계측량에 대한 지침을 제정하여 관련 규정과의 연계가 되었다. 이는 현행 작업 규정과 건설측량 설계기준간의 관계를 의미한다.

<표 6-8> 건설공사 설계측량 및 측량관련 작업규정간의 연계 예시

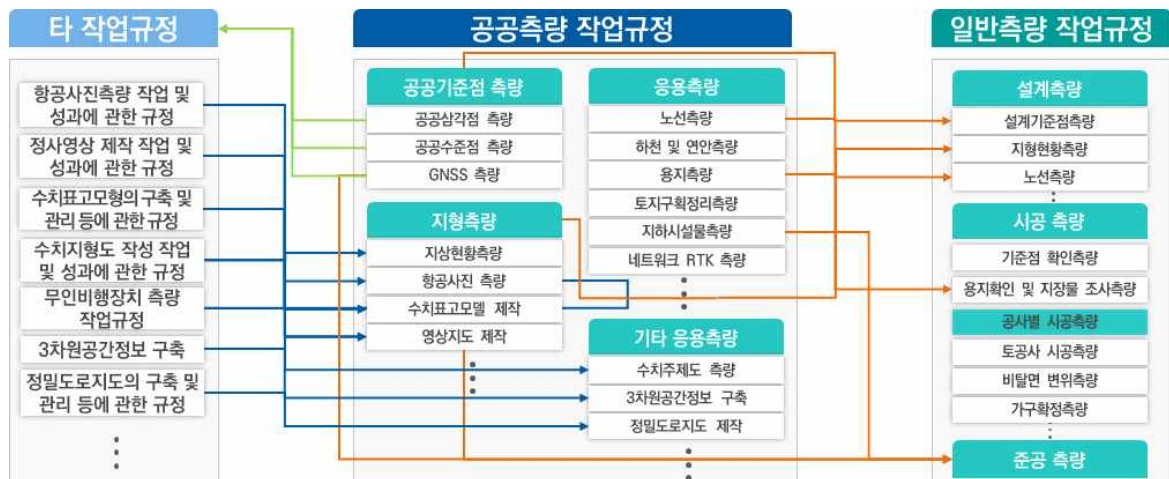
| 건설공사 구분 | 현 작업규정 | 건설공사 설계측량 (KDS 12 20 00) |
|-----------|--|--|
| 도로(철도) 설계 | [일반측량 작업규정] 제13조(설계기준점측량) ① 설계기준점 측량은 「공공측량 작업규정」 제16조부터 제26조까지 및 제165조부터 제183조까지의 규정에 따라 실시한다. | 4.1.3 설계(철도) 기준점측량 (1) 국가기준점 및 기존 설계(철도)기준점을 기준하여 … 규정되지 않은 사항은 공공 측량 작업 규정에 따른다. |
| 상하수도 설계 | [공공측량 작업규정] 제105조(노선측량의 종단측량) ① "노선측량의 종단측량"이란 중심 말뚝 등의 표고를 정하고 종단면도를 작성하는 작업을 말한다. | 4.1.5 종·횡단측량 (1) 노선측량에서 설치된 각 측점에 대한 종·횡단측량을 실시하여야 한다. |
| 단지조성 설계 | [공공측량 작업규정] 제155조(중심점 및 가구점 계산) ① "중심점 및 가구점 계산"이란 사업계획서에서 … 위치, 거리 및 방향각을 계산하는 작업을 말한다. ② 중심점계산은 삼각점 성과 및 그 외의 계산 결과를 … 중심점 간의 거리 및 방향각을 구한다. | 4.1.6 가구확정측량 (4) 중심점 계산은 삼각점 성과 및 그 외의 계산 결과를 기초로 중심점의 좌표를 구하고, 중심점 간의 거리 및 방향각을 구한다. |
| 하천(댐) 설계 | [일반측량 작업규정] 제24조(하천기본계획수립 및 하천시설관리대장 작성 등 측량계획) ① 하천기본계획 수립 및 하천시설관리대장 작성 … 다음 표와 같이 측량계획을 수립한다. | 4.1.2 하천기본계획을 위한 설계측량 (1) 하천기본계획 수립 및 하천시설관리대장 작성 … 작성을 위한 측량의 종류 및 목적은 아래 표와 같다. |
| 농업기반시설 설계 | [일반측량 작업규정] 제13조(설계기준점측량) ① 설계기준점 측량은 「공공측량 작업규정」 제16조부터 제26조까지 … 고정점으로 하여 설계기준점의 좌표를 결정한다. | 4.1.2 농업용 댐 설계측량 (2) 설계 기준점측량은 국가기준점 또는 공공기준점에 … 측량으로써 토탈스테이션, GNSS 등으로 측량을 실시한다. |
| 교량 설계 | [일반측량 작업규정] 제35조(지장물 조사측량) ① 공사측량 수행자는 현장 정밀조사를 통하여 … 지장물조사를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고한다. | 4.1.7 지장물 조사측량 (1) 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 필요한 현황조서를 작성한다. |
| 터널 설계 | [일반측량 작업규정] 제15조(지형현황측량) ① 지형현황측량은 항공사진측량에 의한 방법과 지상측량에 의 … 적합한 공법을 공사측량시행자가 판단하여 결정한다. | 4.1.3 지형현황측량 (1) 터널기준점을 기준으로 중심선 좌우 200m 폭의 지형 및 지장물과 1m 간격의 등고선을 측정하여 수치지형 현황도를 작성한다. 다만, 임시적치물 시설을 필요로 하는 장소에는 측정범위를 확대해야 한다. |

| 건설공사 구분 | 현 작업규정 | 건설공사 설계측량 (KDS 12 20 00) |
|---------|--|---|
| 건축 설계 | [일반측량 작업규정] 제15조(지형현황측량) ① 지형현황측량은 항공사진측량에 의한 방법과 지상측량에 의 ... 적합한 공법을 공사측량시행자가 판단하여 결정한다. | 4.1.2 지형현황측량 (1) 지형현황측량 방법은 항공사진측량에 의한 ... 지상측량방법인 토털스테이션, GNSS 등을 ... 측량방법을 설계측량시행자가 판단하여 결정하여야 한다. |

다. 현황진단에 따른 시사점 도출 및 적용방향 제시

현행 국토지리정보의 작업규정과 건설측량 설계기준간의 측량 방법론은 앞서 제시한 바와 같이 각 공사별 설계측량의 방법들이 동일하게 제시되거나 현 측량 작업규정들을 준용하도록 되어 있으며, 현 건설측량 설계기준 내용과 작업규정간의 제시된 사항은 동일한 방식을 제안하고 있어 별도 연계활용 가능보다는 불일치된 사항에 대한 조정, 의견 검토 등을 통해 규정과 일치성 확보가 우선이다. 측량관련 작업규정과 건설측량 설계기준간의 충돌규정, 불일치 등은 건설측량 설계기준에 대한 사전고시를 통해 산업계, 관계기관 등의 의견수렴을 통해 진행되어 본 연구에서 별도로 제시하지 않는다.

측량관련 작업규정 조사·분석한 결과, 각 작업규정은 개별 목적을 위해 제정된 규정이나 타 규정들과 연계, 측량관련 작업규정 간의 준용 등으로 인해 작업규정 간에 매우 복잡한 관계를 지니고 있으며, 공공 및 일반 측량의 경우 준용된 조문을 제외하고 각 작업규정 간의 개별적 특성을 나타내는 조문들이 존재하고 있어 이를 분류, 추출 등이 매우 어려운 것으로 파악되었다.



<그림 6-2> 국토지리정보원 측량관련 작업규정간의 관계도

건설측량 설계기준(KDS)는 건설공사별 설계 시 요구되는 다양한 측량을 설계 절차에 맞추어 제시한 지침으로서 건설공사 중심의 구성으로 최종 성과품 내역 또한 개별 측량 결과에 대해 통합적으

로 요구하고 있다.

공공측량 작업규정은 공공측량에 요구되는 개별 측량들을 설명하고 있으며, 일반측량 작업규정은 설계, 시공, 준공 등 공사 절차에서 수행되는 개별 측량에 대해 규정하였다.

<표 6-9> KDS, 공공 및 일반 측량 작업규정 분석 정리

| 구분 | 작업규정별 특성 검토 | 비고 |
|------------|---|----|
| 건설측량 설계 기준 | <ul style="list-style-type: none"> 공사 중심의 측량 지침으로 건설공사 설계 수행 시 요구되는 모든 측량에 대해 지침을 제공 일반측량 작업규정의 설계 측량과 의미상 중복되나 구성, 적용 등에서 차이 실제 공사를 중심으로 정리하여 현장에서 적용하기 편리함 | |
| 공공측량 작업 규정 | <ul style="list-style-type: none"> 공공측량에서 요구되는 모든 측량에 대해 개별적 또는 타 규정과 연계를 통해 제시 개별 측량 방법, 장비, 정확도 등에 대해 제시되어 개별 측량에 적용이 편리하나 건설공사 사업에 적용은 번거로움 측량 작업규정의 기본 규정으로 타 규정에서 준용을 하여 사용 | |
| 일반측량 작업 규정 | <ul style="list-style-type: none"> 설계 - 시공 - 준공 등 공사 절차에 필요한 개별측량에 대해 규정 하나의 건설공사사업에 대한 적용이 어려움 각 단계별 요구되는 개별 측량을 공공측량과 연계하여 규정화 됨 | |

앞서 국토지리정보원 측량관련 작업규정과 건설측량 설계기준 비교 분석을 통해 규정간의 중복, 차이점 등에 대해 검토하였으며, 이에 대한 실 예는 아래 표와 같다.

<표 6-10> 건설공사 설계측량과 측량관련 작업규정 중복 예시

| 현 작업규정 | 단지조성 설계측량 (KDS 12 20 10) |
|---|---|
| [공공측량 작업규정] 139조(종합현황도 작성) ④ 종합현황도에 사용되는 도식은 사업목적에 따라 시행자와 협의하여 적절히 정하여 사용할 수 있다. | (7) 종합현황도에 사용되는 도식은 사업목적에 따라 협의, 조정하여 사용할 수 있다. |
| [일반측량 작업규정] 제15조(지형현황측량) ① 지형현황측량은 항공사진측량에 의한 방법과 지상측량에 의한 방법 중 해당 공사의 특성과 여건에 적합한 공법을 공사측량시행자가 판단하여 결정한다. | (1) 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다. |

<표 6-11> 건설공사 설계측량과 측량관련 작업규정 차이 예시

| 현 작업규정 | 도로 및 철도 설계측량 (KDS 12 20 05) |
|---|--|
| <p>[공공측량 작업규정] 제11조(공공측량성과 등의 제출) ① 수행자는 공공측량성과를 취득하고, 시행자에게 측량성과, 측량기록 및 메타데이터 등을 제출한다. ② 시행자가 지정하는 측량작업에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 기술검토서를 첨부할 수 있다.</p> <p>[일반측량 작업규정] 제9조(공사측량성과의 제출 및 검사) ① 측량성과가 취득되면 공사측량수행자는 측량성과 및 측량기록에 책임기술자의 서명을 첨부하여 감독자에게 제출한다.</p> | <p>[도로 및 철도 설계측량] (KDS 12 20 05) (5) 도로 및 철도 설계측량 보고서에는 책임측량 기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.</p> |

스마트건설측량 작업규정(안)을 개발하기 위한 방향을 도출하기 위한 고려사항과 방향에 대해 아래와 같이 정리하였다.

□ (고려사항) 현 지리원의 공공·일반측량 작업규정 등과의 관계, 연계 등을 검토

- 성과품, 작업절차, 품질기준 등 기존 규정과 차이점, 중복성 등에 대한 문제 해결 방안 검토
- 기존 작업규정들의 적용범위가 중복되는 경우 혼란 방지를 위한 방안 검토
- 관련 작업규정들을 통합하여 사용자 편의성, 제도관리 효율성 등의 향상 여부 검토

□ (제정방향) 신규 작업규정 개발을 위한 제정방향은 현 시점에서 규정간의 혼란 최소화 및 현행 규정에 대한 대체 여부

- 스마트건설측량 작업규정(안) 개발 시 현행 작업규정과 중복, 차이 등으로 인한 혼란을 최소화하는 방안을 고려
- 현행 측량관련 작업규정과의 운영 방안을 고려 시 신설 규정이 기존 규정을 대체 여부 검토



<그림 6-3> 스마트건설측량 작업규정(안) 개발 방향 정리

2. 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발

건설측량 설계기준 구성상의 디지털 설계측량파트와 연계된 작업규정이 일반측량, 공공측량 작업규정을 제외한 타 규정에서 스마트건설에 대한 내용이 미비한 상황이며 기본적으로 수치지도, 공간정보 구축(DEM, 정밀도로지도) 등을 중점으로 구성되어 명확한 스마트건설설계, 스마트건설 기술 지원 등에 활용에는 적합하지 않다.

스마트건설에서 측량은 3차원 공간정보 기반으로 운영되는 자동화된 무인건설장비 운영, 수시로 변화되는 건설현장의 공간정보 갱신을 위한 체계 구성이 요구되고 있으며, GNSS(RTK) 등의 전통적인 측량장비 보다는 상대적으로 고가이지만 데이터 취득 및 처리 속도가 빠른 드론(항공사진측량, LiDAR 측량), 지상LiDAR, MMS 등을 적용하는 것이 효율적인 것으로 분석되어 대우건설에서는 드론측량 전담팀이 구성되어 국내·외 건설현장에 활용하는 등 국내 대형 건설사에서는 이미 드론을 도입하여 적극적으로 활용하고 있다.

스마트건설환경을 지원하기 위해서는 전통적인 측량 장비보다 효율적으로 3차원 공간정보, 좌표 등을 취득할 수 있는 측량 방법, 자동화 기술, 최신 측량 장비 등에 대한 규정이 필요하며, 특히 설계단계에서 많은 시간과 인력이 소요되는 측량환경을 드론, Lidar를 이용한 자동측량 환경으로 변화하여 효율성이 높아지고 설계 단계에서는 2D에서 3D로의 변화와 설계 부분의 자동화가 추진 된다면 미래 스마트건설공사에서 요구되는 측량 데이터는 「3차원 데이터 제공」, 「고정밀 위치정보 제공」, 「실시간 측량정보 제공」등으로 이를 위한 작업규정 도출에 매우 중요한 역할을 수행할 것으로 예상된다.

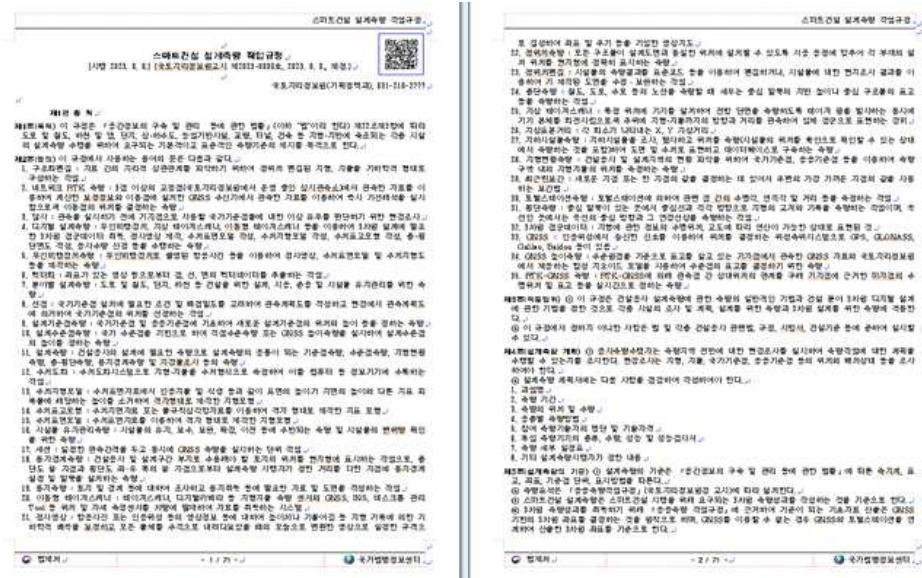
3차원 측량성고가 도입됨에 따라 기존의 건설공사체계뿐만 아니라 준공이후 유지관리까지 하나의 데이터 체계(3차원 측량성과)에서 관리됨에 따라 설계, 시공관리, 준공 및 유지관리에 있어서 활용과 그 역할을 위한 작업규정 수립이 필요하며, 스마트건설은 1. 계획·조사측량, 2. 예가산정, 3. 실시 설계, 4. 시공(전, 중), 5. 준공 6. 유지관리로 기존 건설공정과 달리 시공 전 측량과 시공 중 측량이 동시, 동일한 행위로 보는 것이 특징이다.

현행 건설공사에 관련된 일반측량 작업규정은 건설공사 종류의 구분이 아닌 건설공정 프로세스별 수반되는 측량을 중점으로 작성되어 스마트건설 공정과 맞지 않는 부분이 존재하여 적합한 작업규정이 필요하다고 판단하였다.

가. 스마트건설측량 작업규정(가칭) 개발 방안 검토

1) 스마트건설측량 작업규정(안) 신설 및 개별적 운영 방안에 따른 작업규정(안) 제정

본 스마트건설측량 작업규정(안) 제정 방안(1안)은 건설측량 설계기준(KDS)를 기반으로하는 개별 규정을 개발하는 방안으로 측량별 활용 장비, 절차, 품질, 성과품에 대한 비교·분석을 통해 스마트 건설측량 작업규정(안) 신설 및 각 작업규정 개별 운영하는 것으로 독립적인 별도의 작업규정을 신설하여 운영하고자 하는 것이다.



<그림 6-4> 건설측량 설계기준 기반의 스마트건설측량 작업규정(안) 예시

본 안은 현행 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정 등과 중복되는 항목에 대해 고려하지 않으며, 스마트건설측량 작업규정(안)을 '23년 고시된 건설측량 설계기준, 심의 및 고시 예정인 표준시방서 등의 내용을 포함하는 건설현장의 운영 규정으로써의 역할을 수행할 수 있는 작업규정을 제시되어야 한다.

2) 스마트건설측량 작업규정(안)과 일반측량 작업규정의 통합 규정 제정

본 스마트건설측량 작업규정(안) 제정 방안(2안)은 현행 작업규정과 건설측량 설계기준(KDS) 등과 중복되는 조문을 검토분석을 통해 통합된 작업규정을 제정하는 방안을 제시하고자 한다.

다만 본 방안을 수행하고자 한다면 현재 일반측량 작업규정에서 규정하고 있는 시공 및 준공 측량에 대한 부분은 '23년 심의 예정인 표준시방서 내 시공 전·후, 준공 및 유지관리에 대한 규정화가 필요하며, 현 시점에서는 설계측량에 대한 부분만을 제시할 수 있다는 점을 고려하여야 한다.

1안에서 제시한 것과 같이 '23년 표준시방서의 심의 및 고시에 따른 내용을 추가로 검토하여 일반측량 작업규정과 중복, 차이점 등을 검토 및 분석하여 연계되는 내용을 조정하여 스마트건설측량 작업규정(안)으로 일반측량 작업규정을 통합을 추진함에 있어 공공측량 작업규정을 준용하는 부분에 대한 검토도 필요하며, 이는 일반측량 작업규정이 공공측량 작업규정을 준용하기 때문이다.

<표 6-12> 스마트건설측량 작업규정(안) 신설 조항 및 일반측량 및 공공측량 작업규정과 연계성 예시

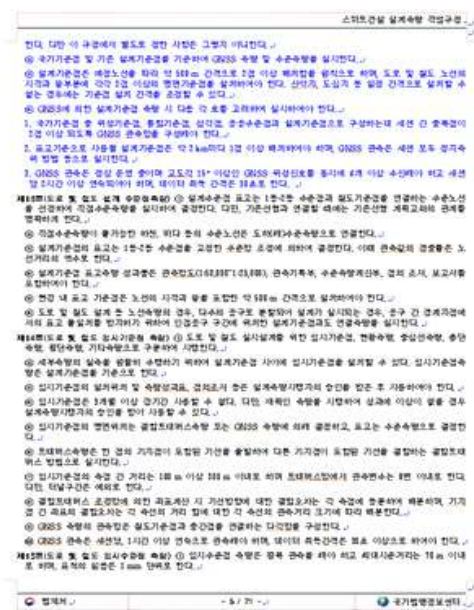
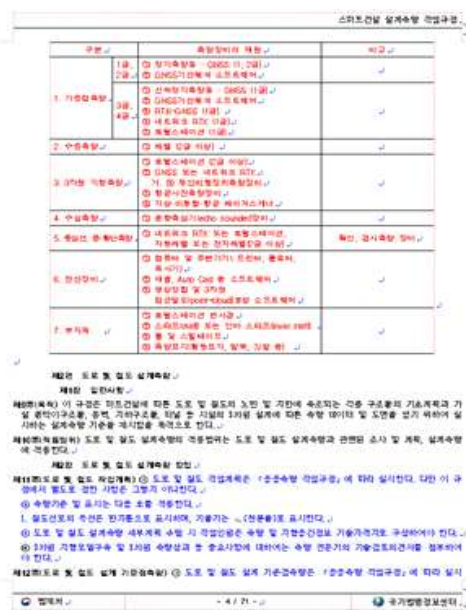
| 측량 종류 | 스마트건설 작업규정(안) | 공공측량 작업규정 | 일반측량 작업규정 | 비 고 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--|--|-----------|--------------|-----|-----|------|--------------|------|-----|-----|------|--------------|------|-------------|-----|------|-------------|----|----|--------|--------|-------|-----|-----|--------|--|--------------|-----|--------|--|---|--|
| 중심선 측량 | <p>제00조(중심선측량) 중심선측량은 이 규정에서 정의하지 않은 사항은 공공측량 작업규정을 따른다.</p> <p>제00조(중심선측량의 표지 설치) ① 측점번호가 기록된 중심선 측점을 현장에 견고하게 설치하여야 한다. 또한, 구조물, 포장 등의 측점 설치가 불가능한 지역은 페인트로 표시한다.</p> <p>② 지형상 종·횡단 변화가 있는 지점, 구조물 설치점, 곡선의 시·종점 또는 완화곡선의 시·종점 등의 시공상 중요한 지점에는 중간 측점을 설치하여야 한다. 다만, 하천 및 해안의 중심선측량 등에서는 측점 간격을 조정할 수 있다.</p> <p>③ 중심선측량을 RTK-GNSS측량으로 수행할 때에는 기준국과 이동국 간의 거리를 500m 이내로 하며, 측량 착수 전과 종료 후에 현장 주변의 설계기준점 또는 중간점을 검측하여 그 위치의 정확도를 확인하여야 한다.</p> <p>④ 중심점 간격, 평면도 제작, 주요점 설치 및 조사 작성에 관한 내용은 공공측량 작업규정을 따른다.</p> | <p>제103조(중심선측량)</p> <p>① "중심선측량"이란 주요점 및 중심점을 현장에 설치하고 선형지형도를 작성하는 작업을 말한다.</p> <p>② 주요점은 1~4급 공공삼각점을 사용하여 방사법 등으로 설치하고, 중심점은 1~4급 공공삼각점, 교점 및 주요점을 사용하여 방사법 등으로 설치한다.</p> <p>③ 중심점 간격은 다음 표를 표준으로 한다.</p> <table><tr><th colspan="2">종 별</th><th>간 격</th></tr><tr><td rowspan="2">도 물</td><td>계획조사</td><td>100m 또는 그 이하</td></tr><tr><td>실시설계</td><td>20m</td></tr><tr><td rowspan="2">하 천</td><td>계획조사</td><td>100m 또는 그 이하</td></tr><tr><td>실시설계</td><td>20m 또는 그 이하</td></tr><tr><td>해 안</td><td>실시설계</td><td>20m 또는 그 이하</td></tr></table> <p>④ 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점 간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 또한 교차의 허용범위는 다음 표와 같다.</p> <table><tr><th>구분</th><th>거리</th><th>20m 미만</th><th>20m 이상</th><th>허용 범위</th></tr><tr><td rowspan="2">평 지</td><td>10m</td><td>±2.000</td><td></td><td rowspan="2">±1.000 거리</td></tr><tr><td>20m</td><td>±1.000</td><td></td></tr></table> <p>⑤ 선형지형도는 지형도에 주요점 및 중심점의 좌표를 전개하여 작성한다.</p> <p>⑥ 주요점에는 주요점 말뚝을, 중심점에는 중심점 말뚝을 설치하며, 별표 20의 점의 조서 작성 및 명칭을 기입하고 인조점 말뚝을 설치한 경우 인조점도를 작성한다.</p> <p>⑦ 정확도 관리의 결과는 별표 21의 중심선측량 정확도 관리표로 작성한다.</p> | 종 별 | | 간 격 | 도 물 | 계획조사 | 100m 또는 그 이하 | 실시설계 | 20m | 하 천 | 계획조사 | 100m 또는 그 이하 | 실시설계 | 20m 또는 그 이하 | 해 안 | 실시설계 | 20m 또는 그 이하 | 구분 | 거리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 허용 범위 | 평 지 | 10m | ±2.000 | | ±1.000 거리 | 20m | ±1.000 | | <p>제18조(중심선측량) ① 중심선측량은 「공공측량 작업규정」 제103조에 따라 실시한다.</p> <p>② 중심선측량 시에는 RTK-GNSS, 네트워크 RTK 또는 토털스테이션 장비(2급 이상)를 사용한다.</p> <p>③ 중심선측량의 정확도는 ±3cm 이내로 한다.</p> | |
| 종 별 | | 간 격 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 도 물 | 계획조사 | 100m 또는 그 이하 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 실시설계 | 20m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 하 천 | 계획조사 | 100m 또는 그 이하 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 실시설계 | 20m 또는 그 이하 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 해 안 | 실시설계 | 20m 또는 그 이하 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 구분 | 거리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 허용 범위 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 평 지 | 10m | ±2.000 | | ±1.000 거리 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20m | ±1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

본안은 규정의 제정목적이 동일한 스마트건설측량 작업규정(안)과 일반측량 작업규정을 통합하고 기타 작업규정은 현행 유지하는 것을 목적으로 하며, 기존 건설공사 체계(일반측량 작업규정)와 3차원 디지털 공사 체계(스마트건설측량 작업규정(안))를 포괄할 수 있도록 구성하는 것이 요구되어진다.

아래 표는 디지털 설계측량 중 하나의 조문을 예시로 제시하는 것으로 관련 규정과 연계를 위한 작업규정 제정에 대한 예문이다.

<표 6-13> 스마트건설측량 작업규정(안) 신설 조항 및 수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정과의 연계성 예시

| 측량 종류 | 스마트건설 작업규정(안) | 수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정 | 비 고 |
|-----------------|---|---|-----|
| 유인항공을 이용한 레이저측량 | <p>제00조(GNSS 기준국 설치) ① GNSS 기준국은 데이터 취득이 양호한 곳에 선점하여야 하며, 상공에 장애물이 없는 시계를 확보할 수 있는 곳이어야 한다.</p> <p>② 이 규정에서 정의하지 않은 사항은 수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정을 따른다.</p> | <p>제11조(GNSS 기준국 설치)</p> <p>② GNSS 기준국은 항공기 GNSS와의 기선거리가 50km 이내인 지점에 설치하여야 한다. 다만, 도서지역 등 부득이한 경우 기선거리 70km 이내인 지점에 설치할 수 있다.</p> <p>⑤ GNSS 기준국의 좌표는 GNSS 상시관측소 자료를 사용하여 기준타원체 기반의 3차원좌표로 결정하고 별지 제7호서식에 따라 점의 조서를 작성하여야 한다. 다만, GNSS 기준국으로 GNSS 상시관측소를 사용하는 경우에는 점의 조서 작성을 생략할 수 있다.</p> | |



<그림 6-7> 신규 작업규정 예시 - 적색 : KDS 추가, 청색 : 중복문구 삭제 또는 준용처리

3) 측량 작업규정 운영지침(가칭) 제정(안)

현행 작업규정과 건설측량 설계기준(KDS)의 적용 범위를 정의하고 관련 규정과 규정간의 연계를 지침으로 명확하게 구분하여 규정과 건설측량 설계기준(KDS)의 적용 시 혼란을 최소화하는 방안으로 작업규정이 아닌 운영지침을 제정하여 현행 작업규정의 적용범위와 건설측량 설계기준 및 표준시방서의 적용 범위에 대한 구분을 제시하는 방안이다.

<표 6-14> 측량 작업규정 운영지침(가칭) 조문 예시

| 운영 지침 조문 예시 | 비 고 |
|---|-----|
| 제1조(목적) 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질확보를 위해 3차원 설계 및 시공자동화 기술에 활용할 3차원 측량 정보 데이터 구축을 위한 건설측량 설계기준(KDS)에 측량 설계기준 반영으로 관련 작업 규정간의 적용범위 등을 정하여 관련 작업규정의 활용성을 제고함을 목적으로 한다. | |
| 제00조(공공측량 작업규정에 관한 적용) ① 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제17조 및 같은 법 시행규칙 제21조에 따라 수행되는 공공측량은 공공측량 작업규정을 따른다. ② 다만, 스마트건설을 위한 3차원 측량 데이터가 요구되는 설계, 공사 등은 건설측량 설계기준(KDS) 및 표준시방서(KCS)를 준용할 수 있다. | |
| 제00조(수치표고모형 구축에 관한 적용) ① 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제12조 및 같은 법 시행규칙 제8조에 따른 수치표고모형의 구축은 「수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 작업규정」을 따른다. ② 다만, 스마트건설을 위한 3차원 측량 데이터 중 수치표고모형이 요구되는 설계, 공사 등은 건설측량 설계기준(KDS) 및 표준시방서(KCS)를 준용할 수 있다. | |

4) 스마트건설측량 작업규정(가칭) 제정(안)

스마트건설측량 작업규정(안)을 개발하는 것은 기존의 측량관련 작업규정과 관계, 향후 운영 방안, 개발 범위 등 여러 사항에 대한 고려가 필요하며, 현 시점에서 스마트건설측량 작업규정(안)은 1안의 형태로 우선적으로 개발을 수행하고 일반측량 작업규정에서 정의하고 있는 설계, 시공, 준공에 대한 측량을 포괄할 수 있도록 '23년 표준시방서 심의 결과를 반영한 스마트건설측량 작업규정(안)이 도출될 때 일반측량 작업규정과의 통합을 추진하는 2안을 수행하는 것이 필요할 것이다.

이는 현재 건설측량 설계기준이 일반측량 작업규정 상의 설계 측량부분만을 포함하고 있다는 한계에 따른 것으로 건설측량 설계기준, 표준시방서 상의 측량 지침이 통합되어야 일반측량 작업규정을 포괄하는 신규 작업규정을 도출하게 되기 때문이다.

3. 스마트건설측량 작업규정(가칭)의 운영방안 수립

본 절에서는 스마트건설측량 작업규정(안)의 개발에 따른 현행 측량관련 작업규정과의 연계, 규정 관리 등에 대한 방안을 모색하고자 하였다. 신규 작업규정의 개발에 따라 기존 작업규정과의 중복, 규정간의 충돌 등 작업규정 개발에 따른 문제점을 검토하고 단기적 운영이 아닌 장기적 관점에서의 운영 방안을 검토하였다.

가. 공공 및 일반측량 작업규정 검토를 통해 최적 운영방안 수립

1) 최적 운영방안 수립을 위한 고려 사항

앞 절에서 현행 작업규정인 공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정 등을 분석한 결과, 각 작업규정은 규정 운영의 목적, 범위 등에서 차이를 보이고 있으며, 특히 일반측량 작업규정의 경우 스마트 건설측량 작업규정(안)에서 제시되는 목적과 유사한 목적을 위해서 제정되었다.

<표 6-15> 현행 작업규정의 제적 목적 및 적용 범위 비교

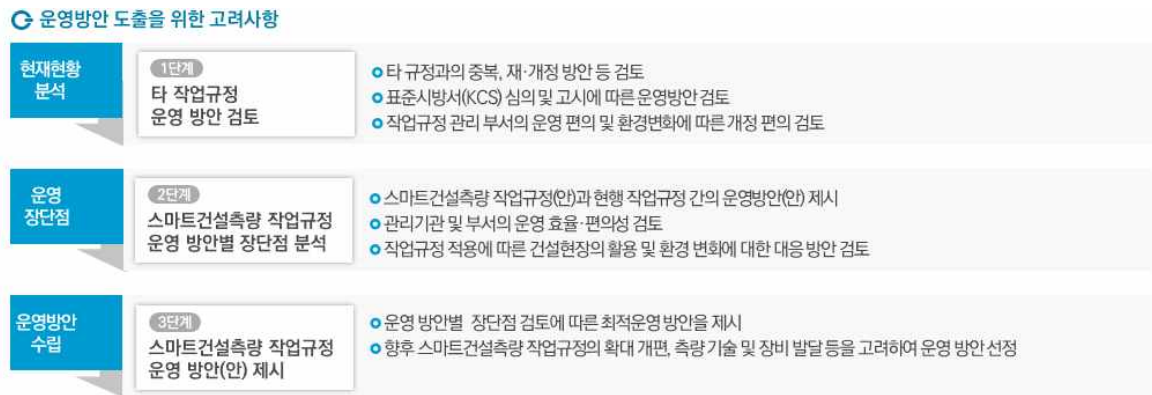
| 구 분 | 목 적 | 적 용 |
|--------------------------------|---|--|
| 공공측량 작업규정 [시행 2022. 2. 25.] | 공공측량 작업계획서 작성기준 등 그 밖에 공공측량에 필요한 사항을 정하고 규격을 통일하여 공공측량성과의 정확도 확보 | 공공측량 작업에 관한 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정에서 정하는 바에 따른다. |
| 일반측량 작업규정 [시행 2020. 3. 17.] | 건설공사의 설계, 시공, 준공 및 공사시설 물의 유지관리 등에 수반되는 일반측량에 대한 기준, 방법 및 절차 등을 통해 건설공사의 정확도 향상과 시설물 안전성 확보 | ① 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 공사측량 ② 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 법 및 각종 건설공사 관련법, 규정, 시방서 등에 준하여 실시 |
| 스마트건설측량 작업규정(안) | 도로 및 철도, 하천 및 댐, 단지, 상·하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 지형·지반에 축조되는 각종 시설의 설계측량 수행을 위하여 요구되는 기본적이고 표준적인 측량기준의 제시 | ① 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법과 건설 분야 3차원 디지털 설계에 관한 기법을 정한 것으로 각종 시설의 조사 및 계획, 설계를 위한 측량과 3차원 설계를 위한 측량에 적용 ② 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 법 및 각종 건설공사 관련법, 규정, 시방서 등에 준하여 실시 |

또한 일반측량 작업규정에 규정된 설계측량에 대한 내용은 스마트건설측량 작업규정(안)에 포괄적으로 포함되어 있으며, 이러한 조문의 중복은 공공측량 작업규정과도 연계가 되어있다. 이는 일반측량 작업규정이 공공측량 작업규정을 기반으로 건설공사의 공사 절차에 맞추어 작업규정을 도출하였기에 공공측량 작업규정을 준용하고 있는 부분이 존재하고 있다. 이런 측량관련 작업규정간의

연계로 인해 실제 일반측량 작업규정을 건설공사 현장에서 적용하기 위해서는 공공측량 작업규정까지 검토해야하는 애로사항이 발생하였다.

스마트건설측량 작업규정(안)의 개발 및 운영에서는 이러한 불편함을 해소하고 건설현장에서의 적용 편의성, 건설현장에서의 요구사항 적용, 현행 작업규정과의 연계 및 중복 문제 해소 등을 고려하여야 한다.

스마트건설측량 작업규정(안)의 개발에 대한 것은 앞 절에서 언급하였으므로 본 절에서는 규정 운영에 대한 부분을 검토하고자 하며, 운영방안 도출을 위해서 고려할 사항을 아래와 같이 제시하였다.



<그림 6-8> 신규 작업규정 운영방안 도출을 위한 고려사항

신규 작업규정을 운영 방안을 도출하기 위해서 현행 작업규정과의 충돌, 규정의 재·개정 방안 등에 대한 검토가 요구되며, 신규 작업규정이 스마트건설공사의 모든 공정에 대한 측량을 포괄하지 못하는 현 시점에서 차후 신규 작업규정의 개발이 완료되는 시점에서 발생할 문제점들을 예상하여 운영방안을 도출할 필요가 있다.

또한 스마트건설측량 작업규정(안)의 운영방안에 대한 여러 안을 도출하고 각 안전별 장단점을 검토하여 최적의 운영 방안을 제시하는 것이 본 절에서의 목적이다. 이를 위해서 장단점 분석 시 고려사항으로 현행 작업규정과의 관계 정립에 대한 검토가 매우 중요한 사항이며, 그 외로 신규 작업규정의 운영 시 스마트건설현장과 작업규정 간의 괴리 발생 여부, 작업규정의 제·개정 시 타 규정과의 충돌 여부, 측량 장비 및 기술 발달에 따른 환경변화에 대한 대응 등을 고려하여야 한다.

2) 최적 운영 방안 제시

공공측량 작업규정, 일반측량 작업규정과 스마트건설측량 작업규정(안) 간의 관계 정립을 기반으로 운영방안을 고려할 경우 본 연구에서는 3개의 안을 제시하고, 이에 대한 장단점을 분석하여 최적의 운영방안을 도출하고자 하였다.

가) 1안 - 동일목적의 일반측량 작업규정 폐지

앞서 언급한 것처럼 일반측량 작업규정의 제정은 건설공사에서의 수행되는 측량 업무에 대한 명확한 근거를 마련하고자 하는 것으로 이는 일반측량 작업규정 제정 고시문에 표현되었다.

<표 6-16> 일반측량 작업규정 제정 고시 안내(2013.12.30.)

국토교통부(국토지리정보원)는 건설공사의 설계, 시공, 준공 및 유지관리에 수반되는 일반측량에 대한 정확도, 절차, 방법 등의 기준에 관한 일반측량 작업규정을 제정하여 오는 18일부터 시행한다. 그동안 건설공사에서의 측량은 설계, 시공, 준공, 유지관리 등 전 단계에서 수행되는 가장 중요한 요소임에도 불구하고 도로, 하천 공사의 표준시방서 등에서 개괄적으로만 제시되었다. 이 때문에 측량의 정확도, 절차, 방법, 기술자 등에 대한 구체적 기준이 없어 건설공사 전반에 걸쳐 실시되는 측량성과에 대한 정확도 확보가 어려웠다. 이에 각 공사의 시방서와 설계기준에 따라 개별적으로 운영되던 각종 시방서, 설계기준, 작업규정을 준용하여 건설공사측량의 체계적인 작업규정을 마련하게 되었다. 총 5편 66조로 구성된 이번 작업규정은 건설공사 중 비중이 높은 도로, 철도, 하천, 단지공사 분야를 우선 선정하여, 이에 대한 설계, 시공 전, 시공 중, 준공 단계에서 수행되는 측량의 절차, 방법 등 기준을 제시하고 있다. 국토지리정보원은 작업규정의 완성도를 높이기 위하여 전문가위원회를 구성·운영하고, 공청회 등을 통해 관계기관 및 전문가 의견을 작업규정에 반영하였으며, 향후 지하철, 공항, 댐, 항만, 상하수도, 건축 공사 분야까지 확대하여 측량의 절차, 방법 등 세부 기준을 마련할 계획이다.

이는 일반측량 작업규정은 건설공사에서 수행되는 측량에 대한 기준을 제시하는 것을 목적으로 제정된 것이며 건설측량 설계기준, 표준시방서 등이 심의를 통과하여 고시되는 시점에서 일반측량 작업규정의 의의에 대한 재검토가 필요하고, 미래 건설공사의 중심이 될 것으로 예상되는 스마트건설공사에 대한 절차와 규정에 적용 시 규정 중복, 건설현장에서의 혼란 등의 문제가 발생할 수 있다.

따라서, 건설측량 설계기준, 표준시방서 등을 기반으로 개발될 스마트건설측량 작업규정(안)의 고시 이후 일반측량 작업규정을 폐지하고 스마트건설측량 작업규정(안)을 중심으로 건설공사에서의 측량 수행에 대한 근거, 측량기술자 고용 필요성, 측량 업무에 대한 법적 근거를 마련하는 방안을 고려하였다.



<그림 6-9> 일반측량 작업규정 폐지 방안

나) 2안 - 스마트건설측량 작업규정(안)과 일반측량 작업규정의 통합 운영

1안에서 제시된 방안을 기반으로 일반측량 작업규정과 스마트건설측량 작업규정(안) 간의 차이점을 고려한 운영방안으로 건설측량 설계기준을 통해서 일반측량 작업규정의 설계측량에 대한 규정을 수립하고, 표준시방서에 대한 심의 통과 후 시공 전·후 측량, 준공 및 유지관리 측량 등에 대한 규정을 추가하여 스마트건설측량 작업규정(안)이 일반측량 작업규정에 규정하는 범위를 포괄적으로 대행할 수 있는 시점에서 일반측량 작업규정과 통합을 통해 기존 건설공사 및 스마트건설공사에서 적용할 수 있는 작업규정으로 운영하는 방안을 2안으로 제시하였다.



<그림 6-10> 스마트건설측량 작업규정(안)과 일반측량 작업규정 통합 방안

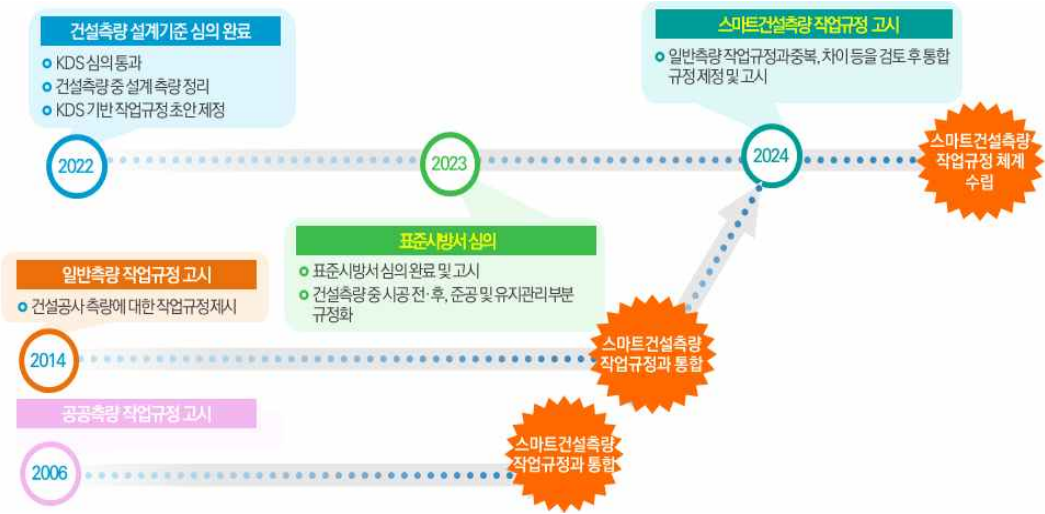
2안은 동일 목적으로 제정된 2개의 작업규정을 통합함으로써 규정을 활용하는 현장에서 혼란을 최소화 하고 스마트건설측량 작업규정(안)에 시공 전·후 측량, 준공 및 유지관리 측량에 대한 보완이 이루어지는 시점까지 해당 부분에 대해 일반측량 작업규정으로 유지하는 것이다.

이러한 규정 운영을 위해서는 스마트건설측량 작업규정(안) 개발 방안 중 2안인 통합 규정 제정을 통해서 작업규정이 제정되어야 하나, 현 시점에서 시공, 준공에 대한 통합이 불가능하므로 차후 표준시방서의 심의 통과 이후에 작업규정 통합과 함께 수행되어야 할 것으로 판단된다.

다) 3안 - 스마트건설측량 작업규정(안)과 공공측량 및 일반측량 작업규정의 통합 운영

일반측량 작업규정과 스마트건설측량 작업규정(안)은 건설공사에서 요구되는 측량에 대한 절차, 기준, 성과품 등을 제시한다는 동일 목적이 존재한다. 공공측량 작업규정은 공공의 목적으로 수행되는 모든 측량에 대한 기준을 제시하고 있으며, 이는 건설공사에서 수행되는 측량에 대한 부분도 포함되어 있다. 다만 앞 절에서 언급한 바와 같이 공공측량 작업규정은 건설공사의 설계-시공-준공-유지관리의 절차에 따른 규정을 제공하는 것이 아닌 개별 측량에 대한 규정을 제시하고 있어 이를 건설현장에서 적용하는 데에 있어 어려움이 있다.

이러한 사유로 일반측량 작업규정의 제정, 스마트건설측량 작업규정(안) 등을 개발하고자 하였다. 다만 공공측량 작업규정에서 규정을 일반측량 및 스마트건설측량에서 준용하고 있는 부분이 존재하고 있으며, 이로 인하여 공공측량 작업규정과의 통합을 고려할 수 있다.



<그림 6-11> 측량관련 작업규정의 통합 방안

다만 3안과 같이 공공측량 작업규정까지 통합을 할 경우 작업규정이 매우 방대하고 작업규정의 목적에 따른 구성에서의 차이로 인해 통합 시 많은 문제점이 발생할 것으로 예상된다.

라) 스마트건설측량 작업규정(안) 운영 방안 선정

앞 절에서 제시한 운영방안을 검토한 결과, <표 6-17>과 같이 정리하였으며, 이를 통해 최적의 운영 방안으로 본 연구에서는 2안을 선정하고자 한다. 스마트건설측량 작업규정(안)을 일반측량 작업규정을 포괄할 수 있도록 개발한 이후 일반측량 작업규정과의 통합을 통해 건설공사 및 스마트 건설 공사에 적용하는 방안으로 규정간의 중복, 규정 활용의 편의성 등을 고려 시 최적의 운영방안으로 판단하였다.

<표 6-17> 운영 방안별 장·단점 분석

| 구 분 | 장 점 | 단 점 |
|--|---|--|
| 1안 동일목적의 일반 측량 작업규정의 폐지 | <ul style="list-style-type: none"> - 건설측량 설계기준, 표준시방서(23년) 등 과 중복성 방지 - 공공측량 작업규정과 건설공사관련 지침 간의 분리 및 별도 관리 체계 수립 | <ul style="list-style-type: none"> - 측량관련 작업규정과 건설공사관련 지침 간의 괴리 - 동일한 위치정보 취득관련 장비 및 기술에 대한 규정, 절차, 정확도 등에 대한 차이로 인한 혼란 발생 |
| 2안 스마트건설측량 작업규정(안)과 일반측량 작업규정 통합 | <ul style="list-style-type: none"> -건설공사 지침과 규정 간의 통일된 절차, 방법 등을 동시에 유지·관리 가능 -동일한 위치정보 취득관련 장비 및 기술에 대한 규정, 절차, 정확도 등의 통일로 현 장 혼란 방지 | <ul style="list-style-type: none"> - 건설측량 설계기준, 표준시방서(23년) 등 과 중복에 대한 문제 해결 필요 - 방대한 내용에 대한 일부·전면 개정 문제 등 제도 관리 상의 어려움 발생 |

| 구 분 | 장 점 | 단 점 |
|---------------------------|--|---|
| 3안 측량관련 모든 작업규정의 통합 | -공공측량, 건설 공사 지침, 설계 측량, 공간정보 취득관련 측량 등 측량에 대한 모든 규정을 통합함으로써 규정 간의 불일치, 모순 등에 대한 해소 | -방대한 내용에 대한 일부·전면 개정 문제 등 제도 관리 상의 어려움 발생 -건설측량 설계기준, 표준시방서(23년) 등과 연계 절차 및 갱신 절차 필요 -작업규정이 포괄하는 범위, 내용, 절차 등이 넓어 통합 시 어려움 예상 |

차후 법령체계도 상 건설기술진흥법 시행령 내의 행정규칙으로 고시되고 있는 건설측량 설계기준 및 표준시방서와의 중복된 규정으로서의 문제점을 검토할 필요가 있다.

나. 스마트건설측량 작업규정(가칭)와 건설측량코드의 연계활용 방안 수립

스마트건설측량 작업규정(안)이 설계-시공-준공-유지관리 등 건설공사에 대한 측량의 기준을 제시하는 작업규정으로 고시된 이후 건설측량 설계기준과의 연계에 대한 방안으로 스마트건설공사 현장에서의 요구사항에 따른 건설측량 설계기준의 개선 및 개정에 발생하는 경우 동일하게 스마트건설측량 작업규정(안)의 개정이 이루어져야 한다. 이는 건설현장에서 수행되는 측량 지침과 국토지리정보원에서 관리되는 작업규정간의 동일성을 유지하기 위한 것이다.

또한, 측량 장비 및 기술의 발전에 따라 신규 측량 장비의 도입 및 기술 적용에 따른 규정의 제·개정이 발생할 경우도 건설측량 설계기준 및 표준시방서에 반영하여야 하며, 이는 스마트건설측량 작업규정(안)의 제·개정을 통해 반영할 수 있도록 한다.

제7장

결론

최근의 건설산업은 초고층, 대규모 지하복합시설 등 보다 복잡하고 다양한 형태로 발전함에 따라 건설과정에서 복잡한 구조물의 정확한 위치결정, 새로운 장비들의 운용에 따르는 실시간, 고정밀 위치정보 제공 등 높은 수준의 위치결정 기술과 고정밀 공간정보의 수요가 증가하고 있다. 이는 건설공사의 품질관리에 있어 정확한 규격관리를 위한 정밀측량이 요구됨을 의미한다. 그러나 현재 건설공사의 품질관리 관련 법, 시방서 등에는 측량에 대한 측량방법과 절차, 기술자의 역할과 권한 및 책임에 대한 사항이 모호하거나 구체적으로 명시되어 있지 않음에 따라 부실공사 방지, 구조물의 안전확보 등에 불완전 요소가 많은 것으로 파악되고 있다.

이에 본 연구에서는 '21년 개발한 건설측량 설계기준(KDS)의 국가건설기준으로의 등록과 시공 측량, 준공 및 유지관리 측량의 내용을 포함한 건설공사측량 표준시방서(KCS) 개발을 진행하고 기 개발한 건설측량 설계기준(KDS)의 검증을 실시하였다. 마지막으로 스마트건설측량 작업규정(안) 개발 및 기존 측량 작업규정 보완 연구를 수행하고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

먼저 건설측량 설계기준(KDS) 등록의 경우 '21년 개발한 건설측량 설계기준의 구성 체계를 변경하였는데 KDS 12 10 05 설계측량 일반사항은 KDS 12 10 00 중 소분류 05 설계측량 일반으로 체계를 변경하고 KDS 12 10 10 공통설계측량은 내용이 상당수가 중복되므로 건설공사 설계측량으로 통합하였다. 그리고 KDS 12 10 20 분야별 설계측량은 KDS 12 20 00 건설공사 설계측량으로 중분류에 코드를 부여하고 소분류 코드를 각각 부여하여 05 도로(철도) 설계측량, 10 단지조성 설계측량, 15 하천(댐) 설계측량, 20 상하수도 설계측량, 25 농업기반 설계측량, 30 교량 설계측량, 35 터널 설계측량, 40 건축 설계측량으로 체계를 구성하였다. 마지막으로 KDS 12 10 15 스마트건설 설계측량은 건설정보의 디지털화가 핵심사항으로 스마트건설이란 용어대신 디지털이란 용어를 사용함으로써 KDS 12 30 00 디지털 설계측량으로 변경하였다. 그리고 각각의 내용에 대하여 소분류 코드를 부여하여 05 3차원 기준(수준)점측량, 10 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량, 15 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량, 20 3차원 초음파데이터를 이용한 설계측량, 25 3차원 데이터에 의한 모델작성으로 체계를 구성하였다.

이러한 건설측량 설계기준(KDS)은 건설기준위원회와 중앙건설기술심의위원회의 심의와 측량 관련 산업계, 전문가 등을 대상으로 설명회 등을 거쳐 최종적으로 '23년 1월 2일 제정되었다. 여기서 지금까지 건설기준위원회와 중앙건설기술심의위원회에 측량코드가 없었기 때문에 측량 분과 전문위원회를 새로 신설했으나 앞으로 측량 분야 전문가들의 전문위원회 참여를 위한 홍보 및 관·산·학·연의 측량 관련 거버넌스 체계 구축이 필요할 것으로 판단하였다.

다음으로 건설공사측량 표준시방서(KCS) 개발을 위해 측량 관련 현황을 분석하였는데 법제도적 측면에서 분석한 결과 공간정보관리법은 지도작성 및 관리·활용 중심으로 구성됨에 따라 건설에서 측량에 대한 내용의 부족함에 따라 법제도 개선이 필요하다고 판단하였으며, 건설기술 진흥법은 건설공사 전반적 내용을 담고 있음에 따라 스마트건설 부분에 대한 사항만 일부 개정하면 될 것으로 판단하였다. 또한 현재의 건설공사에서는 측량의 중요성을 인식하지 못하고 있으며, 측량 관련 규정이 있지만 건설 관련 법제도, 설계기준(KDS), 표준시방서(KCS)에서 측량에 대한 정확한 기준 및 절차를 마련하지 못한 채로 측량을 하고 있으며 대부분의 경우 측량전문가가 아닌 비전문가가 측량을 수행하고 있었다. 따라서 이러한 문제를 해결하고 부실측량으로 인한 문제를 방지하고자 측량에 대한 기준 및 절차를 규정한 건설측량 설계기준(KDS), 건설공사측량 표준시방서(KCS)의 필요성을 다시 한번 알 수 있었다.

그리고 국외의 경우 일본은 국가가 주도하여 스마트건설 관련 측량 규정을 연구하여 제시하고 있었는데 현재 국토교통성에서 I-Construction 관련 문서는 93개였으며 지속적인 연구와 검증을 통해 갱신하고 있는 것으로 파악되었다. 하지만 미국과 유럽은 현재 민간이 주도하여 스마트건설 관련 플랫폼과 각종 가이드라인, 매뉴얼 등을 독자적으로 개발하고 보유하고 있어 공개하고 있지 않았으며 이는 향후 Trimble, AutoDesk 등 글로벌 기업이 스마트건설 구성 요소를 플랫폼으로 주도할 것으로 판단하였다. 따라서 이러한 제조사에서 판매하는 특정 장비에 종속되지 않는 범용적인 건설측량 설계기준(KDS)과 건설공사측량 표준시방서를 정립할 필요가 있다고 판단하였다. 즉, 스마트건설 특성상 측량 장비의 역할이 결정적이므로 특정 제조사에 종속되지 않도록 장비의 범용성을 확보할 수 있는 전략 마련이 필요하다는 것을 의미한다.

다음으로 건설공사에서 각 공정/공종 별로 요구되는 측량의 적용범위, 역할, 절차, 방법, 측량데이터 취득 및 처리, 품질관리 등에 대한 내용을 포함한 건설공사측량 표준시방서(KCS)를 개발하였다. 이 때, 국가건설코드 작성지침에서 명시하고 있는 구성 및 방법을 적용하였고 각종 시설물별 표준시방서, 전문시방서, 감리업무지침, 건설공사 수행지침서 그리고 일반측량작업규정 등에서 측량 분야를 참고하여 개발하였다. 디지털 시공측량 부분(MC/MG)의 경우 우리나라 역시 개발중에 있어 일본의 사례를 검토하여 우리나라 실정에 맞도록 부분 차용하였으며, 시공자동화 현장의 과업지시서(LH 한국토지주택공사)를 참고하여 작성하였다.

이를 통해 건설공사측량 표준시방서(KCS)는 건설공사측량 일반, 공통공사 측량, 분야별 공사측량으로 구분하여 총 3편 13종을 개발하였다. 제1편 건설공사측량 일반 (KCS 12 10 05)은 건설공사측량에 대한 일반적인 내용을 개발하였으며, 제2편 공통공사측량 (KCS 12 20 00)은 건설공사의 기본적인 공사를 선정하여 공통공사측량으로 분류하고 토공사 시공측량, 배수공사 시공측량, 포장공사 시공측량, 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량에 대해 4종을 개발하였다. 제3편 분야별공사측량 (KCS 12 30 00)에서는 실질적인 건설공사 내용을 참고하여 각종 분야별로 공사항목을 결정하

였으며, 분야별 공사측량에 대한 내용은 공사 전, 공사 중, 준공 및 유지관리 측량으로 나누어 도로 및 철도공사, 단지조성공사, 하천 및 댐 등 총 8종을 개발하였다.

이렇게 개발한 건설공사측량의 표준시방서(KCS) 역시 국가건설기준으로 등록을 해야하는데 현재 건설공사측량과 수심측량이 공통공사(KCS 10 30 00)에 편제되어 있어 새로운 측량코드로 등록하기 위해서 많은 이해관계가 얽혀있기 때문에 등록 전략과 건설기준위원회 및 중앙건설기술심의위원회 대응 전략이 필요할 것으로 판단하였다. 등록 전략의 경우 일반사항을 먼저 등록하여 측량코드(KCS 12 00 00)를 우선 선점하고 중·장기적 관점에서 타분야 기준의 디지털 전환과 맞추어 진행하는 방안 등이 있으며, 대응 전략의 경우 측량의 필요성과 중요성을 논리적으로 설명하여 의견을 조율을 통한 측량코드의 등록 타당성을 마련해야 할 것으로 판단하였다.

다음으로 건설측량 설계기준(KDS)의 적용성 평가를 수행하였는데 대상 지역은 접근성, 데이터 취득의 용이성 등을 고려하여 현재 건설공사 중인 고속도로를 대상 지역으로 선정하였다. 대상 지역은 총 1.5km의 길이로 절·성토, 포장, 측구, 옹벽, 앞성토, 부체도로, 교량 등이 존재하여 다양한 적용성 평가 데이터를 취득할 수 있어 적용성 평가 대상 지역으로 적합하였으며, 검증실험 방법은 토털스테이션을 이용하여 대상 지역내에 검증용 기준점에 대해 3차원 좌표를 취득하고 동일한 위치의 3차원 지형모델의 데이터와 위치 및 높이를 비교·분석하는 방법을 이용하여 3가지 실험을 실시하였다. 기준점 및 수준점 데이터 취득의 경우 네트워크 RTK와 토털스테이션을 이용하여 동일한 위치에 대해 각각 측량하여 3차원 좌표를 취득하여 비교·분석하고 네트워크 RTK의 적용가능성을 확인하였다. 3차원 지형모델 작성의 경우 횡단면, 구조물의 위치, 단면적으로 나누어 다양한 비교·분석을 실시하였다. 먼저 기존의 방식대로 토털스테이션을 이용하여 횡단측량을 실시하고 3차원 지형모델과 횡단면을 비교·분석하였다. 다음으로 교량의 위치에 대해 토털스테이션을 이용한 직접측량과 3차원 지형모델을 비교·분석하였고 마지막으로 대절토 토공구간의 단면적에 대하여 토털스테이션을 이용한 직접측량과 3차원 지형모델을 비교·분석하였다. 이러한 비교·분석을 통해 건설측량 설계기준(KDS)의 적용가능성을 확인하였으며 테스트베드 구축 및 운영을 통해 스마트건설의 안정성, 효율성 등 좀더 세밀하고 다양한 현장 적용성 평가가 필요할 것으로 판단하였다.

마지막으로 스마트건설측량 작업규정(안) 개발 및 기존 측량 작업규정 보완은 현 건설측량 설계기준을 기반으로 개발 시 일반측량 작업규정을 대체할 수 있는 규정을 도출할 수 없으며, 이는 현 시점에서 작업규정 개발에 대한 의의가 미약함을 의미한다. 본 연구로 개발된 표준시방서가 '23년에 심의를 통과하여 이를 건설측량 설계기준과 연계하여 일반측량 작업규정의 적용 범위를 대체할 수 있는 스마트건설측량 작업규정(안)이 도출된다면 이를 기반으로 일반측량 작업규정과 통합 및 운영 방안을 수행하는 것이 적합할 것이며, 이를 위해서 우선적으로 건설측량 설계기준을 기반으로 한 작업규정(안)을 부록으로 제시하였다. 차후 표준시방서 기반의 규정화가 이루어져 스마트 건설공사의 설계-시공-준공-유지관리에서 수행되는 측량에 대한 기준을 정립할 수 있도록 스마트

건설측량 작업규정(안)의 개발 및 운영방안을 제시하고자 하였으며, 일반측량 작업규정과의 통합 및 운영을 해당 방안으로 제시하였다.

이처럼 본 연구에서는 건설측량 설계기준(KDS)의 국가건설기준으로 등록하여 건설 분야에서 측량의 역할과 위상을 정립하였으며, 시공 단계와 준공 및 유지·안전관리 단계에서 요구되는 측량데이터 구축의 절차와 기준 등에 대한 건설공사측량 표준시방서(KCS)를 개발하여 건설측량에 대한 국가건설기준을 완비함으로써 제도적 근간을 마련하였다. 하지만 향후 건설측량 설계기준(KDS) 및 표준시방서(KCS)의 운영과 건설 분야에서 측량의 지속적 관리 등을 위해서는 현재 공간정보관리법 등 측량 분야의 법제도 개정과 건설측량에 대한 법적 정의가 개편되어야 할 것으로 판단되었다. 그리고 건설측량설계기준(KDS) 제정·공표에 따른 민원 대응방안 마련이 필요하며, 이를 위해 전담조직과 인력교육, 예산확보와 운영 등에 대한 사항과 교육 및 인재양성 방안 마련이 반드시 필요할 것으로 판단하였다.

참고문헌

국토교통부, 2018, 스마트 건설기술 로드맵.

국토교통부, 2020, 건축 BIM 활성화 로드맵.

국토교통부, 2022, 스마트 건설 활성화 방안.

국토교통부, 2022, 항공안전법 시행규칙, 국토교통부령 제1130호.

국토지리정보원, 2019, “무인비행장치를 이용한 공간정보구축 기술개발 및 품셈연구”.

국토지리정보원, 2019, 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침, 국토지리정보원고시 제2019-143호.

국토지리정보원, 2019, 3차원국토공간정보구축작업규정, 국토지리정보원고시 제2019-146호.

국토지리정보원, 2020, 국가기준점측량 작업규정, 국토지리정보원고시 제2020-5708호.

국토지리정보원, 2020, 무인비행장치 측량 작업규정, 국토지리정보원고시 제2020-5670호.

국토지리정보원, 2020, 일반측량 작업규정, 국토지리정보원고시 제2020-1245호.

국토지리정보원, 2022, 공공측량 작업규정, 국토지리정보원고시 제2022-970호.

국토지리정보원, 2022, 수치지형도 작성 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원고시 제2022-3600호.

국토지리정보원, 2022, 수치지표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정, 국토지리정보원고시 제 2022-4622호.

국토지리정보원, 2022, 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원고시 제 2022-3487호.

이영진, 2017, 측량정보학 개정판, 청문각, 221-247쪽.

조규전, 2017, 측량정보공학 개정 4판, 양서각, 278-333쪽.

고형렬, 2017, “건설현장 3D정보의 효율적인 습득을 위한 UAV기반 사진측량 데이터품질 향상 방안”, 성균관대학교 석사학위 논문, 22-32쪽.

김명언, 2022, “현장 여건을 고려한 공공측량 작업규정 개선방안에 관한 연구”, 강원대학교 석사학위 논문, 5-47쪽.

김민철 외, 2018, “UAV 영상을 이용한 무기준점 3D 형상 점군데이터 활용 연구”, 한국산학기술학회학회지 제19권 제2호, 97-104쪽.

김석구, 2017, “드론 공간정보 활용사례 및 건설분야 활용방안”, 대한공간정보학회 춘계학술대회 제5호, 3-46쪽.

김성진, 2020, “건설산업에서의 드론(Unmanned Aircraft System) 활용에 관한 최근 연구동향 및 시사점”, 한국건설관리학회지 제21권 제1호, 45-49쪽.

김준석 외, 2020, “UAV를 활용한 사진측량의 지상 기준점 배치에 따른 정확도 분석”, 한국지도학회지 제20권 제2호, 41-55쪽.

김진우, 2020, “지상레이저스캐너의 스마트건설 활용성 분석”, 한국측량학회 학술대회자료집 제 7호, 177-179쪽.

대한측량협회, 2013, “공공측량 관련 규정 등에 관한 연구”.

류정림, 2016, “개방형 BIM과 GIS정보 융합을 통한 도시공간정보모델 개발 및 구현에 관한 연구”, 경북대학교 박사학위 논문, 49-106쪽.

박건, 2016, “항공 LiDAR자료와 고해상도 Digital 영상을 이용한 산사태 재해위험지역 예측분석”, 강원대학교 박사학위 논문, 93-113쪽.

박용희 외, 2021, “드론 영상획득 정밀도 분석을 위한 위성항법 RTK 영향과 자세정보 영향 분석”, 항법시스템학회 정기학술대회, 487-490쪽.

박준규 외, 2020, “대규모 개발지역의 공간정보 구축을 위한 드론 라이다의 특징 비교”, 한국산학기술학회지 제21권 제1호, 768-773쪽.

박준규 외, 2021, “지형모델 구축 방법에 따른 토공물량 산정의 정확도 평가”, 한국측량학회지 제39권 제1호, 47-54쪽.

박찬혁, 2018, “유·무인 항공사진측량과 지상 MMS를 이용한 정밀도로지도 구축 및 성능평가”, 서울시립대학교 박사학위 논문, 7-129쪽.

임대용, 2017, “무인항공사진측량에 의한 공간 객체의 3차원 실감모델 생성 기술”, 방송과 미디어 제22권 제2호, 44-52쪽.

옥재혁, 2019, “측량 목적과 지형적 특성에 따른 드론사진측량 적정 중복도 검증”, 부산대학교 석사학위 논문, 6-52쪽.

유재민, 2016, “비측량용 드론과 지적경계점을 활용한 정사영상 생성 및 정확도 분석”, 충남대학교 석사학위 논문, 34-80쪽.

윤부열, 2020, “저가형 무인비행체를 활용한 정사영상 정확도 향상에 관한 연구”, 한국산업융합학회지 제23권 제2호, 209-218쪽.

- 이광표, 2019, “국내 건설기업의 스마트 기술활용 현황과 활성화 방향”, 한국건설산업연구원, 51-75쪽.
- 이영호, 2020, “3D 스캐닝 기술을 이용한 토공사 기성관리 감독 및 검사 가이드라인 개발”, 한국산업융합학회지 제23권 제5호, 735-746쪽.
- 이재원 외, 2018, “RTK-GPS 무인항공사진측량의 위치결정 정확도 평가”, 한국산학기술학회지 제19권 제4호, 63-68쪽.
- 이정일, 2014, “장비 및 제도 개선을 통한 3차원 공간정보의 품질 향상 방안”, 인천대학교 박사학위 논문, 9-112쪽.
- 임수봉, 2016, “무인항공사진측량을 이용한 공간정보 생성 및 정확도 평가”, 충남대학교 박사학위논문, 33-91쪽.
- 정갑용 외, 2021, “드론 라이다와 영상에 의한 포장 노면의 평탄성 분석”, 한국측량학회지 제39권 제1호, 55-63쪽.
- 조선일, 2020, “BIM 적용을 위한 UAV 기반의 토공량 산정에 관한 연구”, 충남대학교 박사학위논문, 17-102쪽.
- 조재희 외, 2020, “스마트 건설에서 디지털 측량정보의 활용”, 한국 BIM 학회 논문집 제10권 제3호, 33-42쪽.
- 진경호, 2019, “스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 모니터링 및 규제 개선방향 마련”, 한국건설기술연구원, 5-110쪽.
- 최규성, 2016, “레이저 스캐닝과 사진측량을 이용한 건축물 대상 3차원 점군데이터 비교 및 활용에 관한 연구”, 성균관대학교 석사학위 논문, 13-31쪽.
- 한국국토정보공사, 2020, “드론공간정보 품질관리 및 인증체계 구축 방안 연구”, 한국국토정보공사 공간정보연구원, 104-257쪽.

- Abdullahi, Z. M., & Haruna, I, 2008, "Utilization of information and communication technology (ICT) for information service delivery in university libraries in Adamawa State", *Information Technologist (The)*, Vol.5(2), pp.24-30.
- B. Akinci, F. Boukamp, C. Gordon, D. Huber, C. Lyons, K. Park, Akinci, B., Boukamp, F., Gordon, C., Huber, D., Lyons, C., & Park, K, 2006, "A formalism for utilization of sensor systems and integrated project models for active construction quality control", *Automation in construction*, Vol.15(2), pp.124-138.
- Chen, C., Tang, L., Hancock, C. M., & Zhang, P, 2019, "Development of low-cost mobile laser scanning for 3D construction indoor mapping by using inertial measurement unit, ultra-wide band and 2D laser scanner", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol.26(7), pp.1367-1383.
- Gallay, M, 2013, "Direct acquisition of data: airborne laser scanning", *Geomorphological techniques*, section 2.1.4, pp.1-17.
- Gheisari, M., & Esmaeili, B, 2019, "Applications and requirements of unmanned aerial systems (UASs) for construction safety", *Safety science*, Vol.118, pp.230-240.
- Jiang, R., Jáuregui, D. V., & White, K. R., 2008, "Close-range photogrammetry applications in bridge measurement: Literature review", *Measurement*, Vol.41(8), pp.823-834.
- Sepasgozar, S. M., & Shirowzhan, S., 2016, "Challenges and opportunities for implementation of laser scanners in building construction". In *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, Vol.33, p.1.
- Snively, N., Seitz, S. M., & Szeliski, R., 2006, "Photo tourism: exploring photo collections in 3D", In *ACM siggraph 2006*, pp.835-846.

Soudarissanane, S. S., & Lindenbergh, R. C., 2011, "Optimizing terrestrial laser scanning measurement set-up". In ISPRS Workshop Laser Scanning 2011, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing(ISPRS), pp.127-132.

Soudarissanane, S., Lindenbergh, R., Menenti, M., & Teunissen, P., 2011, "Scanning geometry: Influencing factor on the quality of terrestrial laser scanning points", ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, Vol.66(4), pp.389-399.

Tao, C. V., 2000, "Mobile mapping technology for road network data acquisition", Journal of Geospatial Engineering, Vol.2(2), pp.1-14.

Tatum, M. C., & Liu, J., 2017, "Unmanned aircraft system applications in construction", Procedia Engineering, Vol.196, pp.167-175.

Trock, J., 2018, "The Legal Implications of the Use of Unmanned Aircraft in the United States and Europe by the Energy and Infrastructure Sectors". Const. L. Int'l, Vol.13(2), pp.33-38.

Tuttas, S., Braun, A., Borrmann, A., & Stilla, U, 2014, "COMPARISION OF PHOTOGRAMMETRIC POINT CLOUDS WITH BIM BUILDING ELEMENTS FOR CONSTRUCTION PROGRESS MONITORING", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, Vol.XL-3, pp.341-345.

Tzedaki, V., & Kamara, J. M., 2013, "Capturing as-built information for a BIM environment using 3D laser scanner: A process model", AEI 2013: Building Solutions for Architectural Engineering, pp.486-495.

국가법령정보센터, <https://www.law.go.kr/main.html> (accessed December 2022).

국토교통성, i-Construction에 관한 문서 목록, <https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html> (accessed December 2022).

부록

부록 1. 건설공사측량 표준시방서(KCS)

KCS 12 10 05 : 2023

건설공사측량일반

2023년 00월 00일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|---------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량의 기준 | 3 |
| 1.5 측량의 수행 | 3 |
| 1.6 측량 계획서 | 3 |
| 1.7 측량의 품질관리 | 4 |
| 1.8 공사측량기록 | 5 |
| 1.9 스마트 건설공사 측량의 활용 | 5 |
| 2. 자재(장비) | 5 |
| 2.1 공사 측량 장비 및 부자재 | 6 |
| 2.2 측량기기의 검정 | 6 |
| 3. 시공 | 6 |
| 3.1 시공 전 측량 | 6 |
| 3.1.1 시공 전 측량 일반 | 6 |
| 3.2 시공 중 측량 | 7 |
| 3.2.1 시공 중 측량 일반 | 7 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 8 |
| 3.3.1 준공측량 일반 | 8 |
| 3.3.2 준공 성과품의 작성 | 8 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 건설공사측량은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 공사 측량에 적용한다.
- (2) 건설공사측량은 건설공사의 시공, 준공 및 공사시설물 설치에 대한 측량과 스마트건설을 지원하는 3차원 측량방법 및 측량기기의 선정, 측량성과 관리 등에 적용한다.
- (3) 이 기준에서 정하지 않은 사항에 대해서는 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정을 준용할 수 있다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정
- (4) 일반측량 작업규정
- (5) 항공사진측량 작업규정
- (6) 무인비행장치 측량 작업규정
- (7) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 10 10 10 공무행정요건

1.3 용어의 정의

- 건설공사측량 : 건설공사의 기본 및 실시설계, 시공, 준공 및 유지관리를 위한 측량
- 검사측량(검측) : 공사 측량 수행자가 측량한 성과에 대하여 공사감독자가 검측용 측량장비를 이용하여 실시하는 검사측량
- 머신가이던스(Machine Guidance) : 토공작업 시 장비에 위성항법시스템(GNSS) 및 각종 센서와 제어기를 부착하여 설계도면을 기준으로 굴착 · 깎기 · 쌓기 등에 필요한 굴착깊이, 깎기 및 쌓기 높이, 경사, 장비위치 등의 정보를 3차원 그래픽 환경에서 건설장비 운전자에게 제공하는 시스템
- 시공 전 측량 : 공사 착공 후 실시설계도면 및 공사내역서 등 설계도서에 명시된 구조물의 위치와 토공량 등이 실제와 일치하는지의 여부를 확인하기 위하여 실시하는 측량
- 시공 중 측량 : 모든 구조물이 실시설계도면 및 시공 상세도면에 명시된 위치와 규격에 따라 정확하게 시공될 수 있도록 시공 과정에서 실시하는 정위치측량, 확인측량 및 검사측량
- 확인측량 : 공사의 품질관리를 위하여 공사 측량수행자가 실시하는 측량으로 정위치 측

량에 의해 설치되는 각 구조물의 위치 및 규격을 확인하는 측량

- 준공측량 : 설계도서에 따라 시공된 구조물 등의 현황을 정확히 조사하여 효율적으로 시설물을 유지관리하기 위하여 수치지도 수정용 건설공사 준공도면작성에 관한 지침에 따라 준공측량도면 및 관련 자료를 작성하는 측량
- 유지관리측량 : 완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 따라 실시하는 측량
- GNSS 정지(정적측위)측량 : GNSS측량의 현장 관측은 크게 정지관측과 동적관측으로 구분되는데 정지관측이란 수신기를 장시간 고정된 채로 관측하는 측량
- RTK- GNSS측량 : RTK-GNSS에 의해 관측점간의 상대위치관계를 구해 기지점에 근거해 미지점의 수평위치 및 표고 등을 정하는 측량
- 토털스테이션(TS)측량 : 토털스테이션에 의하여 관련 점간의 수평각, 연직각 및 거리 등을 측정하는 측량
- 3차원 건설공사 측량 : 무인비행장치, 지상형 레이저스캐너, 이동형 측량시스템 등을 이용하여 3차원 측량 데이터를 생산하고 수치지형모델을 작성하여 건설공사에 적용하는 측량
- 점군데이터 : MMS의 레이저스캐너를 이용하여 취득한 점 형태의 3차원 좌표 데이터.
- 항공레이저측량 : 항공레이저측량시스템을 항공기에 탑재하여 레이저를 주사하고, 그 지점에 대한 3차원 위치좌표를 취득하는 측량
- MMS (Mobile Mapping System, 이동형측량시스템) : 레이저스캐너, 디지털카메라 등 지형지물 데이터취득을 위한 측량 센서와 GNSS, INS, DMI 등 위치 및 자세 측정센서를 차량에 탑재하여 자료를 취득하는 시스템
- 지상 레이저 스캐너 (TLS; Terrestrial Laser Scanner) : 특정 위치에 기기를 설치하여 전방 단면을 측량하도록 레이저 광을 발사하는 동시에 기기 본체를 회전시킴으로써 주위에 지형·지물까지의 방향과 거리를 관측하여 입체점군으로 표현하는 관측 장비
- 음향측심기 : 음파를 이용해서 수심을 측정하는 장비이다. 음파를 해저를 향해 발사하고 발사 시부터 되돌아오는 시간을 기록한 다음, 음파의 속도와 왕복시간의 곱을 반으로 나누어 해저의 수심을 측정하는 장비
- BIM(Building Information Modeling) : 3차원 정보모델을 기반으로 시설물의 생애주기에 걸쳐 발생하는 모든 정보를 통합하여 활용이 가능하도록 시설물의 형상, 속성 등을 정보로 표현한 디지털 모형
- 메타데이터 : 동영상, 소리, 문서 등과 같이 실제로 존재하거나 사용할 수 있는 데이터는 아니지만, 이러한 실제 데이터와 직접적 또는 간접적으로 연관된 정보를 제공해주는 데이터. 메타데이터의 정의는 “데이터에 대한 데이터”이며 기능적인 면을 강조하였을 때는 “데이터에 대한 구조화된 데이터”로 정의
- CSV(Comma Separated Value) : 쉼표를 기준으로 항목을 구분하여 저장한 데이터를 말한다. 데이터베이스나 표 계산 소프트웨어 데이터를 보존하기 위해 이런 형식을 사용한다. 각 항목이나 판매 내용마다 쉼표(comma)로 구분하여 기록한다. CSV 형식의 파일

은 텍스트 파일로 보존하여 문서 처리기나 편집기에서 열람·편집할 수 있다.

- Land XML : 지형정보를 나타내기 위해 만든 표준 규격의 파일 포맷

1.4 측량의 기준

- (1) 수평위치는 세계측지계에 기준한 평면직각좌표로 표시하며, 수직위치는 표고로 표시한다.
- (2) 수평위치의 좌표는 위성기준점, 통합기준점, 삼각점 및 공공삼각점의 측량성과를 기준으로 하며, 수직위치의 표고는 수준점, 통합기준점 및 공공수준점의 표고성과를 기준으로 한다.
- (3) 평면직각좌표 및 표고의 단위는 미터법을 사용하며, 소수점 셋째자리까지 표시한다.
- (4) 공사 측량성과의 계산결과 표시
 - ① 방위각(방향각) : 초단위로 하며, 자리수는 0.1초까지 기록한다.
 - ② 거리 : m 단위로 하며, 0.001m 까지 기록한다.
 - ③ 표고 : m 단위로 하며, 0.001m 까지 기록한다.
 - ④ 경위도(BL) : 초단위로 하며, 자리수는 0.001초까지 기록한다.
 - ⑤ XY좌표 : m 단위로 하며, 0.001m 까지 기록한다.
 - ⑥ 비고 : 관측값은 규정자리수 이상을 사용하여도 된다.
- (5) 측량기준점표지는 「공공측량 작업규정」에 따라 설치한다.

1.5 측량의 수행

- (1) 건설공사측량은 “공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률”에 따른 측량 및 지형공간정보 측량 자격기술자가 수행하여야 한다.
- (2) 수급인은 시공 전 측량, 시공 중 측량, 준공측량성과 및 측량기록에는 책임측량사가 서명,날인 하여야 하며 시공 전 확인측량 및 준공보고서에는 측량 및 지형공간정보기술사의 기술 검토의견서를 첨부하여야 한다.
- (3) 수급인은 공사규모에 따라 적절한 측량기술자를 투입하여 공사공정 및 품질관리에 차질이 없도록 하여야 하며 현장내에 측량사무실을 운영하여야 한다.
- (4) 공사 측량의 용역비는 「건설공사 표준품셈」을 적용(시공 전, 시공 중, 준공)하여 산출하는 것을 원칙으로 하며, 시공 중 측량과 같이 공사기간동안 현장에 상주하여 측량을 실시하는 경우 소요되는 인건비, 장비비, 사무실, 차량 및 숙식비 등의 제비용을 적용하여 용역비를 산출한다.

1.6 측량 계획서

- (1) 수급인은 공사착수 전에 설계 시 작성된 측량계획을 검토하고 현장 여건을 반영하여 상세한 측량수행 계획을 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 수급인은 장·단기공사에 대한 현장품질관리가 필요한 경우, 현장측량사무실 운영 및 활용에 대한 계획을 수립한다.

- (3) 수급인은 스마트건설공사 측량으로 시행할 경우 3차원영상데이터, 레이저데이터, 초음파데이터 등 3차원데이터를 취득하는 과정 및 모델작성에 따른 측량계획을 수립하여야 한다.
- (4) 수급인은 건설공사 측량계획서 작성 시 다음 사항을 확인한다.
 - ① 소요인원 확보 및 작업조 편성
 - ② 측량기기의 준비 및 점검
 - ③ 측량에 소요되는 자재 구입
 - ④ 토지, 건물 등의 출입에 따른 문제점 여부 확인
 - ⑤ 측량장애물의 변경 및 제거 등을 위한 소유자와의 협의
 - ⑥ 투입인원의 안전교육 실시
 - ⑦ 기타 측량관계 법령 숙지
- (5) 측량계획서는 다음사항을 포함하여 작성한다.
 - ① 과업명
 - ② 측량 기간
 - ③ 측량의 위치 및 수량
 - ④ 공종별 측량방법
 - ⑤ 참여 측량기술자의 명단 및 기술자격
 - ⑥ 투입 측량기기의 종류, 수량, 성능 및 성능검사서
 - ⑦ 측량 세부 일정표
 - ⑧ 기타 현장사무실 운영 등 감독자가 정한 내용
- (6) 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 등에 활용하기 위해 무인비행장치 등을 이용한 3차원 지형현황측량이 필요할 경우 측량방법 및 측량성과 관리 계획을 포함한 별도의 측량계획서를 수립하고, BIM 변환 등 측량성과의 호환성을 고려하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

1.7 측량의 품질관리

- (1) 수급인은 건설공사측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 수급인은 발주자가 설치한 측량기준점 및 용지경계점을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 수급인은 측량기준점 중 중심말뚝, 교점, 곡선시점, 곡선종점 및 하천이나 도로의 거리표 등의 이설에 대비하여 보조말뚝을 반드시 설치하여 보호하여야 한다.
- (4) 수급인은 시공기준의 기준(수준)점 설계도서에 표시된 기준(수준)점을 기준으로 건설공사측량을 실시하여야 한다.
- (5) 수급인은 공사감독자의 요구가 있으면 측량작업의 정확성을 증명하는 근거자료를 제출하여야 한다.
- (6) 수급인은 공사시행 시 수위를 측정할 경우에는 관측이 용이한 위치에 수위표를 설치

하고 보호하여야 한다.

- (7) 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 등에 활용하기 위해 무인비행장치 등을 이용한 3차원 지형현황측량이 필요할 경우, 측량방법 및 측량성과 관리 계획을 포함한 별도의 측량계획서를 수립하고, BIM 변환 등 측량성과의 호환성을 고려하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- (8) 머신가이던스(Machine Guidance)를 적용하는 경우 현장 품질관리를 위해 다음 사항에 유의하여야 한다.
 - ① 수급인은 공사 착수 전 머신가이던스(Machine Guidance)의 정상 작동 여부를 확인한 후 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
 - ② 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용 공사의 품질관리를 위한 검측 횟수, 측량기기 종류, 도면상의 측량지점 등을 포함한 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.
 - ③ 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지 여부를 매일 작업시작 전에 확인하고, 필요 시 캘리브레이션을 실시 후 그 결과를 기록하고 보고하여야 한다.

1.8 공사측량기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접공구와 중심선 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 수급인은 현장에 이미 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개 이상의 영구수준점을 설치하여 부지정지 및 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 정확한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 수급인은 구조물기초 및 부지정지가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.9 스마트 건설공사 측량의 활용

- (1) 3차원 기준점(수준)측량을 활용한 설계 및 시공기준점측량에 적용함으로써 정확도 향상에 기여하며 용지경계, 지구계 확인측량 등에 활용할 수 있다.
- (2) 영상데이터, 레이저데이터를 이용한 3차원 측량 통해 지형 및 시설물의 형태, 규격, 수량, 면적 등을 산출할 수 있으므로 토공량 산출, 지장물조사, 지구계확인 등에 활용함으로써 신속하고 정확한 성과를 얻을 수 있다.
- (3) 취득된 각종 3차원데이터 정보를 활용하여 수치표면자료(DSD)제작, 수치지면자료(DTD)제작, 불규칙삼각망자료제작, 수치표고모델(DEM)제작 등 3차원모델을 작성하여 3차원 공사 측량에 적용한다.

2. 자재(장비)

2.1 공사 측량 장비 및 부자재

(1) 수급인은 공사의 각 공종별 필요 장비를 선택하여 측량을 실시한다.

표 2.1-1 설계측량 장비 및 부자재 제원

| 구분 | | 측량장비의 제원 | 비고 |
|---------------|----------|--|-------------|
| 1. 기준점측량 | 1.2 급 | ① 정지측량용 : GNSS (1급) ② GNSS기선해석 소프트웨어 | |
| | 3.4 급 | ① RTK-GNSS (1급) ② 네트워크 RTK (1급) ③ 토탈스테이션 (1급) | |
| 2. 수준측량 | | ① 레벨 (2급 이상) | |
| 3. 3차원 지형측량 | | ① 토탈스테이션 (2급 이상) ② RTK-GNSS 또는 네트워크 RTK ④ 무인비행장치측량장비 ⑤ 항공사진측량장비 ⑥ 지상·이동형·항공 레이저스캐너 | |
| 4. 수심측량 | | ① 음향측심기(echo Sounder)장비 | |
| 5. 중심, 종·횡단측량 | | ① RTK-GNSS, 네트워크 RTK 또는 토탈스테이션, 자동레벨 또는 전자레벨(2급 이상) | 확인, 검사측량 장비 |
| 6. 전산장비 | | ① 컴퓨터 및 주변기기(프린터, 플로터, 복사기) ② 엑셀, Auto Cad 등 소프트웨어 ③ 영상정합 및 3차원 점군밀도(point-cloud)생성 소프트웨어 | |
| 7. 부자재 | | ① 토탈스테이션 반사경 ② 스태프(staff) 또는 인바 스태프(invar staff) ③ 폴 및 스틸테이프 ④ 측량표지(황동표지, 말뚝, 깃발 등) | |

2.2 측량기기의 검정

(1) 수급인은 “공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률”에 따라 성능검사를 필한 측량장비를 사용하여야 한다. 단, 신기술장비를 사용할 경우에는 공사감독자와 협의하여 결정할 수 있다.

(2) 측량기기는 정기적으로 점검하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 시공 전 측량 일반

(1) 수급인은 시공 전 측량 후 현황측량도 및 측량성과표를 공사감독자에게 제출하여야 하며,

공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 져야한다.

- (2) 수급인은 시공 전 설계보고서에 수록된 측량 과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시하여야 한다.
- (3) 수급인은 공사를 착수하기 전에 측량기준(수준)점의 위치를 확인하고 설계도서와 차이가 발견되면 즉시 공사감독자에게 보고하여야 한다.
- (4) 수급인은 측량수준점과 기준점을 공공측량 작업규정에 따라 설치하고 공사감독자에게 보고하여야 한다.
- (5) 수급인은 시공 전 측량이 완료되면 시공 전 측량 보고서를 작성하고 책임측량사의 서명, 날인 및 측량 및 공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (6) 수급인은 공사착공과 동시에 발주 설계도면과 실제 현장의 이상 유무를 확인하기 위하여 확인측량을 실시하여야 한다.
- (7) 수급인은 확인측량을 실시한 후에는 다음 각 호의 서류를 작성·제출토록 하고, 확인측량 도면의 표지에 측량을 실시한 책임측량사, 측량회사의 대표자와 함께 서명·날인하고 검토의견서를 첨부하여 공사 감독자에게 보고하여야 한다.
 - ① 확인측량 결과 도면 (중·횡단도, 평면도, 구조물도 등)
 - ② 시공기준점, 시공수준점 확인측량 결과
 - ③ 토공량 산출서
 - ④ 용지 및 지장물 확인측량 결과
 - ⑤ 공사비 증감 대비표
 - ⑥ 현지 확인측량결과 설계내용과 현저히 상이할 때는 공사감독자에게 측량 결과를 보고한 후 지시를 받아 실제 시공에 착수하게 하여야 한다.
- (8) 수급인은 시공 전 머신가이던스(Machine Guidance) 시범적용 시 이를 공사감독자에게 보고하여 공사감독자의 입회하에 머신가이던스(Machine Guidance)가 정상적으로 작동되는가를 확인하여야 하며, 시공 중 측량고와 계획고가 설계도면을 기준으로 일치되는지 확인하여야 한다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 시공 중 측량 일반

- (1) 시공 중 측량은 KCS12 20 00 공통공사측량 및 KSC12 30 00 분야별 공사 측량의 기준에 따라 실시한다..
- (2) 수급인은 공사수량의 결정을 위하여 기준점측량을 포함한 검측기준선 측량을 실시하여야 하며, 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 보고하여야 한다.
- (3) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하여야 하며, 기성검측을 위한 수량계산은 반드시 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (4) 수급인은 머신가이던스를 적용하는 경우 수치표고모델(DEM)자료를 이용하여 토공량 및

공사수량을 산정할 수 있으며, 공사감독자는 검측 시 횡단측량을 생략할 수 있다.

- (5) 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)를 이용한 토공작업을 실시한 경우 토공작업 후 현 지반고에 대해 무인비행장치 측량 등의 결과를 바탕으로 현 지반고의 3D 도면을 작성하여야 한다.
- (6) 수급인은 벌목 및 표토제거 작업이 종료되면 토공사를 시작하기 전 원지반면에 대한 정확한 지형현황측량을 실시하여 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고 모델(DEM)자료를 작성하여야 한다.
- (7) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 수치지형도 및 수치표면모델(DSM), 수치표고 모델(DEM) 등을 사용할 수 있으며, 이때 정확도는 평면좌표 및 표고 모두 $\pm 10\text{ cm}$ 이내로 하여야 한다.
- (8) 수급인은 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설해야 할 중심선 및 좌·우측 폭의 위치에 대한 시공좌표를 산출하고, 중심선 시공좌표 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 준공측량 일반

- (1) 준공측량은 건설공사로 인하여 설치된 각종 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시하여야 한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야 한다.
- (3) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 측량시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 준공시설물과 함께 인계하여야 한다.

3.3.2 준공 성과품의 작성

- (1) 수급인은 준공측량을 실시한 후에는 다음 각 호의 서류를 작성·제출토록 하고, 준공측량 도면의 표지에 측량을 실시한 책임측량사, 측량회사의 대표자와 함께 서명·날인하고 검토의견서를 첨부하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
 - ① 준공측량 결과 도면 (중·횡단도, 평면도, 교량, 각종시설물도 등)
 - ② 시공기준점, 시공수준점 측량 결과
 - ③ 준공 수량 산출서
 - ④ 지하시설물 (상·하수도관, 도시가스관, 통신케이블, 한전지중선, 각종 맨홀, 수로구조물 기타)과 각종 공작물에 대한 현황도
 - ⑤ 용지 및 지적 확정측량 성과도
 - ⑥ 공사비 증감 대비표
 - ⑦ 수급인은 준공 측량결과가 설계내용과 현저히 상이할 때는 공사감독자에게 측량 결과를 보고하여야 한다.

- ⑧ 수급인은 준공측량 도면을 수치지도 수정용 건설공사 준공도면 작성에 관한 지침에 따라 제작하여야 하며, 국가지리정보 구축 체계와 연계되도록 하여야 한다.
- ⑨ 준공측량 도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화가 현황에 포함되도록 작성하여야 하며, 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용할 수 있도록 하여야 한다.



KCS 12 20 05 : 2023

토공사 시공측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|---------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사측량기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 1.7 시공검측을 위한 측량 | 3 |
| 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 3 |
| 1.9 스마트건설측량 적용 | 4 |
| 2. 자재 | 4 |
| 2.1 측량기기 선정 | 4 |
| 3. 시공 | 4 |
| 3.1 일반사항 | 4 |
| 3.2 기준틀설치측량 | 5 |
| 3.3 비탈면 시공측량 | 6 |
| 3.4 비탈면 변위측량 | 7 |
| 3.5 터파기 되메우기 측량 | 8 |
| 3.6 토공량 산정 | 8 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건설산업기본법에 의한 건설공사에 수반되는 토공사 시공측량에 적용한다.
- (2) 이 기준은 시공 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등 기타 물량산출을 위한 기본데이터 취득과 토목공사에 기본적인 공통공사 측량에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정
- (4) 일반측량 작업규정

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반

1.3 용어의 정의

- 토공사측량 : 자연지형에 구조물 또는 시설물 건설을 위한 터파기, 되메우기 및 흙쌓기, 흙깎기 등 흙을 대상으로 하는 지반형성 공사 측량
- 비탈면공사 측량 : 비탈면 안정을 위해 앵커, 네일, 옹벽, 배수 등의 공사 필요시 지반 깎기 또는 쌓기 등의 비탈 지형을 만드는 공사를 위한 측량
- 기준틀설치측량 : 시공할 구조물의 위치, 범위, 규격 등을 표시하는 기준틀을 설치하기 위한 측량
- 토공량 산정 : 토공의 절토 및 성토량 구조물 및 관로공사의 터파기와 되메우기 등 건설공사의 계획, 설계, 시공의 전 과정에서 기본이 되는 측량분야로 정확한 체적을 산출하기 위해 측량
- 터파기 측량 : 구조물의 축조 및 각종 관로의 매설에 지장이 없도록 설계도서에서 지시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착하기 위한 측량
- 머신가이드시스템(Machine Guidance) : 토공작업 시 장비에 위성항법시스템(GNSS) 및 각종 센서와 제어기를 부착하여 설계도면을 기준으로 굴착·깎기·쌓기 등에 필요한 굴착깊이, 깎기 및 쌓기 높이, 경사, 장비위치 등의 정보를 3차원 그래픽 환경에서 건설장비 운전자에게 제공하는 시스템

1.4 측량 계획서

- (1) 수급인은 토공사 시공측량을 위하여 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따른 정확한 시

공을 수행할 수 있도록 측량계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

- (2) 수급인은 토공부분에서 굴착공사, 노체,노상의 성토공사 등과 시공 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등에 따르는 세부공정별 측량계획을 수립하여야 한다.
- (3) 수급인은 토공사 시공측량 시 머신 가이드스(Machine Guidance)작업 할 경우 작업결과 품질상태를 확인하기 위한 검측 시 방법과 절차를 제시하여야 한다.
- (4) 기타 토공사시공측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사 구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에 설치된 기준점을 참고하여 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량에 대한 작업일지를 비치하여야 한다.
- (4) 토공사시공측량은 부지정지가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 토공사를 위한 지형현황측량의 정확도는 평면좌표 및 표고 모두 $\pm 100\text{mm}$ 이내로 한다.
- (3) 비탈면 땅깁기 마무리면에 대한 표고의 정확도는 아래와 같다.
 - ① 노상 땅깁기면의 표고오차 : 토사의 경우 $\pm 3\text{cm}$ 이내, 암반의 경우 $+3\text{cm}$, -15cm 이내
 - ② 토사 비탈면의 표고오차 : $\pm 10\text{cm}$ 이내
 - ③ 리핑암 비탈면의 표고오차 : $\pm 20\text{cm}$ 이내
 - ④ 발파암 비탈면의 표고오차 : $\pm 30\text{cm}$ 이내
- (4) 노체 마무리면의 시공오차는 노체의 전체 평면위치에서 $\pm 100\text{mm}$, 노체면의 모든 수직위치에서 $\pm 50\text{mm}$ 이내이어야 하므로 시공 중 수시로 확인측량을 실시하여야 한다.
- (5) 수급인은 머신 가이드스(Machine Guidance)를 적용해서 작업한 토공사작업이 설계도면상의 계획고기준에 맞는지를 확인하기 위한 측량을 실시해야 하여야 한다. 만약 측량결과 계획고상의 기준에서 오차범위를 벗어나면 재시공을 하여야 한다.

| 방향 | 단위 | 허용오차 | 비고 |
|---------|----|------|----|
| X, Y 평면 | mm | 30 | |
| Z 방향 | mm | 50 | |

- (6) 수급인은 머신 가이드스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지를 확인하기 위해서 토공작업 기간 중 주기적으로 캘리브레이션을 실시하여야 한다. 캘리브레이션은 작업시작 전 실시하며, 캘리브레이션 결과를 기록하여 주간보고서로 보고 하여야 한다.
- (7) 이 기준의 측량작업은 측량 및 지형공간정보기사 자격자 등 측량책임기술자가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다.

1.7 시공점측을 위한 측량

- (1) 토공사 검사측량은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 후속 공정 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다.
- (3) 토공사에서 시공점측은 기성검측과 거의 유사한 성격으로 주로물량산출을 위한 측량을 실시한다.
- (4) 수급인은 검측현장야장을 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관한다.
- (5) 시공을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.
- (6) 수급인은 머신가이드스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정한다.

1.8 시공측량 성과품작성 및 제출

- (1) 수급인은 당해 토공사의 대한 검사측량을 실시하여 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 측량성과품은 아래와 같다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 벌목 후 원지반면의 지형현황도(CAD 파일 출력도면)
 - ⑥ 토공 기성측량 성과표 및 암 판정 측량 성과표
 - ⑦ 중심선 시공좌표 산출서
 - ⑧ 비탈면 시공좌표 산출서
- (3) 공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (4) 등고선은 반드시 표고값을 포함하여 3차원좌표(X, Y, Z)를 유지하고 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현되도록 한다.

1.9 스마트건설측량 적용

- (1) 시공자동화기술 장비(MG:/Machine Guidance)를 사용하는 경우, 현장 내에 GNSS 기지국을 설치하여 건설장비에 부착된 GNSS수신기와의 통신을 통해 위치값을 보정하여 건설장비의 위치를 추적하여야 한다.
- (2) 실시간으로 정확한 위치정보를 수신하기 위해서 GNSS-RTK 기지국을 현장에 설치해야 하며, GNSS-RTK 기지국의 X,Y,Z 좌표를 GNSS측량으로 정확히 측정하여야 한다.
- (3) 머신 가이드스(Machine Guidance) 로컬 환경에서 수신된 GNSS좌표값을 기준으로 건설장비에 부착된 각종센서를 이용하여 버킷(bucket) 또는 블레이드(blade) 끝점의 X,Y,Z 좌표를 추적하여야 한다.
- (4) 수급인은 무인비행장치(Drone)와 대공표지판을 이용하여 일일 토공작업 후, 현지반고에 대한 무인비행장치(Drone)측량을 실시하여 결과를 바탕으로 현지반고 및 3차원지형 현황측량 도면을 작성하여야 한다.
- (5) 토공사시공에서 스마트건설측량의 활용
 - ① 수급인은 접근이 어려운 비탈면의 경우 3D레이저스캐너, 항공사진측량을 통해 노출된 비탈면을 스캐닝하여 지표지질조사에 활용할 수 있다.
 - ② 수급인은 비탈면이 높거나 사람의 접근이 어려운 비탈면의 경우 무인비행장치(Drone)측량을 통해 노출된 비탈면을 촬영하여 지표지질조사 결과로 활용할 수 있으며, 비탈면 방향성에 대해서 3D-Mapping 기법 등을 활용하여 방향성을 확인할 수 있다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 토공사 착공 전에 사용할 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 일반사항

- (1) 시설물별 시공 중 측량은 각 시설물의 건설기준과 일반측량 작업규정 등 관련 측량 작업 규정에서 정하는 바에 따른다.
- (2) 수급인은 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설 해야 할 공사위치에 대한 시공좌표를 산출하고 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 수급인은 토공사 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (4) 토공사 측량은 다음 사항에 유의하여 수행한다.

- ① 벌목 및 표토제거 작업이 종료되면 토공사를 시작하기 전 원지반면에 대한 정확한 지형현황측량을 실시하여 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM) 자료를 작성하여야 한다.
- ② 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 수치지형도 및 수치표면모델(DSM), 수치표고모델(DEM) 등을 사용할 수 있으며, 이때 정확도는 평면좌표 및 표고 모두 $\pm 10\text{ cm}$ 이내로 하여야 한다.
- ③ 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설해야 할 중심선 및 좌·우측 폭의 위치에 대한 시공좌표를 산출하고, 중심선 시공좌표 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- ④ 머신가이드(Machine Guidance)를 사용할 경우 현장내 GNSS 환경은 GPS BASE(GPS 기준국)를 사용하여 건설장비에 부착된 GNSS 수신기와의 통신을 통해 위치값을 보정하여 건설장비의 위치를 추적하여야 한다.
- ⑤ 머신가이드(Machine Guidance)를 사용할 경우 실시간으로 정확한 위치정보를 수신하기 위해서 GNSS-RTK 기준국을 현장에 설치해야 하며, GNSS-RTK 기준국의 X, Y, Z 좌표를 GNSS 측량으로 정확히 측정하여야 한다.
- ⑥ 머신가이드(Machine Guidance) 로컬환경에서 수신된 GNSS 좌표값을 기준으로 건설장비에 부착된 각종센서를 이용하여 버킷(Bucket) 또는 블레이드(Blade) 끝점의 X, Y, Z 좌표를 추적하여야 한다.
- ⑦ 수급인은 머신가이드(Machine Guidance)를 이용한 토공작업을 실시한 경우 토공작업 후 현 지반고에 대해 무인비행장치 측량 등의 결과를 바탕으로 현 지반고의 3D 도면을 작성하여야 한다.
- (5) 수급인은 벌목 및 표토제거 작업이 종료되면 토공사를 시작하기 전 원지반면에 대한 정확한 지형현황측량을 실시하여 향후에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (6) 수급인은 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 감독의 입회 하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인시켜야 한다.
- (7) 수급인은 기설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.
- (8) 수급인은 측량기준점, 수준점은 공사 장비 또는 자동차 통행 등으로 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

3.2 규준틀설치측량

- (1) 수급인은 도로, 비탈면 등의 작업 착수일전에 규준틀 설치위치, 표시방법, 보호대책 등의 내용이 포함된 규준틀 설치 및 운영계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받는다.
- (2) 수급인은 토공 및 각종 구조물의 위치, 고저, 시공범위, 방향등을 표시하는 규준시설등을 설치하고, 시공 전에 반드시 확인·검사측량을 실시한다.
- (3) 토공사의 준비단계에서 수급인은 땅깍기 및 흙쌓기 구간의 위치와 기울기 등을 상세하게 파악하여 각각의 위치에 토공규준틀을 설치한다.

- (4) 설계도의 지형이 원지반 측량에서 얻은 실제지형과 일치하지 아니하는 경우에는 공사 감독자와 협의하여 비탈면의 기울기를 조정하고 기준틀을 다시 설치한다.
- (5) 기준틀(규준틀) 설치 및 측량은 다음 사항에 유의하여 수행한다.
- ① 시공할 구조물의 위치, 시공범위를 표시하는 기준틀(규준틀)은 건설공사측량을 실시하여 정확한 위치에 견고하게 설치하고, 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
 - ② 중요한 기준틀(규준틀)은 해당부분의 공사가 완료될 때까지 보호하여야 하고, 파손되었거나 이설하여야 할 때는 공사감독자의 지시를 따라야 한다.
 - ③ 수급인은 토공사의 준비단계에서 깎기 및 쌓기 구간의 위치와 경사 등을 상세하게 파악하고 각각의 위치에 설치할 토공기준틀(규준틀)을 제작하여야 한다.
 - ④ 설계도의 지형이 원지반측량에서 얻은 실제지형과 일치하지 아니하는 경우에는 공사감독자와 협의하여 비탈면의 경사를 조정하고 그에 따른 기준틀(규준틀)을 제작하여야 한다.
 - ⑤ 수직기준틀(규준틀)은 노선을 따라 매 20m 간격으로 중심선의 직각방향으로 비탈면 끝에 2개의 지지말뚝을 수직으로 설치하고 길이 1m 이상의 경사 표시판을 경사 방향으로 부착하여야 한다.
 - ⑥ 수직기준틀(규준틀)은 각 소단마다 설치하되 깎기 구간에서는 비탈면 상단에 설치하고 쌓기 구간에서는 비탈면 하단에 설치하여야 한다.
 - ⑦ 수평기준틀(규준틀)은 노선을 따라 약 500m 간격으로 쌓기 하단면에서 약 2m 떨어진 지점에 2개 이상의 지지말뚝을 수직으로 설치하고 노체, 노상, 보조기층, 기층 및 표층 등 각각의 높이(두께)가 기재된 쌓기 표시판(길이 1m × 폭 20cm)을 부착하여야 한다.
 - ⑧ 머신가이던스(Machine Guidance)를 사용할 경우 공사감독자와 협의를 통해 토공기준틀(규준틀)설치를 생략할 수 있다.
- (6) 설계도의 지형이 원지반 측량에서 얻은 실제지형과 일치하지 아니하는 경우에는 공사 감독자와 협의하여 비탈면의 기울기를 조정하고 기준틀을 다시 설치한다.
- (7) 수급인은 시공할 구조물의 위치, 시공범위를 표시하는 기준틀은 측량을 실시하여 설치하고 감독자의 검사를 받는다.
- (8) 땅깎기 비탈면 기준틀설치는 각 소단마다 설치하며, 땅깎기부는 비탈면상단에 설치하고 흙쌓기부는 비탈면하단에 설치한다.
- (9) 수급인은 중요한 기준틀은 해당부분의 공사가 완료될 때까지 보호하여야 하고, 파손되었거나 이설하여야 할 때는 공사감독자의 지시에 따른다.

3.3 비탈면 시공측량

- (1) 수급인은 땅깎기면 상단에 수직기준틀 위치를 측량하여 해당 지점의 설계 기울기에 맞도록 최상부에 기준틀을 설치하여야 한다.
- (2) 수급인은 수직기준틀의 기울기에 맞추어 땅깎기 작업이 이루어지면 수시로 공정 상태를 파악하여 첫 번째 소단에 이르렀을 때 다음 땅깎기 작업지시를 위한 기준틀을 설치하는 방법으로 측량관리를 수행한다.
- (3) 수급인은 땅깎기 마무리면에 대하여 시공 중 수시측량을 실시하여 정확도를 관리하고

최종 땅각기면의 시공 상태를 확인하여야 한다.

- (4) 수급인은 땅각기 공사 중 설계 암반선과 상이한 암반이 노출된 경우 노출암 주변을 깨끗이 청소하고 지형 및 횡단측량을 실시하여 암판정 검측을 공사감독자에게 요청한다.
- (5) 암 판정을 위한 지형 및 횡단측량은 RTK-GNSS, 토털스테이션, 지상 레이저스캐너 및 무인비행장치(드론) 측량방법 등으로 실시하고 정확성을 확인한다.
- (6) 수급인은 암판정을 위한 토공수량산정은 양단면 평균법에 의하여 산출하고 준비서류 및 절차는 공사감독자의 지시에 따른다.
- (7) 노체측량은 설계도의 횡단경사를 기초로 중심선에서 거리에 따른 높이 값으로 노체면이 형성되도록 수준측량을 수시로 실시하여 마무리면이 시공오차 범위를 초과하지 않도록 한다.
- (8) 노체의 확인측량은 중심선 및 노체양단에서 평면좌표를 확인하고 도로중심에서 좌·우측 방향으로 시공지점의 계획고를 확인하는 측량을 실시한다.
- (9) 노체의 전체 평면위치, 노체면의 모든 수직위치는 시공 중 수시로 확인측량을 실시하여 정확도를 관리한다.
- (10) 노상면 측량은 토공의 마무리 단계로서 시공 중 수시로 수준측량을 실시하여 허용범위를 초과하지 않도록 한다.

3.4 비탈면 변위측량

(1) 토털스테이션에 의한 변위측량

- ① 관측 대상지점에 대한 시준이 양호하고 지반이 견고한 지점에 3개 이상의 계측용 임시기준점을 설치하고, 폐합 트래버스 측량을 실시하여 나머지 2점의 좌표를 결정한다.
- ② 반사경을 계측점에 설치하고 임시기준점의 좌표를 기준으로 3차원좌표를 관측하여 초기값을 결정한다.
- ③ 매 변위측량 시 마다 기계점 및 후시점은 반드시 초기값 결정 시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용한다.
- ④ 변위측량에 사용되는 토털스테이션은 1급 이상이어야 하며, 반사경은 토털스테이션의 시준축과 반사경의 반사축이 서로 일치되도록 앵커볼트의 방향을 조정하여 설치한다.
- ⑤ 반사경 시준 시에는 토털스테이션의 십자선과 반사경의 중심점을 정확히 일치시켜 각오차를 최소화한다.

(2) GNSS에 의한 변위측량

- ① GNSS기준국은 관측점으로부터 반경 3km 이내의 지반이 견고한 지점에 설치하고 기준국의 좌표는 RTK측량방법에 의해 결정한다.
- ② 관측점에 이동국GNSS를 설치하여 GNSS정지측량 또는 RTK측량방법에 의해 초기값을 결정하고 주기적으로 변위측량을 실시한다.
- ③ 사용되는 RTK-GNSS장비는 칼만 필터 기술이 적용된 정밀GNSS로서 RTK측량 정확도가 $\pm 5\text{mm}$ 이내이어야 하고, RTK-GNSS관측값은 무선 데이터 송신장치 등을 이용하

여 매 1초 간격으로 측정값을 실시간 전송한다.

(3) 스마트건설측량에 의한 변위측량

- ① 지상형 레이저스캐너(TLS; Terrestrial Laser Scanner)는 기계에 지정된 범위에 레이저를 통해 지속적으로 측정하여 그 반사파보다 물체와의 상대위치를 면형데이터로 산출하여 변위측량에 적용한다.
- ② 지상형 레이저스캐너(TLS)를 사용하여 피 측정 대상의 3차원형상을 취득하고 입체점군데이터를 작성하여 변위측량에 적용한다.
- ③ 3차원 데이터 취득을 통해 공사 기준점 정보를 기초로 설계도서에 규정된 공사 목적물의 형상을 불규칙삼각망(TIN) 등의 면형데이터를 산출하여 변위측량에 적용한다.
- ④ 불규칙 삼각망(TIN, Triangular Irregular Network)은 지형의 표면형상에서 3차원좌표의 변화점을 보간 방법으로 표고데이터를 산출하여 변위측량에 적용한다.

3.5 터파기 및 되메우기 측량

- (1) 터파기 측량은 구조물 축조 및 각종 관로의 매설을 위한 터파기로 설계도서에서 제시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착하기 위한 측량으로 공사감독자의 승인을 얻은 후 공사측량을 실시한다.
- (4) 교량 및 옹벽기초 등 주요 구조물의 기초터파기 측량은 설계도서의 기초바닥 계획고 등을 감안하여 수시로 수준측량을 실시한다.
- (5) 수급인은 기초터파기가 완료되면 공사감독자에게 측량결과를 통보하고 공사감독자의 검측을 받아야 한다.
- (6) 터파기측량의 관깊이는 관상단에서 0.6m이상, 폭은 관의 양,외측에서 0.15~0.4m 범위로 하며 허용치수를 초과하면 공사감독관의 승인을 받아야 한다.
- (7) 수급인은 되메우기 및 뒤채움을 위한 침하표지 말뚝 및 기타표식 등의 설치측량을 시행할 때는 공사감독자의 지시에 따른다.
- (8) 수급인은 침하표지 기준말뚝 설치시에는 말뚝과 가로대는 흰색으로 칠하고 수평대는 흙이동을 측정할 수 있도록 검은색의 자눈금을 그려 측량하여야 한다.
- (9) 수급인은 기준말뚝 설치시 도면위치 또는 공사감독자가 지시하는 위치에 직선 선분으로 설치하여야 하며 기준말뚝은 인접한 독쌍기의 시공 전에 설치한다.

3.6 토공량 산정

- (1) 토공량 산정은 중·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 토공량 산정에서 중·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장장치에 기록한다.
- (3) 수급인은 토공수량 검측을 위한 측량시 공사감독자의 입회하에 실시하며, 다음 사항을 포함하여야 한다.

- ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
 - ③ 땅파기 수량검측을 위해 압 따기로 분류되었을 때, 공사감독자가 압반면에 도달되었다고 판정한 압반면에 대한 측량을 실시한다.
 - (4) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 또는 3차원점군데이터에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 토공량을 산정한다.
 - (5) 수급인은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 얻은 3차원데이터를 이용하여 토공량을 자동 산정하는 경우 공사감독자와 협의하여 종·횡단측량을 생략할 수 있다.
 - (6) 토공량산정 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
 - (7) 토공사 측량도면은 토공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화된 현황이 포함되도록 작성하여 제출한다.
- ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
 - ③ 땅파기 수량검측을 위해 압 따기로 분류되었을 때, 공사감독자가 압반면에 도달되었다고 판정한 압반면에 대한 측량을 실시한다.
 - (4) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 또는 3차원점군데이터에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 토공량을 산정한다.
 - (5) 수급인은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 얻은 3차원데이터를 이용하여 토공량을 자동 산정하는 경우 공사감독자와 협의하여 종·횡단측량을 생략할 수 있다.
 - (6) 토공량산정 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
 - (7) 토공사 측량도면은 토공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화된 현황이 포함되도록 작성하여 제출한다.

KCS 12 20 10 : 2023

배수공 시공측량

2021년 6월 30일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

목 차

| | |
|---------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량기록 | 1 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 1.7 시공검측을 위한 측량 | 2 |
| 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 2 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 및 제출 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 일반사항 | 3 |
| 3.2 배수구조물 측량 | 4 |
| 3.3 배수관로 측량 | 4 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 배수공시공측량에 적용한다.
- (2) 이 기준은 토목공사에서 구조물 안전과 보존을 위하여 실시하는 배수 공사를 위한 측량으로 도로, 철도, 단지조성, 하천, 댐, 농업기반시설, 조정, 건축공사 등에 적용한다.
- (3) 이 기준은 토목공사에 필수항목인 배수구조물과 배수관설치 측량에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반

1.3 용어의 정의

- 배수공시공측량 : 옥외의 물을 일괄 배수하도록 하는 공사 측량으로 원활한 배수를 위해서 집수구를 향한 경사가 이루어져야 하며, 매설된 배수관도 역류하지 않도록 경사가 잡히도록 하는 시공측량
- 배수구조물측량 : 산마루측구, 종배수로(도수로), U형측구, L형측구, V형측구, 집수정, 암거 등 각종 배수구조물을 설치하기 위한 측량
- 배수관로 공사 측량 : 배수관을 매설하고 구조물을 설치하는데 필요한 공사 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 배수공시공 측량 계획은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행할 수 있어야 한다.
- (2) 배수구조물시공과 배수관로의 시공에 따른 측량계획을 수립한다.
- (3) 기타 배수공시공측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 계획한다.

1.5 공사 측량기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에 설치된 기준점을 참고하여 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고

자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.

- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량에 대한 작업일지를 비치하여야 한다.
- (4) 배수공시공측량은 관로부지 및 구조물위치가 확정되면 시공을 위한 구조물의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 관로공사 허용오차는 해당 공사의 시방서 등에 별도의 규정이 없는 한 다음과 같다.
 - ① 터파기 바닥면 : $\pm 30\text{mm}$
 - ② 되메우기 최종 시공면 : $\pm 30\text{mm}$
 - ③ 하수관부설 경사(관거상단 측정) : 매 10m 길이마다 $\pm 30\text{mm}$
 - ④ 하수관부설 표고(관거상단 측정) : 12mm 이내
 - ⑤ 상수관부설 표고(관거상단 측정) : 20mm 이내
- (3) 이 기준의 측량작업은 측량 및 지형공간정보기사 자격자가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다.

1.7 시공검측을 위한 측량

- (1) 배수공사 검사측량은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 후속 공정 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관한다.
- (3) GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다.
- (4) 배수공시공을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.

1.8 시공측량 성과품작성 및 제출

- (1) 수급인은 배수공사의 대한 검사측량을 실시하여 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 배수공시공 측량 시 시공기준점, 중심선의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장, 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.
- (3) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품은 다음과 같다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도

- ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 중심선 시공좌표 산출서
 - ⑥ 배수구조물 시공좌표 산출서
 - ⑦ 지하시설물측량 결과표
- (4) 공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (5) 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (6) 공사 측량도면은 배수공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화된 현황이 포함되도록 작성하여 제출한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 배수공사 착공 전에 사용할 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 일반사항

- (1) 배수공 시공측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 측량하여야 한다.
- (2) 수급인은 정확한 위치와 물의 높낮이 경사를 위한 시공측량으로 수준측량에 의한 정확한 측량을 실시한다.
- (3) 수급인은 시공기준점 측량시 설계측량 당시 사용하였던 동일한 기준(수준)점을 사용하여 시공측량을 실시하여야 하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시하여야 한다.
- (4) 수급인은 배수공시공(관로 등) 지역에 공사 시작하기 전 정확한 3차원지형현황측량을 실시하여 수치표고모델(DEM)자료를 작성하여야 한다.
- (5) 수급인은 중심점 등으로부터 중심선에 대하여 직각방향의 용지경계 말뚝 좌표값을 계산하여 용지경계 표주를 설치한다.
- (6) 수급인은 용지경계 표주시 기 작성된 용지도상에 설치위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치 측량하여야 한다.
- (7) 수급인은 배수공 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (8) 이 기준의 측량작업은 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 측량

및 지형공간정보기사가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다.

3.2 배수구조물 측량

- (1) 배수구조물의 시공은 설계도면과 현지 지형 및 구조물 규모 등을 고려하여 구조물의 시공좌표를 산출하고 이를 공사감독자로부터 승인 받은 후 시공측량을 실시한다.
- (2) 수급인은 기성콘크리트 제품으로 구조물을 설치하는 경우의 측량은 터파기 및 구조물 설치공사가 진행되는 동안에 정위치측량을 실시하고, 설치가 완료되면 확인측량을 실시하여 그 결과를 공사감독자에게 보고하여야 한다.
- (3) 수급인은 현장 콘크리트타설 방법으로 구조물을 설치하는 경우의 측량은 터파기 및 거푸집 공사가 진행되는 동안에는 정위치측량을 실시하고, 거푸집 설치가 완료되면 확인측량을 실시하여 결과를 공사감독자에게 보고한 후 콘크리트 타설 승인을 받아야 한다.
- (4) 교차로 노면 배수측량은 일반적 평면교차로의 우수받이 설계고와 도로 편경사도를 검토하여 노면 포장 측량시 이를 반영한다.
- (5) 우수받이 터파기 및 설치측량은 보차도 경계석 양생 후 우수받이 터파기를 실시하고 우수받이 최상단의 높이는 L형측구의 기초보다 0.01m 낮게 측량한다.
- (6) 단지의 우수관로는 유입구와 유출부를 설계도서에서 검토 후 위치와 수준측량을 실시하고 측량성과는 도면으로 작성하여 추 후 관계기관 제출 및 준공자료로 활용한다.
- (7) 원지반 정리 작업 시 배수측구는 사전에 정확한 위치 및 높이측량을 실시하여 성토폭 원을 충분히 확보할 수 있도록 위치를 선정한다.
- (8) 수평 배수층 포설측량은 압밀 배수층 형성 및 장비 주행성확보쇄석을 매트 위 0.7m 두께로 일정하게 측량하여 포설한다.
- (9) 연직배수공 P.B.D(Plastic Drain Board) 시공측량은 지중에 측량을 통해 수직으로 타설하고 배공도 작성 후 타설 위치측량을 실시하여 도면을 작성한다.

3.3 배수관로 측량

- (1) 관로부설에 따른 중심선측량은 실시설계 성과에 따라 실시하며, 설계도상의 맨홀 중심점 좌표를 추출하여 GNSS 또는 토털스테이션, 전자파거리측정기 등을 사용하여 설치한다.
- (2) 차집관로공사 측량은 구간경사가 매우 완만하게 설계되어 있어 구간 내 역류하는 곳이 발생하지 않도록 표고측량을 정밀하게 실시한다.
- (3) 터파기 바닥면 측량은 도면에 명시된 표고로 정확히 시공될 수 있도록 수준측량을 실시한다.
- (4) 관로 부설에 따른 관로경사측량은 되메우기 전 매 10m마다 관저 상단을 수준측량을 실시하여 배수가 잘 되도록 한다.
- (5) 관로 및 분기관 측량은 되메우기 전에 매설위치와 관저고를 측량하여 좌표로서 기록·유지하여야 하며 준공 시 사용할 수 있도록 관의 종류, 직경, 위치를 정확히 표시한다.

- (6) 원활한 배수를 위해서 집수구를 향한 관은 경사가 있어야 하며 매설된 배수관도 역류하지 않도록 경사에 대한 수준측량을 실시한다.
- (7) 모든 구조물의 시공이 완료되면 수급인은 최종 확인측량을 실시하고 감독자의 검측을 받는다.



KCS 12 20 15 : 2023

옹벽 및 흙막이 가시설물 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>



국토교통부

목 차

| | |
|----------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 1.7 시공검측을 위한 측량 | 3 |
| 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 3 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량 | 4 |
| 3.1 일반사항 | 4 |
| 3.2 옹벽공사 측량 | 4 |
| 3.3 흙막이 가시설물 측량 | 4 |
| 3.4 기초공사를 위한 말뚝설치 측량 | 5 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 도로, 철도, 교량, 댐, 건축 등 토목공사를 위한 옹벽 및 흙막이 가시설 공사 측량에 적용한다.
- (2) 이 기준은 기초터파기를 위한 파일설치 및 구조물 설치를 위한 가시설물 설치측량에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반

1.3 용어의 정의

- 옹벽공사 측량 : 콘크리트, 보강토, 돌망태공, 기대기, 돌쌓기 옹벽 등의 공사와 관련된 측량
- 가시설 흙막이공사 측량 : 굴착 또는 성토 공사 시 지반의 붕괴, 주변의 침하 등을 방지하기 위한 가설흙막이 벽체의 안정적 시공과 관련된 공사 측량
- 기초공사 측량 : 구조물의 하중을 지반으로 전달시키는 역할을 하는 얇은 기초와 깊은 기초 구조물의 시공을 위한 공사 측량
- 기성말뚝설치측량 : H형강, 강관, PS콘크리트말뚝 등을 설치하기 위해 실시하는 측량
- 널말뚝설치측량 : 강널말뚝, 강관널말뚝, 셀형식 강널말뚝, 콘크리트 널말뚝 등을 이용하여 흙막이, 물막이 공사 등에 토압 저항 및 차수를 목적으로 사용되는 강재 널말뚝을 설치하기 위한 측량
- 굴착공사 측량 : 굴착면의 안정을 위해 필요시 가설흙막이공사가 수반되는 구조물의 기초나 지하구조물을 만들기 위해 설계모양으로 지반을 파내는 공사 측량
- 흙막이구조물 설치측량 : 굴착 또는 성토 시 지반의 붕괴, 주변의 침하 등을 방지하기 위하여 설치하는 구조물을 설치하기 위한 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 수급인은 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량계획을 위하여 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행할 수 있도록 하여야 한다.

- (2) 수급인은 기초공사를 위한 콘크리트말뚝, 기성말뚝, 널말뚝, 케이슨기초 등에 대한 설치 측량을 공중에 따라 계획서를 수립하여야 한다.
- (3) 기타 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 계획한다.

1.5 공사 측량기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 수급인은 현장에 설치된 기준점을 참고하여 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량에 대한 작업일지를 비치하여야 한다.
- (4) 수급인은 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량을 실시하여 옹벽기초 및 가설시설물의 위치가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 옹벽 및 흙막이 가시설물의 정위치측량 정확도는 평면으로 $\pm 30\text{mm}$, 수직으로 $\pm 20\text{mm}$ 이내로 하여야 한다.
- (3) 말뚝의 연직도나 경사도는 1/50 이내, 말뚝 박기 후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터 $D/4$ 와 100 mm 중 큰 값 이상으로 한다. (D는 말뚝의 바깥지름)
- (4) 거푸집 및 동바리의 시공 허용오차는 각 구조물 형식에 따라 공사 시방서에 따르며, 달리 명시가 없는 구조물의 경우는 다음 사항에 따른다.

[표] 거푸집 및 동바리 시공 허용오차

| 구분 | 항 목 | | 허용오차 |
|------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 수직오차 | 높이 30m이하 | 선, 면, 모서리 | 25mm이하 |
| | | 노출기둥 모서리, 조절줄눈의 홈 | 13mm이하 |
| | 높이 30m이상 | 선, 면, 모서리 | 높이의 1/1000 이하. 최대 150mm 이하 |
| | | 노출기둥 모서리, 조절줄눈의 홈 | 높이의 1/2000 이하. 최대 75mm이하 |
| 수평오차 | 부재(슬래브, 보, 모서리) | | 25mm 이하 |
| | 슬래브에 300mm 이하인 개구부의 중심선 또는 | | 13mm 이하 |

| | | |
|------|---|---------|
| 표고오차 | 300mm 이상인 개구부의 외곽선 | |
| | 슬래브에서 쇠톱자름(sawcuts)이나 줄눈, 그리고 매설물로 인해 약화된 면 | 19mm 이하 |
| | 슬래브 상부면 지반면에 접한 슬래브 및 동바리를 제거하지 않은 기준층 슬래브 | 19mm 이하 |
| | 동바리를 제거하지 않은 부재 | 19mm 이하 |
| | 인방보, 창대, 파라펫, 수평 홈 그리고 현저히 눈에 띄는 선 | 13mm 이하 |

1.7 시공검측을 위한 측량

- (1) 수급인은 시공기준점을 이용, 검사측량을 실시하여 옹벽 및 흙막이 가설시설물의 시공 상태를 확인한 후 후속 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지하여야 한다.
- (2) GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다.
- (3) 수급인은 옹벽 및 흙막이 가설시설물의 검사측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야 한다.
- (4) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 측량시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계하여야 한다.

1.8 시공측량 성과품작성 및 제출

- (1) 수급인은 당해 옹벽공사의 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 검사측량 등의 모든 측량성과품은 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (2) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 측량성과품은 아래와 같다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 변위측량 결과표
- (4) 수급인은 공사측량도면을 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하여야 한다.
- (5) 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 하여야 한다.
- (6) 수급인은 옹벽공사로 인하여 변화된 주변을 지형현황측량을 실시하여 공사현황도면을 작성, 공사감독자에게 제출하여야 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 수급인은 옹벽 및 흙막이 가시설물 공사 착수 전에 사용할 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량

3.1 일반사항

- (1) 수급인은 옹벽 및 가시설물 공사 착수전에 기준점 및 수준점에 대한 확인측량을 실시하여야 한다.
- (2) 공사의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 하여야 한다.
- (3) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.
- (4) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.
- (5) 수급인은 시공측량 후 측량 성과표를 담당원에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (6) 이 기준의 측량작업은 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간 정보기사 가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다.

3.2 옹벽공사 측량

- (1) 수급인은 기 시공된 구조물과의 접합이 요구되는 경우, 해당 구조물의 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정하여야 한다.
- (2) 수급인은 구조물의 축조에 지장이 없도록 설계도서에서 제시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착하기 위한 옹벽터파기 측량을 실시하고 공사감독자의 승인을 얻은 후 옹벽공사를 실시한다.
- (3) 수급인은 콘크리트 옹벽공사의 기준틀 설치에 위하여 시공도면에 표기된 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사기준틀 설치측량을 실시한다.
- (4) 수급인은 보강토 옹벽의 기준틀 설치를 위하여 10m간격으로 설치하며 시·중점 및 단면의 변화지점에 기준틀 설치측량을 실시한다.
- (5) 대지경계부에 설치하는 옹벽은 경계선을 벗어나지 않도록 정확한 측량을 실시한다.

3.3 흙막이 가시설물 측량

- (1) 수급인은 흙막이 가시설물을 위하여 구조물의 시공과 밀접한 관계가 요구되므로 해당 구조물이 설치되는 지역의 구조물의 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작성하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정하여야 한다.
- (2) 수급인은 산출된 시공좌표를 반드시 공사감독자의 검토, 승인을 받은 후 시공기준점의 좌표를 기준으로 현지에 측설한다.

- (3) 수급인은 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 책임을 진다.

3.4 기초공사를 위한 말뚝설치 측량

- (1) 수급인은 얕은 기초측량을 위하여 지하매설물 및 지상 장애물을 조사하고 기초터파기 경사는 안전한 굴착면 경사를 유지하기 위해 필요시 가설 흙막이벽 설치측량을 실시하여야 한다.
- (2) 수급인은 현장타설 콘크리트 말뚝설치를 위하여 현황측량을 실시하고 말뚝의 평면위치와 표고를 산출, 시공을 정확하게 할 수 있도록 수준점과 점검말뚝을 설치하여야 한다.
- (3) 수급인은 기성말뚝을 정확하고 안전하게 세우기 위해서 규준틀을 설치하고 중심선 표시를 하여 말뚝을 세운 후 직교하는 2방향으로부터 검사측량을 실시하여야 한다.
- (4) 수급인은 기성말뚝의 연직도나 경사도를 1/50 이내로 실시하고, 말뚝박기 후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터 벗어나지 않도록 측량을 실시하여야 한다.
- (5) 수급인은 널말뚝 세우기 및 향타 작업에서 말뚝이 비뚤어지지 않도록 법선방향과 직각방향의 2방향 동시관측을 실시하여 정확한 위치와 경사를 유지하도록 널말뚝측량을 실시하여야 한다.
- (6) 수급인은 널말뚝 시공 후 위치도 도면작성은 설계도면 위치와 실제 시공된 위치, 두 위치의 오차를 포함하여 작성하여야 한다.
- (7) 수급인은 케이싱의 연직측량을 실시하기 위하여 설계도상의 말뚝중심과 굴착중심이 일치되도록 실시하여야 한다.
- (8) 수급인은 공사 중 케이슨 이동 상태를 중심위치의 수평이동, 평면 내의 회전이동, 수직축의 경사 등으로 나누어 측량하고 기준점 4점을 설치하여 케이슨의 위치 및 경사를 측정하여야 한다.
- (9) 수급인은 케이슨 수중설치시 두 지점의 시준선 교점을 이용하여 케이슨 중심점을 측량하여야 한다.
- (10) 수급인은 말뚝 박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리를 정리하는데 절단높이의 정확성을 확보를 위해 널말뚝 수준측량을 실시한다.

KCS 12 20 20 : 2023

포장공 시공측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|------------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사기록 | 1 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 1.7 시공검측을 위한 측량 | 2 |
| 1.8 시공측량 성과품작성 및 제출 | 3 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 일반사항 | 3 |
| 3.2 도로포장에 따른 기층별 공사 측량 | 4 |
| 3.3 포장공사 평탄성 검사측량 | 4 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건설산업기본법에 의한 공사 등에 수반되는 포장공사 측량에 적용한다.
- (2) 이 기준은 도로 및 단지 등 포장이 요구되는 공사에 포장공사 측량에 적용한다.
- (3) 이 기준은 포장공사에 머신가이던스(Machine Guidance)로 작업할 경우에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 및 일반측량 작업규정

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반

1.3 용어의 정의

- 포장공사공측량 : 도로 및 단지공사 등과 같은 건설공사의 포장공사에 수반되는 측량
- 기층별 공사 측량 : 도로포장공사에서 도로동상방지층면, 보조 기층면, 기층면, 포장면의 두께 등을 측정하는 측량
- 평탄성 검사측량 : 포장의 다짐 및 마무리공사를 마친 후 포장표면에 대한 평탄성을 검사하는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 포장공 시공측량계획은 지역의 위치, 범위 등에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 포설 층별 측정을 수행할 수 있어야 한다.
- (2) 수급인은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 포장공사 측량 및 평탄성 검사측량을 실시할 경우 작업계획서를 작성하여 시공 전 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 수급인은 포장공사에 머신 가이던스(Machine Guidance)를 적용 할 경우, 작업결과 품질상태를 확인하기 위해서 검측을 실시하기 위한 방법과 절차를 제시하여야 한다.
- (4) 기타 포장공 시공측량계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 계획한다.

1.5 공사기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측

량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.

- (2) 현장에 설치된 기준점을 참고하여 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 포장공사 측량 내용을 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 정확한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 포장공사가 완료되면 평탄성 검사측량 및 현장작업의 치수, 위치, 표고가 표시된 측량 도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 각 층별 다짐시공 후 확인측량 시 표고의 정확도는 다음과 같다.
 - ① 동상방지층면 : $\pm 30\text{mm}$ 이내
 - ② 보조기층면 : $\pm 15\text{mm}$ 이내
 - ③ 기층면: 설계두께의 5% 이상~10% 이내에 해당하는 높이 값 적용
 - ④ 포장면 : 설계두께의 5% 이내에 해당하는 높이 값 적용
- (2) 수급인은 머신 가이드스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지를 확인하기 위해서 포장작업 기간 중 주기적으로 캘리브레이션을 실시하여야 한다. 캘리브레이션은 작업시작 전 실시하며, 캘리브레이션 결과를 기록하여 주간보고서로 보고 하여야 한다.
- (3) 최종 시공단면에 대한 검측을 할 때에는 사전에 공사감독자에게 통지하고 공사감독자 입회하에 검측과정을 확인할 수 있어야 한다.
- (4) 이 기준의 측량작업은 측량 및 지형공간정보기사 자격자 등 측량전문기술자가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다.

1.7 시공검측을 위한 측량

- (1) 포장공사 검사측량의 결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지하여야 한다.
- (2) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하여야 한다.
- (3) GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시할 때에 유의사항은 일반측량 작업규정에 따른다.
- (4) 포장공시공을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.
- (5) 수급인은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 포장공사 측량 및 평탄성 검사측량을 실시한 경우 측량성과품을 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (6) 수급인은 머신가이드스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 공사물량을 산정하여야 한다.

1.8 시공측량 성과품작성 및 제출

- (1) 수급인은 당해 포장공사의 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 모든 측량성과품은 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (2) 성과품은 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 중심선 시공좌표 산출서
 - ⑥ 평탄성 측량 결과표
- (3) 공사 측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성하여야 한다.
- (4) 공사 측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 하여야 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 포장공시공측량 착공 전에 사용할 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 일반 사용장비는 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 토털스테이션(T/S) 또는 GNSS (각각 1급) 등을 사용한다.
- (3) 기타 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 일반사항

- (1) 포장공사의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 포장공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 기층별 시공좌표 및 물량을 산출하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 포장공사 측량 및 평탄성 측량을 실시하는 경우 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 수급인은 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 감독의 입회 하에 머신가이던스(Machine Guidance)가 정상적으로 작동되는가를 확인시켜야 한다.
- (5) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간 정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인하여야 한다.

3.2 도로포장에 따른 기층별 공사 측량

- (1) 수급인은 사전에 선형 및 횡단경사 등을 면밀히 분석하고 중심선 및 좌·우측 노폭에 대한 3차원좌표를 산출하여 공사감독자의 승인을 받은 후, 완성된 노상면 위에 기층별 시공에 공정마다 수시로 확인측량을 실시한다.
- (2) 확인측량 방법은 RTK-GNSS, 토털스테이션, 지상 레이저스캐너(TLS), 무인비행장치(Drone)측량 등을 이용하여 실시한다.
- (3) 각 층별 시공 시에는 중심선 및 도로경계선을 측설하여 쇠파트를 박고, 수준측량을 실시하여 쇠파트에 골재의 포설높이를 표시한다.
- (4) 중심선 말뚝은 매 5~10m 간격으로 설치하되 골재포설 중 수시로 확인측량을 실시하여 계획고 유지여부를 관리한다.
- (5) 동상방지층은 노상표면에 포설하여 다짐 후 두께 200mm가 넘지 않도록 두께에 대한 측량을 실시한다.
- (6) 보조기층은 동상방지층의 완성 후 포설하는 기층으로 200mm가 넘지 않도록 측량을 실시한다.
- (7) 입도조정기층은 보조기층면에서 마무리 두께가 150mm를 넘지 않도록 측량을 실시한다.
- (8) 아스팔트 콘크리트 기층은 다짐 후 두께가 100mm이내가 되도록 포설 측량을 실시한다.
- (9) 시멘트안정처리 기층은 마무리 두께가 200mm 이하로 시공측량을 실시한다.

3.3 포장공사 평탄성 검사측량

- (1) 아스팔트 콘크리트 포장공사 평탄성 측정
 - ① 아스팔트 콘크리트포장의 중간층 및 표층 완성면은 도로중심선에 직각 또는 평행으로 측정하였을 때 가장 오목한 곳이 3 mm 이상은 안 된다.
 - ② 아스팔트 콘크리트포장공사의 평탄성을 측정할 경우에는 3차원 측량을 통한 평탄성을 측정 할 수 있다.
- (2) 시멘트 콘크리트 포장공사 평탄성 측정
 - ① 수급인은 다짐 및 마무리를 마친 후 콘크리트가 충분히 경화하면 포장표면의 평탄성을 검사하여야 한다.
 - ② 요철이 5mm이상 차이가 나서는 안 되며, 5mm를 넘는 높은 부위는 승인된 기계로 갈아내어야 한다. 또한, 임의의 점에서의 계획고와의 차는 ± 30 mm이하이어야 한다.
 - ③ 시멘트 콘크리트포장공사의 평탄성을 측정할 경우에는 3차원 측량을 통한 평탄성을 측정 할 수 있다.

KCS 12 30 05 : 2023

도로 및 철도공사 측량

2021년 6월 30일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

목 차

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 4 |
| 2.1 측량기 선정 | 4 |
| 3. 시공 | 4 |
| 3.1 시공 전 측량 | 4 |
| 3.1.1 일반사항 | 4 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 4 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 5 |
| 3.1.4 용지경계 확인측량 | 5 |
| 3.1.5 지장물조사 측량 | 6 |
| 3.1.6 토공량 확인측량 | 6 |
| 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | 7 |
| 3.2 시공 중 측량 | 7 |
| 3.2.1 일반사항 | 7 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 8 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 8 |
| 3.2.4 지하시설물 측량 | 9 |
| 3.2.5 도로공사측량 | 9 |
| 3.2.6 철도공사 측량 | 11 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 15 |

| | |
|------------------------------|----|
| 3.3.1 일반사항 | 15 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 16 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출 | 16 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 17 |
| 3.3.5 준공 현황측량 | 18 |
| 3.3.6 지하시설물측량 | 18 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 도로 및 철도공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (2) 이 기준은 도로 및 철도공사 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등 물량 산출을 위한 기본데이터 취득과 도로 및 철도공사에 기본적인 공사 측량에 적용한다.
- (3) 이 기준은 도로 및 철도공사에 머신가이던스(Machine Guidance)로 작업할 경우에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 도로법
- (4) 철도사업법
- (5) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정
- (6) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 대한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사 측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 도로공사 측량 : 도로공사의 계획이나 공사실시에 관한 모든 측량으로 도로건설을 위한 공사 측량 및 부대시설공사에 관한 모든 측량
- 노반측량 : 궤도를 지지하기 위한 선로의 평면선형과 종단선형을 따라 토공사, 교량, 터널 등 구축물을 구축하거나 원지반 그대로 지지하기 위한 노반에 관한 측량
- 궤도측량 : 레일·침목 및 도상과 이들의 부속품으로 구성된 시설을 공사하는 측량
- 머신 가이던스(Machine Guidance) : 토공작업 시 굴삭 및 성토작업에 필요한 절토깊이, 성토높이, 기울기 등 정보를 3D그래픽 환경에서 굴삭장비 조종원에게 제공하는 컴퓨터 시스템

1.4 측량 계획서

- (1) 도로 및 철도공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을

수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.

- (2) 터널, 교량, 특수공사에 대한 세부계획을 상세하게 수립한다.
- (3) 도로 및 철도공사 시공에 머신 가이드스(Machine Guidance)를 적용할 경우 측량계획서상에 명기하여 공사에 차질이 없도록 한다.
- (4) 기타 도로 및 철도공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사 구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하고 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 내용을 기록한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 도로 및 철도공사의 노선 및 부지가 확정되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 시공측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 용지폭 말뚝측량은 용지폭 말뚝점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 측량으로 교차의 허용범위는 다음과 같다.

[표] 용지폭 말뚝점 간 교차의 허용범위

| 구 분 \ 거 리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 비 고 |
|-----------|--------|---------|--------------|
| 시가지 | 50mm | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 50mm | S/1,000 | |
| 산 지 | 100mm | S/200 | |

- (3) 시공기준점의 평면위치 정확도는 $\pm 30\text{mm}$ 이내로 한다.
- (4) 수준측량 왕복관측의 교차값의 정확도

| 구분 | 정확도 | 비고 |
|--------|----------------------------|---------------------|
| 1급 수준점 | $2.5\text{mm} \sqrt{S}$ 이하 | S는 편도관측거리 단위는 Km |
| 2급 수준점 | $5\text{mm} \sqrt{S}$ 이하 | |
| 3급 수준점 | $10\text{mm} \sqrt{S}$ 이하 | |
| 4급 수준점 | $20\text{mm} \sqrt{S}$ 이하 | |

- (5) 도로공사 땅깁기 마무리면에 대한 표고의 정확도는 아래와 같다.

① 노상 땅깁기면의 표고오차 : 토사의 경우 $\pm 30\text{mm}$ 이내, 암반의 경우 $+30\text{mm}$, -150mm

이내

② 토사 비탈면의 표고오차 : $\pm 100\text{mm}$ 이내

③ 리핑암 비탈면의 표고오차 : $\pm 200\text{mm}$ 이내

④ 발파암 비탈면의 표고오차 : $\pm 300\text{mm}$ 이내

(6) 도로공사 흙쌓기 마무리면에 대한 표고의 정확도는 아래와 같다.

① 마무리된 표면의 표고오차 $\pm 12\text{mm}$ 이내

② 독의 비탈면은 명시된 비탈선에서 $\pm 150\text{mm}$ 이내, 노반 또는 노상을 침범은 안 된다.

③ 비탈면의 시공허용오차 시공기면 $\pm 30\text{mm}$ 이내

(7) 성토부에서 노체 마무리면의 시공오차는 노체의 전체 평면위치에서 $\pm 100\text{mm}$, 노체면의 모든 수직위치에서 $\pm 50\text{mm}$ 이내이어야 한다.

(8) 철도 자갈궤도부설공사 중심선 측량 허용범위

① 중심선의 측점은 직선구간은 200m마다, 곡선구간은 40m마다 설치한다.

② 중심선 측점의 오차 한계는 전시·후시에서 $00^\circ - 00' - 08''$ 이내이어야 한다.[기선 600m, 매 200m마다(200m 구간 $08''$ 오차 = 7.75 mm)]

③ 중심선 측점 등 시공측량의 오차한계는 아래 표와 같다.

[표] 측량의 허용오차 범위 및 궤도틀림 허용한도

| 구분 | 측 량 종 류 | 내 용 | 허용오차 | 비 고 |
|------------------|----------|---------------------------------|----------------------|---------|
| 궤 도 측 량 | 1차중심선 측량 | 설계 선형과의 차 | 10mm 이내 | |
| | 2차중심선 측량 | 1차 중심선 측점과 비교 | 중심선 방향 | 30mm 이내 |
| | | | 길이방향 | 20mm 이내 |
| | 보조 기준점 | 보조기준점과 중심선 말뚝과의 거리오차 | 20mm 이내 | |
| | | 수준측량 왕복오차 | mm | L : km |
| | | 인접 수준점에서 측정치와 임의점 노선 수준측량 오차 | 3mm 이내 | |
| | 궤도정비 기준점 | 각도 측정 시 평균값과 각 측정회수마다 측정각의 차 | 5초 이내 | |
| | | 측정치와 처음 설치한 편위 위치 | $\pm 10\text{mm}$ 이하 | |
| | | 연속된 3개의 편을 직선 연결시 중앙측점 편기량 | 1mm 이내 | |
| | 수준 측량 | 두 수준점사이의 오차 | mm | L : km |
| | | 두 개의 연속 측정 사이의 경사 m당 | $\pm 0.25\text{mm}$ | |
| | | 레일 한점과 가장 근접한 수준점으로부터 측정시 오차 | $\pm 5\text{mm}$ | |

(9) 도로, 철도공사에 머신가이던스(Machine Guidance)를 적용하는 경우 현장 품질관리를 위해 다음 사항에 유의하여야 한다.

① 공사감독자는 공사 착수 전 머신가이던스(Machine Guidance)의 정상작동여부를 확인한 후 승인하여야 한다.

- ② 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용공사의 품질관리를 위한 검측횟수, 측량기기 종류, 도면상의 측량지점 등을 포함한 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.
- ③ 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지 여부를 매일 작업시작 전에 확인하고, 필요 시 캘리브레이션을 실시 후 그 결과를 기록하고 보고하여야 한다.

2. 자재

2.1 측량기 선정

- (1) 도로 및 철도공사 착공 전에 공정별 사용 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 도로 및 철도공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.
- (4) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다.
- (2) 현장답사 시에는 기존 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선점한다.

- (3) 시공기준점은 인접 기준점과의 시통이 가능한 지점에 설치하여야 하며, 터널 및 교량 등 중요구조물의 시·중점부 부근에는 시공기준점을 반드시 배치한다.
- (4) 시공기준점 표지는 표석 또는 황동표지를 사용하여야 하며 황동표지는 기존 콘크리트 구조물 등에 드릴로 구멍을 뚫어 설치하며 콘크리트 구조물이 없는 경우에는 콘크리트 기초를 타설하고 표지를 설치한다.
- (5) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면위치측량은 GNSS 측량방법으로, 수직위치측량은 직접수준측량 방법으로 실시한다.
- (6) 시공기준점에 대한 GNSS 정지측량 및 직접수준측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시하며 시공기준점으로 계속하여 사용할 설계기준점과 신설된 시공기준점을 통합하여 관측한다.
- (7) 시공기준점은 최소한 1년에 1회 이상 시공 전 측량과 동일한 방법으로 확인측량을 실시하고 그 이상 유무를 공사감독자에게 보고한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (3) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법과 유인항공사진측량방법, 무인비행장치(Drone)측량방법, 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 방법 등을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM) 등을 작성하여 사용 할 수 있다.

3.1.4 용지경계 확인측량

- (1) 수급인은 설계도상의 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 수급인은 용지경계측량을 실시할 경우, 중심점에 대하여 직각방향의 용지경계말뚝 좌표를 계산하여 용지경계 표주를 설치한다.
- (3) 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.
- (4) 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치한다.
- (5) 도로용지경계표주 설치기준은 평지구간은 200m 내외, 곡선구간은 50m 내외, 산지부 및 경계의 변화가 심한 곳에서는 거리와 관계없이 극점에 설치하여 도로 용지 및 도로부속시설물의 용지경계가 명확하도록 한다.
- (6) 철도용지 경계측량은 실시설계에 근거한 선로중심선에서 선로직각방향의 용지경계표지를 설치하는 측량과 실시설계의 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 토지

에 대해 도면 및 세목조서 작성을 위한 측량을 수행한다.

(7) 철도용지경계표지는 다음 사항을 준수하여 설치한다.

- ① 용지경계지점은 철도기준점과 선로중심선을 기준으로 토탈스테이션 또는 GNSS를 사용하여 측량한다.
- ② 용지경계표지는 평지의 직선구간은 200m이내, 곡선구간은 40m이내에 설치하고 산지 부 및 경계변화가 심한 곳에서는 거리와 관계없이 변경점에 설치하여 경계가 명확하도록 한다.
- ③ 용지경계표지는 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행규칙에 따른 경계점표지를 설치한다.
- ④ 용지도는 해당지자체의 협조를 받아 취득한 연속지적도를 기반으로 1/1000로 작성한다.

(8) 용지도 보완

- ① 용지경계표주 설치가 완료되면 용지조서를 즉시 제출한다.
- ② 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우 용지경계 측량 성과와 부합하도록 제출된 성과를 30일 이내에 용지도와 조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.

3.1.5 지장물조사 측량

- (1) 수급인은 현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 손실보상에 필요한 현황조서를 작성한다.
- (4) 철도건설용지 좌·우 경계선으로부터 충분한 범위 내의 지형인 언덕, 제방, 경계, 형질 변경상태, 건물, 분묘, 관정, 전주를 비롯한 제반 물건을 실측, 조사한다.
- (5) 본 기준에 명시되지 않는 사항은 부동산 가격공시 및 감정평가에 관한 법률, 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 및 기타 관계법령과 규정에 따라 조사·작성한다.
- (6) 지장물 측량 성과품은 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩 등을 공사감독자에게 제출해야 한다.

3.1.6 토공량 확인측량

- (1) 토공량 산정은 종·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.

- (3) 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM)등을 이용하여 토공량을 자동 산정할 경우 공사감독자와 협의하여 중·횡단측량을 생략할 수 있다.
- (4) 토공량 산정에서 중·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장 장치에 기록한다.

3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출한다.
- ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일
 - ⑥ 용지경계 측량 성과표
 - ⑦ 토공량 산출서 파일
 - ⑧ 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항
 - ⑨ 기타 감독자가 정한 성과품
- (2) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
- ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 토공량 산출결과
 - ⑥ 측량성과 비교표
 - ⑦ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 내용
- (3) 보고서에는 공사감독자의 판단에 따라 노선, 교량, 터널 등 시공상 중요 구조물에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 도로공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 공사 측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.

- (3) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 수급인은 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 공사감독자의 입회하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인시켜야 한다.
- (5) 철도공사 측량은 토지 위에 궤도를 부설하고 그 위에 차량을 운전하여 여객과 화물을 운송하는 설비 및 수송체제로 노반측량과 궤도측량으로 구분된다.
- (6) 철도노반은 궤도를 지지하는 기반으로 보통은 흙 노반으로 하고 교량과 터널 등은 콘크리트 노반으로 하고 있다.
- (7) 선로 중심선에서 노반의 높이를 나타내는 기준면을 시공기면(formation level)이라 하고 선로를 건설할 때에는 이 시공기면을 선로선정의 기준으로 한다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 도로 및 철도공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (3) 공사감독자가 측량업 등록업자에게 검측업무를 대행하도록 할 수 있다.
- (4) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
- (5) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하며 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (6) 토공수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하며, 다음을 포함한다.
 - ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
 - ③ 땅파기 수량검측을 위해 암 파기로 분류되었을 때, 공사감독자가 암반 면에 도달되었다고 판정한 암반 면에 대한 측량을 실시한다.
- (7) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.
- (8) 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정한다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 노선 및 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며,

해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- ① 시공기준점 배치 현황도
- ② 시공기준점 조서
- ③ 인접 공구와의 공통기준점 상호협약서
- ④ 임시기준점 조서
- ⑤ 검측 요청서
- ⑥ 별목 후 원지반면의 지형현황도
- ⑦ 토공 기성측량 성과표 및 암 판정 측량 성과표
- ⑧ 중심선 시공좌표 산출서
- ⑨ 비탈면 시공좌표 산출서
- ⑩ 배수구조물 시공좌표 산출서
- ⑪ 교량구조물 시공좌표 산출서
- ⑫ 터널 갱내기준점 조서 및 터널 내공단면측량 결과표
- ⑬ 지하시설물측량 결과표
- ⑭ 변위측량 결과표

(2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 지하시설물 측량

- (1) 도로 및 철도 용지 내에 매설되는 각종 관로, 케이블 등의 지하시설물은 부설 후 되메우기 전에 무인비행장치(Drone)나 지상 레이저스캐너(TLS)을 이용하여 3차원좌표를 취득하고, 해당 시설물에 대한 속성자료를 기록하여 향후 준공측량도면 및 도로시설물도 작성을 위한 기초자료로 사용한다.
- (2) 되메우기 전 지하시설물측량 정확도는 평면 및 수직오차 모두 $\pm 100\text{mm}$ 이내로 한다.
- (3) 되메우기 전 실시한 지하시설물의 시공측량성과는 측량당시의 사진과 함께 공사감독자의 검측 및 서명을 받아 공공측량성과심사에 직접 사용할 수 있도록 한다.
- (4) 되메우기 전 지하시설물측량의 유의사항은 다음과 같다.
 - ① 매설관의 평면좌표는 네트워크 RTK측량방법으로 측정한다.
 - ② 매설관의 표고는 네트워크 RTK측량방법으로 측정하되, 반경 2km 범위 내에 위치한 4점 이상의 통합기준점, 수준점 또는 공공수준점에서 현장 캘리브레이션을 먼저 실시한 후 관측한다.
 - ③ 매설관 측량 시에는 측량광경을 촬영하되, 근경사진은 매설관의 재질이 판독 가능하여야 하고 원경사진은 주변 지형지물의 배치현황이 잘 표현되도록 촬영한다.
 - ④ 공사 진척에 따라 향후 도로포장이 완료되면 해당 관로위치의 노면에 대한 직접수준측량을 실시하여 지하시설물도를 작성한다.

3.2.5 도로공사측량

(1) 토공사측량

- ① 수급인은 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설 해야 할 도로공사위치에 대한 시공좌표를 산출하고 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- ② 토공사의 준비단계에서 수급인은 땅깍기 및 흙쌓기 구간의 위치와 기울기 등을 상세하게 파악하고 각각의 위치에 설치할 토공규준틀을 제작 설치한다.
- ③ 도로공사 중심점 위치좌표를 기준으로 중심말뚝 및 횡단 끝 경계점을 표시하여 공사 진행시에 정확하고 신속한 기성측량을 실시한다.
- ④ 설계도의 지형이 원지반 측량에서 얻은 실제지형과 일치하지 아니하는 경우, 공사감독자와 협의하여 비탈면의 기울기를 조정하고 규준틀을 다시 제작하여 설치한다.
- ⑤ 수직규준틀은 노선을 따라 매 20m간격으로 중심선의 직각방향으로 비탈면 끝에 2개의 지지말뚝을 수직으로 설치하고 길이 1m이상의 기울기 표시판을 기울기 방향으로 부착한다.
- ⑥ 수직규준틀은 각 소단마다 설치하되 땅깍기 구간에서는 비탈면 상단에 설치하고 흙쌓기 구간에서는 비탈면 하단에 설치한다.
- ⑦ 수평규준틀은 노선을 따라 약 500m간격으로 흙쌓기 하단 면에서 약 2m떨어진 지점에 2개 이상의 지지말뚝을 수직으로 설치하고 노체, 노상, 보조기층, 기층 및 표층 등 각각의 두께가 기재된 흙쌓기 표시판을 부착하여 설치한다.

(2) 절토부 측량

- ① 땅깍기면 상단에 수직규준틀 위치를 측량하여 해당 지점의 설계기울기에 맞도록 최상부에 규준틀을 설치한다.
- ② 수직규준틀 기울기에 맞추어 땅깍기 작업이 이루어지면 수시로 공정 상태를 파악하여 첫 번째 소단에 이르렀을 때 다음 땅깍기 작업지시를 위한 규준틀을 설치하는 방법으로 측량을 통한 공사 관리를 수행한다.
- ③ 땅깍기 마무리 면에 대한 표고의 정확도는 공사 측량 수급인이 시공 중 수시측량을 통해 토공작업 정확도를 관리하고 시공 후에 최종 땅깍기 면의 시공 상태를 확인한다.
- ④ 땅깍기 공사 중 설계 암반선과 상이하게 암반이 노출된 경우, 노출암 주변을 깨끗이 청소하고 지형 및 횡단측량을 실시하여 암판정 검측을 공사감독자에게 요청한다.
- ⑤ 암판정을 위한 지형 및 횡단측량은 RTK-GNSS, 토털스테이션, 레이저스캐너(지상라이다) 및 사진측량방법 등으로 실시하고, 검측 시에는 레벨 등을 추가로 사용하여 정확성을 확인한다.
- ⑥ 암판정을 위한 토공량 산정은 양단면 평균법에 의하여 산출하며 준비서류 및 절차는 공사감독자의 지시에 따른다.
- ⑦ 암 노출 시 측량단계
가. 노출된 부위를 깨끗하게 청소한 다음 현장에 횡단측량을 실시하여 깃발을 설치하고

현황측량을 실시한다.

나. 중심선 깃발은 적색으로 설치하고 좌·우측 깃발은 청색으로 설치하며 리핑암 구간은 백색깃발을 설치하고 중심선 깃발에 스테이션 및 계획고, 실측 지반고를 적는다. 중간 변곡점은 적색 스프레이로 표시한다.

다. 현황측량을 완료한 데이터를 이용하여 횡단도면을 작성하고 발파암 수량 산출과 검측을 시행한 후 성과물을 작성한다.

(3) 성토부 측량

- ① 노체측량은 설계도의 횡단경사를 기초로 중심선에서 거리에 따른 높이 값으로 노체면이 형성되도록 수준측량을 실시하여 마무리면이 시공오차 범위를 초과하지 않도록 한다.
- ② 노체의 확인측량은 도로중심선 및 노체 양단에서 평면좌표를 확인한 후, 도로중심을 기준으로 좌·우측 방향으로 도로중심선 및 차도부 중간점, 차도부 끝 점, 노건단부 등 7개 지점에서 계획고를 확인하는 방법으로 실시한다.
- ③ 노상면은 도로의 완성면과 평형을 이루는 토공의 마무리 단계로 어느 점을 선택하여 측정하더라도 계획고보다 30mm 이상 높거나 10mm 이상의 요철이 있어서는 안 되므로 시공 중 수시로 수준측량을 실시하여 오차가 허용범위를 초과하지 않도록 한다.
- ④ 노상의 검사측량방법은 노체의 확인측량방법과 동일하다.
- ⑥ 맹암거 설치측량은 별도의 정밀성을 요구하지 않으며 현장여건에 맞게 설치하며 지하 배수시설은 내경은 200mm를 표준으로 하고, 종단경사는 0.5% 이상, 최소0.2% 이상으로 설치한다.
- ⑦ 맹암거의 위치와 높이를 측량할 때에는 계획고에서 어느 위치에 맹암거가 위치하는지 먼저 횡단면도상에 작도를 통해 결정하여 위치와 높이를 측량한다.
- ⑧ 도로 횡방향으로 설치하는 맹암거는 유공관을 두지 않는 것으로 하며 도로중심선과 60°의 각도로 설치한다.
- ⑨ 치환측량은 치환을 하게 되면 업체들의 비용과 직결되므로 물량산정을 정확하게 하여 굴착량과 성토량을 정확하게 산정한다.
- ⑩ 연약지반 개량공법은 연약지반에 구조물을 시공하는 경우에 연약토를 제거하고 양질토를 바꿔 넣은 공법으로 측량을 통해 양질토의 물량을 정확하게 산정한다.

(4) 도로배수공사 측량

- ① KCS 12 20 10 배수공시공측량 배수구조물, 배수관로 측량에 준한다.

(5) 도로포장공사 측량

- ① KCS 12 20 25 포장공 시공측량에 준한다.

3.2.6 철도공사 측량

(1) 철도노반공사 측량

- ① 철도기준점이 훼손 또는 변위된 경우 주변 철도기준점 또는 임시표지기준점 성과를 기초로 복원을 하며 재료, 설치규격, 측량방법은 철도기준점 설치와 동일하게 설치한다.
- ② 중간점설치측량은 노선중심선 측설, 터널과 교량 및 주요 구조물 등의 측량을 원활히 수행하기 위하여 철도기준점 또는 임시표지기준점 사이에 중간점을 설치한다.
- ③ 중심선 측량
가. 중심선측설시 철도기준점, 임시표지기준점, 중간점을 측량기지점으로 사용한다.
나. 곡선구간에 위치하는 교량의 중심선(직선)은 선로중심선(곡선)과 불일치하므로 설계도를 검토 확인하여 구조물 중심선을 별도로 계산하여 측량한다.
다. 곡선구간에 위치하는 터널 및 지하 구조물 중심선은 선로중심선 내측에 위치하며, 그 이동량은 선로의 곡선 반경에 따라 다르므로, 설계도를 검토 확인하여 구조물 중심선을 별도로 측량한다.
- ④ 종단측량은 철도기준점, 임시표지기준점, 중간점, 임시수준점을 기지점으로 하여 현장에 측설된 중심선의 표고를 측량한다.
- ⑤ 임시수준점(TBM)의 설치는 표고측량의 효율성을 높이기 위하여 공사구간 내 견고한 구조물 등에 페인트 또는 금속재료 등으로 임시수준점(TBM)을 설치한다.
- ⑥ 노반공사 관리측량은 공사위치선정 및 공사 관리측량은 철도기준점, 임시표지기준점, 중간점, 임시수준점을 기지점으로 하여 실시한다.
- ⑦ 터널공사 측량은 KCS 12 30 35 터널공사 측량에 준한다.
- ⑧ 정거장공사 측량
가. 철도기준점을 기준으로 선로중심선측량, 중·횡단측량, 정거장부지측량을 하고 반드시 용지경계를 확인한다.
나. 수급인은 선로 중·횡단 측량 성과를 기준으로 시공기면의 마무리높이 등 시공기준틀을 설치한다.
다. 정거장 지축공사 완료 후 역사 등의 상하수도, 각종 지하매설물 등의 위치측량과 본선, 부분선, 측선, 분기기 등의 위치는 철도기준점을 기준하여 측량을 실시한다.
라. 구조물위치, 선로중심, 정거장에 인접한 타 관리시설은 KCS 47 10 20에서 정한 절차 및 방법으로 확인하고 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.

(2) 철도궤도공사 측량

- ① 노반 확인측량 및 측량관리자 지정
가. 수급인은 노반시공자가 시공 중에 활용한 측점을 노반 및 궤도 공사감독자 입회하여 확인측량을 실시하고 보조기준점 말뚝을 설치한다.
나. 수급인은 궤도부설공사 경험과 자격을 갖춘 측량관리자를 지정하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- ② 선로기준표 설치

- 가. 수급인은 설계도서에 명시된 중심선 측량을 실시하여 선로기준점을 설치한다.
- 나. 수급인은 시공 중에 선로기준점을 보존하고 부득이 이설할 경우에는 동일한 조건 하에서 다시 설치한다.
- 다. 수급인은 측량결과가 설계와 일치하지 않을 경우 즉시 공사감독자에게 보고한다.
- 마. 수준측량은 최종 정밀 선형조정 작업 후에 시행한다.
- 바. 수급인은 궤도부설 완료 후 최종 궤도선형 측량 성과물을 공사감독자에게 제출한다.
- ③ 가수준점(TBM) 설치는 국토지리정보원에서 설치한 수준점 및 발주자가 지정한 수준점으로부터 고저차를 확인측량하여 가수준점의 표고를 정한다.
- ④ 공구 경계지점에는 노반에서 인수·인계받은 측량값을 근거로 인접공구와 공동사용 인조점과 수준표를 설치한다.
- ⑤ 선로기준표 설치공사의 중심선측점 설치측량
- 가. 1차 중심선 측점은 노반측량 수급인이 200m마다 설치한 노반구조물 중심선 측점을 궤도측량 수급인이 확인·측량한다.
- 나. 고속철도 시공측량 및 기준점 설치방법은 다음 표와 같이 설치한다.

| 구분 | 설치 방법 | 비고 |
|----------|--|----------------|
| 1차 중심선측점 | <ul style="list-style-type: none"> □ 선로중심선 설치 • 직선부는 매 200m마다, 곡선부는 매 40m마다 • 완화곡선 및 종곡선 시·종점 | 노반수급자 궤도수급자 |
| 2차 중심선측점 | <ul style="list-style-type: none"> □ 선로중심선 설치; • 완화곡선, 원곡선, 종곡선 시·종점부 □ 고속철도의 경우; • 직선부는 매 40m마다, 곡선부는 매 20m마다 | 궤도수급자 |
| 보조기준점 | <ul style="list-style-type: none"> • 중심선 측점에 직각방향으로 공사에 지장이 없고 설치 및 측량이 용이한 지점에 일률적인 이격거리를 정하여 설치 | 궤도수급자 |
| 임시 km표 | <ul style="list-style-type: none"> • 하선 매 km마다 -토공구간은 선로중심점 측점에서 이격하여 설치가 용이한 지점 -터널구간은 터널벽체에 부착 -교량구간은 교량 방호벽체 부착 | 궤도수급자 |
| 임시 m표 | <ul style="list-style-type: none"> • 하선 매 200m마다 -토공구간은 선로중심점 측점에서 이격하여 설치가 용이한 지점 -터널구간은 터널벽체에 부착 -교량구간은 교량 방호벽에 부착 | 궤도수급자 |
| 궤도정비 기준표 | <ul style="list-style-type: none"> • 궤도원형 유지관리를 위해 선로외방 전주에 약 50m 간격으로 R.L(레일높이), C.L(궤도중심까지 거리), C(캔트)를 표시 | 궤도수급자 |

다. 고속철도 분기부의 시공측량 및 기준점 설치방법은 다음 표와 같이 설치한다.

| 구분 | 설치 방법 | 비고 |
|-------------|--|-------|
| 중심선 측점 | <ul style="list-style-type: none"> • 일반구간의 설치방법에 의거 시행 | 궤도수급자 |
| 분기부 주요 측점설치 | <ul style="list-style-type: none"> • 궤도중심선에 설치 -분기부 전단, -분기부 후단, -이론교점 | 궤도수급자 |
| 보조기준점 | <ul style="list-style-type: none"> • 분기부 주요 측점을 선로 외측에 설치 | 궤도수급자 |

| | | |
|--|-------------------|--|
| | (선로 중심에서 5.5m 지점) | |
|--|-------------------|--|

라. 일반철도의 시공측량 및 제반 기준점 설치방법은 아래 표에 따른다.

| 측점 구분 | 설치 장소 | | 비고 |
|--------------|--|----------|---|
| 1차 중심선 측점 | 1. 선로중심 간격 5.0m 이내일 경우 : 복선 선로중심에 설치 2. 선로중심 간격 5.0m 이상일 경우 : 각선의 선로중심에 설치 3. 측점 설치위치 · 본선 200m 간격, · 완화곡선 시 · 종점 · 종곡선 시 · 종점 | | 노반수급자 궤도수급자 노출높이는 · 토공의 경우 250 mm · 교량, 터널의 경우: 콘크리트못으로 설치 |
| 2차 중심선 측점 | · 설치위치는 1차 중심선과 동일 (1차 중심선 상단) | | 궤도수급자 |
| | 직선부 | 매 20m 간격 | |
| | 곡선부 | 매 10m 간격 | |
| 보조 기준점 | * 중심선 측점에 직각으로 좌우에 설치 · 복선구간(교량, 토공): 궤도공사에 지장이 없는 위치(약 5.5m) · 단선구간(교량, 토공): 궤도공사에 지장이 없는 위치(약 3.0m) · 터널의 경우는 적정개소에 설치 | | 궤도수급자 |
| 임시 m표 | · 토공, 교량의 경우에는 하본선 쪽으로 노반중 심선에서 약 6.15m이격하여 설치하고, 터널의 경우에는 측벽 1m상에 설치함. (설치간격은 200m 간격) | | 궤도수급자 |
| 임시 km표 | · 토공, 교량의 경우에는 하본선 쪽으로 노반 중 심선에서 약 6.15m 이격하여 설치하고, 터널의 경우에는 측벽 1m 높이에 설치함. | | 궤도수급자 |

마. 일반철도의 분기부의 시공측량 및 기준점 설치방법은 아래 표에 따른다.

| 구분 | 설치 방법 | 비고 |
|----------------|--|-------|
| 중심선 측점 | · KCS 47 20 15의 <표 3=">의 일반구간의 설치방법 에 의거 시행 | 궤도수급자 |
| 분기부 주요 측점설치 | · 궤도중심선에 설치 -분기부 전단, -분기부 후단, -이론교점 | 궤도수급자 |
| 도상높이 | · 분기선쪽에 레일레벨-45cm 높이로 설치 | 궤도수급자 |

| | | |
|-------|--|--|
| 측정기준점 | | |
|-------|--|--|

바. 특수 궤도구조물(분기기, 신축 등)의 위치는 평면도와 종단면도의 위치를 원칙적으로 따르며, 부득이한 변경사항이 발생 시 공사감독자의 승인을 득한 후 결정한다.

⑥ 최종선형측량은 중심측량과 고저측량 결과를 선로 종·평면도 및 선형계산서와 대조 검토하여 최종 선형측량 성과물을 공사감독자에게 보고한다.

(3) 분기기 구간의 중심점 측량 및 말뚝 설치

① 중심선 측량 및 보조기준점 설치

가. 수급인은 노반 중심축에 40m마다(직선부분) 말뚝을 설치한다.

나. 보조기준점은 복선의 경우에 선로 간의 중간부분에 설치된 노반중심말뚝으로부터 측면으로 일정거리 떨어진 노반구조물에 설치하며, 말뚝은 붉은색으로 한다.

② 단독분기기의 경우에는 말뚝의 위치를 다음과 같이 정한다.

가. 기준선의 말뚝설치는 분기기로부터 양쪽 100m까지 10m 간격으로 분기선 반대 방향으로 선로외측에 설치한다.

나. 분기선의 말뚝설치는 곡선부와 완화곡선부의 선형을 따라, 외방 100m까지 10m마다 말뚝 한 개씩을 설치한다.

③ 건널선(cross-over)의 경우에는 말뚝의 위치를 다음과 같이 정한다.

가. 두 개의 분기기에서 기준선에 대한 말뚝설치는 분기기 양쪽으로 100m 이상까지의 길이와 건널선 전 길이에 대해 10m마다 말뚝 한 개씩을 설치한다.

나. 두 개의 분기기 후단 사이에 현행 선로구간이 존재하면 분기선에 말뚝을 설치할 필요가 있으며 10m마다 말뚝 한 개씩을 설치한다.

(4) 건널목 설치 측량

① 시공에 앞서 선형 계획도를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받는다.

② 시공에 앞서 작업에 지장이 없는 장소에 계획 레일면 및 궤도중심, 건널목 중심의 기준점을 설치한다.

③ 최종 선형측량은 중심측량과 고저측량 결과를 선로 종·평면도 및 선형계산서와 대조 검토하여 최종 선형측량 성과물을 공사감독자에게 제출한다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

(1) 준공측량은 도로 및 철도공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시한다.

(2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.

- (3) 준공측량업체는 업무범위의 적법성, 능력과 전문성을 겸비한 법의 규정에 따라 등록된 업체가 실시하며, 세부적으로 필요한 사항은 공사감독자가 결정한다.
- (4) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (5) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
 - ② 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공점측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점을 기준하여 인접 공구 기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.
- (3) 용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인한다.
- (4) 용지경계 측량은 설계당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.
- (5) 중심선측량은 현장에 중심선을 20m간격으로 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점, 곡선부의 시·종점부 등에는 고정핀을 설치하고 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.
- (6) 종·횡단측량은 기준점 및 유지관리기준점에서 20m간격으로 설치된 중심선에서 직각방향으로 시공된 노반 및 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.
- (7) 터널 내공단면 측량은 중심선을 기준으로 노선의 직각방향으로 터널 내부 라이닝면을 0.5m간격으로 측량을 실시한다.
- (8) 준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선 측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출

- (1) 수급인은 도로 및 철도공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 철도노반공사 준공측량 성과품

- ① 기준점 성과표
- ② 준공확인측량 성과비교표
- ③ 준공현황도의 도식규정 및 도면축척은 철도분야 전자도면 작성표준에 따르며, 허용정확도는 실시설계 시의 현황도 작성규정에 의한다.
- ④ 선로평면 및 종·횡단도면은 준공된 철도노반, 터널, 주요 구조물 현황 등이 실측에 따라 정확하게 작성되어야 하며 도식규정 및 도면축척은 「철도분야 전자도면 작성표준」에 따른다.
- (3) 준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며 또한, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다.
- (4) 준공측량도면에는 지하시설물과 각종 공작물에 대한 현황도를 포함한다.
- (5) 준공측량 시 시공기준점, 중심선, 교량을 포함한 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.
- (6) 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (7) 등고선은 표고값을 포함하여 3차원좌표를 유지하고 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현한다.
- (8) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (9) 준공측량도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화현황이 포함되도록 작성하여 제출하고 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (10) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 한다.
 - ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출하여야 한다.
 - ② 건설공사 완공 내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성되어야 한다.
 - 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류
 - 라. 공사기간
 - 마. 도면의 내용
 - 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 하며, 준공측량에 필요하다고 인정되는 지점에는 표지를 추가설치하고 기준점측량을 실시한다.
- (2) 추가설치 기준점은 수준점의 기능을 동시에 가질 수 있도록 평지에 설치하고, 인접

기준점 간 상호 시통이 되어야 하며 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있도록 주요 시설물 부근에는 반드시 기준점을 설치한다.

- (3) 유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점과 공사 시·중점의 인접공구 기준점을 기준으로 노반을 따라 약 200m간격으로 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공 현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형현황측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량방법에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

3.3.6 지하시설물측량

- (1) 도로 및 공공시설용지에 설치된 관로, 케이블 등 모든 지하시설물에 대하여는 시공과정에서 이미 실시하여 검측을 완료한 위치자료 및 속성자료를 그대로 사용하여 지하시설물도를 작성한다.
- (2) 시공 중 실시한 지하시설물측량성과에 대해 사후 공공측량성과심사를 득하기 위해서는 국토지리정보원장에게 사전 승인을 받는다.
- (3) 준공 후 별도로 설치되는 지하시설물에 대하여는 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 측량을 실시하여 성과를 작성한다.

KCS 12 30 10 : 2023

단지조성공사 측량

2021년 6월 30일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

목 차

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 2 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 시공 전 측량 | 3 |
| 3.1.1 일반사항 | 3 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 4 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 4 |
| 3.1.4 용지경계 확인측량 | 4 |
| 3.1.5 지구계 확인측량 | 5 |
| 3.1.6 지장물조사 측량 | 5 |
| 3.1.7 토공량 확인측량 | 6 |
| 3.1.8 시공 전 측량 보고서 제출 | 6 |
| 3.2 시공 중 측량 | 7 |
| 3.2.1 일반사항 | 7 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 7 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 8 |
| 3.2.4 단지조성 공사 측량 | 8 |
| 3.2.5 조정공사측량 | 10 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 10 |

| | |
|------------------------------|----|
| 3.3.1 일반사항 | 10 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 11 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출 | 11 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 12 |
| 3.3.5 준공 현황측량 | 12 |
| 3.3.6 지하시설물측량 | 13 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 단지조성공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (2) 이 기준은 단지조성공사 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등 물량산출을 위한 기본데이터 취득과 단지조성공사에 기본적인 토목공사 측량에 적용한다.
- (3) 이 기준은 단지조성공사에 머신가이던스(Machine Guidance)로 작업할 경우에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정
- (4) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 대한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사 측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 단지조성공사 측량 : 주거단지, 상업 및 업무단지, 복합용도단지, 여가 및 운동시설단지, 국가산업단지, 지방산업단지, 농공단지, 유동단지, 관광단지 등의 조성공사에 요구되는 모든 측량
- 가구점사측량 : 기본설계를 기초로 하여 공공용지, 경계점의 위치를 관측하고 도로 폭 및 면적, 공원녹지 면적, 가구면적형상을 검사하는 측량
- 필지점사측량 : 가구점사측량을 기초로 하여 필지경계점의 위치를 관측하여 이상 유무를 검사하는 측량
- 확정측량 : 단지 공사의 사업계획에서 정해진 가구 및 획지와 동 사업의 환지설계에서 정해진 가구 및 획지에 대하여 그 위치, 형상 및 면적을 확정하는 측량
- 필지확정측량 : 환지 설계된 자료에 따라 환지면적을 확보하여 필지말뚝을 현지에 설치하는 확정측량
- 대지조형측량 : 의도적으로 지형을 조작하여 특별한 경관을 필요로 하는 곳에 시행하는 작업으로서 대지를 조작해서 경관을 만들어 내는 행위에 따르는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 단지조성 측량은 주거단지, 상업 및 업무단지, 복합용도단지, 여가 및 운동시설단지, 국가산업단지, 지방산업단지, 농공단지, 유동단지, 관광단지 등의 규모와 부지형태에 따라 측량계획을 수립하여야 한다.
- (2) 단지조성 및 조경공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.
- (3) 단지조성 및 조경공사의 토공사 시공에 머신 가이드스(Machine Guidance)를 적용할 경우 측량계획서상에 명기하여 공사에 차질이 없도록 한다.
- (4) 기타 단지조성(조경)공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사 구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하여 부지정지 및 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 하며, 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 내용을 기록한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 구조물기초 및 부지정지가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 건설공사측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 용지폭 말뚝측량은 용지폭 말뚝점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 측량으로 교차의 허용범위는 다음과 같다.

[표] 용지폭 말뚝점 간 교차의 허용범위

| 구 분 \ 거 리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 비 고 |
|-----------|--------|---------|--------------|
| 시가지 | 50mm | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 50mm | S/1,000 | |
| 산 지 | 100mm | S/200 | |

- (3) 부지조성 및 대지조형의 시공허용오차는 표토층을 제외한 흙쌓기, 깔기, 되메우기 마무리면의 시공허용오차는 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 하고 매 10m마다 표고를 측정하며, 10m 이내에 지형의 변화가 있을 때는 지형 변화점을 추가하여 측정한다.

- (4) 조정시설물 공사에서 시공에 대한 허용오차는 콘크리트의 부재 두께오차 : $-6\text{mm} \sim +13\text{mm}$, 기초에 대한 허용오차는 평면치수의 변동은 $-13\text{mm} \sim +50\text{mm}$, 위치오차는 잘못 놓인 방향의 기초폭의 2% 이하 또는 50mm 이하, 두께는 명시된 두께의 $\pm 5\%$ 이내로 한다.
- (5) 단지조성 등에 머신가이던스(Machine Guidance)를 적용하는 경우 현장 품질관리를 위해 다음 사항에 유의하여야 한다.
- ① 공사감독자는 공사 착수 전 머신가이던스(Machine Guidance)의 정상 작동 여부를 확인한 후 승인하여야 한다.
 - ② 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용 공사의 품질관리를 위한 검측 횟수, 측량기기 종류, 도면상의 측량지점 등을 포함한 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.
 - ③ 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지 여부를 매일 작업시작 전에 확인하고, 필요 시 캘리브레이션을 실시 후 그 결과를 기록하고 보고하여야 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 단지조성 및 조정공사 착공 전에 사용할 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 단지조성 및 조정공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 한다.
- (2) 기준점 좌표는 토목구조물 위치, 도로중심점 등에 영향을 주므로 상이한 부분이 있으면 사전에 공사감독자와 협의하여 결정한다.
- (3) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (4) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.

- (5) 종·횡단측량, 지형측량, 용지경계측량이 일치하지 않을 때는 공사감독자에게 측량결과를 보고하여야 하며, 공사감독자는 재검토 후 수급인에게 그 결과를 통지한다.
- (6) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (2) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면위치측량은 GNSS 측량방법으로 실시한다.
- (3) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.
- (4) 수급인은 기준점이 공사 시행 중 유실되는 것을 방지하기 위하여 필히 인조점을 설치하여야 하며, 인조점과 기준점 관계를 도면화하여 비치한다.
- (5) 수급인은 공사 준공 시까지 보존할 수 있는 가수준점(TBM)을 시공에 편리한 위치에 설치하고, 공사기록문서에 좌표와 위치를 기록한다.
- (6) 가수준점은 사업지구 인근의 수준점으로부터 왕복 수준측량을 실시하여야 하며 설치위치 및 측량성과표 등은 감독자에게 보고하여 승인을 받은 후 사용한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 단지조성공사 설계도서의 지형상황이 시간의 경과에 따라 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 단지조성공사를 시작하기 전 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (3) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법, 유인항공사진측량방법, 무인비행장치(Drone)측량방법, 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 방법 등을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM) 등을 작성하여 사용 할 수 있다.

3.1.4 용지경계 확인측량

- (1) 수급인은 설계 횡단면도 및 용지도로부터 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 이상 유무를 공사감독자에게 보고한다.
- (2) 수급인은 용지경계측량을 실시할 경우, 실시설계에서 이용한 기준점 등으로부터 용지경계 말뚝점 좌표값을 계산하여 1~4급 기준점, 주요점, 중심점 등으로부터 방사법 등으

로 용지경계 표주를 설치한다.

- (3) 용지경계 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.
- (4) 용지경계 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 표주마다 식별이 용이하도록 별도의 적색 깃발을 설치한다.
- (5) 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 의거 페인트 또는 스프레이로 경계 구분 표시를 한다.
- (6) 용지경계표주 설치가 완료되면 용지조서를 작성하여 제출한다.
- (7) 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우 용지경계 측량 성과와 부합하도록 제출된 성과를 30일 이내에 용지도와 조서를 보완 제출한다.

3.1.5 지구계 확인측량

- (1) 택지조성공사의 설계좌표전개도면 및 지구계 예정지 도면을 분석하여 지구계점 좌표를 취득하고 설계측량 당시 설치한 지구계 말뚝의 위치확인 및 지구 총면적을 구하여 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 설계 당시 지구계 말뚝을 설치하지 아니하였거나, 당시에 설치한 말뚝이 손·망실 되었을 경우 수급인은 좌표전개도면으로부터 지구계선의 좌표를 확인 또는 계산하여 지구계 말뚝을 설치하고, 그 말뚝 위치에 대한 지구계 분할측량은 지적측량수행자가 실시한다.
- (3) 지구계 표지는 공사 및 지장물조사시 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 점마다 별도의 표지주(적색 깃발)를 설치한다.
- (4) 지구계선 상에 있는 지장물은 용지경계측량 결과에 따라 페인트 또는 스프레이로 경계 구분을 표시한다.
- (5) 지구계표지 설치기준으로 평지구간은 200m 내외, 곡선구간은 50m 내외, 산지부 및 경계의 변화가 심한 곳에서는 거리와 관계없이 직선 간의 교차점에 설치하여 사업부지 경계를 명확히 한다.

3.1.6 지장물조사 측량

- (1) 수급인은 현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 감독자에게 제출한다.
- (3) 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 손실보상에 필요한 현황조서를 작성한다.
- (4) 단지조성부지 경계선으로부터 충분한 범위 내의 지형지물의 제반 상태를 취득하고 보상 물건을 실측, 조사한다.
- (5) 본 기준에 명시되지 않는 사항은 부동산 가격공시 및 감정평가에 관한 법률, 공익사

업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 및 기타 관계법령과 규정에 따라 조사·작성한다.

- (6) 지장물 측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩을 공사감독자에게 제출한다.

3.1.7 토공량 확인측량

- (1) 토공량 산정은 중·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.
- (3) 토공수량검사측량은 공사감독자의 입회하에 실시하여야 하며, 다음을 포함한다.
 - ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
 - ③ 땅파기 수량검측을 위해 암 따기로 분류되었을 때, 공사감독자가 암반 면에 도달되었다고 판정한 암반 면에 대한 측량을 실시한다.
- (4) 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM)등을 이용하여 토공량을 자동 산정할 경우 공사감독자와 협의하여 중·횡단측량을 생략할 수 있다.
- (5) 토공량 산정에서 중·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장장치에 기록한다.

3.1.8 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출한다.
 - ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일
 - ⑥ 용지경계 측량 성과표
 - ⑦ 토공량 산출서 파일
 - ⑧ 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항
 - ⑨ 기타 감독자가 정한 성과품
- (2) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법

- ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 토공량 산출결과
 - ⑥ 측량성과 비교표
 - ⑦ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 내용
- (3) 보고서에는 공사감독자의 판단에 따라 노선, 교량, 터널 등 시공상 중요 구조물에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 수급인은 당해 공사의 정확한 시공을 위하여 공인된 측량장비를 항상 현장에 구비하고 운영한다.
- (2) 단지조성공사의 기준점에서 토목구조물, 도로중심점 등의 좌표가 상이한 경우는 사전에 공사감독자에게 보고한다.
- (3) 수급인은 단지조성공사 측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (4) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.
- (5) 수급인은 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 공사감독자의 입회하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인한다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 단지조성 및 조경공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (3) 공사감독자가 측량업 등록업자에게 검측업무를 대행하도록 할 수 있다.
- (4) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
- (5) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하여야 하며 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (6) 조경공사 현장 수량검사 측량

- ① 수량산출은 다짐상태의 시공기준면을 기준으로 한다.
- ② 연약지반 등 침하된 흙쌓기 양은 침하된 부분을 실제수량으로 산정한다.
- ③ 땅깍기 작업은 토사 채취 후 지정된 장소까지 운반하여 흙쌓기 또는 가적치 작업이 완료된 상태를 기준으로 한다.
- ④ 흙쌓기 작업은 운반된 토사를 지정된 높이, 두께 및 경사로 포설하고 다짐이 완료된 상태를 기준으로 한다.
- ⑤ 땅깍기 면 고르기는 땅깍기 표면이 그대로 남아 있는 상태의 표면적으로 산정한다.
- ⑥ 잔토처리는 땅깍기 수량과 사용된 흙의 환산적용수량과의 차이로 산정한다.
- (7) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.
- (8) 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하여야 한다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 벌목 후 원지반면의 지형현황도
 - ⑥ 토공 기성측량 성과표
 - ⑦ 중심선 시공좌표 산출서
 - ⑧ 비탈면 시공좌표 산출서
 - ⑨ 배수구조물 시공좌표 산출서
 - ⑩ 지하시설물측량 결과표
- (2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 단지조성 공사 측량

- (1) 단지조성공사에서 토공사측량은 KCS 12 20 05 토공사시공측량에 준한다.
- (2) 규준틀설치 측량
 - ① 단지공사에 노체, 노상 및 포장층의 높이와 시공 위치를 파악할 수 있도록 흙쌓기 구간마다 수평 규준틀을 설치하고 시공 중 망실되지 않도록 설치한다.
 - ② 단지내 땅깍기 구간에 시공위치를 파악할 수 있도록 수평 규준틀을 설치한다.
 - ③ 단지내 땅깍기 및 흙쌓기 구간 경계지점에 수평 규준틀을 설치하여 지형이 교차하는

부분의 도로 시공위치를 명확히 확인한다.

- ④ 건축공사에서 수평기준틀은 줄 띄워보기를 실시한 후, 철근콘크리트 건물은 외곽기둥을 따라 설치하고, 조적조 건물은 건축물의 모서리 부분과 주요 요소에 설치한다.
- ⑤ 기준틀에는 건축물의 위치 및 수평의 기준을 먹으로 금을 명확히 그어 감독자의 검사를 받을 수 있도록 하고, 공사 진행에 따라 건축물에 옮겨 표시한다.
- ⑥ 주택 수직기준틀 설치는 조적조 건물의 내력벽 상호 접합부에 수직으로 설치하고 벽돌 또는 블록의 단수를 표시한다.
- ⑦ 수직기준틀은 뒤틀리거나 휘어지지 않은 건조한 목재로서 90mm 정사각형 정도의 것을 적어도 2면을 직선으로 대패질하여 사용하여야 하며, 가새 또는 버팀대를 써서 고정하고 콘크리트 바닥판에 설치할 경우 미리 철선 등을 묻어 정확히 설치한다.
- ⑧ 시공 중 손상되거나 망실된 기준틀은 수급인 부담으로 신속하게 재설치하여야 한다.

(3) 성·절토 시공측량

- ① 단지조성에서 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설해야 할 위치에 대한 시공좌표를 산출하고, 시공좌표 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- ② 성토부, 절토부측량은 KCS12 30 05 도로 및 철도공사 측량의 도로공사측량에 준한다.

(4) 맨암거 및 치환공사 측량

- ① 맨암거 설치측량은 현장여건에 맞게 설치하되 지하 배수시설은 내경은 200mm를 표준으로 하고, 종단경사는 0.5% 이상, 최소0.2% 이상으로 설치한다.
- ② 맨암거는 계획도상에서 어느 위치에 맨암거가 위치하는지 먼저 횡단면도상에 작도를 통해 결정하고 위치와 높이를 측량한다.
- ③ 치환측량은 치환을 하게 되면 업체들의 비용과 직결되므로 물량산정을 정확하게 하여 굴착량과 투입량(성토)을 정확하게 산정한다.
- ④ 연약지반 개량공법은 연약지반에 구조물을 시공하는 경우에 연약토를 제거하고 양질토를 바꿔 넣은 공법으로 양질토의 물량을 정확하게 산정한다.
- ⑤ 연약지반보강재(PP Mat) 부설 유공관 설치는 유공배치도에 의해 위치측량을 실시한다.
- ⑥ 연약지반보강재(PP Mat) 집수정은 배공도에 의한 위치측량을 하고 집수정은 수평배수층보다 아래 설치하되 설치시는 배수정의 수직성이 정확히 유지되도록 측량한다.
- ⑦ 연약지반에 침하판이 설치되면 바로 수준측량에 의해 침하전의 초기치를 측정한 후 공사감독원의 확인을 받아 기준으로 사용한다.

(5) 단지내 기타공사 측량

- ① 단지 내 도로측량은 수치지형도를 이용하여 도로 I.P 제원을 검토하고, 광역도로는 좌표전개도 및 경사전개도를 사용하여 도로별 중심좌표 및 도로경계석좌표를 산출하고, 도로 계획고를 계산하여 필요한 부분측량을 할 수 있도록 준비한다.
- ② 단독주택 및 상업지역은 도로경계석 측량에 세심한 주의를 한다.

- ③ 단지 내 도로는 지하매설물의 계획고 및 위치를 검토하여 측량할 수 있도록 하고, 변경 시공할 경우 현황측량을 실시한다.
- ④ 평면 교차로의 물고임이 발생하는 경우, 이를 방지하기 위해서 곡선부의 시·종점부에 위치한 우수받이의 설계고와 도로 편경사도를 검토하여 노면포장측량에 이를 반영한다.
- ⑤ 차집관로 공사시 맨홀의 위치와 표고측량을 실시하여 역류하는 곳이 발생하지 않도록 표고측량을 실시한다.
- ⑥ 우수받이 설치측량은 우수받이 최상단의 높이가 L형측구의 기초보다 10mm 낮게 시공하여 우수가 원활히 될 수 있도록 한다.
- ⑦ 단지의 우수관로는 암거의 위치와 표고측량을 실시하고 측량성과는 도면으로 작성하여 관계기관 제출 및 준공자료로 활용한다.
- ⑧ 보차도 경계석 측량은 도근점을 이용하여 보차도 경계석 뒷 경계선을 따라 10m간격으로 측량하여 표기한다. 표시된 위치에 10m간격으로 기준점을 설치한다.

3.2.5 조경공사측량

- (1) 부지조성측량은 완료된 공원 및 조경공사를 실시하는 용지 등에 경계석을 설치하고 용지분할계획도 상에 기준점을 선점하여 기준점 측량을 실시한다.
- (2) 용지분할을 할 경우, 경계측량을 실시하여 이에 따른 좌표 및 면적을 산출하고 도면을 작성한다.
- (3) 부지조성 토공사측량은 시공 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 조정 부지 위치에 대한 시공좌표를 산출하고 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- (4) 부지조성 토공사의 준비단계에서 수급인은 땅깍기 및 흙쌓기 구간의 위치와 기울기 등을 상세하게 파악하고 각각의 위치에 설치할 토공기준점을 제작 설치한다.
- (5) 조경부지 위치에 좌표를 기준으로 인조점을 설치하여 공사 진행 시 망실에 대하여 빠른 복구에 대비한다.
- (6) 식재기반조성공사 측량의 흙쌓기, 배수, 화단조성 등은 KCS 12 20 05 토공사시공측량, KCS 12 20 10 배수공사공측량에 준하여 실시한다.
- (7) 조경시설물 공사 측량은 해당 공종에 따라 KCS 12 20 00 공통공사 측량 및 KCS 12 30 00 분야별 공사측량에 준하여 실시한다.
- (8) 포장공사 측량은 KCS 12 20 25 포장공 시공측량에 준하여 실시한다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 준공측량은 단지조성공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하

고 승인을 받는다.

(3) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.

(4) 공공기관의 준공측량

- ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
- ② 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공점측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점을 기준하여 국가기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.
- (3) 용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인한다.
- (4) 용지경계 측량은 설계당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.1m이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.
- (5) 중심선측량은 단지조성공사 현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.
- (6) 종·횡단측량은 기준점 및 유지관리기준점에서 설치된 중심선에서 직각방향으로 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.
- (7) 준공내용은 준공측량에서 확인된 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선 측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출

- (1) 수급인은 단지조성공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 단지조성공사 준공측량 성과품
 - ① 기준점 성과표
 - ② 준공확인측량 성과비교표
 - ③ 준공현황도
 - ④ 평면 및 종·횡단도면은 준공된 단지조성, 조경시설, 도로 등 주요 시설물 현황 등을 실측에 따라 정확하게 작성한다.

- (3) 준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며 또한, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다.
- (4) 준공측량도면에는 지하시설물과 각종 공작물에 대한 현황도를 포함한다.
- (5) 준공측량 시 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.
- (6) 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (7) 등고선은 표고값을 포함하여 3차원좌표를 유지하고 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현한다.
- (8) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (9) 준공측량도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화현황이 포함되도록 작성하여 제출하고 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (10) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 한다.
 - ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출하여야 한다.
 - ② 건설공사 완공내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성되어야 한다.
 - 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류
 - 라. 공사기간
 - 마. 도면의 내용
 - 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 한다.
- (2) 준공측량에 필요한 추가 기준점은 평지에 설치하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있도록 주요 시설물 부근에는 반드시 기준점을 설치한다.
- (3) 유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점을 기준으로 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공 현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형현황측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량방법에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

3.3.6 지하시설물측량

- (1) 단지 및 공공시설용지에 설치된 관로, 케이블 등 모든 지하시설물에 대하여는 시공과정에서 이미 실시하여 검측을 완료한 위치자료 및 속성자료를 그대로 사용하여 지하시설물도를 작성한다.
- (2) 시공 중 실시한 지하시설물측량성과에 대해 사후 공공측량성과심사를 득하기 위해서는 국토지리정보원장에게 사전 승인을 받도록 한다.
- (3) 준공 후 별도로 설치되는 지하시설물에 대하여는 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 측량을 실시하여 성과를 작성한다.

KCS 12 30 15 : 2023

하천 및 댐 공사 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|--------------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 4 |
| 2.1 측량기기 선정 | 4 |
| 3. 시공 | 4 |
| 3.1 시공 전 측량 | 4 |
| 3.1.1 일반사항 | 4 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 4 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 5 |
| 3.1.4 용지경계 확인측량 | 5 |
| 3.1.5 지장물조사 측량 | 5 |
| 3.1.6 토공량 확인측량 | 6 |
| 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | 6 |
| 3.2 시공 중 측량 | 7 |
| 3.2.1 일반사항 | 7 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 7 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 8 |
| 3.2.4 보 및 하상유지시설의 본체공 측량 | 8 |
| 3.2.5 취수시설 설치공사 측량 | 8 |
| 3.2.6 주운시설 설치공사 측량 | 9 |
| 3.2.7 하천제방공사 측량 | 9 |

| | |
|------------------------------|----|
| 3.2.8 호안공사 측량 | 10 |
| 3.2.9 수재시설 설치측량 | 11 |
| 3.2.10 하상정리공사 측량 | 11 |
| 3.2.11 수문설치공사 측량 | 13 |
| 3.2.12 하천 사방공사 측량 | 13 |
| 3.2.13 하천 기타 시설물공사 측량 | 13 |
| 3.2.14 댐 공사 측량 | 13 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 14 |
| 3.3.1 일반사항 | 14 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 14 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출 | 15 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 16 |
| 3.3.5 준공 현황측량 | 16 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 하천 및 댐 공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (3) 이 기준은 하천 및 댐 공사 중의 시설물 설치에 따르는 물량산출을 위한 기본데이터 취득과 하천 및 댐 공사에 기본적인 공사 측량에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 하천법
- (4) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정
- (5) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 대한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사 측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 하천공사 측량 : 하천의 개수작업 및 하천공사를 하기 위해 실시하는 하천의 모든 시설 공사에 관한 측량
- 보 본체공 측량 : 수위를 높여 수심을 유지하거나, 또는 흐름의 역류를 방지하기 위하여 하천을 횡단하여 설치하는 보의 본체공에 대한 공사 측량
- 보 바닥 보호공 측량 : 보를 월류하는 흐름의 유속증가에 따른 보 상하류의 하상 세굴을 방지하기 위하여 물받이 상·하류에 설치되는 바닥 보호공에 대한 공사 측량
- 주운시설 설치공사 측량 : 주운에 필요한 적정 수심과 수로폭을 유지하기 위하여 설치하는 주운 댐의 공사 측량
- 호안공사 측량 : 제방 또는 호안이 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 보호하기 위해 제방 사면에 설치하는 구조물 측량
- 하천사방공사 측량 : 하천의 범람 등을 막기 위해 설치하는 구조물 등의 공사 측량
- 댐 공사 측량 : 댐을 건설하기 위한 측량으로 공정에 따라 실시하는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 하천 및 댐 공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.
- (2) 하천 및 댐 공사에 측량계획서를 공정별로 상세하게 계획하여 공사에 차질이 없도록 한다.
- (3) 기타 하천 및 댐 공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 하천 및 댐 공사 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 이미 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하여 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 하며, 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 내용을 기록한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 하천 및 댐 공사에서 댐 및 구조물기초가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) 수급인은 댐의 기초굴착 전·후 기초지반에 대한 현황측량을 실시하고 야장, 계산서, 사진 등을 첨부하여 측량성과 보고서를 제출하여야 한다.
- (6) 계약종료의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (7) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 건설공사측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 용지폭 말뚝측량은 용지폭 말뚝점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 측량으로 교차의 허용범위는 다음과 같다.

[표] 용지폭 말뚝점 간 교차의 허용범위

| 구 분 \ 거 리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 비 고 |
|-----------|--------|---------|--------------|
| 시가지 | 50mm | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 50mm | S/1,000 | |
| 산 지 | 100mm | S/200 | |

- (3) 주운시설공사 댐 설치 시 굴착고의 허용오차는 $\pm 100\text{mm}$ 이내로 한다.
- (4) 제방축조 단면에 대한 흙파기 오차의 허용범위는 $\pm 100\text{mm}$ 이며 흙쌓기는 설계규정에 따라 최대 300mm 두께로 한다.
- (5) 수로공측량의 하도굴착의 허용오차는 수심측량 허용오차와 같으며 다음과 같다. 다만, 감독자가 따로 정할 경우에는 예외로 할 수 있다.

| 구 분 | 허용오차 |
|----------------------|--|
| 수심 5m 이내 수심 5m 이상 | 200mm 200mm + d/1000, [d : 수심(cm)] 최대 : 250mm 이내 |

- (6) 하천제방축조 단면에 대한 흠파기 오차의 허용범위는 $\pm 100\text{mm}$ 이다.
- (7) 수제시설의 말뚝설치 허용범위는 말뚝중심위치에 대하여 100mm 이하, 말뚝의 경사에 대하여 2° 이내, 말뚝마루높이에 대하여 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 한다.
- (8) 수제시설의 사석 고르기면의 허용범위는 사석마루에 대하여 150mm 이내, 사석법면에 대하여 $\pm 150\text{mm}$ 이내로 한다.
- (9) 수제시설이 설치된 침상의 높이, 폭 및 길이의 허용범위는 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 한다.
- (10) 수제시설 설치 측량의 시공 허용오차는 다음 각 호에 따라 실시한다.
- ① 말뚝의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선이 설계도서의 규정과 같이 설치되었는지 확인한다.
 - ② 강널말뚝 시공측량의 허용범위는 법선을 기준으로 하여 평면위치는 $\pm 100\text{mm}$, 법선 방향의 기울기(종방향)와 법선에 대한 기울기(횡방향)는 $1/100$ 이하로 한다.
- (11) 사토장, 투기장 등의 지형현황측량의 정확도는 평면 및 수직위치 모두 $\pm 100\text{mm}$ 이내로 한다.
- (12) 수문설치공사 측량의 구조물(암거)의 현장 타설 허용오차는 아래 표와 같다.

| 항 목 | 허용오차(mm) | 측정기준 | 비 고 |
|-----------------------|-------------|--------------------|-----|
| 기준고 | ± 30 | 양단시공 이음장소 마다 | |
| 두께 (t1, t2, t3, t4) | -20 | | |
| 폭 (a1) | -30 | | |
| 높이 (h1) | ± 30 | | |
| 길이 (L<20m) (L>20m) | -50 -100 | | |

- (13) 수문설치공사를 위한 관 부설공사의 경사에 대한 시공 최대허용오차는 연장 10m 당 $\pm 30\text{mm}$ 이므로 이를 기준으로 관 부설 기초측량 허용오차를 결정하여야 하며, 관 부설 허용기준은 아래 표와 같다.

| 항 목 | 허용오차(mm) | 측정기준 | 비 고 |
|-------------|----------|--|-----|
| 기준고 | ± 30 | <ul style="list-style-type: none"> • 시공연장 40m 이상인 경우 : 40m마다 1개소 • 시공연장 40m 이하인 경우 : 2개소 | |
| 폭(a) | -50 | | |
| 높이(h1) | -30 | | |
| 두께 (a1, a2) | -20 | | |
| 길이 (L) | -200 | | |

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 하천 및 댐 공사 착공 전에 공정별 사용 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 하천 및 댐 공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준(수준)점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.
- (4) 중·횡단측량, 지형측량, 용지경계측량이 일치하지 않을 때는 공사감독자에게 측량결과를 보고하여야 하며, 공사감독자는 재검토 후 수급인에게 그 결과를 통지한다.
- (4) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (2) 시공기준점설치는 설계측량 당시 사용하였던 동일한 기지점을 사용하여 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.
- (3) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.
- (4) 수급인은 측량수준점과 기준점을 설치하고 도면에 명시한다.
- (5) 수급인은 현장공사를 착수하기 전에 측량기준점을 보호하여야 하며, 공사기간 중 영구적인 상태로 보존한다.

- (6) 기준점이 멸실 또는 파손되거나 지면의 변동 등으로 인하여 재설치가 요구되는 경우 공사감독자에게 보고하여 조치한다.
- (7) 시공기준점은 최소한 1년에 1회 이상 시공 전 측량과 동일한 방법으로 확인측량을 실시하고 그 이상 유무를 감독자에게 보고한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 설계도서의 지형상황이 시간의 경과에 따라 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 하천 및 댐 공사를 시작하기 전 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (3) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법과 유인항공사진측량방법, 무인비행장치(Drone)측량방법, 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 방법 등을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM) 등을 사용할 수 있다.
- (4) 지형현황측량방법은 현장 상황에 적합한 방법을 공사감독자와 상의하여 결정한다.

3.1.4 용지경계 확인측량

- (1) 수급인은 설계 횡단면도 및 용지도로부터 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 수급인은 중심점 등으로부터 중심선에 대하여 직각방향의 용지경계 말뚝점 좌표값을 계산하여 1~4급 기준점, 주요점, 중심점 등으로부터 방사법 등으로 용지경계표주를 설치한다.
- (3) 용지경계 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.
- (4) 용지경계 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 표주마다 식별이 용이하도록 별도의 적색 깃발로 설치한다.
- (5) 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 의거 페인트 또는 스프레이로 경계 구분 표시한다.
- (6) 용지경계 표주의 규격은 발주처 규정 또는 공사감독자의 지시에 따른다.
- (7) 용지경계표주 설치가 완료되면 용지조서를 작성하여 제출한다.
- (8) 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우 용지경계 측량 성과와 부합하도록 제출된 성과를 30일 이내에 용지도와 조서를 보완하여 제출한다.

3.1.5 지장물조사 측량

- (1) 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사측량을 실시하여 손실보상에 필요한 현황조서를 작성한다.

- (2) 하천 및 댐 공사 건설용지의 좌·우 경계선으로부터 충분한 범위 내의 언덕, 제방, 경계, 시설물, 관정, 전주를 비롯한 제반 물건을 실측, 조사한다.
- (3) 지장물조사 측량성과품으로 지장물위치도, 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩 등을 공사감독자에게 제출한다.

3.1.6 토공량 확인측량

- (1) 댐공사 토공량 산정은 종·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.
- (3) 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM)등을 이용하여 토공량을 자동 산정할 경우 공사감독자와 협의하여 종·횡단측량을 생략할 수 있다.
- (4) 토공량 산정에서 종·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장장치에 기록한다.

3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출한다.
 - ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 횡단면도(설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일)
 - ⑥ 토공량 산출서 파일
 - ⑦ 사진첩(각 공종별 작업광경 및 특이사항)
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 성과품
- (2) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 토공량 산출결과
 - ⑥ 측량성과 비교표
 - ⑦ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 내용

- (3) 보고서에는 공사감독자의 판단에 따라 노선, 교량, 터널 등 시공상 중요 구조물에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 하천 및 댐 공사 측량기준은 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 측량한다.
- (2) 수급인은 공사 측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (3) 하천 및 댐 공사 시공의 기준이 되는 가수준점(T.B.M)은 공사감독자 입회하에 시공 중 표고변화가 발생하지 않도록 견고하게 설치해야 하며, 망실에 유의해야 한다.
- (4) 공사시행 상 수위를 측정할 경우는 가장 가까운 위치에 수위표를 설치하여 상시 관측할 수 있게 한다.
- (5) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 하천 및 댐 공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (3) 공사감독자가 측량업 등록업자에게 검측업무를 대행하도록 할 수 있다.
- (4) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
 - ⑤ 수심측량
- (5) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하며 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (6) 토공수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하며, 다음을 포함한다.
 - ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
 - ③ 땅파기 수량검측을 위해 암 파기로 분류되었을 때, 공사감독자가 암반 면에 도달되었다고 판정한 암반 면에 대한 측량을 실시한다.
- (7) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.

- (8) 수급인은 머신가이드스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하여야 한다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- ① 시공기준점 배치 현황도
- ② 시공기준점 조서
- ③ 임시기준점 조서
- ④ 검측 요청서
- ⑤ 별목 후 원지반면의 지형현황도
- ⑥ 토공 기성측량 성과표 및 암 판정 측량 성과표
- ⑦ 비탈면 시공좌표 산출서
- ⑧ 교량구조물 시공좌표 산출서
- ⑨ 변위측량 결과표

- (2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 보 및 하상유지시설의 본체공 측량

- (1) 본체 설치를 위하여 시공기준점을 기준으로 보 및 하상유지공의 평면위치를 측량하고 부근에 임시기준점을 설치한다.
- (2) 낙차고 및 낙단의 낙차를 설치하기 위하여 가수준점(TBM)을 설치하고 수준측량을 실시한다.
- (3) 본체의 둑마루 폭은 최소한 1.0m로 하고 상류 측 비탈경사는 1:0~1:0.5, 하류 측 비탈경사는 1:0.5보다 완만하게 설치한다.
- (4) 바닥 보호공은 수심측량을 실시하여 계획 하상고에 설치한다.
- (5) 바닥 보호공은 수평으로 설치하여야 하므로 횡단측량을 수시로 실시하여 기초지반의 바닥을 고르게 굴착할 수 있도록 한다.
- (6) 사석투하수량을 검수하는 방법으로는 바지선의 사석량을 측량하여 사석량을 검수하는 방법과, 상차 시 계근에 의해 사석수량을 검증하는 방법 등을 사용한다.
- (7) 돌채움량의 측정은 수심측량 또는 횡단측량방법으로 산정한다.
- (8) 바닥보호공 시공의 평탄작업이 완료되면 잠수부를 동원하여 횡단측량을 실시한다.

3.2.5 취수시설 설치공사 측량

- (1) 취수구 설치지점이 연약지반에 위치할 경우 지형현황측량을 실시하여 그 현황을 파악

한다.

- (2) 침사지 설치측량은 설계도서에서 지정한 설치규모 및 형태의 좌표 산출도를 작성한 후 측량을 실시한다.
- (3) 취수탑 저수부 시공을 위하여 수심측량을 실시하고 세굴, 퇴적량을 산정하여 감독자에게 보고한다.

3.2.6 주운시설 설치공사 측량

(1) 주운시설 설치공사 측량 중 댐 설치 측량

- ① 가물막이공의 매트 및 사석부설을 위하여 설계도서에서 시공위치의 좌표도를 작성하고 현장에 시공기준점 및 가수준점(TBM)을 설치하여 감독자의 승인을 받는다.
- ② 연약지반 상에 성토는 함몰 또는 부등침하에 대비하여 침하판을 설치하고 수준 및 횡단측량을 실시하여 침하량 추정도를 작성한다.
- ③ 가물막이의 계측은 설계도면에 표시된 지점의 3차원 위치측량을 실시하고 계측기를 설치한다.
- ④ 유도수로의 지반선은 시추에 의한 추정선으로 암 굴착 후 횡단측량을 실시하고 그 결과를 감독자에게 보고한다.
- ⑤ 구조물의 기초굴착은 수준측량에 의하여 계획 표고를 엄격히 지켜야 하며 과대한 굴착은 콘크리트로 계획고까지 채운 후 감독자의 승인을 받는다.
- ⑥ 유도수로의 굴착이 완료되면 가물막이 내의 기초상태에 관한 측량을 실시하고 결과를 감독자에게 보고한다.

(2) 수로공 측량

- ① 수위관측소는 흐름이 일정하고 유속이 크게 변하지 않는 지점, 유로와 하상 변동이 적은 지점, 관측 시 위험이 없는 지점에 설치한다.
- ② 유지관리가 용이하도록 인근에 가수준점(TBM)을 설치하여 관리한다.
- ③ 주운용 수로는 설계수심과 폭이 유지되도록 수로 위치측량을 실시하여 측표를 표기한다.
- ④ 수급인은 하도굴착을 시행하기 전에 원지반 측량을 실시하여 원지반의 현황도, 종·횡단면도를 작성하여 감독자에게 제출한다.
- ⑤ 수급인은 우기 전·후 및 필요시에 하도의 지형현황 및 수심측량을 실시하여 우기 전·후의 하도굴착 변화량을 산정하여 결과를 감독자에게 제출한다.
- ⑥ 준설은 KCS 12 30 15 하천 및 댐공사 측량의 “3.2.8 하상정리공사 측량”에 따른다.

3.2.7 하천제방공사 측량

(1) 제방기초측량

- ① 시공의 기준이 되는 가수준점(TBM)은 감독자 입회하에 견고하게 설치한다.
- ② 가수준점(TBM)측량은 왕복 수준측량을 실시하여 수준차 계산부를 작성한다.
- ③ 지장물 보상을 위하여 지장물 현황측량을 실시하여 지장물도 및 지장물조서를 작성

한다.

- ④ 벌개제근 및 표토제거 작업이 종료되면 토공사를 시작하기 전 원지반면에 대한 지형 현황측량을 실시하여 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- ⑤ 지반표면의 변위측정을 위하여 여러 개의 변위관측말뚝을 박아 좌표값을 측정하여, 수평·수직 변위 및 그 진행 속도를 관측한다.
- ⑥ 제방기초지반이 연약한 지역의 침하량측정을 위하여 침하판을 설치한 후 수준측량을 실시하여 침하량을 산정하고 최종 흠쌓기량을 산정한다.
- ⑦ 제방법선, 중심선, 기준틀을 설치 후 검측리스트를 작성하여 감독자에게 제출한다.

(2) 제방축조측량

- ① 제방축조를 위하여 20m 간격으로 제방법선측량을 실시하고 횡단측량을 실시하여 기준틀설치 및 용지경계말목 설치계획을 수립한다.
- ② 제방흠쌓기용 토사파기 수량을 산정하기 위하여 지형현황측량을 실시한다.
- ③ 흠쌓기는 KCS12 20 05 토공사 시공측량에 따른다.
- ④ 흠쌓기는 설계규정에 따라 흠쌓기를 한 후 종·횡단측량을 실시하여 수평다짐여부를 확인한다.
- ⑤ 흠쌓기용 토취장의 원지반측량은 지형현황측량 및 종·횡단측량을 실시하여야 하며 원지반의 측량성과를 검사측량을 실시한다.
- ⑥ 토취장의 흠깔기 작업이 완료되면 정확한 수량산정을 위하여 종·횡단측량을 실시하고 양단면 평균법에 의하여 흠깔기 수량을 산정한다.

(3) 제방마감측량

- ① 제방 비탈면 마감은 비탈기준틀을 설치하여 시공해야 하며, 기준틀의 설치간격은 굴착 및 흠쌓기의 경우 직선부는 20~50m, 곡선부는 5~10m로 한다.
- ② 축제의 완성단면은 설계도서에 명시된 더돈기 높이로 시공되었는지에 대하여 수준 및 종단측량을 실시하여 확인한다.
- ③ 둑마루 시공은 횡단측량을 실시하여 배수의 원활한 구배인 3~6%의 포물선형 횡단경사로 시공되었는지를 확인한다.

3.2.8 호안공사 측량

- (1) 호안공사 밑다짐의 상단높이는 횡단측량을 실시하여 계획상고 이하로 설치하여야 한다. 단, 저수로 폭이 좁은 하천에서는 예외로 할 수 있다.
- (2) 제방 및 비탈 덮기의 밑다짐 설치방향은 횡단측량을 실시하여 유수의 직각방향으로 설치하고, 배수구조물의 유입, 출구, 보, 낙차공 등의 하천구조물에서는 유수 방향으로 설치한다.
- (3) 사석시공은 시공 전 반드시 수심측량을 실시하여 그 결과를 토대로 시공해야 한다. 이때 수심측량 방법은 KCS 12 20 30 수심측량의 관련규정에 따른다.
- (4) 사석투하 시 수심측량 및 횡단측량을 실시하고 부표 및 대나무 등을 이용하여 사석투하 끝선을 설치한 후 잠수부 또는 측심기구로 투하상황을 확인하며 시공하고, 시공 후

횡단측량을 실시하여 정리한다.

- (5) 기초의 바닥깊이는 중소하천의 경우 계획하상에서 0.5m 이상, 대하천인 경우에는 1.0m 이상이 유지되도록 한다.
- (6) 터파기 작업이 완료된 구간은 수준 및 횡단측량을 실시하여 시공을 확인한다.
- (7) 비탈 멈춤공 시공 시 횡단측량을 실시하여 하상이 균일하게 시공되었는지 확인한다.
- (8) 가드 레일형 블록 멈춤공의 두부가 저수위(L.W.L; Low Water Level)의 높이에 맞도록 시공하였는지를 수준측량을 실시하여 확인한다.

3.2.9 수제시설 설치 측량

- (1) 말뚝수제시설 설치구간은 지형측량을 실시하여 하상, 수위 및 기존 밀다짐공 등 현장 조건이 작업에 적합한지 확인한다.
- (2) GNSS 및 토털스테이션측량을 실시하여 기초사석 및 돌망태 투하용 위치를 표시한 후 임시기준점을 설치한다.
- (3) 말뚝박기 구간은 횡단측량을 실시하여 기준틀을 정확하게 설치한 후 말뚝박기를 실시하여 뒤틀림이나 경사를 방지한다.
- (4) 말뚝은 설계도서에 표시된 성과를 이용하여 설치할 좌표 값을 산출한 후 현장에 측량하여 설치하는데 설계 간격을 유지하여 설치한다.
- (5) 말뚝의 위치확인측량 후 최대 허용범위를 벗어난 말뚝은 정위치에 다시 설치한다.
- (6) 강널말뚝은 계획된 위치에 정확히 설치하기 위하여 기준틀을 설치하고 기준틀에 따라서 세우기와 박기가 이어져야 한다.
- (7) 계획법선에 대한 수시 점검 및 기준틀에 대한 위치 확인을 위하여 임시기준점을 설치한다.
- (8) 강널말뚝 머리 부분의 정리는 수준측량을 실시하여 설계서에서 제시한 일정높이로 절단한다.

3.2.10 하상정리공사 측량

- (1) 하상정리공사 측량의 시공조건 확인
 - ① 수급인은 시공 전에 하상의 수심측량성과와 사토장 원지반선측량성과를 기반으로 준설수량을 확인하여 공사감독자에게 보고한다.
 - ② 저수로 준설 시 하저에 매설되어 있는 지장물의 위치를 측량하여 지장물 조서를 작성한다.
 - ③ 계획평면 및 종·횡단면도에는 준설의 위치, 토질조건과 계획수심, 비탈경사, 준설심도, 준설량 등을 표기한다.
 - ④ 준설구역 내에는 수준측량에 의하여 수위표(조위)를 설치하고 수위표 인근에는 가수준점(TBM)을 설치한다.
- (2) 하상정리공사 측량의 작업준비
 - ① 공사착수와 동시에 하상 및 사토장의 원지반선에 대한 확인측량을 실시하여 공사감

독자에게 보고한다.

- ② 수심평면도 작성을 위하여 수심측량 시 수위관측과 위치측량의 확인이 병행되어야 하며, 그 결과를 표기하여 감독자에게 제출한다.
- ③ 사토계획 중형단면도에는 사토계획고와 사토량 등을 표기한다.

(3) 준설구역 수심측량

- ① 수심측량은 GNSS와 음향측심기를 이용하여 기존 실시설계 측선과 일치하도록 20m 간격으로 측량을 실시한다.
- ② 횡단측량은 수심측량 측선에 맞추어 양안 고수부지와 제방, 무제부 구간에 대해 실시하며 변곡점 간격이 40m 이상인 경우에는 중간에 등간격점을 추가한다.
- ③ 준설물량은 수심측량 측선과 설계단면을 이용하여 양단면 평균법으로 산정한다.
- ④ 횡단면도 성과물은 원지반단면, 계획단면, 준설단면을 비교하여 작성하여 감독자에게 제출한다.
- ⑤ 준설구역의 수심측량은 KCS 12 20 30 수심측량에 준하여 실시한다.

(4) 준설작업 위치확인측량

- ① 준설구역 및 준설위치를 측량을 통해 부표나 대나무 등으로 표시한다.
- ② 준설작업 위치는 시공구역 내의 정확한 시공여부와 직접 관련이 있으므로 시공 전, 시공 중, 시공 후로 나누어 수시로 확인측량을 실시한다.
- ③ 착공 전에는 인근에 있는 기준점을 이용하거나 별도로 기준점(임시)을 설정하고, 작업구간의 표시는 부표, 긴 대나무 장대 등을 이용하며, 육상에도 깃발 등을 달아 위치를 표시한다.
- ④ 준설구역 위치측량은 GNSS 또는 토털스테이션에 의한 측량방법으로 실시한다.

(5) 준설심도 확인측량

- ① 준설심도는 기준면부터의 깊이에 대한 관측이므로 준설기간 중 지속적인 심도확인을 위하여 수심측량을 실시한다.
- ② 공사 완료 시에는 음향측심기에 의하여 심도를 확인하고, 수심평면도를 작성하여 준설토량을 산정한다.

(6) 하도굴착확인측량

- ① 하도굴착지역의 상·하류 또는 수위변화가 예상되는 지역에 수위표를 설치하고, 일정 주기별로 수위를 측정하여 기록한다.
- ② 수위표 설치는 착공 전 측량 시 설치된 가수준점(TBM)성과를 이용하여 수준측량을 실시한 후 설치한다.
- ③ 하도굴착 수심측량을 실시한 후 계획 하상고보다 미굴착 및 과다굴착 지역이 발생하면 재시공한다.
- ④ 사토장, 투기장 및 침전지 설치측량 시 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법과 레이저스캐너(지상라이다)를 이용한 스캐닝방법 및 사진측량방법 등을 현지 지형을 고려한 측량방법을 공사감독자와 상의하여 실시한다.

3.2.11 수문설치공사 측량

- (1) 지형측량 및 중·횡단측량을 실시하여 수문의 설치위치 및 방향이 설계도서의 내용과 현장여건의 부합여부를 확인한다.
- (2) 확인측량 결과를 기반으로 설계 도서를 검토한 후 변경이 발생한 경우 감독자와 협의하여 조정한다.
- (3) 감조하천의 경우 수문 시공기간에는 수위, 조위관측을 할 수 있도록 수위표를 설치하고 인근에 가수준점(TBM)을 설치한다.
- (4) 시설구조물과 흙막이공의 변위발생이 우려되는 지점은 위치 및 높이측량을 실시하여 그 결과를 감독자에게 보고한다.
- (5) 관 부설위치 및 바닥표고 등 설계도면을 기반으로 시공측량 상세 좌표도를 작성하여 관 부설 전 감독자의 승인을 득한 후 측량을 실시한다.
- (6) 차수벽 설치는 횡단측량을 실시하여 상단은 계획홍수위까지 설치하고 폭은 터파기폭에 여유를 감안하여 설치한다.
- (7) 수문에는 수준측량을 실시하여 수위관측시설인 수위표를 설치하여야 하며, 이 수위표 설치를 위하여 수위표의 0점표고 및 가수준점(TBM)을 설치한다.

3.2.12 하천 사방공사 측량

- (1) 사방댐 측량은 설계에 사용된 지형도 또는 설계 평면도를 기초로 하여 하천의 유량, 수위, 노출암반, 붕괴지, 전석 등에 대한 조사측량을 실시한다.
- (2) 사방댐 공사를 위한 사방호안공, 사방수제공, 사방하상유지공 공사는 시공위치에 대한 수평 및 경사규준틀 측량을 실시하여 설치한다.

3.2.13 하천 기타 시설물공사 측량

- (1) 콘크리트공사 측량은 콘크리트를 재료로 활용하는 하천시설물의 구조물에 대하여 위치측량 및 수준측량을 실시한다.
- (2) 하천수로터널 측량은 KCS 12 30 20 상하수도공사 측량에 상하수도 터널공사 측량에 준한다.
- (3) 옹벽·석축공사 측량은 KCS 12 20 15 옹벽 및 흙막이 가시설물 측량에 준한다.

3.2.14 댐 공사 측량

- (1) 수급인은 댐의 기초굴착 전·후 기초지반에 대한 현황측량을 실시하고 공사감독자에게 측량성과 보고서를 제출한다.
- (2) 댐 형식에 따라 도면 및 제반 보고서, 계산서 등에 의거한 댐 기초지반에 대한 범위, 면적 등을 확인하여 위치 및 높이측량을 실시한다.
- (3) 댐 기초측량은 위치좌표와 높이의 기준을 기준점으로부터 측량을 실시한다.
- (4) 댐 기초굴착 및 암막기 측량은 수시로 수준측량을 실시하여 사면부, 하상부의 굴착높이를 확인한다.

- (5) 수급인은 설계도면에 표시되어 있거나 공사감독자가 지시하는 장소에 기초처리 혹은 채움 그라우팅 작업을 하여 수준측량을 통한 검측을 실시한다.
- (6) 댐 여수로 측량은 지형현황 및 중·횡단측량을 통하여 여수로의 설치위치 및 방향을 현장여건에 부합하도록 설치한다.
- (7) 부속 시설물의 설치측량은 지형현황 및 중·횡단측량을 통하여 부속 시설물의 설치위치 및 방향 등 설계도서의 내용과 현장여건이 일치하는지 확인측량을 실시한다.
- (8) 측량을 통해 기초의 위치, 치수에 대한 배치도 및 기초도를 대조하여 일치하는지 확인하고 현물이 도면과 일치하는가를 확인측량을 실시한다.
- (9) 댐의 토공작업은 KCS12 20 05 토공사시공측량의 스마트건설측량을 적용할 수 있다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 준공측량은 하천 및 댐건설 공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (4) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
 - ② 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공검측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기준에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.
- (3) 용지경계점 확인측량은 시공기준점에서 용지경계에 대한 확인측량을 실시하여 용지경계점을 확인한다.
- (4) 용지경계 측량은 설계당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 100mm이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.
- (5) 중심선측량은 하천 및 댐 공사 현장에 물량산출을 위해 중심선을 측설하고 중·횡단면의 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하고 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.

- (6) 중·횡단측량은 기준점 및 유지관리기준점에서 설치된 중심선에서 직각방향으로 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 물량 등을 산출한다.
- (7) 준공내용은 준공측량에서 확인한 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선 측설, 중·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출

- (1) 수급인은 하천 및 댐 공사의 각 공정별 시공 후, 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 하천 및 댐 공사 준공측량 성과품
- ① 기준점 성과표
 - ② 준공 확인측량 성과비교표
 - ③ 준공 현황도
 - ④ 평면 및 중·횡단도면은 준공된 하천시설 및 댐 등 주요 시설물 현황 등이 실측에 따라 정확하게 작성한다.
- (3) 준공측량 시 시공기준점, 중심선, 교량을 포함한 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.
- (4) 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (5) 등고선은 반드시 표고값을 포함하여 3차원좌표를 유지하고 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현한다.
- (6) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (7) 준공측량도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화현황이 포함되도록 작성하여 제출하고 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (8) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 한다.
- ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출하여야 한다.
 - ② 건설공사 완공내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성되어야 한다.
 - 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류
 - 라. 공사기간
 - 마. 도면의 내용
 - 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 한다.
- (2) 준공측량에 필요한 추가 기준점은 평지에 설치하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있도록 주요 시설물 부근에는 반드시 기준점을 설치한다.
- (3) 유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점을 기준으로 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공 현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원 지형현황측량과 지상측량에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형현황측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

KCS 12 30 20 : 2023

상·하수도공사 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|------------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 시공 전 측량 | 3 |
| 3.1.1 일반사항 | 3 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 3 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 4 |
| 3.1.4 용지경계 확인측량 | 4 |
| 3.1.5 지장물조사 측량 | 5 |
| 3.1.6 지하시설물 확인측량 | 5 |
| 3.1.7 토공량 확인측량 | 6 |
| 3.1.8 시공 전 측량 보고서 제출 | 6 |
| 3.2 시공 중 측량 | 6 |
| 3.2.1 일반사항 | 7 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 7 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 7 |
| 3.2.4 관로공사 측량 | 8 |
| 3.2.5 구조물공사 측량 | 8 |
| 3.2.6 터파기 및 되메우기 공사 측량 | 8 |

| | |
|------------------------------|----|
| 3.2.7 쉘드TBM 터널공사 측량 | 9 |
| 3.2.8 하수관거 경사검사 측량 | 9 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 10 |
| 3.3.1 일반사항 | 10 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 10 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출 | 11 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 12 |
| 3.3.5 준공 현황측량 | 12 |
| 3.3.6 지하시설물측량 | 12 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 상하수도공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (3) 이 기준은 상하수도공사 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등 기타 물량 산출을 위한 기본데이터 취득과 상·하수도공사에 기본적인 공사 측량에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정
- (4) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 대한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 상하수도공사 측량 : 상·하수도건설공사에 대한 측량으로 구조물, 관로 등을 설치하는 모든 공사에 필요한 공정별 측량
- 쉴드 TBM(Shield Tunnel Boring Machine)공사 측량 : 주변지반을 지지할 수 있는 원통형의 판이 부착되어 있는 쉴드TBM을 이용해 터널을 굴착하기 위한 추진관리 측량
- 하수관거 경사검사측량 : 부설 관거의 종·횡 방향에 대한 시공의 적정성을 판단하기 위한 검사측량으로 관 경사에 관한 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 상하수도공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.
- (2) 터널 등 특수공사에 대한 세부계획을 수립하여 공사에 차질이 없도록 한다.
- (3) 공공측량시행 방법에 따르는 세부시행계획서에는 다음 사항을 포함하여 공사감독자의 검토·승인을 득하여야 한다.
 - ① 공공측량의 범위, 위치도

- ② 영구측량 표석점(도근점) 설치 계획
 - ③ 공공측량시행 방법 및 장비
 - ④ 영구측량 표석점 및 수도시설물의 시공(공공)측량계획
 - ⑤ 측량기술자 투입인원 및 이력사항
 - ⑥ 공공측량업 면허 이상의 면허증 사본
 - ⑦ 기타 공사감독자의 요구자료 및 측량 관련자료 등
- (4) 기타 상하수도공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사 구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 이미 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하여 부지정지 및 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 하며, 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 내용을 기록한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 상하수도공사의 노선 및 부지가 확정되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) 세미 쉴드(Semi Shield) 터널공법 굴진공사 측량의 공사기록은 매일 상세히 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다. 측량은 지표측량, 관로 내 측량으로 구분 실시하며 측량결과를 매일 기록하여 공사감독자의 요구가 있을 때 제출하여야 한다.
- (6) 쉴드 TBM 굴진 시 터널측량에 따른 공사기록은 매일 상세히 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (7) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 건설공사측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 용지폭 말뚝측량은 용지폭 말뚝점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 측량으로 교차의 허용범위는 다음과 같다.

[표] 용지폭 말뚝점 간 교차의 허용범위

| 구 분 \ 거 리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 비 고 |
|-----------|--------|---------|--------------|
| 시 가지 | 50mm | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 50mm | S/1,000 | |
| 산 지 | 100mm | S/200 | |

- (3) 관로공사 되메우기 시공허용오차는 마무리된 표면이 설계상 표고에서 $\pm 30\text{mm}$ 이내이

어야 한다.

- (4) 쉘트 굴진오차 허용범위는 도달부 오차 $\pm 50\text{mm}$ 를 목표로 한다.
- (5) 하수관의 경사변동 허용오차는 역경사가 일어나지 않는 한도 내에서 $\pm 30\text{mm}$ 이하로 한다.
- (6) 하수관의 측선 변동허용오차는 매 10m마다 관거 중심선에 대하여 좌우 100mm 이하로 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 상하수도공사 착공 전에 공정별 사용 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 상하수도공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (2) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.
- (3) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접

수준측량방법으로 실시한다.

- (4) 수급인은 측량수준점과 기준점을 설치하고 도면에 명시한다.
- (5) 관로공사 측량기준점은 공사를 착수하기 전에 측량기준점의 위치를 확인하여 계약도서와 차이가 발견되면 즉시 공사감독자에게 통지한다.
- (6) 현장공사를 착수하기 전에 측량기준점을 보호하여야 하며, 공사기간 중 영구적인 상태로 보존한다.
- (7) 기준점이 멸실 또는 파손되거나 지면의 변동 등으로 인하여 재설치가 요구되는 경우 공사감독자에게 보고하여 조치한다.
- (8) 시공기준점은 최소한 1년에 1회 이상 시공 전 측량과 동일한 방법으로 확인측량을 실시하고 그 이상 유무를 감독자에게 보고한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 설계도서의 지형상황이 시간의 경과에 따라 공사시점에서 지형의 변화가 심한 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 상하수도공사를 시작하기 전 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (3) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법과 유인항공사진측량방법, 무인비행장치(Drone)측량방법, 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 방법 등을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM) 등을 사용 할 수 있다.
- (4) 지형현황측량방법은 현장 상황에 적합한 방법을 공사감독자와 상의하여 결정한다.

3.1.4 용지경계 확인측량

- (1) 수급인은 설계 횡단면도 및 용지도로부터 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 그 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 수급인은 중심점 등으로부터 중심선에 대하여 직각방향의 용지경계 말뚝점 좌표값을 계산하여 기준점, 주요점, 중심점 등으로부터 방사법 등으로 용지경계 표주를 설치한다.
- (3) 용지경계 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.
- (4) 용지경계 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 표주마다 식별이 용이하도록 별도의 적색 깃발로 설치한다.
- (5) 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 의거 페인트 또는 스프레이로 경계 구분 표시한다.
- (6) 광역상수도 수도부지 경계표석 설치 측량
 - ① 수급인은 수도부지경계표석에 대하여 공공측량의 작업규정에 따라 표석 설치측량 계획을 작성하여 공사감독자의 승인을 득한 후 측량을 수행한다.

- ② 표석은 공사 시 이용될 수 있도록 하고 손·망실 시에는 즉시 복원하고, 지형여건상 설치가 불가능하거나 추가 설치가 필요한 경우, 공사감독자와 협의하여 적절한 장소에 설치한다.
- ③ 수급인은 부지경계표석 설치 전에 1/5,000 지형도 및 1/1,000 또는 1/1,200 용지도 상에 국가기준점 및 매설위치를 표시하여 공사감독자에게 제출하여 표석 설치지점에 대한 승인을 득한 후 설치한다.
- ④ 수급인은 수도부지경계표석을 매설하고, 고유번호(시점부터 일련번호 부여)를 기록한 후 점의 조서와 측량 표석의 위치가 표시된 1/5,000 지형도 작성 및 1/1,000 또는 1/1,200 용지도에 표기하여 제출한다.
- (7) 용지경계 표주의 규격은 발주처 규정 또는 공사감독자의 지시에 따른다.
- (8) 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우 용지경계 측량 성과와 부합 하도록 제출된 성과를 30일 이내에 용지도와 조서를 보완하여 제출한다.

3.1.5 지장물조사 측량

- (1) 수급인은 현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인 하고 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장 물도 및 지장물조서를 보완하여 감독자에게 제출한다.
- (3) 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 손실보상에 필요한 현황조서를 작성한다.
- (4) 상하수도부지 경계선으로부터 충분한 범위 내의 지형지물의 제반 상태를 취득하고 보 상 물건을 실측, 조사한다.
- (5) 본 기준에 명시되지 않는 사항은 부동산 가격공시 및 감정평가에 관한 법률, 공익사 업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 및 기타 관계법령과 규정에 따라 조사, 작성한다.
- (6) 지장물 측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진 첩을 공사감독자에게 제출한다.

3.1.6 지하시설물 확인측량

- (1) 수급인은 관계기관에 의해 작성 된 지하시설물 도면 및 성과파일을 참고하여 해당 공 사에 대한 지하시설물을 확인하고 이에 따른 추가측량을 실시한다.
- (2) 지하시설물측량은 공공시설물, 상·하수도 및 기존시설물을 조사, 탐사하고 위치측량을 실시하여 도면 및 수치로 표현하고 데이터베이스로 구축한다.
- (3) 지하시설물도의 작성은 시설물 관리기관, 시설물의 설치, 변경의 사유가 발생한 때에 는 공사가 완료되기 전 시설물이 노출된 상태에서 측량을 하고 시설물도를 작성하여 공사감독자의 확인을 받는다.
- (4) 매설물의 보호 및 복구는 승인된 설계도서에 의하여 시공하며, 공사감독자의 입회하

에 실시한다.

(5) 지하시설물측량은 “공공측량 작업규정” 지하시설물측량을 준수하여 실시한다.

3.1.7 토공량 확인측량

- (1) 토공량 산정은 중·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하여야 하며, 다음을 포함한다.
 - ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
- (3) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.
- (4) 토공량 산정에서 중·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장 장치에 기록한다.

3.1.8 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출한다.
 - ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 횡단면도(설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일)
 - ⑥ 토공량 산출서 파일
 - ⑦ 사진첩(각 공종별 작업광경 및 특이사항)
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 성과품
- (2) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 토공량 산출결과
 - ⑥ 측량성과 비교표
 - ⑦ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 내용
- (3) 수급인은 측량 보고서를 공사감독자에게 제출한다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 상·하수도공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 공사 측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (3) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 쉼터 TBM 공사 측량은 기준점 측량, 터널 내 측량, 추진관리 측량으로 구분 실시한다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 상·하수도공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하여야 한다. 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (3) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (4) 공사감독자는 측량업 등록업자에게 검측업무를 대행하도록 할 수 있다.
- (5) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
- (6) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 노선 및 구조물 좌표 산출서 등 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 토공 기성측량 성과표
 - ⑥ 중심선 시공좌표 산출서

⑦ 배수구조물 시공좌표 산출서 : 집수정, 암거 등

⑧ 지하시설물측량 결과표

(2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 관로공사 측량

- (1) 상하수도관로공사 측량은 관로부설에 따른 측량으로 실시설계 성과에 따라 실시하며, 설계도상의 맨홀 중심점 좌표를 추출하여 GNSS 또는 토털스테이션, 전자파거리측정기 등을 사용하여 측량을 실시한다.
- (2) 관로공사 터파기 바닥면은 도면에 명시된 표고에 정확히 시공될 수 있도록 레벨을 이용하여 측량을 실시한다.
- (3) 상하수도관로부설에 따른 관로측량은 되메우기 전 매 10m마다 관거 상단을 수준측량을 실시하여 정확한 위치와 높이의 시공이 되도록 한다.
- (4) 상하수도관로 및 분기관은 되메우기 전에 매설위치와 관저고를 측량하여 좌표로서 기록, 유지하여야 하며, 준공 시 사용할 수 있도록 관의 종류, 직경, 위치를 정확히 표시한다.
- (5) 모든 관로공사의 시공이 완료되면 공사 수급인은 최종 확인측량을 실시하고 공사감독자의 검측을 받는다.

3.2.5 구조물공사 측량

- (1) 상하수도 구조물은 시공에 앞서 설계도면과 현지 지형 및 구조물 규모 등을 고려하여 각 구조물의 시공좌표를 산출하고 공사감독자로부터 승인 받은 후 측량을 실시한다.
- (2) 터파기 바닥면은 도면에 명시된 표고에 정확히 시공될 수 있도록 레벨을 이용하여 측량을 실시한다.
- (3) 상하수도 구조물이 기성콘크리트 제품으로 제작되어 설치되는 경우, 수급인은 터파기 및 구조물 설치공사가 진행되는 동안 정위치 측량을 실시하고, 설치가 완료되면 확인측량을 실시하여 그 결과를 공사감독자에게 보고한다.
- (4) 상하수도 구조물이 현장 콘크리트타설 방법으로 설치되는 경우, 수급인은 작업공정에 따라 터파기 및 거푸집 공사가 진행되는 동안 정위치 측량을 실시하고, 거푸집 설치가 완료되면 확인측량을 실시하여 그 결과를 공사감독자에게 보고한 후 콘크리트 타설 승인을 받는다.
- (5) 구조물이 완성되면 되메우기를 실시하여 설계도에서 요구하는 최종 지반높이측량을 실시한다.
- (6) 상하수도 시설공사의 각종 구조물은 위치와 높이측량은 물론 물 흐름에 대한 경사 등에 대한 측량을 실시한다.
- (7) 모든 구조물공사의 시공이 완료되면 공사 수급인은 최종 확인측량을 실시하고 감독자의 검측을 받는다.

3.2.6 터파기 및 되메우기 공사 측량

- (1) 상하수도관로공사 터파기 측량은 구조물의 축조 및 각종 관로의 매설에 지장이 없도록 설계도서에서 제시한 깊이와 폭 및 경사에 대한 측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 시공측량을 실시한다.
- (2) 터파기 측량은 비탈면의 기울기, 흙막이 벽의 시공, 인접구조물 보호 등 터파기 작업을 위한 측량을 실시한다.
- (3) 교량 및 옹벽기초 등 주요 구조물의 기초 터파기 측량은 설계도서에서 제시한 폭과 기울기, 깊이에 대하여 측량을 실시한다.
- (4) 기초 터파기가 완료되면 수급인은 공사감독자에게 그 결과를 통보하고 터파기의 위치 및 깊이, 기초 터파기면의 정리 상태 등에 대하여 공사감독자의 검측을 받는다.
- (5) 상하수도관로 부설에 따른 측량은 되메우기 전 매 10m마다 관저상단 수준측량을 실시하여 정확한 위치와 높이의 시공이 되도록 한다.
- (6) 상하수도관로 및 분기관은 되메우기 전에 매설위치와 관저고를 측량하여 좌표로서 기록·유지하여야 하며, 준공 시 사용할 수 있도록 관의 종류, 직경, 위치를 정확히 표시한다.
- (7) 되메우기 측량은 상하수도관로 공사의 되메우기에서 요구하는 측량으로 설계도서에서 정해진 지반에 대한 단계별 수준측량을 실시한다.

3.2.7 쉘드TBM 터널공사 측량

- (1) 측량은 기준점 측량, 터널 내 측량, 추진관리 측량으로 구분 실시한다.
- (2) 수급인은 시공에 앞서 중심선 및 종단측량, 수준측량을 행하고 그의 기준이 될 수 있는 기준점을 설치한다.
- (3) 기준점의 설정은 터널의 연장, 지형상황을 참조하여 측량방법을 결정한다.
- (4) 기준점은 변형의 염려가 없는 곳에 견고하게 설치하여 충분히 보호하고, 또 인조점을 설치하여 검측, 복원이 용이할 수 있도록 한다.
- (5) 터널내 측량의 기준점은 작업구내 설치해야 하며, 쉘드 추진에 영향이 없는 곳으로 견고하게 설치한다.
- (6) 관측점의 간격은 20m를 표준으로 하되 곡선부의 시·종점부에는 관측점을 반드시 설치한다.
- (7) 터널 내 측량은 쉘드 추진에 지장이 없도록 해야 하며 매일 1회씩 실시해야 한다.
- (8) 굴진관리 측량
 - ① 굴진관리 측량은 쉘드 추진을 계획 선형으로 추진하기 위한 측량이므로 정확하게 1일 2회씩 실시한다.
 - ② 굴진관리 측량은 쉘드 추진에 지장이 없게 단순하고 합리화 한다.
 - ③ 굴진관리 측량결과를 쉘드 장비 조정원에게 인지시켜 쉘드 굴진이 계획선형에 어긋나지 않도록 한다.

3.2.8 하수관거 경사 검사측량

- (1) 부설 관거의 종·횡 방향에 대한 시공의 적정성을 판단하기 위한 경사의 변동검사, 관의 측선 변동검사를 실시한다.
 - ① 하수관의 경사변동 오차는 매10m마다 수준점을 기준으로 한 관저고의 수준측량으로 관을 매우기 전 시행한다.
 - ② 하수도공사 준공서류에 경사검사 결과표를 첨부하는데 허용오차로 인한 통수능 저하, 역경사 등의 피해 여부에 대한 수리학적 검토내용을 포함한다.
- (2) 되메우기 완료 후의 경사검사는 거울검사 등으로 할 수 있으며, 되메우기 완료 후 맨홀에서 맨홀 사이를 거울 및 광파나 레이저를 비춤으로서 관거의 경사를 측정할 수 있다. 방법은 공사감독자와 협의하여 결정한다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 상하수도건설공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 준공측량을 실시한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 지상의 시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (4) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
 - ② 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공검측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점을 기준하여 국가기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.
- (3) 용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인한다.
- (4) 용지경계 측량은 설계당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공 측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.10m이상 차이가 나는 곳은 확인하여

공사감독자와 상의하여 조치한다.

- (5) 중심선측량은 상하수도공사 현장에 물량산출을 위해 중심선을 측설하고 종·횡단면의 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하고 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.
- (6) 종·횡단측량은 기준점 및 유지관리기준점에서 설치된 중심선에서 직각방향으로 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 물량 등을 산출한다.
- (7) 준공내용은 준공측량에서 확인한 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선 측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출

- (1) 수급인은 당해 상하수도공사의 각 공정별 시공 후, 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량의 측량성과품은 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 상하수도공사 준공측량 성과품
 - ① 기준점 성과표
 - ② 준공 확인측량 성과비교표
 - ③ 준공 현황도
 - ④ 평면 및 종·횡단도면은 준공된 하천시설 및 댐 등 주요 시설물 현황 등이 실측에 따라 정확하게 작성한다.
- (3) 상수도공사 도면 및 정보화 관리
 - ① 상수도 관로공사의 경우 지하매설물 정보화 관리(GIS)등을 고려하여 준공도면에 기본적인 속성정보를 수록하여 납품한다.
 - ② 상수도공사의 설계도면이나 시공 상세도면의 형상(도형)정보와 속성정보, 필요시 영상정보 등에 대한 보증 및 관리, 참조규격, D/B구축 및 라이브러리(Library)를 생성시킨 BIM/GIS 등 정보화관리가 가능하도록 도면관련 적용 및 사용방법 등을 제시한다.
- (4) 하수도공사 도면 및 정보화 관리
 - ① 공사완료 후 하수도대장은 공공측량성과심사를 완료하고 GIS 하수도시설물 코드에 따라 D/B 및 CAD 작업도면을 작성하여 GIS의 종합적인 정보화구축 시 활용 가능토록 제출한다.
 - ② 배수설비 정비개소별 관중, 관경, 매설위치, 매설심도, 시공연도 등을 기입한 배수설비 설치도(대장도)를 작성하여 제출한다.
- (5) 준공측량도면에는 기타 지하시설물과 각종 공작물에 대한 현황도 포함되도록 한다.
- (6) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (7) 준공측량도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화현황이 포함되도록 작성하여 제출하고 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (8) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성

및 제출하여야 한다.

- ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출하여야 한다.
- ② 건설공사 완공 내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성되어야 한다.
 - 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류
 - 라. 공사기간
 - 마. 도면의 내용
 - 바. 참조한 지형도 현황정보.

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 표지를 그대로 사용함을 원칙으로 한다.
- (2) 준공측량에 필요하다고 인정되는 지점에 한하여 표지를 추가설치하고 기준점측량을 실시한다.
- (3) 추가설치 기준점은 평지에 설치함을 원칙으로 하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있도록 주요 시설물 부근에는 반드시 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 기준점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.

3.3.5 준공 현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

3.3.6 지하시설물측량

- (1) 도로 및 공공시설용지에 설치된 관로, 케이블 등 모든 지하시설물에 대하여는 시공과정에서 이미 실시하여 검측을 완료한 위치자료 및 속성자료를 그대로 사용하여 지하시설물도를 작성하여야 한다.
- (2) 시공 중 실시한 지하시설물측량성과에 대해 사후 공공측량성과심사를 득하기 위해서는 국토지리정보원장에게 사전 승인을 받도록 한다.

- (3) 준공 후 별도로 설치되는 지하시설물에 대하여는 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 측량을 실시하여 성과를 작성한다.



KCS 12 30 25 : 2023

농업생산기반공사 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|-----------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 2 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 시공 전 측량 | 3 |
| 3.1.1 일반사항 | 3 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 3 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 4 |
| 3.1.4 용지경계 확인측량 | 4 |
| 3.1.5 지장물조사 측량 | 4 |
| 3.1.6 토공량 확인측량 | 5 |
| 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | 5 |
| 3.2 시공 중 측량 | 6 |
| 3.2.1 일반사항 | 6 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 6 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 7 |
| 3.2.4 농업용 댐 공사 측량 | 7 |
| 3.2.5 용배수로 공사 측량 | 8 |
| 3.2.6 농업용 관수로공사 측량 | 8 |
| 3.2.7 양·배수장 공사 측량 | 8 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 3.2.8 농도공사 측량 | 9 |
| 3.2.9 농지배수공사 측량 | 9 |
| 3.2.10 경지정리공사 측량 | 9 |
| 3.2.11 개간공사 측량 | 9 |
| 3.2.12 해면간척공사 측량 | 10 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 10 |
| 3.3.1 일반사항 | 10 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 11 |
| 3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출 | 11 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 12 |
| 3.3.5 준공현황측량 | 12 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 농업생산기반공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (2) 이 기준은 농업생산기반공사 중의 시설물설치에 따르는 터파기, 절토, 성토 등 기타 물량산출을 위한 기본데이터 취득과 농업생산기반공사에 기본적인 공사 측량에 적용한다.
- (3) 이 기준은 농업생산기반공사에 머신가이던스(Machine Guidance)로 작업할 경우에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정
- (4) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 대한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사 측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 토지구획정리측량 : 토지구획정리사업, 시가지조성사업, 도시재개발사업, 경지정리사업 등을 실시하는데 이용되는 측량
- 확정측량 : 단지공사의 사업계획에서 정해진 가구 및 획지와 동 사업의 환지설계에서 정해진 가구 및 획지에 대하여 그 위치, 형상 및 면적을 확정하는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 농업생산기반공사 측량은 지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.
- (2) 농업생산기반공사에 공사공정별 측량계획서를 상세하게 명기하여 공사에 차질이 없도록 한다.
- (3) 기타 농업생산기반공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 인접 공사 구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하여 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 내용을 기록한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 농업생산기반시설물의 구조물기초 및 부지정지가 완료되면 공사 및 현장작업에 대한 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 건설공사측량 후 측량 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 용지폭 말뚝측량은 용지폭 말뚝점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 측량으로 교차의 허용범위는 다음과 같다.

[표] 용지폭 말뚝점 간 교차의 허용범위

| 구 분 \ 거 리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 비 고 |
|-----------|--------|---------|--------------|
| 시 가지 | 50mm | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 50mm | S/1,000 | |
| 산 지 | 100mm | S/200 | |

- (4) 농지정리 공사 등에 머신가이던스(Machine Guidance)를 적용하는 경우 현장 품질관리를 위해 다음 사항에 유의하여야 한다.
 - ① 공사감독자는 공사 착수 전 머신가이던스(Machine Guidance)의 정상 작동 여부를 확인한 후 승인하여야 한다.
 - ② 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용 공사의 품질관리를 위한 검측 횟수, 측량기기 종류, 도면상의 측량지점 등을 포함한 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.
 - ③ 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지 여부를 매일 작업시작 전에 확인하고, 필요 시 캘리브레이션을 실시 후 그 결과를 기록하고 보고하여야 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 농업생산기반공사 착공 전에 공종별 사용 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 농업생산기반공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점 및 수준점을 기준으로 한다.
- (2) 기준점 좌표는 토목구조물 위치, 도로중심점 등에 영향을 주므로 상이한 부분이 있으면 사전에 공사감독자와 협의하여 결정한다.
- (3) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (4) 기준점이 멸실 또는 파손되거나 지면의 변동 또는 다른 이유로 인하여 재설치가 요구되는 경우는 공사감독자에게 보고하고 재설치 한다.
- (5) 중·횡단측량, 지형측량, 용지경계측량이 일치하지 않을 때는 공사감독자에게 측량결과를 보고하여야 하며, 공사감독자는 재검토 후 수급인에게 그 결과를 통지한다.
- (6) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인이 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (2) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.
- (3) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.
- (4) 수급인은 기준점이 공사 시행 중 유실되는 것을 방지하기 위하여 필히 인조점을 설치하여야 하며, 인조점과 기준점 관계를 도면화하여 비치한다.
- (5) 수급인은 공사 준공 시까지 보존할 수 있는 가수준점(TBM)을 시공에 편리한 위치에

설치하고, 공사기록문서에 좌표와 위치를 기록한다.

- (6) 가수준점은 사업지구 인근의 수준점으로부터 왕복 수준측량을 실시하여야 하며 설치 위치 및 측량성과표 등은 감독자에게 보고하여 승인을 받은 후 사용한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 공사시점에 설계도서의 지형상황이 시간의 경과에 따라 지형의 변화가 심한 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 벌목 및 표토제거 작업이 종료되면 공사를 시작하기 전 무인비행장치(Drone)나 지상 레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (3) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상 측량방법, 유인항공사진측량방법, 무인비행장치(Drone)측량방법, 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 방법 등을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM) 등을 작성하여 사용 할 수 있다.

3.1.4 용지경계 확인측량

- (1) 수급인은 설계 횡단면도 및 용지도로부터 용지경계점 좌표를 취득하고 설계 당시 설치한 용지경계말뚝의 위치확인측량을 실시하여 이상 유무를 공사감독자에게 보고한다.
- (2) 수급인은 실시설계에서 이용한 기준점 등으로부터 용지경계 말뚝의 좌표값을 계산하여 기준점, 주요점, 중심점 등으로부터 방사법 등으로 용지경계 표주를 설치한다.
- (3) 용지경계 표주는 기 작성된 용지도상에 설치 위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.
- (4) 용지경계 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 표주마다 식별이 용이하도록 별도의 적색 깃발을 설치한다.
- (5) 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 의거 페인트 또는 스프레이로 경계 구분 표시를 한다.
- (6) 용지경계표주 설치가 완료되면 용지조서를 작성하여 제출한다.
- (7) 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우 용지경계 측량 성과와 부합하도록 제출된 성과를 30일 이내에 용지도와 조서를 보완 제출한다.

3.1.5 지장물조사 측량

- (1) 수급인은 현장 정밀조사를 통하여 설계도서에 포함된 지장물도 및 지장물조서를 확인하고 이상 유무를 감독자에게 보고한다.
- (2) 설계 지장물도에 누락된 지장물이 발견되면 그 위치좌표와 속성자료를 취득하고 지장물도 및 지장물조서를 보완하여 감독자에게 제출한다.
- (3) 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 손실보상에 필요한 현황조서를 작성한다.

- (4) 농업기반시설부지 경계선으로부터 충분한 범위 내의 지형지물의 제반 상태를 취득하고 보상 물건을 실측, 조사한다.
- (5) 본 기준에 명시되지 않는 사항은 부동산 가격공시 및 감정평가에 관한 법률, 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 및 기타 관계법령과 규정에 따라 조사·작성한다.
- (6) 지장물 측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩을 공사감독자에게 제출한다.

3.1.6 토공량 확인측량

- (1) 토공량 산정은 종·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하여야 하며, 다음을 포함한다.
 - ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
- (3) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.
- (4) 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM)등을 작성하여 토공량을 자동 산정할 경우 공사감독자와 협의하여 종·횡단측량을 생략할 수 있다.
- (5) 토공량 산정에서 종·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장 장치에 기록한다.

3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출한다.
 - ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 횡단면도는 설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일
 - ⑥ 용지경계 측량 성과표
 - ⑦ 토공량 산출서 파일
 - ⑧ 사진첩은 각 공종별 작업광경 및 특이사항
 - ⑨ 기타 감독자가 정한 성과품
- (2) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적

- ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 토공량 산출결과
 - ⑥ 측량성과 비교표
 - ⑦ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 내용
- (3) 보고서에는 공사감독자의 판단에 따라 노선, 교량, 터널 등 시공상 중요 구조물에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 농업생산기반공사 시공의 기준이 되는 가수준점(T.B.M)은 공사감독자 입회하에 시공 중 표고변화가 발생하지 않는 곳에 설치한다.
- (2) 공사용지 중 다른 분야의 공사와 관련된 공용용지는 작업에 지장이 없도록 수급인 간에 협의하여 사용한다.
- (3) 공사시행 상 수위를 측정할 경우는 가장 가까운 위치에 수위표를 설치하여 상시 관측할 수 있게 한다.
- (4) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.
- (5) 기준점 등에는 보호책을 설치하여야 하고 관측이 쉬운 표지를 하여 공사감독자의 확인을 받는다.
- (6) 측량기준점을 움직였거나 손상되면 사전에 공사감독자에게 보고하고 재설치를 한다.
- (7) 수급인은 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 공사감독자의 입회하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인한다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 농업생산기반시설공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (3) 공사감독자가 측량업 등록업자에게 검측업무를 대행하도록 할 수 있다.
- (4) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시하여야 한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량

- ④ 토털스테이션측량
- (5) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관하여야 하며 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (6) 토공수량검측을 위한 측량은 공사감독자의 입회하에 실시하며, 다음을 포함한다.
 - ① 원지반면에 대한 초기측량을 실시한다.
 - ② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되면 최종 물량산출을 위한 측량을 실시한다.
 - ③ 땅파기 수량검측을 위해 암 파기로 분류되었을 때, 공사감독자가 암반 면에 도달되었다고 판정한 암반 면에 대한 측량을 실시한다.
- (7) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.
- (8) 수급인은 머신가이드스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정하여야 한다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 해당 공종이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.
 - ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 벌목 후 원지반면의 지형현황도
 - ⑥ 토공 기성측량 성과표
 - ⑦ 중심선 시공좌표 산출서
 - ⑧ 비탈면 시공좌표 산출서
 - ⑨ 배수구조물 시공좌표 산출서 : 집수정, 암거 등
- (2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 농업용 댐 공사 측량

- (1) 수급인은 필댐공사 착공 전에 기준점 및 수준점을 점검하여 그 결과를 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 수급인은 공사감독자가 지정한 기준점 및 수준점을 공사기간 동안 잘 유지 관리하고, 공사 완료 후 공사감독자에게 인계한다.
- (3) 가설비공 측량은 공사용 도로, 가설공사, 가배수공 등의 위치, 규모 등에 따라 현황도면을 작성한다.
- (4) 필댐 기초터파기 측량은 설계도서에 표시된 터파기 위치 및 높이, 범위에 대하여 관

측을 통해 표기한 후 공사감독자의 승인을 받는다.

- (5) 흙쌓기는 댐 축방향에 따라 시행하되 흙고르기는 전면이 수평이 되도록 수시로 수준 측량을 실시하여 공사를 진행한다.
- (6) 물넘이공 측량은 지형현황 및 종·횡단측량을 통하여 물넘이공의 설치위치 및 방향을 현장여건에 부합하도록 설치한다.
- (7) 필댐 축제성토측량은 공사현장의 입지여건에 따라 성토면의 흙 고르기, 다짐 등의 토 공작업에 대하여 위치, 높이를 수시로 점검 측량을 실시한다.
- (8) 중력댐 가설비공 측량은 공사용 도로, 가설공사, 가배수공 등의 위치, 규모 등에 따라 현황도면을 작성한다.
- (9) 중력댐 기초터파기 측량은 설계도서에 표시된 터파기 위치 및 높이, 범위에 대하여 관측을 통해 표기한 후 공사감독자의 승인을 받는다.
- (10) 중력댐 거푸집설치는 강제거푸집을 원칙으로 위치, 기울기, 높이를 고려하여 정확하게 측량을 실시하여 설치한다.

3.2.5 용배수로 공사 측량

- (1) 측량기준점은 훼손, 이동의 우려가 없는 장소에 설치하고 안전하게 보호한다.
- (2) 용배수로 측량은 시설물 및 노선을 따라 위치 및 높이측량을 실시하며, 수로의 막힘이나 흐름을 위한 도면상의 경사도를 계산하여 측량한다.
- (3) 수로터널의 시공측량은 그 목적에 필요한 정밀도를 확보할 수 있도록 시행하여야 하며, 터널 외부측량과 내부측량으로 구분한다.
- (4) 수로터널 외부에는 터널시공의 기준이 되는 기준점을 설치하여야 하며, 기준점 상호 간은 필요한 정밀도를 유지한다.
- (5) 수로터널 내부의 측량기준점은 터널 외부에 설치된 기준점으로부터 설치하고 필요한 정밀도가 유지 되도록 실시한다.
- (6) 수로터널 굴착 시에는 적합한 측량으로 내공단면 및 선형을 관리측량을 실시한다.

3.2.6 농업용 관수로공사 측량

- (1) 관로부설에 따른 측량은 실시설계 성과에 따라 설계도상의 맨홀 중심점 좌표를 추출하고 GNSS 또는 토털스테이션, 전자과거리측정기 등을 사용하여 측량을 실시한다.
- (2) 터파기 바닥면은 도면에 명시된 표고에 시공될 수 있도록 레벨측량을 실시한다.
- (3) 관로 부설에 따른 관로경사측량은 되메우기 전 매 10m마다 관거 상단을 수준측량을 실시하여 배수가 잘 되도록 한다.
- (4) 관수로 암거 및 관로공사 측량은 되메우기에 따르는 관로위치와 깊이에 대한 현황도면을 작성한다.

3.2.7 양·배수장공사 측량

- (1) 설계도서의 내용과 현장여건의 부합여부를 확인하고 지형현황측량 및 종·횡단측량을

실시하여 양·배수장의 설치위치 및 방향을 확인한 후 공사 측량을 실시한다.

- (2) 가물막이 및 가설물 설치 등을 위하여 하천부지를 일시적으로 이용하려고 할 때는 관계 법령을 준수한다.
- (3) 양·배수장공사는 토공, 거푸집 및 동바리 조립, 콘크리트 시공, 물푸기, 기초공, 흙·배출 수조 및 건물공사, 콘크리트공사, 시공도면 및 시공관리 등의 순서로 공사 측량을 진행한다.

3.2.8 농도공사 측량

- (1) 땅깍기, 흙쌓기, 구조물 터파기 작업 등을 위하여 설계도서 및 공사감독자의 지시에 따라 기준틀 설치측량을 실시한다.
- (2) 땅깍기, 흙쌓기, 터파기 및 되메우기 측량은 KCS 12 20 05토공사시공측량에 따른다.
- (3) 농도 배수공사 측량은 KCS 12 20 10 배수공시공측량 배수구조물, 배수관로 측량에 따른다.
- (4) 농도 포장공사 측량은 KCS 12 20 25 포장공 시공측량에 따른다.

3.2.9 농지배수공사 측량

- (1) 농지배수공사 측량은 KCS 12 20 10 배수공시공측량에 준한다.

3.2.10 경지정리공사 측량

- (1) 분할측량은 설계도면에 표시된 기본골격도 또는 항공사진측량의 기준점 등을 이용하여 기선을 현지에 설치하고 공사감독자의 승인을 받는다.
- (2) 분할측량의 다각측량으로 실시하되 공공측량 작업규정에 준한다.
- (3) 공사감독자가 현장을 확인할 수 있도록 포장구획, 논두렁, 농도 및 수로 용지폭 등에 측량말뚝을 설치한다.
- (4) 분할측량 및 기타의 측량결과에 대하여 성과품을 제출하고 공사감독자의 승인을 받는다.
- (5) 설계도면에 표시된 표고를 지형 및 토질조건 등에 의하여 변경 할 경우 표고나 고르기 기준고는 공사감독자의 지시에 따른다.
- (6) 구획결정 및 토량계산 등은 1/1,200~1/1,000 축척의 지적도와 지형도에 의하고 세부 측량에 의한 중·횡단측량은 도로 및 부대구조물의 설치장소 등에 대하여 실시한다.
- (7) 토량산정은 계획 및 현재의 논,밭 면 표고와 현재의 평면도 및 계획평면도를 근거로 토공량을 산정한다.
- (8) 기반정지를 마무리한 후 수평면측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- (9) 경지정리 도로공사 측량은 KCS 12 30 05 도로 및 철도공사 시공측량에 준한다.
- (10) 경지정리 수로, 암거배수 공사 측량은 KCS 12 20 10 배수공시공측량에 준한다.

3.2.11 개간공사 측량

- (1) 현황도면을 파악하여 기준점의 추가는 공사감독자와 협의하여 기준점을 설치한다.
- (2) 개간공사 개발 대상인 임야는 필지가 불분명하고 불규칙한 지형으로 시공측량에 세심한 주의 요구되므로 측량 결과는 공사감독자의 확인을 받는다.

3.2.12 해면간척공사 측량

- (1) 수급인은 공사 착공 이전에 기준점 및 수준점을 반드시 국가 수준점과 연결 점검하여 그 결과를 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 수급인은 간척 사업장 위치정확도를 위하여 2개 이상의 기준점을 설치하며, 공사기간 동안 보존해야 하고 공사 완공 후 공사감독자에게 인계한다.
- (3) 해상측량은 수급인이 음향측심기와 해상위치측정기, 조위측정기, 해상측량 프로그램 등을 조합하여 수심측량을 실시한다.
- (4) 수심측량이 끝난 후 측심기록지, 측량야장, 검조기록 및 수심을 보정한 기록, 수심측량 디지털자료, 측심기록을 기입한 평면도, 종·횡단면도, CAD 파일 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (5) 수급인은 해상공사에 필요한 부표, 조위표 및 기타 기준선용 표식의 준비, 설치 및 관리계획에 대하여 사전에 공사감독자의 승인을 받아 설치한다.
- (6) 부표나 표식은 선박 항해에 방해가 되지 않도록 설치하고 야간 통선을 위하여 안전등을 설치한다.
- (7) 이 기준에 빠진 기타사항은 KCS 12 20 30 수심측량에 준한다.
- (8) 방조제 시공에서 수급인은 공사 착수 전에 공사감독자의 입회하에 확인측량을 실시하여 원지반선의 변동여부, 측량의 오차 등을 비교분석하여 공사감독자에게 보고한다.
- (9) 간척지 분할측량은 지적 현황측량에 사용한 삼각점을 이용하여 정확한 분할 기준점을 설치하고 삼각측량 및 다각측량에 의하여 분할측량을 실시한다.
- (10) 측량말뚝은 길이 0.5m, 0.05m×0.05m의 사각 나무말뚝을 기본으로 하고 주요점의 기본말뚝 및 추가설치말뚝은 길이 1.0m, 0.07m×0.07m의 사각 나무말뚝으로 설치한다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 농업생산기반시설공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 준공측량을 실시한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 측량시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (4) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제

출하기 위하여 시행하는 측량이다

- ② 국토교통부 장관은 당해 택지개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공검측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점을 기준하여 국가기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.
- (3) 용지경계점 확인측량은 중심선 지점으로부터 좌·우 횡단면 확인측량에 대한 용지폭 및 경계점을 확인한다.
- (4) 용지경계 측량은 설계당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지경계 실준공 측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.10m이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.
- (5) 중심선측량은 현장에 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점, 곡선부의 시·종점부 등에는 고정판을 설치하고 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.
- (6) 종·횡단측량은 기준점 및 유지관리기준점에서 설치된 중심선에서 직각방향으로 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.
- (7) 준공내용 확인측량은 준공측량에서 확인한 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측량, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물 및 노선의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품이 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품작성 및 제출

- (1) 수급인은 농업생산기반공사의 각 공정별 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 농업생산기반공사 준공측량 성과품
 - ① 기준점 성과표
 - ② 준공확인측량 성과비교표
 - ③ 준공현황도
 - ④ 평면 및 종·횡단도면은 준공된 농업생산기반시설공사의 주요 시설물 현황 등을 실측에 따라 정확하게 작성한다.
- (3) 준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다.
- (4) 준공측량도면에는 각종 공작물에 대한 현황도 포함한다.
- (5) 준공측량 시 주요시설물의 위치는 반드시 직각좌표로 작성하여 관측망도, 관측야장(기

- 록부), 측량계산부, 기준점의 조서, 성과표 또는 비교표 등의 측량결과를 제출한다.
- (6) 준공측량도면은 전산과일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (7) 등고선은 표고값을 포함하여 3차원좌표를 유지하고 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현한다.
- (8) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 하여야 한다.
- (9) 준공측량도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화현황이 포함되도록 작성하여 제출하고 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (10) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출하여야 한다.
- ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산과일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출하여야 한다.
- ② 건설공사 완공 내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성되어야 한다.
- 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류
 - 라. 공사기간
 - 마. 도면의 내용
 - 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 한다.
- (2) 준공측량에 필요한 추가 기준점은 평지에 설치하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있도록 주요 시설물 부근에는 반드시 기준점을 설치한다.
- (3) 유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점을 기준으로 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.

- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형현황측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량방법에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.



KCS 12 30 30 : 2023

교량공사 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|-----------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 시공 전 측량 | 3 |
| 3.1.1 일반사항 | 3 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 3 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 4 |
| 3.1.4 임시기준점 설치측량 | 4 |
| 3.1.5 시공 전 측량 보고서 제출 | 4 |
| 3.2 시공 중 측량 | 5 |
| 3.2.1 일반사항 | 5 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 5 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 5 |
| 3.2.4 직접기초 설치측량 | 6 |
| 3.2.5 말뚝기초 설치측량 | 6 |
| 3.2.6 우물통 설치측량 | 6 |
| 3.2.7 교각설치 측량 | 7 |
| 3.2.8 코핑 및 교량받침대 설치측량 | 7 |
| 3.2.9 상부구조물 설치측량 | 8 |

| | |
|-------------------------|----|
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 8 |
| 3.3.1 일반사항 | 8 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 9 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 | 9 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 10 |
| 3.3.5 준공현황측량 | 10 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 교량공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 내용의 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (2) 이 기준은 교량공사의 구조물 설치에 따르는 기본데이터 취득과 교량공사에 기본적인 공사 측량에 적용한다.

1.2 참고기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 도로법
- (4) 철도사업법
- (5) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 교량측량 : 하천, 호소, 해협, 만, 운하, 저지 또는 다른 교통로나 구축물 위를 건너갈 수 있도록 만드는 고가구조물 등을 설치하는데 요구되는 측량
- 말뚝기초 측량 : 기초의 밑면에 접하는 토층이 적당한 지지력을 갖지 못할 때 구조물을 지지하기 위하여 설치하는 말뚝기초 측량
- 우물통 기초(well foundation) 설치측량 : 피어기초(pier foundation)로 구조물을 지지하는 경질 지반의 하중을 떠받치는 기둥 모양의 기초를 설치하기 위한 측량
- 코핑(coping) 및 교량 받침대(shoe)설치측량 : 상부구조물을 조립·설치하기 위한 기초 구조물로서 코핑은 폼거치, 거푸집 조립 등의 위치 및 높이 측량과 슈를 고정시키는 앵커볼트 위치 및 콘크리트 받침의 높이를 관측하는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 교량공사 측량은 교량설치지역의 위치, 범위, 규모에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.
- (2) 교량의 기초, 교대, 교각, 상부구조물 등의 설치에 따른 공종별 측량계획을 수립한다.

(3) 기타 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 연결공사에 따르는 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 이미 설치된 기준점을 참고하여 임시기준점을 설치하여 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 하며, 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 정확한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 교량의 위치 및 기초 작업이 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 교량시공용 임시기준점의 허용오차가 $\pm 30\text{mm}$ 이내로 한다.
- (2) 임시기준점 상호간의 평면좌표 정확도는 $\pm 10\text{mm}$ 이내이어야 한다.
- (3) 임시기준점의 평면좌표의 정확도는 $\pm 20\text{mm}$ 이내로 한다.
- (4) 임시기준점의 표고정확도는 $\pm 10\text{mm}$ 이내로 한다.
- (5) 말뚝기초의 시공오차는 도면상의 평면위치로부터 $D/4$ 와 100mm 중 큰 값 이내로 한다. 단, D 는 말뚝의 외경
- (6) 암 검측측량에서 말뚝의 평면적인 위치의 오차는 수직 정밀도는 오차한계 $1/300$, 수평정밀도는 시공 후 100mm , 하천 등의 경우 오차의 상한은 200mm 로 한다.
- (7) 극거리, 원거리 우물통 정위치 측설 시 평면좌표의 정확도는 $\pm 100\text{mm}$ 이내로 한다.
- (8) 교각 설치측량 시 평면위치의 정확도는 $\pm 30\text{mm}$ 이내로 한다.
- (9) 코핑 설치측량의 정확도는 수평 및 수직방향으로 모두 $\pm 20\text{mm}$ 이내이며, 교량받침대 설치측량의 정확도는 평면 및 수직방향으로 모두 $\pm 5\text{mm}$ 이내로 한다. 다만, 감독자가 설치 정확도를 별도로 정하였을 경우에는 그에 따른다.
- (10) 교량받침 설치시 검사기준은 설치된 받침이 아래 표 검사항목의 검사기준을 만족하지 못하면 교정하거나, 공사감독자의 지시에 따라야 한다.

| 검사항목 | 콘크리트교 | 강교 |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 받침 중심간격(교축직각방향) | $\pm 5\text{mm}$ | $4+0.5(B-2)\text{mm}^{1)}$ |
| 가동받침의 이동가능량 | 설계이동량 + 10mm 이상 | |
| 가동받침의 교축방향의 이동편차 동일 받침선 상의 상대오차 | 5mm | |
| 설치 높이 | $\pm 5\text{mm}$ | |
| 교량 전체 받침의 상대높이 오차 | 6mm | |
| 단일 box를 지지하는 인접 받침의 상대높이 오차 | $3\text{mm}^{3)}$ | |

| | | |
|--|-------|-------|
| 받침의 수평도 ²⁾ (교축 및 직각방향) | 포트받침 | 1/300 |
| | 기타 받침 | 1/100 |
| 앵커볼트의 연직도 | | 1/100 |
| 주) 1) B : 받침 중심간격(m) 2) 받침의 상·하면 사이의 수평도 3) 받침에 유해한 영향이 있는 경우는 공사감독자의 지시에 따른다. | | |

(11) 상부구조물에 대한 각 공정 단계별 시공측량의 정확도는 해당 공사의 특별시방서 기준에 따른다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 교량공사 착공 전에 공정별 사용 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 교량공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (2) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.

- (3) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 공사시점에 설계도서의 교량설치 주변 지형상황이 시간의 경과에 따라 지형의 변화가 심한 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 지형현황측량은 공사를 시작하기 전 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

3.1.4 임시기준점 설치측량

- (1) 교량시공용 임시기준점 설치는 반드시 해당 교량 전용의 임시기준점으로 설치한다.
- (2) 교량의 길이가 300m 이내인 경우에는 교량의 시점부와 종점부에 각 2점씩 4점의 임시기준점을 설치하고, 폐합 트래버스측량을 실시하여 나머지 3점의 좌표를 결정한다.
- (3) 교량의 길이가 300m이상인 경우에는 GNSS 정지측량방법에 의해 교량용 임시기준점의 좌표를 결정한다.
- (4) GNSS 관측 시에는 교량구조물 전체를 포함하는 시공기준점 및 국가기준점 등 최소 4점 이상의 기지점을 고정점으로 하여 각 임시기준점의 좌표를 결정한다.
- (5) 임시기준점의 표지는 콘크리트 기초에 황동표지를 사용한다.
- (6) 교량공사를 목적으로 설치된 임시기준점은 해당 교량의 시공측량에만 사용되며 다른 교량 또는 구조물의 측량에는 사용할 수 없다.
- (7) 임시기준점 설치가 완료되면 이를 기준으로 교대 및 교각 등 각 구조물의 시공좌표를 산출하여 교량구조물이 설계대로 설치될 수 있는지의 여부를 검토하고 산출한 시공좌표에 대하여 감독자의 승인을 받는다.
- (8) 임시기준점의 표고는 시공기준점의 표고를 기준으로 직접수준측량에 의해 결정한다.
- (9) 임시기준점은 매 6개월 주기로 설치 시와 동일한 방법으로 확인측량을 실시한다.

3.1.5 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다. 단, 감독자의 판단에 따라 교량측량에 대해서 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.
- ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 임시기준점성과
 - ⑥ 사진첩(각 공종별 작업광경 및 특이사항)

- ⑦ 기타 감독자가 정한 성과품
- (2) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑥ 기타 감독자가 정한 내용
- (3) 수급인은 측량 보고서를 공사감독자에게 제출한다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 교량공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 교량의 설계제원을 검토하여 위치별 좌표 및 계획고 등을 확인하여 공사감독자에게 확인을 받는다.
- (3) 수급인은 공사 측량 후 측량 성과표를 담당원에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (2) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치 측량, 확인측량 및 기성검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
- (3) 교량공사 측량의 기성물량 결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함하여 산정하며, 다음공정 작업착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (4) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관한다. 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (5) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.

- ① 시공기준점 배치 현황도
 - ② 시공기준점 조서
 - ③ 임시기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 토공 기성측량 성과표 및 암 판정 측량 성과표
 - ⑥ 교량구조물 시공좌표 산출서 : 우물통, 교각, 코핑, 교량받침대 등
 - ⑦ 변위측량 결과표
- (2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 직접기초 설치측량

- (1) 기초위치에 토사를 굴착하여 암이 나타나면 암표면을 노출하여 검측을 실시한다.
- (2) 암 표면 위치를 횡단측량을 실시하여 횡단면도를 작성하고 수량을 산출하여 감독자의 승인을 통해 설계변경을 실시한다.
- (3) 교대기초 좌표 산출시 설계도면을 참고하여 도로 중심으로부터 전면부 및 배면부의 거리를 확인한 후 구조물 중심을 구하여 기초좌표를 산출한다.
- (4) 기초 저면의 최종 레벨은 시추조사, 주상도를 참고하여 설계법면의 구배기준 및 터파기 여유 폭 기준을 적용하여 절토사면의 시점을 정확히 산출하여 측량한다.
- (5) 터파기시 사면의 안전성을 확인하여야 하며 원활한 배수유도에 유의한다.

3.2.5 말뚝기초 설치측량

- (1) 말뚝기초 설치측량은 설계도면으로부터 설치할 좌표를 취득하여 해당 교량의 임시기준점 좌표를 기준으로 측설하고 철근 등을 이용하여 말뚝의 설치 위치를 표시한다.
- (2) 강관파일 기초측량은 교대기초 좌표를 설계도면에 도로중심으로부터 구조물 중심을 구하여 기초좌표를 산출한다.
- (3) 교대 및 육상부의 교각하부기초는 일정한 간격의 파일좌표를 계산하여 토털스테이션으로 측량을 실시하여 파일을 설치한다.
- (4) 시공시 사용된 파일의 길이를 기록하고 시공직후 개개의 파일 상단고를 측량하여 정산 보고한다.
- (5) 현장타설 말뚝기초측량은 중심위치측량을 통해 파일위치를 표시하고 진동기를 설치한 후 확인측량을 실시한다.
- (6) 두부상단 절단높이측량은 콘크리트타설 후 양생이 완료되면 터파기 후 파일을 노출하여 두부상단 절단 높이를 표시한다.
- (7) 두부상단 위치 및 높이측량은 두부정리 완료 후 파일 중심의 위치측량 및 높이측량을 실시하고 성과표를 작성하여 감독의 승인을 받는다.

3.2.6 우물통 설치측량

- (1) 근거리 설치측량은 일괄 거치식으로 설치되는 경우, 임시기준점 두 점에 토털스테이

선을 설치하고 크레인 선에 인양되어 이동 중인 우물통의 연직선에 대한 수평각을 동시에 관측하여 전방교회법에 의해 우물통을 설치위치로 유도한다.

- (2) 근거리 우물통이 설계위치의 1m 이내로 접근하면 크레인선의 이동을 멈추고 우물통 상단의 여러 지점에 반사경을 순차적으로 이동하면서 토털스테이션관측을 통해 우물통을 정위치에 설치한다.
- (3) 원거리 설치측량은 일괄 거치식으로 설치되는 경우, 우물통 양단 또는 크레인선의 조금구(Gide Frame) 양단에 2대의 RTK-GNSS장비를 각각 설치하고, 매 1초 간격으로 측정되는 RTK-GNSS 좌표값을 이용하여 우물통을 설계위치로 직접 유도한다.
- (4) 원거리 우물통 설치는 RTK-GNSS 측량방법으로 우물통을 정위치에 설치하는 경우에는 교량의 시·종점부에 설치된 교량용 임시기준점 4점 이상에 대하여 현장 캘리브레이션을 반드시 수행한 다음 이동국 RTK-GNSS장비에 의한 관측을 실시한다.
- (5) 우물통 설치측량 방법
 - ① 가거치 측량은 임시기준점 두 곳에 토털스테이션을 설치하고 전방 교회법으로 우물통양단의 수직면 정시준을 통해 우물통을 유도한다.
 - ② 정거치 측량은 유도에 의해 우물통이 정위치의 20~30m 이내로 접근하면 우물통 상단에 프리즘설치 후, 토털스테이션으로 좌표를 직접 관측하여 3차원 측량을 통한 정거치 측량을 실시한다.
 - ③ 중심선 측량을 수시 실시하여 우물통의 위치 및 수직도를 확인한다.
 - ④ 우물통의 위치 및 높이 측량을 실시하여 횡단면도 작성 후, 굴착작업 순서를 결정하여 굴착한다. 위치는 전후 4개, 좌우 2개 등 6개 정도의 측량을 실시한다.
- (6) 현장 콘크리트 타설 공법으로 우물통을 설치하는 경우에는 전 공정에서 교량용 임시기준점의 좌표를 기준으로 정위치 측량 및 확인측량을 실시하고 콘크리트 타설 전에는 반드시 감독자의 검측을 받는다.

3.2.7 교각설치 측량

- (1) 교각설치 측량은 교각 구체부의 거푸집 작업 시 원형거푸집의 경우에는 내측면, 구체거푸집의 경우에는 내측 모서리의 좌표를 토털스테이션 또는 RTK-GNSS 등으로 관측하여 정위치 측량과 확인측량을 실시한다.
- (2) 교각의 단면형상이 다각형인 경우에는 각 모서리의 내측점, 원형인 경우에는 교각의 형상을 평면에 투영 하였을 때 정삼각형을 이루는 3개 꼭지점의 위치를 확인하고 이때 오차가 발생 되었을 경우에는 재시공 후 확인측량을 다시 실시한다.
- (3) 확인측량 후에는 감독자의 검측을 받은 다음 콘크리트를 타설한다.
- (4) 콘크리트 타설이 완료되면 완성된 교각 구조물에 대하여 확인측량을 실시하고 다시 감독자의 검측을 받는다.

3.2.8 코뎡 및 교량받침대 설치측량

- (1) 상부구조물을 조립·설치하기 위한 기초 구조물로 고도의 정확도가 요구되므로 반드시

측량 및 지형공간정보 분야의 고급기술자 이상의 기술자가 직접 관측한다.

- (2) 시공좌표는 설계도를 기반으로 하되 교량의 평면 및 종단선형을 사전에 분석하여 모든 구조물의 개별 시공좌표를 계산하고 감독자의 승인을 받은 후 측량을 실시한다.
- (3) 정위치 측량을 통해 코핑 거푸집과 철근작업이 완료되면 거푸집 내측 모서리의 위치를 확인한 다음 교량받침대와 고정용 앵커볼트의 위치를 측량한다.
- (4) 교량받침대(Shoe) 앵커볼트의 설치가 완료되면 확인측량을 실시하고 오차가 발생되었을 경우, 재시공 후 확인측량을 실시한다.
- (5) 코핑(Coping)의 정위치 측량은 토털스테이션 또는 RTK-GNSS에 의한 관측으로 실시하며, 교량받침대의 측량은 1급 이상의 토털스테이션 및 2급 이상의 레벨을 사용하여 평면좌표 및 표고를 관측한다.
- (6) 코핑 및 교량받침대의 콘크리트 타설이 완료되면 모든 교량받침대에 대하여 확인측량을 실시하고 오차가 발생된 받침대에 대하여는 재시공 후 감독자의 검측을 받는다.
- (7) 교량 받침 시공측량
 - ① 인조점의 위치는 사용에 편리하고 공사에 지장이 없는 위치에 선택한다.
 - ② 시공측량 시 하부구조 코핑면의 받침 위치 및 높이를 도면에 명시한다.
 - ③ 교량 상부구조 시공 시에는 정밀한 기준점측량과 수준측량을 병행하여 받침의 설치 위치를 결정한다.
 - ④ 지간측량 결과 하부구조의 위치에 오차가 있을 경우에는 이후의 시공에 지장을 초래하지 않고 완성한 교량의 기능을 손상하지 않도록 공사감독자의 승인을 얻어 오차를 배분하여 받침 중심위치를 결정한다.
 - ⑤ 상부구조물의 수준측량에는 전용 임시수준점(TBM)을 설치하여 시공 중에도 수시로 침하의 유무를 관측한다.
 - ⑥ 교량의 경우 시준거리가 길기 때문에 교대로 수준측량을 하여 오차를 최소화 한다.
- (8) 현장의 특수한 여건이나 설계변경 등에 의하여 하부구조물의 위치가 설계도면의 위치와 상이하게 시공되었을 경우에는 우물통, 교각, 코핑 및 교량받침대 등의 시공위치를 정밀하게 실측한 지간측량성과를 공사감독자에게 제출한다.

3.2.9 상부구조물 설치측량

- (1) 가조립 검사측량, 상판제작측량, 조립 및 설치측량방법 등은 구조물의 종류 및 형상에 따라 제각기 다르므로 해당 공사의 특별시방서 기준에 따라 측량을 실시한다.
- (2) 상부구조물에 대한 각 공정 단계별 시공측량의 정확도는 해당 공사의 특별시방서 기준에 따른다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 교량준공측량은 설계도서에 따라 시공 된 교량 및 제반 시설물에 대한 현황을 정확히

관측하고 지속적인 유지관리하기 위하여 준공측량을 실시한다.

- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 교량 공사를 준공하기 위해 사용한 기준점 및 교량, 기타 준공시설물의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (4) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
 - ② 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공점측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기준에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점을 기준하여 국가기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량한다.
- (3) 준공내용 확인측량은 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 교량의 위치와 상·하부구조물의 규격 확인 등의 준공측량을 수행한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성

- (1) 교량공사 준공측량 성과품
 - ① 기준점성과표
 - ② 준공확인측량 성과비교표
 - ③ 준공현황도의 도식규정 및 도면축척 등은 실시설계 시의 현황도 작성규정에 의한다.
 - ④ 도면은 준공된 교량의 구조물 및 주변현황 등을 실측에 따라 정확하게 작성한다.
- (2) 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (3) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (4) 준공측량도면은 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (5) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출한다.
 - ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출한다.
 - ② 건설공사 완공내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성한다.
 - 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류

- 라. 공사기간
- 마. 도면의 내용
- 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 설계기준점 및 시공기준점으로 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 하며, 준공측량에 필요한 지점에는 기준점을 추가 설치한다.
- (2) 추가설치기준점은 수준점의 기능을 동시에 가질 수 있도록 평지에 설치하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있다.
- (3) 유지관리기준점 설치는 공사구간 부근의 통합기준점과 공사 시공기준점을 이용하여 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형현황측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량방법에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

KCS 12 30 35 : 2023

터널공사 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|-----------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 2 |
| 2.1 측량기기 선정 | 2 |
| 3. 시공 | 2 |
| 3.1 시공 전 측량 | 2 |
| 3.1.1 일반사항 | 3 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 3 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 3 |
| 3.1.4 갱외기준점 확인측량 | 3 |
| 3.1.5 시공 전 측량 보고서 제출 | 4 |
| 3.2 시공 중 측량 | 4 |
| 3.2.1 일반사항 | 4 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 5 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 5 |
| 3.2.4 갱내 기준점 측량 | 5 |
| 3.2.5 터널 수직구 측량 | 6 |
| 3.2.6 터널 내 중심선측량 | 6 |
| 3.2.7 TBM굴착 관리측량 | 6 |
| 3.2.8 터널 내공단면측량 | 6 |
| 3.2.9 터널 변위 측량 | 7 |

| | |
|------------------------------|---|
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 7 |
| 3.3.1 일반사항 | 7 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 7 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출 | 8 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 8 |
| 3.3.5 준공현황측량 | 8 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 터널공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 내용의 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (3) 이 기준은 터널공사에 따르는 절토, 굴착 등 기타 물량산출을 위한 기본데이터 취득과 터널공사에 기본적인 공사 측량에 적용한다.

1.2 참고기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 도로법
- (4) 철도사업법
- (5) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- TBM(Tunnel Boring Machine)굴착 관리측량 : 소규모 굴착장비나 발파방법에 의하지 않고 굴착에서 버력처리까지 기계화·시스템화 되어 있는 대규모 굴착기계를 TBM이라 하는데 굴착을 진행함에 위치, 방향, 높이에 따르는 장비의 운영을 관리하는 측량
- 굴착공사 측량 : 굴착면의 안정을 위해 필요시 가설흙막이공사가 수반되는 구조물의 기초나 지하구조물을 만들기 위해 설계모양으로 지반을 파내는 공사 측량
- 터널변위측량 : 터널 단면상의 변위 계측점에 반사경을 설치하고 갱내기준점의 좌표를 기준으로 주기적으로 관측하여 변위상태를 모니터링하는 측량
- 터널 수직구측량 : 지하철, 전력구, 통신구 및 기타 공동구 등 지하터널측량은 수직구를 통해 지상기준점을 지하로 연결하는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 터널공사 측량은 터널설치지역의 위치, 길이, 크기에 따라 철저한 측량계획을 수립하

여 정확한 시공을 수행하여야 한다.

- (2) 터널측량작업은 터널의 외부측량과 내부측량으로 구분하는데 지형조건, 터널 규모, 시공방법에 따라 세부측량계획을 수립한다.
- (3) 기타 터널공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 연결공사 구간이 있을시 기준점 측량 및 수준측량 성과를 상호 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 이미 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하여 공사완료 후에도 보존할 수 있어야 하며, 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 터널의 외부측량과 내부측량은 물론 구조물 설치 등 시공방법에 따른 세부측량 결과를 기록하여야 한다.
- (4) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 정확한 일지를 비치하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 갱외기준점의 정확도는 시·중점부의 갱외기준점을 서로 연결하였을 경우 상호간 좌표 값의 차이가 $\pm 20\text{mm}$ 이내가 되도록 한다. 다만 터널의 길이가 5km이상인 경우에는 감독자와 협의하여 정확도를 별도로 정할 수 있다.
- (2) 갱내기준점의 확인측량 정확도는 $\pm 30\text{mm}$ 이내로 한다.
- (3) 지상기준점의 평면좌표를 지하로 연결한 수직구측량의 정확도는 $\pm 10\text{mm}$ 이내로 한다.
- (4) 터널중심선측량의 정확도는 $\pm 30\text{mm}$ 이내로 한다.
- (5) 내공단면측량의 정확도는 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 한다.
- (6) 터널변위측량의 정확도는 3차원으로 $\pm 5\text{mm}$ 이내로 한다.
- (7) 지상기준점의 표고를 지하로 이설할 때의 정확도는 $\pm 5\text{mm}$ 이내로 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 터널공사 착공 전에 공정별 사용 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 새로운 측량기기를 사용하고자 할 때에는 성능을 보증할 수 있는 자료를 제출하고, 필요 시 현장 검증을 통해 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 터널공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 확인하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 시공 전 외부측량은 터널입구 및 터널 가설 계획에 필요한 자료를 얻기 위하여 실시한다.
- (4) 측량기준점들은 훼손, 이동의 우려가 없는 장소에 설치하고, 안전하게 보호하며, 훼손 시 즉시 기준점을 재설치하고 기존 측량과 오차를 확인하여 수정한다.
- (5) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 터널공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (3) 터널시공의 기준이 되는 기준점을 설치하고 기준점 상호간은 필요한 정도를 유지하도록 한다.
- (4) 기준점은 기존 삼각점 등으로부터 도입하되 기준점의 성과를 확인한 후 그 제원을 사용한다.
- (5) 시공기준점측량은 설계측량에서 사용하였던 기지점을 사용하며 평면위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.
- (6) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 공사시점에 설계도서의 갱외 지형상황이 시간의 경과에 따라 지형의 변화가 심한 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 지형현황측량은 공사를 시작하기 전 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 원지반면에 대한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.

3.1.4 갱외기준점 확인측량

- (1) 갱외기준점측량은 터널의 시·중점부에 시공기준점의 좌표를 기준으로 각 2점 이상의 갱외기준점을 설치하되 시·중점부의 기준점은 GNSS 정지측량방법에 의해 반드시 상호 연결하여 관측한다.
- (2) 갱외기준점의 표지는 표석 또는 황동표지 등으로 설치하여야 하며, 1년에 1회 이상 확인측량을 실시하여 변형 여부를 확인한다.

3.1.5 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다. 단, 감독자의 판단에 따라 터널측량에 대하여 측량 및 지형공간정보기술사의 성과검토서를 첨부할 수 있다.
 - ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 중심선측량 성과표
 - ④ 종단측량 성과표
 - ⑤ 사진첩(각 공종별 작업광경 및 특이사항)
 - ⑥ 기타 감독자가 정한 성과품
- (6) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑥ 기타 감독자가 정한 내용
- (7) 수급인은 측량 보고서를 공사감독자에게 제출한다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 터널 내부의 기준점 및 수준점은 터널 외부에 설치한 기준점으로부터 실시하고 측량은 필요한 정도가 유지되도록 실시한다.
- (2) 터널 수직구 측량은 지하철, 전력구, 통신구 및 기타 공동구 등 지하터널측량 시에 실시한다.
- (3) 측량 작업 시에는 관측, 측정에 지장이 없도록 조명, 환기, 작업공정 간의 마찰이 적은 시간대 측정 등의 필요한 조치를 강구한다.
- (4) 터널내부측량은 굴착 시 내공단면과 선형을 관리하기 위하여 실시하며 측량의 정도는 일반측량작업 규정에 따른다.
- (5) 터널 내 측점의 검측은 터널 규모, 용도, 굴진속도, 굴착공법 및 방법 등을 고려하여

적합한 빈도로 터널 외부의 기준점으로부터 실시하며, 검측횟수는 적어도 1개월에 1회 이상 실시한다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (2) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치 측량, 확인측량 및 기성검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
- (3) 터널공사 측량의 기성물량 결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함하여 산정하며, 다음공정 작업착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (4) 진행 중인 공사의 기성검측은 현재까지 시공 상태에 대하여 측량을 실시하여 물량산출을 실시하고 감독자에게 확인을 요청한다.
- (5) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관한다. 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (6) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.
 - ① 갱외기준점 배치 현황도
 - ② 갱외기준점 조서
 - ③ 갱내기준점 조서
 - ④ 검측 요청서
 - ⑤ 토공 기성측량 성과표
 - ⑥ 중심선 시공좌표 산출서
 - ⑦ 터널 내공단면측량 결과표
 - ⑧ 변위측량 결과표
- (2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 갱내기준점 측량

- (1) 갱내기준점은 터널 중심선을 비롯한 모든 구조물측량의 기준이 되므로 안전한 장소에 황동표지로 설치하며, 관통 전까지는 갱외기준점을 출발점으로 하는 폐합 트래버스측

량을 실시하여 좌표를 결정하고 주기적인 확인측량을 통해 그 좌표를 갱신한다.

- (2) 폐합 트래버스측량에서는 조명기구를 사용하여 시준을 통한 측각오차를 최소화 한다.
- (3) 갱내기준점은 터널 노선을 따라 최대 300m를 초과하지 않는 간격으로 설치하되 곡선 구간에서는 인접 기준점이 시통 되도록 간격을 좁혀 설치한다.
- (4) 갱내기준점측량 시에는 정준대가 부착된 반사경을 사용하여 3대회 이상을 관측하며, 측량을 실시하는 동안에는 소음 및 진동을 유발하는 일체의 공사를 일시중지 한다.
- (5) 갱내기준점은 1년에 1회 이상 확인측량을 실시하여 변형여부를 확인한다.

3.2.5 터널 수직구 측량

- (1) 터널 수직구 측량은 수직구를 통해 지상기준점을 지하로 연결하여 수직구 바닥면에 2점의 갱내기준점을 설치하고, 이를 출발점으로 트래버스측량을 실시하여 갱내기준점을 설치한다.
- (2) 지상기준점의 평면좌표를 지하로 연결하는 수직구측량은 연직추에 의한 방법과 연직기에 의한 방법 등으로 실시한다.
- (3) 수직구측량 시 수직구 위치로부터 1km 이내의 거리까지는 트래버스측량을 허용하며, 1km를 초과하는 경우에는 노선 중간에 수직구를 추가로 설치하거나 진북측정기인 자이로 데오도라이트(Gyro Theodolite) 등을 사용하여 트래버스측량성과를 보정한다.
- (4) 지상기준점의 표고를 지하로 이설할 때에는 수직구 상단에서 하단부로 스틸테이프를 직접 연결하여 지하기준점의 표고를 직접 취득한다.

3.2.6 터널 내 중심선측량

- (1) 터널중심선의 좌표는 설계도를 기반으로 평면선형을 분석하여 매 1m 간격으로 산출하고 감독자의 승인을 받은 후 사용한다.
- (2) 터널중심선측량은 갱내기준점 좌표를 기준으로 트래버스방법에 의해 실시하며 NATM공법에서는 천공 및 발파의 기준으로, 실드 또는 TBM공법에서는 굴착장비의 방향유도 및 수정 등에 적용한다.
- (3) 철도터널공사의 중심선측량은 터널중심선과 궤도중심선을 구분하여 측량한다.

3.2.7 TBM굴착 관리측량

- (1) TBM(Tunnel Boring Machine) 굴진 시에는 초기굴진, 본굴진 및 도달굴진 전에 기준점에서 TBM의 위치를 측량하여 장비의 이탈여부를 조기에 파악하고 추진궤도수정을 위해서 공사 관리측량을 실시한다.
- (2) 굴착공사 관리측량은 적절한 빈도로 수행하며, 조립된 세그먼트(Segment)에 대한 장비의 상대위치를 측정하여 장비 자체의 위치와 방향을 파악한다.
- (3) 굴착공사 관리측량은 작업의 효율성을 위해 적합한 측정방법과 장비를 선정하여 신속, 정확한 측량이 되도록 한다.

3.2.8 터널 내공단면측량

- (1) 터널 내공단면측량은 굴착공사가 진행되는 동안 수시로 실시하여 굴진오차 및 여굴 관리의 적정성 여부를 판단하는 기초자료로 사용한다.
- (2) 쏫크리트(Shotcrete)작업이 완료되면 매 5m 간격으로 내공단면측량을 실시하여 중심선 오차, 여굴 상태 등을 정리한 보고서를 감독자에게 제출한다.
- (3) 내공단면측량에는 토털스테이션 및 레이저스캐너 등을 사용하여 측량을 실시한다.

3.2.9 터널 변위 측량

- (1) 터널변위측량은 터널 단면상 변위계측점에 반사경을 설치하고 갱내기준점의 좌표를 통해 계측점의 3차원좌표를 주기적으로 관측하여 변위상태를 모니터링 한다.
- (2) 변위측량은 토털스테이션은 1급 이상으로 사용하고, 반사경은 토털스테이션의 시준축과 반사경의 반사축이 서로 일치되도록 앵커볼트의 방향을 조정하여 설치한다.
- (3) 반사경 시준방법은 토털스테이션의 십자선과 반사경의 중심점을 정확히 일치시켜 좌표를 관측한다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 터널준공측량은 설계도서에 따라 시공 된 터널 및 시설물에 대한 현황을 정확히 관측하고 지속적인 유지관리하기 위하여 준공측량을 실시한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 터널공사를 위해 사용한 갱내외기준점 및 준공 시설물의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (4) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
 - ② 국토교통부 장관은 당해 상하수도개발사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공검측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 중심선측량은 갱내기준점 및 유지관리기준점에서 토털스테이션을 이용하여 터널의 중심선측량을 실시한다.
- (3) 종·횡단측량은 중심선에서 직각방향으로 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 물량 등을 산출한다.

- (4) 내공단면측량은 완성 된 단면을 중심선 및 종·횡단측량을 실시하여 준공상태의 단면도를 작성한다.
- (5) 기타 주요시설물의 위치와 규격 확인 등의 준공측량을 수행하여 성과품을 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출

(1) 터널공사 준공측량 성과품

- ① 갱내외 기준점 성과표
- ② 준공확인측량 성과비교표
- ③ 준공현황도는 도식규정 및 도면축척은 실시설계 시의 현황도 작성규정에 의한다.
- ④ 도면은 준공된 터널 내부의 구조물 및 주변현황 등을 실측하여 정확하게 작성한다.
- (2) 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하여야 하고 공사완료 후의 터널상태와 주요시설물의 위치, 규격 등을 평면도면에 작성한다.
- (3) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (4) 준공측량도면은 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (5) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출한다.
 - ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출한다.
 - ② 건설공사 완공내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성한다.
 - 가. 공사명
 - 나. 건설공사 시행자
 - 다. 공사종류
 - 라. 공사기간
 - 마. 도면의 내용
 - 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 설계기준점 및 갱내기준점으로 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 하며, 준공측량에 필요한 갱내기준점은 추가 설치한다.
- (2) 추가설치기준점은 갱내에 설치하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있다.
- (3) 유지관리기준점 설치는 갱내시공기준점을 이용하여 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 기준점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공현황측량

- (1) 공사에 따른 터널의 입·출구에 대한 변경 및 지형변화가 발생했을 경우, 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 이용한 3차원 지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형현황측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량방법에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.



KCS 12 30 40 : 2023

건축공사 측량

2021년 6월 30일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

| | |
|------------------------------|---|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 참고기준 | 1 |
| 1.2.1 관련법규 | 1 |
| 1.2.2 관련기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 측량 계획서 | 1 |
| 1.5 공사 측량 기록 | 2 |
| 1.6 품질관리 | 2 |
| 2. 자재 | 3 |
| 2.1 측량기기 선정 | 3 |
| 3. 시공 | 3 |
| 3.1 시공 전 측량 | 3 |
| 3.1.1 일반사항 | 3 |
| 3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량 | 3 |
| 3.1.3 지형현황 확인측량 | 4 |
| 3.1.4 용지경계 확인측량 | 4 |
| 3.1.5 지하시설물 확인측량 | 4 |
| 3.1.6 토공량 확인측량 | 5 |
| 3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출 | 5 |
| 3.2 시공 중 측량 | 6 |
| 3.2.1 일반사항 | 6 |
| 3.2.2 기성검측을 위한 측량 | 6 |
| 3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출 | 6 |
| 3.2.4 가설공사측량 | 7 |
| 3.2.5 토공사측량 | 7 |
| 3.2.6 기초공사를 위한 말뚝설치 측량 | 7 |
| 3.2.7 터파기공사측량 | 8 |

| | |
|------------------------------|----|
| 3.2.8 건축물공사 측량 | 8 |
| 3.2.9 초고층 건축공사 측량 | 8 |
| 3.3 준공 및 유지관리 측량 | 11 |
| 3.3.1 일반사항 | 11 |
| 3.3.2 준공검측을 위한 측량 | 11 |
| 3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출 | 12 |
| 3.3.4 준공기준점 설치측량 | 13 |
| 3.3.5 준공 현황측량 | 13 |
| 3.3.6 지하시설물측량 | 13 |



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건축공사에 수반되는 측량작업에 적용하며 다른 공사와 관련이 있는 내용에 대한 측량은 그 해당 공사의 설계도서 등에 기재된 측량관련 내용을 준용한다.
- (2) 이 기준은 건축공사 중의 시설물 설치에 따르는 터파기, 절토 등 기타 물량산출을 위한 기본데이터 취득과 건축공사에 기본적인 토목공사 측량에 적용한다.
- (3) 이 기준은 초고층 건축 및 BIM설계에 따른 3차원 시공측량에 적용한다.
- (4) 이 기준은 건축공사에 머신가이드(Machine Guidance)로 작업할 경우에 적용한다.

1.2 참고기준

1.2.1 관련법규

- (1) 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률
- (2) 건설산업기본법
- (3) 건축법
- (4) 공공측량 작업규정 및 일반측량 작업규정
- (5) 수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 대한 지침

1.2.2 관련기준

KCS 12 10 05 건설공사측량 일반
KCS 12 20 00 공통공사 측량
KCS 12 30 00 분야별 공사측량

1.3 용어의 정의

- 건축공사 측량 : 건축물의 계획이나 공사실시에 관한 모든 측량으로 건축설계측량 및 공사에 관한 모든 측량
- 코어 웰(core wall) 측량 : 코어 웰은 심(心)이 있는 벽이라는 뜻으로 '속에 있는 물건'을 말하는데 초고층 건물의 주축이 되는 중심축을 세우기 위한 측량
- 쇼트닝(Shortening) 측량 : 물체의 길이, 치수가 작아지는 것을 관측하는 것으로 초고층 건축공사에서 변위량을 관측하여 층고 등에 적용하는 측량

1.4 측량 계획서

- (1) 건축공사 측량은 공사지역의 위치, 범위, 면적, 물량에 따라 철저한 측량계획을 수립하여 정확한 시공을 수행하여야 한다.
- (2) 건축 BIM설계에 따른 3차원 공사 측량에 대한 세부적인 측량계획을 수립한다.

- (3) 초고층 건축시공에 대한 측량계획을 수립한다.
- (4) 건축토공사 시공에 머신 가이드스(Machine Guidance)를 적용할 경우 측량계획서상에 명기하여 공사에 차질이 없도록 한다.
- (5) 기타 건축공사 측량 계획서는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준한다.

1.5 공사 측량 기록

- (1) 측량은 시공 순서에 따라 그 목적에 적합하도록 정확도를 확보하여야 하며 기준점 측량 및 수준측량 성과를 확인하여 기록하여야 한다.
- (2) 현장에는 이미 설치된 기준점을 참고하여 최소 2개의 영구 수준표를 설치하여 부지정지 및 공사완료 후에도 보존할 수 있게 하여야 하며, 공사기록문서에 평면 및 표고 자료와 함께 위치를 기록하여야 한다.
- (3) 수급인은 작업의 진행에 따른 관리 및 측량작업의 내용을 기록한 일지를 비치하여야 한다.
- (4) 구조물기초 및 부지정지가 완료되면 공사 및 현장작업의 치수, 위치, 각도 및 표고가 표시된 측량도면을 작성하여야 한다.
- (5) KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 기록문서는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.6 품질관리

- (1) 수급인은 공종별 건축공사 측량 후 성과표를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (2) 용지폭 말뚝측량은 용지폭 말뚝점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 측량으로 교차의 허용범위는 다음과 같다.

[표] 용지폭 말뚝점 간 교차의 허용범위

| 구 분 \ 거 리 | 20m 미만 | 20m 이상 | 비 고 |
|-----------|--------|---------|--------------|
| 시 가지 | 50mm | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 50mm | S/1,000 | |
| 산 지 | 100mm | S/200 | |

- (3) 쇼트닝검사 측량에서 측량기준점의 선정은 최저층에 세운 광파거리측정기 중심에서 수직선으로부터 수평거리 0.4~0.8m 이내의 위치에 선점한다.
- (4) 종단측량을 위해서 사용되는 코어 웰 내의 측정공은 최소 D=150mm로 하며 쇼트닝 측정 종료 시 까지 유지되어야 한다.
- (5) 기준층별 횡단측량은 종단측량으로부터 측정된 수준점을 직접수준측량으로 측정하며 정밀레벨을 사용하여 0.1mm까지 측정한다.
- (6) 머신가이드스(Machine Guidance)를 적용하는 경우 현장 품질관리를 위해 다음 사항에 유의하여야 한다.
 - ① 공사감독자는 공사 착수 전 머신가이드스(Machine Guidance)의 정상 작동 여부를 확

인한 후 승인하여야 한다.

- ② 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용 공사의 품질관리를 위한 검측 횟수, 측량기기 종류, 도면상의 측량지점 등을 포함한 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.
- ③ 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance)가 정확하게 작동하고 있는지 여부를 매일 작업시작 전에 확인하고, 필요 시 캘리브레이션을 실시 후 그 결과를 기록하고 보고하여야 한다.

2. 자재

2.1 측량기기 선정

- (1) 건축공사 착공 전에 사용할 측량기기를 선정하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 초고층 건축공사를 위한 장비 및 시스템은 공사감독자와 상의하여 결정한다.
- (3) 측량기기 및 자재는 “KCS 12 10 05 건설공사측량 일반”에 준하여 선정한다.

3. 시공

3.1 시공 전 측량

3.1.1 일반사항

- (1) 건축공사의 평면위치 및 표고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 측량성과가 취득되면 측량성과 및 측량기록에 책임기술자의 서명을 첨부하여 공사감독자에게 제출한다.
- (3) 감독자는 수급인이 제출한 성과에 대하여 검사측량을 실시하고 서명을 한다.
- (4) 수급인은 발주자 또는 공사감독자의 요구가 있으면 측량작업의 정확성을 증명하는 근거자료를 제출한다.
- (5) 이 기준의 측량작업은 측량 관련 규정에 의하여 등록된 수급인의 측량 및 지형공간정보기사 또는 이와 동등한 경험과 능력이 있다고 인정되는 기술자가 수행하고 공사감독자가 확인한다.

3.1.2 설계 및 시공기준점 확인측량

- (1) 수급인은 설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기지점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다.
- (2) 수급인은 현장답사를 통해 설계보고서에 수록된 설계기준점의 설치위치와 정확도 등을 확인하여 향후 시공기준점으로 계속 사용이 가능한지의 여부를 판단하고, 배점밀도 및 관측환경 등을 고려하여 신설해야 할 시공기준점의 위치를 선정한다.
- (3) 시공기준점측량 시에는 설계측량 당시 사용하였던 것과 동일한 기지점을 사용하며 평

면 위치측량은 GNSS 정지측량방법으로 실시한다.

- (4) 시공수준점 확인측량은 설계 당시 사용했던 국가기준점이나 공공기준점으로부터 직접 수준측량방법으로 실시한다.
- (5) 시공기준점은 최소한 1년에 1회 이상 시공 전 측량과 동일한 방법으로 확인측량을 실시하고 그 이상 유무를 공사감독자에게 보고한다.

3.1.3 지형현황 확인측량

- (1) 설계도서의 지형상황이 공사시점에서 지형의 변화가 있는 경우 추가적인 지형현황측량을 실시한다.
- (2) 공사를 시작하기 전, 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)를 사용하여 원지반면에 대한 정확한 3차원지형현황측량을 실시하고 향후 공정관리, 설계변경 및 기성관리 등에 활용할 수치표고모델(DEM)자료를 작성한다.
- (3) 지면이 노출된 원지반면의 지형현황측량은 GNSS 또는 토털스테이션을 이용한 지상측량방법, 유인항공사진측량방법, 무인비행장치(Drone)측량방법, 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 방법 등을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM) 등을 작성하여 사용 할 수 있다.

3.1.4 용지경계 확인측량

- (1) 수급인은 용지경계 말뚝점 좌표값을 계산하여 1~4급 기준점, 주요점, 중심점 등으로부터 방사법 등으로 용지경계 표주를 설치한다.
- (2) 용지경계 표주는 기 작성된 용지도상에 설치위치를 표시하여 공사감독자의 확인을 받은 후 설치한다.
- (3) 용지경계 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 표주마다 식별이 용이하도록 별도의 적색 깃발을 설치한다.
- (4) 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 의거 페인트 또는 스프레이로 경계 구분 표시한다.

3.1.5 지하시설물 확인측량

- (1) 수급인은 관계기관에 의해 작성 된 지하시설물 도면 및 성과파일을 참고하여 해당 공사에 대한 지하시설물을 확인하고 이에 따른 추가측량을 실시한다.
- (2) 지하시설물측량은 공공시설물, 상·하수도 및 기존시설물을 조사, 탐사하고 위치측량을 실시하여 도면 및 수치로 표현하고 데이터베이스로 구축한다.
- (3) 지하시설물도의 작성은 시설물 관리기관, 시설물의 설치, 변경의 사유가 발생한 때에는 공사가 완료되기 전 시설물이 노출된 상태에서 측량을 하고 시설물도를 작성하여 공사감독자의 확인을 받는다.
- (4) 매설물의 보호 및 복구는 승인된 설계도서에 의하여 시공하며, 공사감독자의 입회하에 실시한다.

(5) 지하시설물측량은 “공공측량 작업규정” 지하시설물측량을 준수하여 실시한다.

3.1.6 토공량 확인측량

- (1) 건축공사 토공량 산정은 종·횡단측량성과를 기초로 횡단도면을 작성한 후, 이를 설계도면의 계획 횡단면도에 중첩하여 절·성토량을 산출하고 설계수량과 비교한다.
- (2) 토공량 산정은 등고선방식의 지형현황도 혹은 라이다자료에 의한 수치표고모델(DEM) 등을 이용하여 점고법에 의한 토공량을 산정할 경우 횡단측량을 생략할 수 있다.
- (3) 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS)을 사용하여 3차원수치표면모델(DSM) 및 3차원수치지형도, 3차원수치표고모델(DEM)등을 이용하여 토공량을 자동 산정할 경우 공사감독자와 협의하여 종·횡단측량을 생략할 수 있다.
- (4) 토공량 산정에서 종·횡단측량은 지형에 관계없이 GNSS 또는 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량으로 실시하며 모든 측점에 대한 3차원좌표는 전자야장 또는 데이터 저장 장치에 기록한다.

3.1.7 시공 전 측량 보고서 제출

- (1) 수급인은 확인측량을 공사감독자와 공동으로 실시하고 측량결과 도면 및 산출내역서 등을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 시공 전 측량이 완료되면 수급인은 다음 각 호의 성과물을 작성하여 감독자에게 제출한다.
 - ① 평면기준점측량성과
 - ② 수준측량성과
 - ③ 종단측량 성과표
 - ④ 횡단면도(설계 횡단면도와 실측 횡단면도를 중첩한 파일)
 - ⑤ 용지경계측량 성과표
 - ⑥ 토공량 산출서 파일
 - ⑦ 지하시설물 성과
 - ⑧ 사진첩(각 공종별 작업광경 및 특이사항)
 - ⑨ 기타 감독자가 정한 성과품
- (3) 시공 전 측량 보고서에는 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① 과업의 목적
 - ② 기준점측량 방법
 - ③ 수준측량 방법
 - ④ 점의 조서
 - ⑤ 토공량 산출결과
 - ⑥ 지하시설물 성과
 - ⑦ 측량 시 발생한 문제점 및 처리 방법
 - ⑧ 기타 감독자가 정한 내용

- (4) 보고서에는 공사감독자의 판단에 시공상 중요 구조물에 대해서는 측량 및 지형공간정보기술사의 성과 검토서를 첨부할 수 있다.

3.2 시공 중 측량

3.2.1 일반사항

- (1) 건축공사 측량의 기준고는 설계도서에 표시된 기준점을 기준으로 한다.
- (2) 수급인은 건축공사 측량 후 측량 성과표를 담당원에게 제출하여 검측을 받아야 하며, 공사의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수의 정확도에 대하여 책임을 가진다.
- (3) 수급인은 발주자가 설치한 측량말뚝을 이동 또는 손상시켜서는 안 되며, 만일 이동이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받는다.
- (4) 수급인은 시공 자동화 기술장비(MG:/Machine Guidance)를 사용할 경우 감독의 입회 하에 장비가 정상적으로 작동되는가를 확인한다.

3.2.2 기성검측을 위한 측량

- (1) 건축공사 측량의 물량결정은 검측기준선을 설치하는 기준점측량을 포함한 측량을 실시하여야 하며, 다음 공정작업을 착수하기 전에 공사감독자에게 통지한다.
- (2) 수급인은 정위치측량 및 확인측량을 실시한 후 공사감독자에게 기성검측을 요청한다.
- (3) 공사감독자는 경험이 있는 측량업 등록업자에게 검측업무를 대행하도록 할 수 있다.
- (4) 기성검측은 GNSS, RTK-GNSS 및 토털스테이션 등을 이용하여 정위치측량, 확인측량 및 검측을 실시한다.
 - ① 네트워크 RTK에 의한 평면좌표 측정
 - ② RTK-GNSS에 의한 평면좌표 측정
 - ③ RTK-GNSS 및 네트워크 RTK에 의한 간접수준측량
 - ④ 토털스테이션측량
 - ⑤ 기타 초고층건축을 위한 특수 장비
- (5) 수급인은 현장야장에 공사감독자의 서명을 받아 원본을 공사감독자에게 제출하고 사본은 보관한다.
- (6) 기성검측을 위한 물량계산은 반드시 공사감독자가 확인한다.
- (7) 기성을 위한 검측은 같은 기준점을 이용하여 같은 조건에서 주기적으로 시행하는 것이 필요하다.
- (8) 수급인은 머신가이던스(Machine Guidance) 적용하는 경우, “KCS 12 10 05 건설공사 측량 일반” 스마트건설공사 측량방법으로 실시하여 토공량 및 공사물량을 산정한다.

3.2.3 기성측량 성과품작성 및 제출

- (1) 공사의 진척상황에 따라 감독자에게 제출하여 사전 또는 사후 승인을 받아야 하는 구조물 좌표 산출서 및 측량성과품에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 해당 공종

이 필요하지 아니할 경우에는 생략할 수 있다.

- ① 시공기준점 배치 현황도
- ② 시공기준점 조서
- ③ 임시기준점 조서
- ④ 검측 요청서
- ⑤ 별목 후 원지반면의 지형현황도
- ⑥ 토공 기성측량 성과표
- ⑦ 중심선 시공좌표 산출서
- ⑧ 비탈면 시공좌표 산출서
- ⑨ 배수구조물 시공좌표 산출서 : 집수정, 암거 등
- ⑩ 지하시설물측량 결과표

(2) 수급인은 기성측량 성과품을 공사감독자에게 제출한다.

3.2.4 가설공사측량

- (1) 흙막이 가시설물은 구조물의 시공과 밀접한 관계가 요구되므로 해당 구조물이 설치되는 지역의 구조물의 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정한다.
- (2) 수급인은 산출된 시공좌표는 반드시 공사감독자의 검토, 승인을 받은 후 시공기준점의 좌표를 기준으로 현지에 측설한다.
- (3) 줄쳐보기를 실시한 후 규준틀을 건축물의 모서리 및 기타 요소에 설치하여 건축물의 위치 및 높이의 기준을 명확히 표시하고 공사감독자의 검사를 받는다.
- (4) 규준틀에는 공사감독자가 지시하는 측량방법으로 건축물의 위치 및 수평의 규준을 명확히 먹으로 금을 그어 공사감독자의 승인을 받는다.
- (5) 규준틀에 표시한 기준선은 수시로 검사하여 잘못된 것은 즉시 수정하고 공사 진행에 따라 건축물에 옮겨서 표시한다.
- (6) 기타 가설공사 측량은 “KCS 12 20 15 옹벽 및 흙막이 가설시설물측량”에 준한다.

3.2.5 토공사측량

- (1) 토공사 개시 전 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 측설 해야 할 건물위치에 대한 시공좌표 산출서와 비탈면 시공좌표 산출서 등을 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다.
- (2) 토공사의 준비단계에서 수급인은 땅깍기 및 흙쌓기 구간의 위치와 기울기 등을 상세하게 파악하고 각각의 위치에 설치할 토공규준틀을 제작한다.
- (3) 흙쌓기의 높이와 단면은 시공 상세도면에 따른다.
- (4) 기타 토공사 측량은 “KCS 12 20 05 토공사시공측량”에 준한다.

3.2.6 기초공사를 위한 말뚝설치 측량

- (1) 기초공사를 위한 말뚝설치 측량은 설계도의 평면 및 종단선형 데이터를 검토하여 건물위치에 대한 말뚝설치좌표를 산출하고 공사감독자의 승인을 받는다.
- (2) 건축공사규모에 따라 기초공사를 위한 말뚝을 설치한 후 터파기공사를 실시한다.
- (3) 얕은 기초측량은 지하매설물 및 지상 장애물을 조사하고 기초터파기 경사는 안전한 굴착면 경사를 유지하기 위해 필요시 가설 흙막이 벽 설치측량을 실시한다.
- (4) 기성말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 기준틀 설치의 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치한다.
- (5) 기성말뚝을 정확하고 안전하게 세우기 위해 정확한 기준틀을 설치하여 중심선 표시를 용이하게 하며 말뚝을 세운 후 직교하는 2방향으로부터 검사측량을 실시한다.
- (6) 기성말뚝의 연직도나 경사도는 1/50 이내로 하고, 말뚝박기 후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터 D/4와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않도록 측량을 실시한다. 단, D는 말뚝의 바깥지름 이다.
- (7) 널말뚝의 세우기 및 항타 작업에서는 말뚝이 비뚤어지지 않도록 주의하여야 하며 측량 장비를 이용하여 법선 방향과 직각 방향의 2방향의 관측을 통해 정확한 위치와 경사를 유지하도록 측량을 실시한다.
- (8) 널말뚝 시공 후 널말뚝설치 위치도를 작성하며 도면은 설계된 위치와 실제 시공된 위치, 두 위치의 오차를 포함하여 작성한다.
- (9) 말뚝머리정리측량은 말뚝 박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리를 정리하는데 강관말뚝은 절단하는 높이에 대한 정확성이 요구되므로 레벨측량을 통한 정확한 절단 높이를 측량한다.
- (10) 기타 말뚝설치 측량은 “KCS 12 20 15 옹벽 및 흙막이 가설시설물측량”에 준한다.

3.2.7 터파기공사측량

- (1) 얕은 기초인 경우, 기초공사를 위한 계획 지반고에 대한 레벨측량을 실시한다.
- (2) 기초공사를 위한 말뚝설치가 끝나면 터파기공사 중 수시로 레벨측량을 실시한다.
- (3) 기초공사가 진행되기 전후 설계도에 따른 위치 및 높이측량을 실시한다.
- (4) 측량이 완료되면 후속공정이 진행되기 전 공사감독자의 확인을 받는다.
- (5) 기타 터파기공사는 “KCS 12 20 05 토공사시공측량”에 준한다.

3.2.8 건축물공사 측량

- (1) 건축공사 측량에 수급인은 공사에 필요한 설계측량기준점의 위치를 확인한다.
- (2) 건축물공사 측량은 설계도에 작성된 건물이 설치되는 지역의 건축물 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작도하고 설계도와 비교하여 최종 시공좌표를 결정한다.
- (3) 건물위치에 좌표를 기준으로 인조점을 설치하여 공사 진행 시 측점망실에 대하여 빠른 복구에 대비한다.
- (4) 기준점을 통해 각각의 시공좌표를 관측하여 건축물공사를 진행한다.

3.2.9 초고층 건축공사 측량

(1) 일반사항

- ① 수급인은 설계보고서에 수록된 측량과업기록을 검토하여 설계 당시 사용한 기준점, 측량방법, 측량성과 등의 기초자료를 기반으로 현장답사를 실시한다.
- ② 초고층 건물의 측량은 코어(Core)와 외주부에 쇼트닝(Shortening, 축소현상)으로 인하여 골조공사에서 해당 층의 축소 예상치 만큼 보정을 하여 시공을 실시한다.
- ③ 시공 중에는 인지할 수 없는 변화로 예측 수축량과 실제 발생 수축량 사이에 상당한 오차의 차이가 발생할 수도 있다.
- ④ 오차는 층별 마감선 결정에 문제가 되며, 문제를 최소화하기 위해서는 현장 실측을 통한 쇼트닝 값의 재보정이 필요하다.
- ⑤ 쇼트닝 값의 재보정을 위한 측량은 공사 초기단계부터 측량계획에 의한 정확한 측량이 이루어져야 한다.
- ⑥ 수급인은 시공 전 측량이 완료되면 책임기술자는 측량결과보고서를 작성하여 공사감독자에게 제출한다.

(2) 초고층 관리측량 방법

- ① 제1단계는 GNSS에 의한 수직도 측량
 - 가. ACS(Automatic Climbing System) 폼(Foam) 상부에 GPS 거치대를 설치하고, 거치대 위에 4대의 GPS 리시버를 설치한 후 1-2시간 동안 데이터를 수집하는 과정
 - 나. 4개의 GPS 리시버 가운데 지점에 토털스테이션을 설치한 후 토털스테이션을 이용하여 4대의 GPS 리시버의 레벨 변화를 측정하는 과정
 - 다. 위에서 측정된 정보를 무선통신을 통해 지상에 설치된 상시관측소로 주기적으로 전송하는 과정
- ② 제2단계는 경사계를 이용하여 수직도를 계측하는 과정
 - 가. 센터코어 월(Center Core Wall) 내부에 틸트미터를 20개 층 단위로 설치하고 각 틸트미터로부터 측정된 기울기값을 상시 관측소로 주기적으로 무선 송신하는 과정
 - 나. 측정된 기울기 정보를 수신한 상시관측소의 제어부는 측정 기울기를 실제 위치로 간주하고 작업시간에 GPS로 측정한 월(Wall)의 현재위치를 비교하여 기울기 차이값을 메모리에 저장하는 과정
- ③ 제3단계는 연직기를 이용하여 수직도를 측정하는 과정
 - 가. 건물의 매 10개 층마다 슬리브를 설치하고, 슬리브 상에 메인 컨트롤 마크(Main Control Mark)를 구비하는 과정
 - 나. 건물의 최하부 라프트 파운데이션(Raft Foundation)에서 옵티컬 플러멧(Optical Plummet)을 사용하여 각 메인 컨트롤 마크의 변위 여부를 측정하는 과정
 - 다. 처음 설정해 둔 센터라인과 실측시 센터라인 간의 거리를 측정하여 변위를 확인하는 과정
 - 라. 측정된 변위정보를 상시관측소로 송신하는 과정
- ④ 제4단계는 디지털레벨을 통한 부등침하를 모니터링하는 과정

가. 기준점을 잡기 위해 정밀 디지털레벨을 이용하여 0.1mm까지 정확하게 외부기준점을 측량하는 과정

나. 외부기준점을 기준으로 건물 내,외부 기초침하량과 기초부등침하량을 측정하는 과정다. 위 과정이 이루어지는 것을 특징으로 하는 초고층 관리측량 방법을 제공

⑤ 제5단계 과정은 각 단계에서 취득된 정보를 제어부가 수집, 저장, 연산하여 수직도가 관리 시방기준의 오차범위 내에 속하는지 판단하는 과정으로 공사 중 인 초고층 건물의 수직도를 산출하는 초고층 관리측량을 실시한다.

(3) 초고층 골조공사 측량

① 코어 웰(Core Wall, 심벽)보정 측량

가. 코어 웰에 대한 보정은 직하층에 설정된 기준선에서 정해진 축소량을 반영한 높이를 측정하여 해당층 높이에 적용한다.

나. 임의의 층의 코어 웰이 타설된 이후, 그 상부 층을 타설함에 따라 시공 중에도 수축이 발생하나, 그 수축량은 보정하지 않는다.

다. 각층마다 적용한 보정값은 그 양이 작으므로 약 3개 층마다 시공된 길이를 측정하여 설정된 보정값과 비교한 후 차이가 있을 경우는 그 상부층에 반영한다.

② 철판제작 및 설치

가. 쇼트닝 값을 보정한 치수로 철판 기둥을 제작하여 설치한다.

나. 코어 연결부는 코어 웰 콘크리트 타설시 코어높이로 연결판을 설치하여 높이를 조정한다.

다. 철판 설치 후 플랜지 하부에서 마지막 높이에 기준선을 표시한다.

③ 바닥 및 기둥 콘크리트 타설

가. 바닥콘크리트 타설 높이는 빔과 거더 상부에서 콘크리트 두께만큼 표적을 설치하여 콘크리트를 타설한다.

나. 기둥형틀설치 전 철판의 기준선을 코어 웰이나 타설 완료기둥에 임시로 표시한 후 콘크리트 기둥표면에 다시 표시함으로써 철판철크콘크리트(SRC) 기둥의 축소량을 측량 기준점으로 사용한다.

(4) 마감기준선 결정을 위한 쇼트닝측량

① 기준점 확인 측량

가. 트레이버스측량은 기준점 2점을 기선으로 기설치 기준점 및 신설 기준점을 결합트레이버스측량을 실시하고 측량결과를 이용하여 건축물 중앙부에 표시된 시공 기준점을 측정하여 변위량을 표시한다.

나. 수준점측량은 기존 및 신설기준점에 대하여 정기적으로 수준측량을 실시하여 높이의 변동을 확인한다.

② 쇼트닝검사 측량

가. 종단측량은 측정하고자 하는 기준층의 코어 웰 내 측정위치에 수준점을 설치한 후 최저층부터 최신행 정밀광파거리측량기를 이용하여 수회 측정하고 그 평균값을 취하여 층고를 산정한다.

- 나. 기준점의 선정은 최저층에 세운 광과거리측정기 중심에서 수직선으로부터 수평거리 0.4~0.8m 이내의 위치에 선점하되 해당 층 수준점의 위치에서 레벨로 시준이 가능한 지점으로 기준점을 선점한다.
- 다. 종단측량을 위해서 사용되는 코어 웰 내의 측정공은 최소 $D=0.15m$ 로 하며 쇼트닝 측정 종료 시까지 유지한다.
- 라. 기준층별 횡단측량은 종단측량으로부터 측정된 수준점을 기준으로 해당 층에 표기된 위치를 직접수준측량으로 측정하며 정밀레벨을 사용하여 0.1mm까지 측정한다.
- 마. 기준층의 횡단측량은 면적에 따라 코어 웰 부분 1개소 및 기둥부분 6개소 등 7개소 이상을 정밀 측정하여 평균값으로 기준층별 표고를 산정한다.
- 바. 관측회수별 측정된 층별 표고의 절대치는 이후 비교 값으로 사용하며 수시로 지상수준점으로부터 확인측량을 실시한다.
- ③ 마감기준선 측량은 층마다 시행되며 각층 공정이 완료되면 철골의 하단으로부터 각 기둥의 평균 높이를 산정하고 해당 층 천정 철골로부터의 거리를 실측하고 콘크리트 타설 후 기둥 벽면에 마감 기준선을 설치한다.

3.3 준공 및 유지관리 측량

3.3.1 일반사항

- (1) 준공측량은 건축공사로 인한 시설물에 대하여 향후 지속적인 유지관리를 위하여 실시한다.
- (2) 수급인은 준공측량을 시작하기 전에 측량작업계획을 수립하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받는다.
- (3) 수급인은 당해 공사를 준공하기 위한 측량시설물 및 기준점의 위치를 준공 후에도 관리주체가 유지관리 할 수 있도록 인계한다.
- (4) 공공기관의 준공측량
 - ① 준공측량은 시행자가 사업을 완료할 때에 시행자가 준공검사 신청서에 첨부하여 제출하기 위하여 시행하는 측량이다
 - ② 국토교통부 장관은 당해 도로(철도)개발 사업이 실시계획대로 완료되었다고 인정되는 때에는 준공 검사서를 시행자에게 교부하고 이를 관보에 공고한다.

3.3.2 준공검측을 위한 측량

- (1) 기준점 평면위치측량은 기존에 사용한 시공기준점 및 유지관리기준점에 대한 확인측량을 실시한다.
- (2) 표고는 국가수준점을 기준하여 국가기준점과 유지관리기준점을 결합하는 수준관측망을 구성하여 측량을 실시한다.
- (3) 용지경계점 확인측량은 시공기준점에서 용지경계에 대한 확인측량을 실시하여 용지경계점을 확인한다.

- (4) 용지경계 측량은 설계당시의 용지경계 지점에 대한 위치값이 확인되어 있으므로 용지 경계 실 준공측량 결과값과 지도상의 위치값이 0.10m이상 차이가 나는 곳은 확인하여 공사감독자와 상의하여 조치한다.
- (5) 중심선측량은 건축현장에 물량산출을 위한 중심선을 측설하고 종·횡단면 변화가 심한지점, 구조물 설치지점 등에는 측점을 설치하여 토털스테이션 또는 VRS측량이 가능한 GNSS장비를 이용하여 관측한다.
- (6) 종·횡단측량은 기준점 및 유지관리기준점에서 설치된 중심선에서 직각방향으로 시공된 지형을 좌우방향으로 횡단측량을 실시하여 토공수량 등을 산출한다.
- (7) 준공내용 확인측량은 준공측량에서 확인한 기준점 및 유지관리 기준점 성과를 기준으로 중심선측설, 종·횡단측량, 용지경계점 확인, 주요시설물의 위치와 규격 확인 및 도면작성 등의 준공측량을 수행하여 성과품이 작성한다.

3.3.3 준공측량 성과품 작성 및 제출

- (1) 수급인은 당해 공사의 각 공정별 시공 후 시공위치에 대한 검사측량을 실시하여 공사 감독자의 승인을 받아야 하며, 준공측량 등의 모든 측량성과품을 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 건축공사 준공측량 성과품
 - ① 기준점성과표
 - ② 준공확인측량 성과비교표
 - ③ 준공현황도는 도식규정 및 도면축척은 실시설계 시의 현황도 작성 규정에 의한다.
 - ④ 평면 및 종·횡단도면은 준공된 단지조성, 조경시설, 도로 등 주요 시설물 현황 등이 실측에 따라 정확하게 작성한다.
- (3) 준공측량 시 지하에 매설된 시설에 대하여는 검사측량 시의 자료를 활용할 수 있으며, 탐사방법에 의해 지하시설물도를 작성하여 준공측량도면으로 제작한다.
- (4) 준공측량도면에는 지하시설물과 각종 공작물에 대한 현황도가 포함되도록 한다.
- (5) 준공측량도면은 전산파일(CAD)로 작성하고, 공사완료 후의 현지 상태와 일치하고 지형지물의 누락 없이 연속된 평면도면으로 작성한다.
- (6) 등고선은 표고값을 포함하여 3차원좌표를 유지하고 주곡선과 계곡선으로 구분하여 표현한다.
- (7) 준공측량도면의 저장형식은 dwg 또는 dxf로 작성함을 원칙으로 한다.
- (8) 준공측량도면은 건설공사로 인하여 발생하는 주변 지형지물의 변화 현황이 포함되도록 작성하여야 하며, 공사물량의 정산 및 준공 후 유지관리를 위한 자료로 활용한다.
- (9) 준공측량도면은 「수치지도 수정용 건설공사준공도면 작성에 관한 지침」에 따라 작성 및 제출한다.
 - ① 건설공사 시행자는 공사 준공 이후 지체없이 준공도면(전산파일) 및 건설공사 완공내역서 등을 작성하여 제출한다.
 - ② 건설공사 완공 내역서에는 다음의 내용을 포함하여 작성한다.

- 가. 공사명
- 나. 건설공사 시행자
- 다. 공사종류
- 라. 공사기간
- 마. 도면의 내용
- 바. 참조한 지형도 현황정보

3.3.4 준공기준점 설치측량

- (1) 측량성과심사를 받은 설계기준점 및 시공기준점으로서 준공시점까지 위치변동이 없고 보존상태가 양호한 기준점은 그대로 사용함을 원칙으로 한다.
- (2) 준공측량에 필요한 추가설치 기준점은 평지에 설치하고, 향후 유지관리 측량에도 활용할 수 있도록 주요 시설물 부근에는 반드시 기준점을 설치한다.
- (3) 유지관리기준점의 설치측량은 공사구간 부근의 통합기준점을 기준으로 유지관리 기준점을 설치한다.
- (4) 기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.
- (5) 수준점 표지는 별도로 설치하지 아니하고 삼각점 표지를 공동으로 사용하며, 수준점, 통합기준점 및 수준점의 표고를 기준으로 직접수준측량방법에 의해 실시한다.
- (6) 수준점측량은 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 실시한다.

3.3.5 준공 현황측량

- (1) 준공 지형현황측량은 무인비행장치(Drone)나 지상레이저스캐너(TLS), 항공사진측량방법에 의한 3차원지형현황측량과 지상측량방법에 의한 방법 중 해당공사의 특성과 여건에 부합하는 방법을 공사감독자와 수급인이 판단하여 결정한다.
- (2) 항공사진측량에 의한 지형현황측량은 「항공사진측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (3) 무인비행장치측량 또는 지상레이저스캐너(TLS)에 의한 지형측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따라 실시한다.
- (4) 지상측량에 의한 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

3.3.6 지하시설물측량

- (1) 건축부지에 설치된 관로, 케이블 등 모든 지하시설물에 대하여는 시공과정에서 이미 실시하여 검측을 완료한 위치자료 및 속성자료를 그대로 사용하여 지하시설물도를 작성한다.
- (2) 시공 중 실시한 지하시설물측량성과에 대해 사후 공공측량성과심사를 득하기 위해서는 국토지리정보원장에게 사전 승인을 받는다.
- (3) 준공 후 별도로 설치되는 지하시설물에 대하여는 「공공측량 작업규정」의 규정에 따라 측량을 실시하여 성과를 작성한다.

부록 2. 스마트건설측량 작업규정(안)

스마트건설 설계측량 작업규정

[시행 2023. 0. 0.] [국토지리정보원고시 제2023-0000호, 2023. 0. 0., 제정.]

국토지리정보원(기획정책과), 031-210-2777

제1편 총 칙

제1조(목적) 이 규정은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제22조제3항에 따라 도로 및 철도, 하천 및 댐, 단지, 상·하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 지형·지반에 축조되는 각종 시설의 설계측량 수행을 위하여 요구되는 기본적인 측량기준의 제시를 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. 구조화편집 : 자료 간의 지리적 상관관계를 파악하기 위하여 정위치 편집된 지형, 지물을 기하학적 형태로 구성하는 작업
2. 네트워크 RTK 측량 : 3점 이상의 고정점(국토지리정보원에서 운영 중인 상시관측소)에서 관측한 자료를 이용하여 계산한 보정정보와 이동점에 설치한 GNSS 수신기에서 관측한 자료를 이용하여 즉시 기선해석을 실시함으로써 이동점의 위치를 결정하는 측량
3. 답사 : 관측을 실시하기 전에 기지점으로 사용할 국가기준점들에 대한 이상 유무를 판단하기 위한 현장조사
4. 디지털 설계측량 : 무인비행장치, 지상 레이저스캐너, 이동형 레이저스캐너 등을 이용하여 3차원 설계에 필요한 3차원 점군데이터 취득, 정사영상 제작, 수치표면모델 작성, 수치지형모델 작성, 수치표고모델 작성, 중·횡단면도 작성, 공사수량 산정 등을 수행하는 측량
5. 무인비행장치측량 : 무인비행장치로 촬영된 항공사진 등을 이용하여 정사영상, 수치표면모델 및 수치지형도 등을 제작하는 측량
6. 벡터화 : 좌표가 있는 영상 등으로부터 점, 선, 면의 벡터데이터를 추출하는 작업
7. 분야별 설계측량 : 도로 및 철도, 단지, 하천 등 건설을 위한 설계, 시공, 준공 및 시설물 유지관리를 위한 측량
8. 선점 : 국가기준점 설치에 필요한 조건 및 배점밀도를 고려하여 관측계획도를 작성하고 현장에서 관측계획도에 의거하여 국가기준점의 위치를 선정하는 작업
9. 설계기준점측량 : 국가기준점 및 공공기준점에 기초하여 새로운 설계기준점의 위치와 높이 등을 정하는 측량
10. 설계수준점측량 : 국가 수준점을 기반으로 하여 직접수준측량 또는 GNSS 높이측량을 실시하여 설계수준점의 높이를 정하는 측량
11. 설계측량 : 건설공사의 설계에 필요한 측량으로 설계측량의 공통이 되는 기준점측량, 수준점측량, 지형현황측량, 중·횡단측량, 용지경계측량 및 지장물조사 등의 측량
12. 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형·지물을 수치형식으로 측정하여 이를 컴퓨터 등 정보기기에서 수록하는 작업
13. 수치지형모델 : 수치표면자료에서 인공지물 및 식생 등과 같이 표면의 높이가 지면의 높이와

다른 지표 피복물에 해당하는 높이를 소거하여 격자형태로 제작한 지형모형

14. 수치표고모형 : 수치지면자료 또는 불규칙삼각망자료를 이용하여 격자 형태로 제작한 지표 모형
15. 수치표면모델 : 수치표면자료를 이용하여 격자 형태로 제작한 지형모형
16. 시설물 유지관리측량 : 시설물의 유지, 보수, 보완, 확장, 이전 등에 수반되는 측량 및 시설물의 변위량 확인을 위한 측량
17. 세션 : 일정한 관측간격을 두고 동시에 GNSS 측량을 실시하는 단위 작업
18. 용지경계측량 : 건설공사 및 설계구간 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지형에 표시하는 작업으로, 종단도 끝 지점과 횡단도 좌·우 폭의 끝 지점으로부터 설계측량 시행자가 정한 거리를 더한 지점에 용지경계 설정 및 말뚝을 설치하는 측량
19. 용지측량 : 토지 및 경계 등에 대하여 조사하고 용지취득 등에 필요한 자료 및 도면을 작성하는 작업
20. 이동형 레이저스캐너 : 레이저스캐너, 디지털카메라 등 지형지물 측량 센서와 GNSS, INS, 데스크톱 관리 Tool 등 위치 및 자세 측정센서를 차량에 탑재하여 자료를 취득하는 시스템
21. 정사영상 : 항공사진 또는 인공위성 등의 영상정보 등에 대하여 높이차나 기울어짐 등 지형 기록에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고 모든 물체를 수직으로 내려다보았을 때의 모습으로 변환한 영상으로 일정한 규격으로 집성하여 좌표 및 주기 등을 기입한 영상지도
22. 정위치측량 : 모든 구조물이 설계도면과 동일한 위치에 설치될 수 있도록 시공 공정에 맞추어 각 부재의 설치 위치를 현지형에 정확히 표시하는 측량
23. 정위치편집 : 시설물의 측량결과를 표준코드 등을 이용하여 편집하거나, 시설물에 대한 현지조사 결과를 이용하여 기 제작된 도면을 수정·보완하는 작업
24. 종단측량 : 철도, 도로, 수로 등의 노선을 측량할 때 세우는 중심 말뚝의 지반 높이나 중심 구조물의 표고 등을 측량하는 작업
25. 지상 레이저스캐너 : 특정 위치에 기기를 설치하여 전방 단면을 측량하도록 레이저 광을 발사하는 동시에 기기 본체를 회전시킴으로써 주위에 지형·지물까지의 방향과 거리를 관측하여 입체 점군으로 표현하는 장비
26. 지상표본거리 : 각 화소가 나타내는 X, Y 지상거리
27. 지하시설물측량 : 지하시설물을 조사, 탐사하고 위치를 측량(시설물의 위치를 육안으로 확인할 수 있는 상태에서 측량하는 것을 포함)하여 도면 및 수치로 표현하고 데이터베이스로 구축하는 측량
28. 지형현황측량 : 건설공사 및 설계지역의 현황 파악을 위하여 국가기준점, 공공기준점 등을 이용하여 측량 구역 내의 지형지물의 위치를 측정하는 측량
29. 최근린보간 : 새로운 지점 또는 한 지점의 값을 결정하는 데 있어서 주변의 가장 가까운 지점의 값을 사용하는 보간법
30. 토털스테이션측량 : 토털스테이션에 의하여 관련 점 간의 수평각, 연직각 및 거리 등을 측정하는 작업
31. 횡단측량 : 중심 말뚝이 있는 곳에서 중심선과 직각 방향으로 지형의 고저와 기록을 측량하는 작업이며, 곡선인 곳에서는 곡선의 중심 방향과 그 연장선상을 측량하는 작업
32. 3차원 점군데이터 : 지형에 관한 정보의 수평위치, 고도에 따라 연산이 가능한 상태로 표현된 것
33. GNSS : 인공위성에서 송신한 신호를 이용하여 위치를 결정하는 위성측위시스템으로 GPS,

GLONASS, Galileo, Beidou 등이 있음

34. GNSS 높이측량 : 수준원점을 기준으로 표고를 알고 있는 기지점에서 관측한 GNSS 자료와 국토지리정보원에서 제공하는 합성 지오이드 모델을 사용하여 수준점의 표고를 결정하기 위한 측량

35. RTK-GNSS 측량 : RTK-GNSS에 의해 관측점 간 상대위치의 관계를 구해 기지점에 근거한 미지점의 수평위치 및 표고 등을 실시간으로 정하는 측량

제3조(적용범위) ① 이 규정은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법과 건설 분야 3차원 디지털 설계에 관한 기법을 정한 것으로 각종 시설의 조사 및 계획, 설계를 위한 측량과 3차원 설계를 위한 측량에 적용한다.

② 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 법 및 각종 건설공사 관련법, 규정, 시방서, 건설기준 등에 준하여 실시할 수 있다.

제4조(설계측량 계획) ① 공사측량수행자는 측량지역 전반에 대한 현장조사를 실시하여 측량작업에 대한 계획을 수행할 수 있는지를 조사한다. 현장조사는 지형, 지물, 국가기준점, 공공기준점 등의 위치와 배치상태 등을 조사하여야 한다.

② 설계측량 계획서에는 다음 사항을 점검하여 작성하여야 한다.

1. 과업명
2. 측량 기간
3. 측량의 위치 및 수량
4. 공종별 측량방법
5. 참여 측량기술자의 명단 및 기술자격
6. 투입 측량기기의 종류, 수량, 성능 및 성능검사서
7. 측량 세부 일정표
8. 기타 설계측량시행자가 정한 내용

제5조(설계측량의 기준) ① 설계측량의 기준은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 측지계, 표고, 좌표, 기준점 단위, 표시방법을 따른다.

② 측량표식은 「공공측량 작업규정」(국토지리정보원장 고시)에 따라 설치한다.

③ 스마트건설 설계측량은 스마트건설 시행을 위해 요구되는 3차원 측량성과를 작성하는 것을 기준으로 한다.

④ 3차원 측량성과를 취득하기 위해 「공공측량 작업규정」에 근거하여 기준이 되는 기초자료 산출은 GNSS 기반의 3차원 좌표를 결정하는 것을 원칙으로 하며, GNSS를 이용할 수 없는 경우 GNSS와 토털스테이션을 연계하여 산출한 3차원 좌표를 기준으로 한다.

⑤ 제출 성과물은 텍스트 형태의 3차원 좌표성과(경도, 위도, 타원체고, X, Y, Z 등), 현황선을 연결한 간단한 도면(dwg, dxf, shp 등), 후처리를 위한 위성데이터(T02, RINEX 등)로 한다.

⑥ 3차원 측량성과는 3차원 점군데이터, 3차원 지형데이터(DEM, DSM, DTM 등)로 작성하여야 한다.

1. 3차원 점군데이터는 *.las, *.shp 등의 형식으로 하여야 한다.

2. 3차원 지형데이터는 *.dxf, *.dwg, *.shp 등의 형식을 기준으로 작성하여야 한다.

⑦ 3차원 측량성과를 3차원 객체로 변환처리를 실시한다.

1. 3차원 객체는 CityGML 등 3차원 지형정보를 표현할 수 있는 데이터형식을 기준으로 한다.

⑧ 변환된 3차원 객체를 스마트건설 설계가 가능한 3차원 지형 모델로 변환함을 기준으로 한다. 이

때, 3차원 설계가 가능한 3차원 지형모델은 LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터 형식을 기준으로 한다.

제6조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치 데이터를 취득한다.

② 영상데이터를 이용한 설계측량에는 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형 현황 측량에 활용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 설계측량은 항공 레이저 측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너 측량, 이동형 레이저스캐너 측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

④ 초음파데이터를 이용한 설계측량은 음향측심기를 이용한 수심측량을 실시하여 수저부 지형도 작성 등에 활용한다.

⑤ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑥ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

제7조(설계측량의 품질관리) ① 설계측량은 「공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 측량기술자가 수행하여야 한다.

② 설계측량은 국가기준점 및 공공기준점을 기준으로 측량을 실시하여야 하며 「공공측량 작업규정」에 준하여 실시한다.

③ 설계측량 전에 사용할 측량장비를 선정하고, 성능검사를 필한 측량장비인지 확인하여야 한다.

④ 3차원 지형모델의 품질검사는 지상기준점 및 검사점을 선정하고 직접 측량한 성과와 비교하여 오차검사를 실시하여야 하며, 품질검사 결과에 따라 지형모델의 사용 여부를 결정한다.

⑤ 설계측량은 각 공정별로 작업을 완료한 때에는 위치, 표고, 치수의 정확도를 확인하여 기록하여야 한다.

⑥ 측량의 정확도를 확보하기 위하여 정확도를 관리하며, 그 결과를 정확도 관리표로 작성한다.

⑦ 설계측량성과 및 설계측량보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델 구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술 검토의견서를 첨부하여야 한다.

⑧ 설계측량의 기준을 토대로 측량을 수행하여 품질관리를 통한 검증을 실시하고 설계측량 결과보고서를 제출한다.

⑨ 설계측량성과품은 지형현황, 설계기준점 및 수준점측량, 중심선측량, 종·횡단측량 수치데이터, 항공사진측량 성과품, 무인비행장치측량 성과품, 지상현황측량 성과품, 용지측량 성과품, 지장물조사측량 성과품, 지하시설물측량 성과품, 설계측량 보고서, 3차원 정밀데이터 등으로 작성한다.

⑩ 측량 성과품 내 국가안보를 해칠 우려가 있는 사항의 보안 처리에 관하여는 「국가공간정보 기본법」 및 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」을 준수하여야 한다.

제8조(설계측량 장비 및 부자재) ① 측량 장비는 “공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률”에 따라 성능검사를 필한 측량장비를 사용하여야 한다. 단, 신기술 장비를 사용할 경우에는 설계측량시행자와 협의하여 결정할 수 있다.

② 설계측량 장비 및 부자재의 제원은 다음 표와 같다.

| 구분 | | 측량장비의 제원 | 비고 |
|----------------|-----------|--|-------------|
| 1. 기준점측량 | 1급, 2급 | ① 정지측량용 : GNSS (1, 2급) ② GNSS기선해석 소프트웨어 | |
| | 3급, 4급 | ① 신속정지측량용 : GNSS (1급) ② GNSS기선해석 소프트웨어 ③ RTK-GNSS (1급) ④ 네트워크 RTK (1급) ⑤ 토털스테이션 (1급) | |
| 2. 수준측량 | | ① 레벨 (2급 이상) | |
| 3. 3차원 지형측량 | | ① 토털스테이션 (2급 이상) ② GNSS 또는 네트워크 RTK ④ 무인비행장치측량장비 ⑤ 항공사진측량장비 ⑥ 지상·이동형·항공 레이저스캐너 | |
| 4. 수심측량 | | ① 음향측심기(echo sounder)장비 | |
| 5. 중심선, 중·횡단측량 | | ① 네트워크 RTK 또는 토털스테이션, 자동레벨 또는 전자레벨(2급 이상) | 확인, 검사측량 장비 |
| 6. 전산장비 | | ① 컴퓨터 및 주변기기(프린터, 플로터, 복사기) ② 엑셀, Auto Cad 등 소프트웨어 ③ 영상정합 및 3차원 점군밀도(point-cloud)생성 소프트웨어 | |
| 7. 부자재 | | ① 토털스테이션 반사경 ② 스태프(staff) 또는 인바 스태프(invar staff) ③ 폴 및 스틸테이프 ④ 측량표지(황동표지, 말뚝, 깃발 등) | |

제2편 도로 및 철도 설계측량

제1장 일반사항

제9조(목적) 이 규정은 마트건설에 따른 도로 및 철도의 노반 및 지반에 축조되는 각종 구조물의 기초계획과 가설 흙막이구조물, 옹벽, 지하구조물, 터널 등 시설의 3차원 설계에 따른 측량 데이터 및 도면을 얻기 위하여 실시하는 설계측량 기준을 제시함을 목적으로 한다.

제10조(적용범위) 도로 및 철도 설계측량의 적용범위는 도로 및 철도 설계측량과 관련된 조사 및 계획, 설계측량에 적용한다.

제2장 도로 및 철도 설계측량 방법

제11조(도로 및 철도 작업계획) ① 설계측량 착수 전 도로 및 철도 측량 계획노선에 대해 조사팀을 구성, 선정된 모든 노선에 대한 현지답사 및 조사를 통하여 최적의 측량계획을 수립한 후 측량에

착수하여야 한다.

② 측량기준 및 표시는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 세계측지계, 측량의 원점과 수치, 평면직각좌표의 기준은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른다. 다만, 철도측량의 표고는 국토지리정보원이 고시한 표고에 100m를 더하여 기준 표고로 한다.
2. 철도선로의 곡선은 반지름으로 표시하며, 기울기는 ‰(천분율)로 표시한다.
- ③ 도로 및 철도 설계측량은 공종별로 과업명, 목적, 위치 및 수량, 소요기간, 투입인원 및 장비, 사용할 측량성과의 종류 및 내용 등 포함한 측량작업계획서를 작성·검토하여야 한다.
- ④ 도로 및 철도 설계측량 세부계획 수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며, 도로 및 철도 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.
- ⑤ 도로 및 철도 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제12조(도로 및 철도 설계 기준점측량) ① 국가기준점 및 기존 설계기준점을 기준하여 GNSS 측량 및 수준측량을 실시한다. 다만, 이 기준에 규정되지 않은 사항은 「공공측량 작업규정」에 따른다.

② 설계기준점은 지반이 견고하고 시계가 양호하며 GNSS 전파수신 장애가 없는 지점에 선점해야 한다.

③ 설계기준점은 예정노선을 따라 약 500m 간격으로 2점 이상 배치함을 원칙으로 하며, 도로 및 철도 노선의 시작과 끝부분에 각각 2점 이상의 평면기준점을 설치하여야 한다. 산악지, 도심지 등 일정 간격으로 설치할 수 없는 경우에는 기준점 설치 간격을 조정할 수 있다.

④ 설계기준점의 위치결정은 반드시 4점 이상의 국가삼각점을 사용하여 GNSS 측량, 삼각측량, 삼변측량, 트래버스측량 방법으로 실시한다. 단, 트래버스측량 방법을 사용할 경우에는 반드시 한 개의 기선에서 출발하여 다른 기선에 결합하는 결합트래버스 방법을 사용한다.

⑤ GNSS에 의한 설계기준점 측량 시 다음 각 호를 고려하여 실시하여야 한다.

1. 국가기준점 중 위성기준점, 통합기준점, 삼각점, 공공수준점과 설계기준점으로 구성하는데 세션 간 중복점이 2점 이상 되도록 GNSS 관측망을 구성해야 한다.
2. 표고기준으로 사용될 설계기준점은 약 2km마다 1점 이상 배치하여야 하며, GNSS 관측은 세션 모두 정지측위 방법 등으로 실시한다.
3. GNSS 관측은 정상 운영 중이며 고도각 15° 이상인 GNSS 위성신호를 동시에 4개 이상 수신해야 하고 세션당 2시간 이상 연속되어야 하며, 데이터 취득 간격은 30초로 한다.
4. GNSS 관측 데이터에 대한 점검 및 평균 계산을 실시하여 경위도, 평면직각좌표 등 설계기준점의 성과를 결정한다.
5. 기선해석은 국가기준점을 고정된 고정해법으로 관측도에 표시된 모든 기선벡터를 산출한다.
6. 평균계산은 위성기준점, 통합기준점, 삼각점의 평면위치와 공공수준점과 공공기준점의 표고를 고정하여 실시한다.

7. 설계기준점 평면위치측량 성과품은 관측데이터 파일, 관측기록부, 각종 계산부, 성과표, 점의조서, 정확도관리표, 기준점망도 등이 포함된 설계측량보고서를 작성하여야 한다.

제13조(도로 및 철도 설계 수준점측량) ① 설계수준점 표고는 1등·2등 수준점과 철도기준점을 연결하는 수준노선을 선정하여 직접수준측량을 실시하여 결정한다. 다만, 기존선형과 연결할 때에는 기존선형 계획고와의 관계를 명확하게 한다.

② 직접수준측량이 불가능한 하천, 바다 등의 수준노선은 도하(해)수준측량으로 연결한다.

③ 설계기준점의 표고는 1등·2등 수준점을 고정된 수준망 조정에 의하여 결정한다. 이때 관측값의 경중률은 노선거리의 역수로 한다.

④ 설계기준점 표고측량 성과품은 관측망도(1:50,000~1:25,000), 관측기록부, 수준측량계산부, 점의조서, 보고서를 포함하여야 한다.

⑤ 현장 내 표고 기준점은 노선의 시작과 끝을 포함한 약 500 m 간격으로 설치하여야 한다.

⑥ 도로 및 철도 설계 등 노선측량의 경우, 다수의 공구로 분할되어 설계가 실시되는 경우, 공구간 경계지점에서의 표고 불일치를 방지하기 위하여 인접공구 구간에 위치한 설계기준점과도 연결측량을 실시한다.

제14조(도로 및 철도 임시기준점 측량) ① 도로 및 철도 실시설계를 위한 임시기준점, 현황측량, 중심선측량, 종단측량, 횡단측량, 기타측량으로 구분하여 시행한다.

② 세부측량의 실측을 원활히 수행하기 위하여 설계기준점 사이에 임시기준점을 설치할 수 있다. 임시기준점측량은 설계기준점을 기준으로 한다.

③ 임시기준점의 설치위치 및 측량성과표, 점의조서 등은 설계측량시행자의 승인을 받은 후 사용하여야 한다.

④ 임시기준점은 3개월 이상 장기간 사용할 수 없다. 다만, 재확인 측량을 시행하여 성과에 이상이 없을 경우 설계측량시행자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

⑤ 임시기준점의 평면위치는 결합트래버스측량 또는 GNSS 측량에 의해 결정하고, 표고는 수준측량으로 결정한다.

⑥ 트래버스측량은 한 점의 기지점이 포함된 기선을 출발하여 다른 기지점이 포함된 기선을 결합하는 결합트래버스 방법으로 실시한다.

⑦ 임시기준점의 측점 간 거리는 100 m 이상 300 m 이내로 하며 트래버스망에서 관측변수는 8변 이내로 한다. 다만, 터널구간은 예외로 한다.

⑧ 결합트래버스 조정망에 의한 좌표계산 시 기선방향에 대한 결합오차는 각 측점에 등분하여 배분하며, 기지점 간 좌표의 결합오차는 각 측선의 거리 합에 대한 각 측선의 관측거리 크기에 따라 배분한다.

⑨ GNSS 측량의 관측망은 철도기준점과 중간점을 연결하는 다각망을 구성한다.

⑩ GNSS 관측은 세션당, 1시간 이상 연속으로 관측해야 하며, 데이터 취득간격은 30초 이상으로 하여야 한다.

제15조(도로 및 철도 임시수준점 측량) ① 임시수준점 측량은 왕복 관측을 해야 하고 최대시준거리

는 70 m 이내로 하며, 표척의 읽음은 1 mm 단위로 한다.

② 임시수준점 설치측량의 방법은 다음 각 호와 같다.

1. 종·횡단 측량을 할 때 필요한 임시수준점을 현장에 설치하고 기설치된 설계기준점으로부터 측량하여 임시수준점의 표고를 결정하여 사용할 수 있다. 다만, 하천표석이 있는 경우에는 이를 임시수준점으로 사용할 수 있다. 이때 하천표석 성과는 설계기준점으로부터 측량을 통하여 확인하여야 한다.
2. 임시수준점의 설치측량은 평지에서는 1~3급 수준측량, 산지에서는 1~4급 수준측량으로 하며 “공공측량 작업규정”의 정확도에 준하여 실시한다.

③ 임시기준점 설치 시 재질 및 규격은 다음 표와 같이 설치한다.

| 구 분 | 재 질 | 색 | 크기 (mm) |
|--------------|------------|----|-------------|
| B.C 및 E.C 말뚝 | 목재 또는 플라스틱 | 청색 | 60×60×600 |
| I.P 말뚝 | " | 청색 | 60×60×600 |
| 중심 말뚝 | " | 적색 | 45×45×450 |
| 임시수준점 말뚝 | 경암 | 백색 | 100×100×600 |
| 보조기준점 말뚝 | 목재 또는 플라스틱 | 백색 | 60×60×600 |

제16조(도로 및 철도 지형현황 측량) ① 지형현황측량은 토털스테이션, RTK-GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공레이저측량, 유·무인비행장치 등을 이용하며, 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.

② 3차원 영상데이터를 이용한 지형현황측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량을 실시하여 취득한 3차원 영상데이터를 적용하여야 한다.

③ 무인비행장치 및 토털스테이션 등에 의해 지형현황측량을 실시할 경우에는 항공사진측량에 의한 지형도 제작과 동등 또는 그 이상의 정확도가 확보되어야 한다.

④ 도로 및 철도 노선이 산악지형인 경우에는 터널 및 교량의 시·종점부는 무인비행장치측량으로, 토공사구간은 지상측량방법으로 보완측량을 실시하거나 항공레이저측량 등을 실시하여 수목에 의한 표고오차를 보정한다.

⑤ 설계 평면기준점을 기준으로 노선(선로)중심선 좌우방향 200 ~ 500 m 폭 내부의 지형 및 지장물과 1 m 간격의 등고선을 측정하여 수치 지형현황도를 작성하여야 한다.

⑥ 지형현황도면의 축척은 1:1,000으로 실시하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 터널, 교량 등 주요 설계의 축척변경이 필요하다고 인정하는 경우에는 축척을 1:500으로 할 수 있다.

⑦ 3차원 지형모델 구축을 위하여는 3차원 점군데이터를 이용하여 LandXML, CSV, GIS 파일 등으로 작성하여 BIM 도로 및 철도 설계모델에 적용한다.

⑧ 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」, 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」, 「무인비행장치측량 작업규정」 등에 따라 실시하여야 한다.

제16조(도로 및 철도 용지측량) ① 실시설계에 근거하여 노선 및 선로중심선 등에서 도로직각 방향의 용지경계지점에 용지경계표지를 설치하는 측량과 실시설계의 과업지역에 편입되어 손실보상의

대상이 되는 토지에 대해 손실보상을 위한 도면 및 세목조서 작성을 위한 측량을 수행한다.

② 용지경계측량은 중심점 등으로부터 중심선에 대하여 직각 방향의 용지경계 말뚝점 좌표값을 계산하여 1~4급 기준점, 주요점, 중심점 등으로부터 방사법 등으로 용지경계말뚝을 설치한다.

③ 용지경계지점은 설계기준점과 노선 및 선로 중심선을 기준으로 하여 토털스테이션 또는 GNSS를 사용하여 측량한다.

④ 용지경계 표주 설치기준으로 평지구간은 200 m 내외, 곡선구간은 40~50 m 내외, 산지부 및 경계의 변화가 심한 곳에서는 거리와 관계없이 극점에 설치하여 도로 및 철도 용지와 부속시설물의 용지경계가 명확하도록 하여야 한다.

⑤ 용지경계 표주는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 식별이 용이하도록 설치하여야 하며, 각 표주마다 식별이 용이하도록 별도의 적색 깃발을 설치하여야 한다.

⑥ 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 따라 페인트 또는 스프레이로 경계 구분 표시를 하여야 한다.

⑦ 용지경계 표주는 기작성된 용지도 상에 설치 위치를 표시하고 확인을 한 후 다음 표와 같은 표준규격으로 설치하여야 한다.

| 재질 | 길이 | 폭(1변) | 지표상 | 지하 | 바탕색 | 글씨(마크) |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 수지 | 0.75 m | 0.10 m | 0.25 m | 0.50 m | 흑색 | 백색(음각) |
| 콘크리트 | 0.75 m | 0.10 m | 0.25 m | 0.50 m | 콘크리트색 | 백색(음각) |

⑧ 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우 용지경계 측량성과와 부합되게 용지도 및 조서를 보완하여 제출하여야 한다.

⑨ 용지도 작성은 다음 각 호를 준수하여 실시한다.

1. 용지도는 해당지자체의 협조를 받아 취득한 연속지적도를 기반으로 작성한다.
2. 용지도는 1:1,000으로 작성한다. 또한, 세목조서상 영구편입, 구분지상권 해당 필지 및 임대사용 대상의 토지도 상세히 조사하여 사업실시계획 승인 시 반영해야 한다.
3. 지적도와 용지도를 참조하여 등기부등본 및 토지대장(임야대장)을 해당 법원 및 시, 군, 구에서 발부받아 지적공부조사를 실시하고, 이를 기초로 토지에 대한 면적, 지목 등과 권리관계인 소유자 및 관계인을 조사한다.

제17조(도로 및 철도 지장물조사 및 지하시설물 측량) ① 지장물조사 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 등에 따른 손실보상에 필요한 현황조서를 작성한다.
2. 도로 및 철도건설용지는 좌·우 경계선으로부터 충분한 범위 내의 지형, 경계, 형질변경상태, 건물, 분묘, 관정, 전주를 비롯한 제반 물건을 실측, 조사하여야 한다.
3. 지장물측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩을 작성 제출하여야 한다.

② 지하시설물의 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 설계구역 내의 지하시설물에 대하여는 설계 전에 “공공측량 작업규정”에 따라 지하시설물도를 작성하여야 한다.
2. 지하시설물 주변의 굴착이나 지하시설물의 이설, 변경 등의 행위를 할 때는 관련법의 규정에 따라 해당 지하시설물 관리기관의 협의나 승인을 받아야 한다.
3. 실측된 지하시설물 현황은 “공공측량 작업규정”에 따라 수치화된 지하시설물도를 작성하여 납품하여야 하며 실측이 이루어지지 않은 지하시설물에 대하여는 탐사 방법에 의한 지하시설물도를 작성하여야 한다.
4. 지하시설물도는 국가지리정보체계와 연계되어야 한다.

제3장 도로설계측량 방법

제18조(선형결정) ① 도로설계를 위해서 다음 각 호와 같이 노선답사를 수행해야 한다.

1. 노선측량을 실시하기 전에 예정노선을 따라 현장답사를 실시한다.
2. 현장답사에서 측량을 효율적으로 수행하기 위하여 지형, 지물의 상태를 파악하고 필요한 자료를 수집하며 얻어진 자료 등을 기초로 하여 세부측량계획을 수립한다.
3. 답사로 얻어진 자료 등을 기초로 세부측량의 실시계획을 수립하여야 한다. 필요한 경우 측량의 작업계획을 수정할 수 있다.

② 다음 각 호와 같이 노선선점을 실시한다.

1. 측량의 능률, 정확도의 확보, 측표의 유지관리 등의 문제점을 고려하여 측량구역의 지형, 지물에 알맞은 적절한 위치에 측점을 선점한다.
2. 측점은 지반이 견고하고, 측각과 측거에 편리하며 교통과 자연재해 등의 장애를 받지 않는 지점을 선점한다.
3. 측점 간의 거리는 가급적 균등하게 배치하고 측점 상호 간에는 시준이 잘되어야 한다.

제19조(중심선측량) ① 중심선측량은 실시설계 중심선형에 따라 주요점 및 중심점을 현지형에 설치하는 측량이며, 이때 측점번호가 기록된 중심선 측점을 현장에 견고하게 설치하여야 한다. 또한, 구조물, 포장 등의 측점 설치가 불가능한 지역은 페인트로 표시한다.

② 측점 간격은 20m로 하고 지형상 종·횡단 변화가 있는 지점, 구조물 설치점, 곡선의 시·종점 또는 완화곡선의 시·종점 등의 시공상 중요한 지점에는 중간 측점을 설치하여야 한다. 다만, 하천 및 해안의 중심선측량 등에서는 측점 간격을 조정할 수 있다.

③ 중심선측량을 RTK-GNSS측량으로 수행할 때에는 기준국과 이동국 간의 거리를 500m 이내로 하며, 측량 착수 전과 종료 후에 현장 주변의 설계기준점 또는 중간점을 검측하여 그 위치의 정확도를 확인하여야 한다.

④ 중심선측량이란 주요점 및 중심점을 현장에 설치하고 선형지형도를 작성하는 작업을 말하며, 중심점 간격은 다음 표를 표준으로 한다.

| 종 별 | | 간 격 |
|-----|------|---------------|
| 도 로 | 계획조사 | 100 m 또는 50 m |
| | 실시설계 | 20 m |

⑤ 중심선형 평면도에는 지형현황도에 주요점 및 중심점의 좌표를 전개하여 작성한다.

⑥ 주요점에는 주요점 말뚝, 중심점에는 중심점 말뚝을 설치하며, 점의 조서 작성 및 명칭을 기입하고 인조점 말뚝을 설치한 경우 인조점도를 작성한다.

제20조(종단측량) ① 종단측량은 중심선에 설치된 측점 및 변화점 또는 중요점에 설치한 중심측점, 추가 측점, 보조측점을 기준으로 하여 중심선의 지반고를 결정한다.

② 종단측량은 지형 및 기타 주변 여건에 따라 직접수준측량에 의하여 실시한다. 단, 부득이한 경우 간접수준측량을 실시할 수 있다.

③ 관측점이 임시수준점에서 출발할 경우에는 다른 임시수준점 또는 설계기준점에 결합하며, 성과의 신뢰성이 확보되어야 한다.

④ 종단 변화점 및 주요한 구조물의 위치는 중심점으로부터 거리를 측정하여 정한다.

⑤ 종단 변화점에는 종단 변화점 말뚝을 설치한다. 이때 말뚝 설치가 불가능한 지점은 페인트 또는 철물재료로 표시할 수 있다.

⑥ 노선측량의 종단면도는 종단측량의 결과에 따라 작성하며, 가로축의 축척은 선형지형도의 축척과 동일, 높이의 축척은 선형지형도의 축척의 5~10배를 표준으로 한다.

⑦ 교량가설 지점의 전·후 20 m 구간은 매 5m마다, 교량구간은 교각 설치지점마다 횡단측량을 실시하여야 한다.

제20조(횡단측량) ① 횡단측량 시 좌·우 횡단측량 범위는 용지 경계 이상이 되도록 하여야 한다.

② 횡단측량은 중심선형을 기준으로 직각 방향의 측량하되 좌·우로 지반고가 변하는 지점의 고저 또는 표고와 거리를 측정한다.

③ 횡단측량의 지반고 측량은 지형 여건에 따라 직접수준측량 또는 간접수준측량에 의해 결정한다. 다만, 하천 및 해안에서 횡단측량을 실시할 경우에는 수심측량을 이용하는 점고법 측량방법을 선택할 수도 있다.

④ 수심측량은 음향측심기의 사용을 원칙으로 하고 장애물이나 측량선의 진입이 곤란한 곳에서는 육상수준측량, 연추 측량 등으로 실시할 수 있다.

⑤ 수심측량 측심간격은 노선선형과 최대한 일치하도록 본선구간은 100 m 간격, 준설구간은 200 m 간격으로 수행하여, 전역의 수심 자료를 취득하고, 수심측량의 목적과 중요도, 해(하)저의 기복 및 종류 등 현장 여건에 따라 설계측량시행자와 사전 협의하여 측심 간격을 변경할 수 있다.

⑥ 횡단측량 결과로 횡단 도면 작성 시 축척, 도면규격, 작성방법 등은 사전에 협의하여 결정하여야 한다.

⑦ 횡단측량 시 지하시설물을 포함한 지상구조물은 재질, 형태, 명칭, 용도와 지하시설물의 경우 지하시설물 탐사장비 등에 의해 측정된 지하심도, 위치를 별도로 기록하여야 한다.

⑧ 설계에 필요한 횡단구조물측량은 수로 또는 도로 방향과 일치시키기 위하여 횡단구조물 설치

예정 지점의 유·출입구에 대한 현장 확인측량을 실시하여야 한다.

⑨ 설계에 필요한 횡단측량의 범위는 토공 경계선에서 최소한 좌·우 50m 이상으로 한다. 다만, 배수처리 계획수립을 위해서는 배수종말지점까지 배수 가능 여부를 확인하여야 한다.

⑩ 수치표면자료, 수치표고모형, 3차원 수치지형도 등을 이용하여 횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 종·횡단측량을 생략할 수 있다.

제4장 철도설계측량 방법

제21조(답사 및 예측) ① 철도설계를 위해서 다음 각 호와 같이 답사를 실시한다.

1. 국가기본도 또는 지방자치단체·공공기관 등이 제작한 지형도상에 계획한 선로의 시점, 종점, 통과지, 거리 및 최대 기울기, 곡선최소반지름, 주요 구조물 위치를 비롯한 제반 조건을 현장과 대조하여 철도분야 전자도면작성표준에 따라 선로평면도 및 선로종단면도를 작성한다.
2. 간단한 지형측량이 필요할 때는 줄자, 휴대용 레이저 거리측량기, 핸드레벨, 경사계, 나침반, 기타 필요 장비를 사용할 수 있다.

② 답사 성과를 기반으로 다음 각 호와 같이 예측을 실시한다.

1. 기본계획 또는 기본설계 단계에서 시행하며, 답사에서 선정한 노선을 따라 평면측량, 수준측량, 현황측량 등을 실시하여 선로중심선, 시공기면, 정거장, 신호소 및 기타 필요시설을 개략적으로 계획하고, 계획선로의 기능과 성능에 적합한 최적노선을 선정하는 근거자료를 작성한다.
2. 평면위치측량은 예비선로 주위에 매설된 국가기준점, 철도기준점, 공공삼각점을 기준으로 다음 각 목과 같이 수행해야 한다.
 - 가. 중심선의 측점간격은 40m 이하로 한다. 다만, 산지 등의 경사지역 또는 곡선부 기타 예측에 필요한 지점은 20m 이하로 한다.
 - 나. 예측지점은 말뚝, 페인트 등으로 표시하며, 교점(IP) 및 기타 필요하다고 인정되는 지점에는 본 말뚝을 사용한다.
3. 중심선 및 주요 지점의 표고는 1등·2등 수준점, 철도기준점, 공공수준점을 기준으로 직접수준측량으로 측정한다. 다만, 급경사지역, 산악지역과 같이 직접수준측량이 어려운 지역에서는 토털스테이션, GNSS 등에 의한 간접수준측량을 할 수 있다.
4. 교량, 터널 등의 주요 시설물 설치위치를 예측·결정하는 기초자료로 활용하기 위하여 중심선에서 좌우 약 600m 범위의 지형 및 지하·지상물 조사 측량을 실시해야 한다.
5. 현장조사, 예측 등의 작업이 완료되면 철도 분야 전자도면 작성표준에 따라 선로평면도(1:5,000), 선로종단면도(가로 1:5,000, 세로 1:1,000), 선로일람도, 보고서를 작성한다.

제22조(실측) ① 실시설계를 위한 현황측량, 중심선측량, 종단측량, 횡단측량, 기타측량으로 구분하여 시행한다

② 실측을 원활히 수행하기 위하여 철도기준점 사이에 중간점을 설치할 수 있다. 중간점측량은 철도기준점을 기준하며, 그 방법 및 정확도는 다음 각 호와 같다.

1. 중간점의 평면위치는 결합트래버스측량 또는 GNSS측량에 의해 결정하고, 표고는 수준측량에 결정한다.

2. GNSS측량은 다음 각 목과 같이 실시한다.

가. 관측망은 철도기준점과 중간점을 연결하는 다각망을 구성한다.

나. 세션당, 1시간 이상 연속관측해야 하며, 데이터 취득간격은 30초로 한다.

다. 철도기준점을 고정점으로 하여 평균계산을 한다.

3. 수준측량은 다음 각 목과 같이 실시한다.

가. 왕복 관측을 해야 하고 최대 시준거리는 70 m 이내로 하며, 표척의 읽음은 1 mm 단위로 한다.

나. 왕복차, 기지점 간 결함오차, 환폐합차의 허용범위를 초과하는 경우 재측해야 한다.

4. 중간점에는 규격품의 플라스틱 말뚝, 목재말뚝 또는 금속제 표지를 견고하게 설치하고, 점의조서를 작성해야 한다.

제23조(현황측량) 현황측량은 다음 각 호의 사항을 준수하여 실시한다.

1. 철도기준점을 기준으로 선로중심선 좌우 200 m 폭 내부의 지형 및 지장물과 1 m 간격의 등고선을 측정하여 수치현황도를 작성한다. 다만, 임시선 시설을 필요로 하는 장소에는 측정범위를 확대해야 한다.

2. 현황측량을 항공사진측량에 의해 수행할 때에는 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」에 따라야 한다.

3. 소규모지역 또는 항공사진측량이 불가능한 지역에서 토털스테이션 등에 의한 현황측량을 실시할 경우에는 항공사진측량에 의한 지형도제작과 동등 또는 그 이상의 정확도가 확보되어야 한다.

4. 현황측량을 네트워크 RTK측량으로 수행할 경우에는 「공공측량 작업규정」에 따라야 한다.

제24조(중심선측량) 중심선측량은 다음 각 호의 사항을 준수하여 실시한다.

1. 철도기준점 또는 중간점을 기준점으로 한다.

2. 선로의 교점, 곡선 시·종점, 완화곡선 시·종점, 구조물 설치지점의 표지는 견고하게 설치해야 하며, 망설·훼손·변위를 대비하여 인조점을 설치한다.

3. 중심점 설치간격은 20 m로 한다. 단, 지형상 중·횡단 변화가 심한 지점, 기타 주요 지점에는 중간점을 설치해야 하며, 하천, 해안, 도심지 등과 같은 장애물이 많은 지역에서는 사전 공사감독자의 승인을 얻어 중심점 설치간격을 20 m 이상으로 할 수 있다.

4. 중심선측량을 RTK-GNSS측량으로 수행할 때에는 기준국과 이동국간의 거리를 500 m 이내로 하며, 측량 착수 전과 종료 후에 현장주변의 철도기준점 또는 중간점을 검측하여 그 위치정확도를 확인해야 한다.

5. 점검측량은 인접하는 중심점간의 설계도서상 거리와 현장 측정값과의 교차를 구하며, 교차의 허용범위는 중심점간의 설계도서상 거리를 S라 할 때, 평지에서 S/3,000, 산지에서 S/2,000이다.

제25조(종단측량) 종단측량은 다음 각 호의 사항을 준수하여 실시한다.

1. 철도기준점 또는 중간점으로부터 폐합 또는 결함수준측량 방식으로 실시해야 하며, 직접수준측량 시준거리는 70 m 이내로 하고 표척은 1 mm 단위까지 읽는다.

2. 지형 및 기타 주변여건 상 직접수준측량이 불가능한 산림지, 도심지 등에서는 GNSS 및 토털스

테이션 등에 의한 간접수준측량을 할 수 있다.

3. 선로중심선이 하천, 저수지 및 홍수 시 범람지구를 경유할 경우에는 평수위와 과거 최대홍수위 및 발생연월일을 조사해야 하고, 해안에 근접할 경우에는 약최고고조면 및 평균해면을 조사해야 한다.

제26조(횡단측량) 횡단측량은 다음 각 호의 사항을 준수하여 실시한다.

1. 중심점을 기준으로 중심선의 직각방향 좌·우 횡단에서 지반고가 변하는 지점의 표고차와 거리를 측정한다. 표고차는 직접수준측량 또는 토털스테이션에 의한 간접수준측량으로 측정하며, 거리는 거리측량기 또는 줄자 등을 사용한다. 또한 하천 및 해안에서의 횡단측량이 필요한 경우에는 수심측량방법에 의하여 실시한다.
 2. 횡단측량의 폭은 중심점으로부터 좌우 50 m 이상으로 하나, 설계조건과 작업지역의 지형여건에 따라 결정한다.
 3. 횡단측량 시 지하시설물을 포함한 지상구조물은 재질, 형태, 명칭, 용도와 지하시설물의 경우 지하시설물탐사장비 등에 의해 측정된 지하심도, 위치를 별도로 기록해야 한다.
- ② 실측이 완료되면 철도분야 전자도면작성표준에 따라 선로평면도(1:1,000), 선로종단면도(가로 1:1,000, 세로 1:400), 선로횡단면도(1:100), 정거장 평면도(1:1,000)를 작성한다. 다만, 측척을 변경할 때에는 사전에 승인을 얻어야 한다.
- ③ 기준점, 중심선 및 종·횡단측량 결과를 항공사진측량 등에 따라 작성된 현황도에 투영하여 성과품을 상호 비교·검수해야 하며, 허용정확도에 미치지 못하는 성과품에 대하여는 보완 또는 재측량을 하여야 한다.

제5장 도로 및 철도설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제27조(3차원 디지털 설계측량) ① 도로설계를 위한 수치지형모델 구축은 3차원 점군데이터를 이용하여 수치표고모형을 작성하고 BIM 설계모델링을 중첩하여 노선의 최적 선형을 검토한다.

- ② 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.
- ③ 영상데이터를 이용한 도로 및 철도 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.
- ④ 레이저데이터를 이용한 도로 및 철도 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.
- ⑤ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.
- ⑥ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

제6장 도로 및 철도 설계측량 품질관리

제28조(품질관리) ① 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하

여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|---------------------------|-----------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, 각 성분의 폐합차 | $25 \text{ mm } \sqrt{N}$ | N: 기선(변)수 |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, 각 성분의 교차 | 25 mm | |

② 임시기준점측량 시 결함트레버스망 계산의 방향각의 결함차는 $5'' + 7'' \sqrt{n}$ (n: 측각수) 이내로 하며, 평면 위치 결함비의 정확도는 1:50,000 이하이며 허용오차 규정은 “공공측량 작업규정”에 준한다.

③ 중심선측량 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구분 | 거리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|----|-----|---------|---------|------------------|
| | 평 지 | 0.01 m | S/2,000 | S는 점간 거리의 계산값 |
| | 산 지 | 0.02 m | S/1,000 | |

④ 횡단측량에서 중심점과 끝점의 거리 및 표고의 측정값과 점검 측정값의 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구 분 | 거 리 | 표 고 | 비 고 |
|-----|-------|---|-----------------------------------|
| 평 지 | L/500 | $0.02 \text{ m} + 5 \text{ m } \sqrt{L/100}$ | L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝 간의 측정거리(m 단위) |
| 산 지 | L/300 | $0.05 \text{ m} + 15 \text{ m } \sqrt{L/100}$ | |

⑤ 설계기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검 사항 | 허용 범위 | 비고 |
|------|-----------|---------------------------|--------------|
| 수준노선 | 왕복차 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ | S: 편도거리 (km) |
| | 기지점간 결함오차 | $15 \text{ mm } \sqrt{S}$ | |
| 수준환 | 환폐합차 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ | |

⑥ 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 다음 표를 기준으로 정하여야 한다.

| 10,000 m ² 당 배점 밀도 | | | |
|-------------------------------|----|-----|----|
| 측척 | 지역 | 시가지 | 산지 |
| 1:250 | | 7점 | 6점 |
| 1:500 | | 6점 | 5점 |
| 1:1,000 | | 5점 | 4점 |

⑦ 지형도의 정확도 표준은 다음 표와 같다.

| 측척 | 평면위치의 표준편차 | 표고점의 표준편차 |
|--------|------------|-----------|
| 250 | 0.12 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 500 | 0.25 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 1,000 | 0.70 m 이내 | 0.33 m 이내 |
| 2,500 | 1.75 m 이내 | 0.66 m 이내 |
| 5,000 | 3.50 m 이내 | 1.66 m 이내 |
| 10,000 | 7.00 m 이내 | 3.33 m 이내 |

⑧ 지상측량방법에 의한 지형지물의 평면 위치 및 표고의 정확도는 모두 ± 0.10 m이다. 다만, 공사 구역 내일지라도 실제 공사가 이루어지지 아니하는 보존녹지지역 등에 대하여는 이 정확도 규정을 적용하지 않는다.

⑨ 용지 폭 점간의 측량은 용지 폭 점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 것에 의해 실시하며, 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구 분 \ 거 리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|-----------|---------|---------|--------------|
| 시가지 | 0.05 m | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 0.05 m | S/1,000 | |
| 산 지 | 0.10 m | S/200 | |

제7장 도로 및 철도 설계측량 성과품

제29조(성과품) 도로 및 철도 설계측량의 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 도로 및 철도 설계측량 보고서
2. 항공사진측량 성과품
3. 무인비행장치측량 성과품
4. 지상현황측량 성과품
5. 용지측량 성과품
6. 지장물조사 측량의 성과품
7. 지하시설물측량 성과품
8. 기타 조사 성과품
9. 각 측량 별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제3편 단지조성 설계측량

제1장 일반사항

제30조(목적) 이 규정은 토지구획정리사업, 시가지 조성사업, 도시재개발사업, 경지정리사업 등의 단지조성 설계측량을 수행하기 위하여 3차원 측량 및 기본적인 표준적인 단지조성 설계측량 기준의 제시를 목적으로 한다.

제31조(적용범위) ① 단지조성측량은 단지조성 설계의 목적, 기본계획, 실시설계 등 단지조성 계획 및 시공 등을 고려하여 충분히 검토 후 적용범위를 결정한다.

② 단지조성측량은 토지구획정리측량, 현황측량, 지구계측량, 가구확정측량, 획지점측량, 확정측량 등으로 분류하여 적용한다.

제2장 단지조성 설계측량 방법

제32조(작업계획) ① 작업착수 전 단지조성측량 구역을 따라 현장조사를 실시하여 단지조성 설계측량 작업에 대하여 수행할 수 있는지를 파악하여야 한다.

② 단지조성 설계측량 공종 별로 과업명, 목적, 위치 및 수량, 소요기간, 투입인원 및 장비, 사용할 측량성과의 종류 및 내용 등 포함한 측량작업계획서를 작성하고 검토하여야 한다.

③ 단지조성 설계측량 세부계획 수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며 단지조성 설계측량방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.

④ 단지조성 설계측량보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제33조(설계기준점 및 수준점측량) ① 단지조성 설계측량을 위한 설계기준점측량의 선점은 작업계획도를 기초로 현지형에서 기지점의 현황을 조사하여 미지점의 위치를 선정하고 선점도를 작성한다.

② 단지조성 설계측량을 위한 설계기준점 및 수준점은 토지구획정리 사업부지 내외곽에 최소 4점 이상을 배치하여야 한다. 다만, 인접기준점과의 시통이 어려운 경우에는 배치 간격을 조밀하게 조정할 수 있다.

③ 설계기준점 표지를 설치한 경우에는 점의 조서를 작성하고 공공기준점 표지의 규격 및 설치방법은 표준규격 및 매설방법에 따르되, 3, 4급 공공기준점 표지는 말목을 사용할 수 있다.

④ 설계기준점측량은 X, Y, Z의 3차원좌표로 설치함을 원칙으로 한다. 다만, 지형 여건상 부득이한 경우에는 표고성과는 공공수준점에서 별도로 설치할 수 있다.

제34조(토지구획정리 지형현황측량) ① 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도출하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.

② 지상측량에 의한 지형현황도제작은 “공공측량 작업규정”에 따라 실시하며, 토털스테이션, RTK-GNSS, 네트워크 RTK 등의 측량장비와 컴퓨터 등 정보기기를 결합한 측량방법을 적용한다.

③ 토지구획정리구역 내 산악지형 및 터널, 교량에 대한 시·종점부의 토공사 구간은 무인비행장치측량 또는 항공사진측량에 의한 지형현황측량 성과에 지상측량방법 또는 지상 레이저스캐너측량 등을 실시하여 수목에 의한 표고 오차를 보정하여야 한다.

④ 항공사진측량에 의해 작성된 지형도에 표현되는 지형지물의 평면위치정확도는 국가기준점을 기준으로 $\pm 0.3\text{m}$ 이내이어야 한다. 다만, 토지구획정리 구역 내의 보존녹지지역 등에 대하여는 이 정확도 규정을 적용하지 아니한다.

⑤ 사사업지구 외 토지에 대한 측량범위는 지형 상황을 고려하여 설계측량시행자와 협의하여 그 범위를 결정하여야 한다.

⑥ 지형현황측량에 의하여 작성되는 종합현황도의 축척은 1:500을 표준으로 하되, 토지구획정리를

위한 정밀한 지형현황도가 필요하다고 요구되는 경우에는 축척 1:250으로 할 수 있다.

⑦ 종합현황도에 사용되는 도식은 사업목적에 따라 협의, 조정하여 사용할 수 있다.

⑧ 종합현황도의 크기는 $0.4 \times 0.5\text{m}$ 로 하며, 설계측량시행자가 필요하다고 인정할 경우 1:10 크기로 축소하여 연속도면을 만들 수 있다.

⑨ 현황측량의 공정별 작업 구분 및 순서는 다음과 같다.

1. 작업준비

2. 설계기준점 및 수준점 설치

3. 세부측량

4. 원도접합

5. 종합현황도 작성

6. 성과 등의 정리

⑩ 세부측량은 설계기준점 및 보조기준점 등을 이용하여 토털스테이션 또는 GNSS 측량을 실시하여 지형·지물의 수평위치 및 수직위치를 관측하여 필요한 자료를 취득한다.

⑪ 현지형에서 측정된 지형지물 및 토지이용 상황 등에 대한 결선 등을 측량원도 상에서 확인하며 결선 등이 확인된 해당 측량원도와 인접 측량원도의 접합을 확인한다.

⑫ 종합현황도 작성은 세부측량 결과를 사용하여 종합현황도를 작성하며 종합현황도는 측량원도를 기초로 작성한다.

제35조(용지측량) ① 다음 각 호에 따라 자료조사를 실시한다.

1. 용지측량의 자료조사는 토지의 취득 등에 필요한 제반자료를 구입, 열람, 복사 또는 발급받고 용지측량에 필요한 자료를 정리 작성하는 작업을 말하며, 작업계획에 의하여 토지등기부, 지도 및 지적도 등을 열람, 복사 또는 발급받아 조사하여야 한다.

2. 경계확인은 현지형에서 1필지마다 경계를 확인하는 작업으로 현지형에서 용지도, 토지조사표 등에 따라 관계권리자 입회하에 경계점을 확인하고 말뚝을 설치하여야 한다.

② 다음 각 호에 따라 용지경계측량을 실시한다.

1. 경계측량은 설계기준점에 의하여 토털스테이션, GNSS 등을 이용하여 실시한다. 다만, 부득이한 경우에는 보조기준점을 설치하여 실시할 수도 있다.

2. 용지경계측량의 성과 등의 종류는 다음 표와 같으며, 수치데이터로 수집된 성과 등에 대하여는 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

| 성과 등의 종류 | 해당하는 측량의 종류 | | | | |
|----------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|
| | 자료 조사 | 경계 확인 | 경계 측량 | 면적 계산 | 용지실측도원도등의 작성 |
| 지도(공도) 등 복사도 | ○ | | | | |
| 지도(공도) 등 복사연속도 | ○ | | | | |
| 토지조사표 | ○ | | | | |
| 건물등기부 등 조사표 | ○ | | | | |
| 토지등기부 등 조사표 | ○ | | | | |
| 권리자 등 조사표 | ○ | | | | |
| 토지경계입회확인서 등 | | ○ | | | |
| 관측기록부 | | | ○ | | |
| 측량계산부 등 | | | ○ | | |
| 용지실측도 원도 | | | | | ○ |
| 용지평면도 | | | | | ○ |
| 면적계산서 | | | | ○ | |
| 정확도 관리표 | | | ○ | | ○ |

- 경계측량은 설계 횡단면도 및 용지도로부터 용지분할을 위한 용지경계점 좌표를 취득하고 현지 형에 용지경계말뚝의 위치측량을 실시하여 공사계획에 따라 용지분할 측량을 의뢰하여야 한다.
- 용지경계 임시말뚝 설치는 용지 폭 말뚝 위치 이외의 경계선상 등에 용지경계 말뚝을 설치할 필요가 있는 경우 현지형에 용지경계 임시말뚝을 설치하는데 교점계산 등에서 얻어진 용지경계 임시말뚝의 좌표에 의하여 1~4급 공공삼각점으로부터 방사법 등으로 결정한다.
- 용지경계 말뚝의 설치는 교점계산 등에서 얻어진 용지경계 말뚝의 좌표에 의하여 설계기준점으로부터 방사법 등으로 결정하여야 한다.
- 노선측량의 용지경계말뚝($0.10 \times 0.10 \times 0.75$ m)은 중심선의 측점 좌우에 설치하여야 하며 신설구간 및 확장부는 20 m, 기존 도로부 구간은 40 m 간격으로 설치하고 도로경계말뚝에 측점의 표시는 100 m 간격으로 도로방향 정면에 표시하여야 한다.
- 용지경계말뚝의 설치가 완료되면 용지도서를 즉시 제출하여야 하며 기제출 된 용지도 등이 분할측량 성과와 상이할 경우에는 준공 후라도 분할측량 성과와 부합되게 성과가 제출된 후 30일 이내에 보완 제출하여야 한다.

③ 다음 각 호에 따라 용지도 및 조서작성을 실시한다.

- 용지실측도 원도 등의 작성은 경계측량의 결과 등에 의하여 용지실측도 원도는 경계점 등을 도상에 전개하여 작성하며, 정확도는 도상 0.3 mm 이내로 하여야 한다.
- 용지도는 “공공측량 작업규정”을 준용하여 작성하여야 하며 축척 1:1,000으로 작성함을 원칙으로 하며 분할측량성과에 따라 그 축척을 변경할 수 있다.
- 용지조서는 작성된 용지도를 참조하여 보상의 대상이 되는 토지에 대하여 등기부등본, 지적도 및 연속지적도 등을 해당 시, 군, 구에서 발부받아 토지에 대한 일반사항 및 권리관계 등을 조사하여 작성하여야 하며 토지대장 및 등기부등본을 열람하여 확인하고, 소유자별 조서 및 면적 집계표를 작성, 권리의 내용을 확실하게 조사하여 토지 세목조서를 작성하여야 한다.
- 최종 용지조서는 전문기관에 감정을 의뢰할 수 있도록 소유자별, 지번별 면적 집계표를 작성하여 제출할 수 있도록 전산파일로 정리하여 제출하도록 하여야 한다.

제36조(지구계 측량) ① 지구계 측량의 공정별 작업 구분 및 순서는 다음과 같다.

1. 작업준비
2. 자료조사
3. 지구계 확인
4. 지구계점 설치
5. 지구계점 관측
6. 지구계점 계산
7. 지구계 성과점검
8. 지구계측량도 작성
9. 성과 등의 정리

② 자료조사는 시행지구의 토지에 대한 권리관계 확인을 위해 토지 및 건물 등기부등본, 토지대장, 임야대장, 지적도, 임야도 등을 열람 및 교부받아 실시한다.

③ 지구계 확인측량은 설계측량시행자가 계획한 지구계선을 용지측량에 의해 현지형에 표시하고, 표시된 지구계 각 점을 현지형에서 확인한다. 용지측량에 의해 표시된 지구계 각 점에 대한 지형, 지적좌표를 보관한다.

④ 현지형에서 확인한 지구계점의 위치에는 지구계점 말뚝을 설치하고 점의 조서를 작성한다.

⑤ 지구계점 관측은 토털스테이션 등을 이용해서 현지형의 설계기준점 및 보조기준점에서 지구계점 또는 지구계점과 다른 지구계점의 수평각 및 거리를 측정한다.

⑥ 지구계점 계산은 지구계점 관측 결과를 기초로 지구계점 위치, 지구계점 간 거리, 방향각 및 사업지구 총면적을 구한다. 사업지구 총면적은 지구계점 좌표를 사용하여 계산한다.

⑦ 지구계점에 대한 성과를 점검하기 위해 지구계의 점 간 거리를 측정한 결과와 계산 결과를 비교하여 실시한다.

⑧ 지구계 측량도 작성은 지구계측량 결과에 따라 지구계측량도를 작성한다. 지구계 측량도는 지구계점 좌표를 원도 상에 전개하고 인접하는 지구계점 간 거리 및 방향각을 기록하여 작성한다.

제37조(가구확정측량) ① 가구확정측량원도 및 획지확정측량 원도는 축척 1:500을 표준으로 한다.

② 가구확정측량에 있어서 가구점 및 획지점을 위한 측량표지는 구획정리사업 완료 전에는 나무 말뚝 등의 임시 표지를 설치하고, 완료 후에는 콘크리트 말뚝이나 플라스틱 말뚝 등을 설치한다.

③ 확정측량의 공정별 작업구분 및 순서는 다음 각호와 같다.

1. 작업준비
2. 중심점 및 가구점 계산
3. 가구면적 확정계산
4. 중심점 및 가구점의 설치
5. 점검측량

6. 가구확정측량원도 작성

7. 성과 등의 정리

④ 중심점 계산은 삼각점 성과 및 그 외의 계산 결과를 기초로 중심점의 좌표를 구하고, 중심점 간의 거리 및 방향각을 구한다.

⑤ 가구점 계산은 제(4)항에 의한 중심점의 계산 결과를 기초로 가구점의 좌표를 구하고, 가구점 간의 거리 및 방향각을 구한다.

⑥ 가구면적 확정계산은 중심점 및 가구점 계산에서 얻어진 가구점의 좌표를 이용하여 가구마다의 면적을 구한다.

⑦ 설계기준점의 좌표와 설치하고자 하는 중심점 또는 가구점과의 좌표를 사용하여 기준점과 이점들까지의 거리 및 방향각을 계산하고, 설치 시에 이를 사용한다.

⑧ 중심점 및 가구점의 설치는 제7항에 의해 계산된 거리 및 방향각을 이용해서 현지형에 말뚝 등을 설치하되, 거리는 50 m 이내로 한다.

제38조(획지확정측량) ① 획지확정측량의 공정별 작업구분 및 순서는 다음 각 호와 같다.

1. 작업준비
2. 획지점 계산
3. 획지면적 확정계산
4. 획지점 설치 측량
5. 획지확정측량원도 작성
6. 성과 등의 정리

② 획지점 계산은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 획지변장 계산은 환지설계에서 정해진 획지의 형상, 전면 폭, 면적 등의 조건에 기초하여 획지의 변장 및 방향각 또는 내각을 구하여 계산한다.

2. 획지점의 계산은 가구확정측량 성과 및 ①항에 의해 계산된 결과를 기초로 획지점 좌표를 계산한다.

③ 획지면적 확정 계산은 획지점 좌표를 이용하여 좌표면적계산이나 전산처리로 구한다.

④ 획지점 설치측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 설계기준점과 획지점 간의 좌표로부터 당해 두 점 간의 거리 및 방향각을 계산한다.

2. 획지점 설치의 거리 및 방향각을 이용하여, 현지형에 말뚝 등을 설치한다. 장애물이 있는 경우에는 간접거리측량 방법 등을 이용하여 가구점 간 획지변장 폭을 지정할 수 있다.

제3장 단지조성 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제39조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.

② 영상데이터를 이용한 단지조성 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원

영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 단지조성 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저 스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

④ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑤ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계 모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

제4장 단지조성 설계측량 품질관리

제40조(품질관리) ① 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|-----------------------------|--------------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 폐합차 | $2\text{PPM} \times \sum D$ | D : 사거리 (km) |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 교차 | 20 mm | |

② 설계수준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검 사항 | 허용 범위 | 비고 |
|------|-----------|---------------------------|--------------|
| 수준노선 | 왕복차 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ | S: 편도거리 (km) |
| | 기지점간 결함오차 | $15 \text{ mm } \sqrt{S}$ | |
| 수준환 | 환폐합차 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ | |

③ 설계수준점측량의 경우 높이 정확도 0.03 m는 3급수준점측량, 높이 정확도 0.05 m는 4급 수준점 측량에 적용한다. 단, 기선거리가 4km 이상인 경우에 한한다.

④ 용지 폭 말뚝점 간 측량은 설계측량시행자가 필요한 경우에만 인접한 용지 폭 말뚝점 간 모든 변에 대하여 거리를 현지형에서 측정하며, 허용오차는 다음 표와 같다.

| 구 분 \ 거 리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|-----------|---------|---------|--------------|
| 시가지 | 0.05 m | S/1,000 | S는 점간거리의 계산값 |
| 평 지 | 0.05 m | S/1,000 | |
| 산 지 | 0.10 m | S/200 | |

⑤ 지구계점 관측에서 토털스테이션에 의한 방사법으로 설계기준점에서 지구계점을 측정하는 단위 및 허용범위는 다음 표와 같다.

| 구 분 | 방 법 | 단 위 | 교차의 허용범위 |
|--------|-------|-----|----------|
| 수평각 측정 | 1대회 | 20초 | - |
| 연직각 측정 | 1대회 | 60초 | - |
| 거리 측정 | 2회 측정 | mm | 5 mm |

⑥ 지구계점 간 거리의 허용범위는 30m 이상일 때는 거리의 1:3,000, 30m 미만일 때는 0.01m로 한다.

⑦ 가구확정측량원도 및 획지확정측량 원도는 축척 1:500을 표준으로 한다.

⑧ 중심점 및 가구점 계산 결과를 기초로 가구면적을 구하고, 그 면적을 확정하는 작업을 말하며, 총면적에 대한 교차는 1:200 이내로 한다.

⑨ 중심점 및 가구점 점검측량은 설치된 중심점 간 또는 가구점 간의 거리에 대하여 현지형에서 측정된 결과와 중심점 및 가구점 계산 결과를 비교하여 실시하며, 점간 거리 교차의 허용범위는 다음 표와 같다.

| 구 분 | 허용 범위 |
|-----|---------------------------------------|
| 중심점 | 30 m 이상에 있어서는 1:3,000, 30 m 미만은 0.01m |
| 가구점 | 25 m 이상에 있어서는 1:2,500, 25 m 미만은 0.01m |

⑩ 획지점측량의 점검측량은 설치한 획지점간 또는 획지점과 가구점 간의 계산거리와 현지형에서의 측정결과를 비교하여 점검하며, 점간 거리의 교차허용범위는 1:2,000로 한다. 다만, 20 m 미만은 10 mm로 한다.

제5장 단지조성 설계측량 성과품

제41조(성과품) 단지조성 설계측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 단지조성 설계측량 보고서
2. 항공사진측량 성과품
3. 무인비행장치측량 성과품
4. 지상현황측량 성과품
5. 지장물조사측량 성과품
6. 지하시설물측량 성과품
7. 가구확정측량원도
8. 획지확정측량원도
9. 각 측량 별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제4편 하천 및 댐 설계측량

제1장 일반사항

제42조(목적) 이 규정은 스마트건설 공사분야의 하천 및 댐 시설의 3차원 디지털 설계측량을 수행하기 위하여 요구되는 기본적이고 표준적인 설계기준의 제시를 목적으로 한다.

제43조(적용범위) 이 규정은 하천 및 댐에 대한 전반적인 측량을 수행하여 하천공사 시행설계 및 하

천기본계획설계, 하상변동조사, 댐설계 등의 효율적 수립을 위한 측량에 적용한다.

제2장 하천 및 댐 설계측량 방법

제44조(하천설계측량 작업계획) ① 작업착수전 하천구역을 따라 현장조사를 실시하여 하천설계측량에 대한 계획을 수행할 수 있는지를 파악하여야 한다.

② 하천설계측량 공종별로 과업명, 목적, 위치 및 수량, 소요기간, 투입인원 및 장비, 사용할 측량성과의 종류 및 내용 등 포함한 측량작업계획서를 작성하고 검토하여야 한다.

③ 측량계획 수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며, 하천 및 댐설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.

④ 하천 및 댐 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델 구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제45조(하천기본계획을 위한 설계측량) ① 하천기본계획 수립 및 하천시설관리대장 작성, 소하천정비종합계획·소하천정비중기 계획 수립 및 소하천대장의 작성을 위한 측량의 종류 및 목적은 다음 표와 같다.

| 측량 작업명 | 측량의 종류 | 목적 |
|------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 계획용, 기본도작성 | 지형현황측량 | 계획수립 |
| 기준점측량 | 설계기준점측량 | 기준점의 좌표설치 |
| 하천종단측량 | 종단측량 | 하천에 관한 계획 수립 |
| 하천횡단측량 | 횡단측량 수심측량 | 하천에 관한 계획 수립 |
| 수준점측량 | 국가의 기준점(BM)으로부터 조사지역 내 중심까지 측량 | 중·횡단 및 지형현황 측량의 표고 결정기준 |

② 하천의 중·횡단측량 간격은 하천 및 소하천의 하폭을 기준으로 결정한다.

③ 하천 및 소하천의 하폭에 따른 하천 중·횡단측량 간격은 다음 표와 같으며, 평야지대의 무제부제내지의 경우와 같이 횡단측량구간이 긴 경우에는 현장 여건에 맞도록 조정한다.

| 하폭(m) | 하천종단측량 | 하천횡단측량 | | | | |
|--------------|------------------|------------------|--------------------|-----|----------|-----|
| | 하천유심의 직각방향 간격 | 하천유심의 직각방향 간격 | 무제부 | | 유제부 | |
| | | | 제내지 | 제외지 | 제내지 | 제외지 |
| 5 ~ 50 | 50 m 내외 | 50 m 내외 | 계 획 홍수위 이상까지 | 전부 | 50 m 이상 | 전부 |
| 50 ~ 200 | 100 m 내외 | 100 m 내외 | | | 100 m 이상 | |
| 200 ~ 500 | 200 m 내외 | 200 m 내외 | | | 200 m 이상 | |
| 500 이상 | 500 m 내외 | 500 m 내외 | | | 500 m 이상 | |

④ 이 기준 외에 소하천에 대한 내용은 「소하천설계기준 규정」에 따른다.

⑤ 설계기준점 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 설계기준점측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시하고 설계기준점은 차후에 실시하는 공사측량 및 기타측량에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

2. 설계기준점측량은 일반 지상측량 및 항공사진측량 방법에 의해 실시하며, 필요한 지점의 기준점은 차후에 실시하는 공사측량 및 기타측량 시에 활용할 수 있도록 가급적 영구표석 또는 원형동판으로 제작하여 매설한다.

⑥ 설계수준점 및 종단측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 설계수준점 측량은 국토지리정보원에서 매설한 1등 또는 2등 수준점으로부터 조사구간 내에 설치한 측점까지의 수준표고를 결정한다.
2. 종단측량은 하천의 종단선형을 구하기 위하여 좌, 우 양안에 설치한 측점의 표고 및 지반고 등을 측량하는 작업으로 관련 규정의 정확도를 확보하여야 한다.
3. 종단측량 시에는 측점의 표고를 비롯한 측량구간 내에 위치한 수위표 영점표고 및 수위표, 임시수준점, 수문 및 갑문의 문턱, 교량, 보 등 각종 하천시설물의 필요한 표고를 측정하여야 한다.

⑦ 지형현황측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.
2. 지형측량은 제방법선이나 계획 하폭선을 중심으로 제방이 설치된 구간의 제내지측은 해당 하천 특성을 고려하여 결정하며, 제방이 설치되지 않은 구간은 계획홍수위 또는 과거 최고 홍수위선 이상까지 시행하되 하천의 특성을 감안하여 조정할 수 있다.
3. 제내지 부분의 하천지형측량의 범위는 제방이 설치된 구간의 국가하천은 200~300m 이상, 지방하천은 50~100m 이내를 원칙으로 하고 제방이 설치되어 있지 않은 구간에서는 최대홍수위선 이상까지로 하되 제내지 특성을 감안하여 조정할 수 있다.
4. 기준점측량 및 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」에 의하여 실시하여야 한다.

⑧ 하천횡단측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 하천 횡단측량은 하천의 양안에 설치해 놓은 종단측점을 기준으로 하여 그 시준선상의 높낮이를 측량하여 측점의 횡단면형이 나타날 수 있도록 한다.
2. 급류하천, 일반하천의 만곡부, 하폭변화가 많은 경우, 하천 내 교량 등 하천횡단시설물이 설치된 경우에는 추가 측점을 두어 횡단측량을 실시하여, 지형변화에 의한 현황이 제대로 반영되도록 한다.
3. 토털스테이션, GNSS, 레벨 등에 의한 횡단측량은 반드시 종단측량 시 측량한 좌우안의 측점에 연결하여 횡단측량의 정확도를 확인한다.
4. 한 단면의 횡단측량을 실시할 때 점간 거리는 하폭에 따라 5~20m를 원칙으로 하나, 급변화가 있는 지점이나 저수로 등에서는 최소한 1~5m 간격의 추가지점을 측량하여 상세하고 완전한 횡단면형을 작성할 수 있도록 한다.
5. 무인비행장치를 이용한 하천 횡단측량은 하천의 수치표고모형에서 추출한 정보를 이용하되 하천 양안의 종단측점을 기준으로 하여 하천의 직각방향으로 거리와 지반고를 발췌하여 횡단면도를 작성한다.

⑨ 하천수심측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 하천수심측량은 횡단측량의 측선상에서 좌우안측의 수면고를 측정한다. 그리고 5m 내외의 간격으로 각각 수심을 측정하되, 하상의 급변화가 이루어진 지점이나 저수로 등에서는 1~5m 간격으로 추가측점을 선정하여 측정한다.
2. 일반 하천구간에서의 측량 시 조사한 수면 표고와 조사 시 관측한 수위관측소의 자료와 동시 관측수위 등을 분석하여 보정한다.
3. 수심이 0.5m 이내인 수저부의 지형측량은 RTK-GNSS, 네트워크 RTK 및 토털스테이션 등을 이용하여 3차원 좌표를 직접 관측하고, 수심이 0.5m 이상인 수저부의 지형측량은 음향측심기 및 GNSS를 이용하여 수심측량을 실시한다.
4. 음향측심기는 정확도가 $\pm 0.1\text{ m} + d/10$ (d는 수심, m단위) 이내이어야 하며, 기록지에는 측심위치에 대한 GNSS 또는 네트워크 RTK 좌표, 측량시각 및 수심을 동시에 기록한다.
5. 수심측량 전에는 바체크(bar check)를 반드시 실시하고 음향측심기기에 그 결과가 나타나도록 하여야 한다. 바체크는 수심이 2m 이내인 지역에서는 0.5m 간격으로 실시하고 수심이 2m 이상인 지역에서는 1m 간격으로 실시한다.
6. 수위관측은 레벨을 이용하여 매 10분 간격으로 직접수준측량에 의해 수위면의 표고를 관측하거나 조위계 등을 이용하여 수위를 자동으로 관측한다.
7. 바다로 유입되는 하천 및 소하천의 감조구간은 조위변동으로 인한 극심한 수위변동이 예상되므로 수심측량과는 별도로 수위관측 등을 계속함과 동시에 이 수위관측 자료를 분석하여 보정한다.
8. 수심측량 시의 월, 일 및 시각을 기입하여 수위 변동 시의 수면표고 등 보정의 기본 자료로 활용한다.
9. 수심측량의 허용오차는 다음 표와 같으며, 설계측량시행자가 따로 정할 경우에는 예외로 할 수 있다.

| 구분 | 허용오차 |
|-----------|---|
| 수심 5 m 이내 | 0.2 m |
| 수심 5 m 이상 | $0.2\text{ m} \times d/10$ (d: 수심(m)), 최대 0.25 m 이내 |

⑩ 홍수흔적측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 홍수흔적측량은 홍수 시의 유수가 남긴 하천 종횡단 상의 흔적을 조사하는 측량으로 홍수 직후 하천의 양안에 대하여 측량을 실시하거나 항공사진측량, 무인비행장치측량에 의하여 전체적인 현황을 파악할 수 있도록 하여야 한다.
2. 홍수흔적을 알 수 있도록 주요 하천시설물 등에 홍수흔적을 표시하고, 홍수직후 지역 주민들에게 탐문 조사하여 측정하고, 수계 전체의 통일을 기하기 위하여 이상치는 보정한다.

⑪ 표석매설은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 표석은 매설표준도에 의하여 견고하게 설치되도록 하고 하천거리를 파악할 수 있도록 거리표시를 하도록 한다.
2. 표석은 홍수위 이상 등 유실 우려가 적은 지점에 설치한다.

제46조(하천공사 시행을 위한 설계측량) ① 하천공사 시행을 위한 측량이란 사업시행구간에 대한 세부측량으로서 기본적으로 공사 목적에 적합한 측량을 실시하여야 하며, 하천공사시행을 위한 측량의 종류 및 목적은 다음 표와 같다.

| 측량작업명 | 측량의 종류 | 목적 |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 지형현황측량 | 항공사진측량, 지상현황측량, 무인비행장치측량 | 시행계획서 작성 법선 등의 계획 |
| 법선 및 종·횡단 측량 | 중심선 측량 종단측량 횡단측량 | 법선결정, 토공량 등의 산정 |
| 용지측량 | 공사용 기준점측량 지형측량 또는 용지측량 용지경계측량 | 용지폭 말뚝 또는 경계말뚝의 결정, 용지매수 |

② 지형현황측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 하천정비공사시행을 위한 측량으로서 계획 및 설계에서 가장 중요한 측량이며 설계기준점측량 및 보조기준점의 성과를 활용하여 계획제방 중심으로 주변의 지형·지물 및 하천시설물 등의 위치 등을 측량하여 계획평면도를 작성하기 위한 측량이다.
2. 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS 또는 항공사진측량, 무인비행장치 측량 등에 의해 실시하고, 지형현황 측량은 계획법선에서 제외지측은 유심부까지 측량하고 제내지측은 하천구역 및 하폭, 하천부지 등을 감안하여 측량한다.

③ 제방중심선(법선) 및 종횡단 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 공사용 물량을 구하기 위한 측량에는 제방 중심선(또는 법선) 측량과 종단측량 및 횡단측량이 있다. 제방법선을 결정할 때는 지형현황측량도에 계획평면도 상에 기본계획에서 제시한 법선을 선정하고, 현장 답사를 실시한 후 설계측량시행자와 충분한 협의를 거쳐 결정한다.
2. 제방법선이 결정되면 수준측량과 종단 및 횡단측량을 실시하며, 횡단측량은 제방중심선(또는 법선)의 접선에 직각방향으로 실시하며 정확한 물량을 산출할 수 있는 횡단면도가 작성될 수 있도록 측량을 실시한다.
3. 종단측점의 간격은 40m를 원칙으로 하며, 사업의 목적에 따라 설계측량시행자와 협의하여 조정할 수 있다. 횡단측량의 범위는 제외지측은 제방둔치 정비계획 등을 수립할 수 있도록 유심부까지 실시하고, 제내측은 하천구역 및 하폭, 하천부지와 관개시설 등 배후지 시설계획과 관련 충분한 폭원으로 측량해야 한다.
4. 계획평면도 상에서 법선이 곡선이 되는 경우, 교점(I.P)의 위치를 결정하여 교각(I.A)을 측량하는 곡선측량을 실시하여 종단측점 말뚝을 설치하되, 횡단구조물의 설치지점 등에는 추가 측점을 설치한다.

④ 용지측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 용지측량은 용지도 작성 및 지장물 보상을 위한 측량을 말하며 지적경계 측량은 제외된다.
2. 용지경계는 제내측의 계획 제방의 토사 유출을 고려하여 1.0m 이상의 여유를 확보하도록 한다.

제47조(하상변동조사를 위한 설계측량) ① 지형현황측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 하상의 평면적인 변동 상황을 조사하기 위하여 지형현황측량을 실시한다.
2. 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 항공사진측량, 무인비행장치측량 등에 의해 실시하고, 지형지물 및 주요 하천구조물의 위치 등을 지형 현황도에 표시하여 작성한다.
3. 하천의 기본계획 수립 및 댐의 수몰지 조사측량 등의 조사가 완료된 구간의 지형측량은 기작성된 지형현황도를 활용하여 변동된 부분만 보완측량을 실시하여 작성한다.

② 종단 및 횡단측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 하천의 하상변동 조사를 위하여 종단 및 횡단측량을 실시한다.
2. 과거에 측량을 실시한 실적이 있는 구간에 대해서는 그 측점을 이용하여 하도 내의 변동 상황을 규명할 수 있도록 측량을 실시한다.
3. 조사측량을 완료한 후 하상 변동량을 산정할 때는 자연적인 변동량과 인위적인 변동량을 구분하여 산정하고 앞으로 예상되는 변동량을 추정함과 동시에 유사량 산정공식 등의 유도에 기본 자료로 활용할 수 있도록 분석한다.

③ 이외에 필요한 사항은 다음 각 호를 준용하여 실시한다.

1. 대규모 지역 하천 측량 결과는 지리정보시스템 등에 활용될 수 있도록 기본계획에서 측량 범위 및 목적, 내용, 그리고 활용 방향 등에 대한 계획을 수립하고 각 목적에 맞는 측량방법을 이용하여 조사한다.
2. 홍수흔적조사와 같이 대규모 하천에서 전체가 일관된 측량을 위해서는 항공사진측량, 무인비행장치 측량과 같은 방법 등 다양한 방안을 강구하는 것이 필요하다.

제48조(댐설계측량) ① 측량계획 수립은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 댐 건설을 위한 측량은 댐을 포함한 유역, 저수지 주변의 지형, 댐 위치 및 부근의 현황, 댐과 관련된 부대시설, 댐 공사를 위한 임시시설 등의 위치 및 현황 파악이 가능하도록 작성한다.
2. 측량 결과에 따른 일반 지형도에는 지형, 지물, 지장물 및 기설치 구조물 등의 현황을 상세하게 표기하고, 댐 및 부대시설, 진입도로, 가설건물, 사토장 및 석산, 재료원 등의 계획시설물을 나타낼 수 있는 범위로 작성한다.
3. 댐 이외 부대시설의 측량 항목 및 정도는 사업의 추진단계 및 목적에 맞게 선택하여 시행할 수 있다.

② 댐 부지 현황측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 댐 부지의 측량은 댐 본체의 설계에 필요한 측량과 발전소, 여수로, 취수설비 및 기타 부대시설 설계에 필요한 측량으로 구분되며, 해당 시설물별로 각각 현황측량 및 종·횡단측량을 실시한다.
2. 댐 부지에 대한 측량으로 현황측량, 종단측량, 횡단측량, 댐 상·하류의 하천 종·횡단측량 등을 실시한다.
3. 현황측량 축척은 1:500 ~ 1:1,000으로 하고, 댐 및 부대시설 등이 표현되도록 충분한 범위까지 실시한다.
4. 종단측량은 최종 결정된 댐 축에 대하여 댐의 중심선을 따라 좌·우안의 굴착 및 계획시설물 위

치 등을 고려하여 충분한 범위까지 실시한다.

5. 횡단측량은 댐 축의 직각 방향으로 댐 체의 상·하류 끝단 위치, 가물막이, 공사용도로 등 부대시설을 고려하여 충분한 범위까지 실시한다.
6. 댐 상류 하천 중·횡단측량은 배수위, 방수위 계산이 필요한 본류 및 지류에 대하여 실시한다.
7. 댐 부지에 대한 3차원 지형모델이 필요시에는 항공사진측량 및 무인항공사진측량을 실시하여 3차원 정사영상을 제작할 수 있다.

③ 저수지 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 저수지 측량은 댐을 중심으로 저수지 규모, 각종 시설물 배치, 도로계획, 보상범위 등을 고려하여 충분히 넓은 지역까지 실시하고 설계에 필요한 정도를 갖는 등고선도를 작성한다.
2. 측량의 범위는 댐 지역과 그 주변 지역을 포함한다. 특히, 댐 지점이나 여수로 방수로 위치 등의 위치 비교가 필요한 경우에는 그 후보지를 포함하는 충분한 범위로 한다.
3. 저수지 측량 시 정기적인 저수지 퇴사량 측정을 위하여 사전에 대표 횡단지점을 선정하고 표석을 설치한다.
4. 대규모 저수지 지형현황측량은 항공사진측량 및 무인항공사진측량을 실시하여 3차원 정사영상을 제작한다.
5. 저수지 측량에 의한 지형현황도 작성 시 축척은 저수지 면적에 따라 다음 표의 범위 내에서 정하여 실시하여야 한다.

| 면 적 | 축 척 |
|---------------------------|-------------------|
| 1.0 km ² 초과 | 1:2,000 ~ 1:5,000 |
| 0.5 ~ 1.0 km ² | 1:1,000 ~ 1:2,000 |
| 0.5 km ² 미만 | 1:500 ~ 1:1,000 |

④ 가설비 및 이설도로 부지측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 가설비의 합리적인 배치 및 설치공사를 위한 측량은 가설비 시설별 기능과 목적에 부합되는 정도로 시행한다.
2. 가설비 부지측량은 댐 지점의 상·하류부에 걸쳐서 좌·우안의 지형, 지물의 특성, 가용면적, 공사용 설비 및 가설비 등의 배치계획을 고려하여 수행한다.
3. 저수지 주변에 개설되는 이설도로는 도로의 구조시설 기준 및 농어촌도로 구조시설 기준에 따라 설치하므로 주변경관과 조화되도록 노선과 도로단면 계획을 고려하여 측량을 시행한다.

제3장 하천 및 댐 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제49조(3차원 디지털 설계측량) ① 하천기본계획 수립을 위한 하천의 수치지형도작성, 하천작업량 산출 등을 위해 항공사진측량 및 무인비행장치 측량 등을 실시할 수 있다.

② 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.

③ 영상데이터를 이용한 하천 및 댐 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.

- ④ 레이저데이터를 이용한 하천 및 댐 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.
- ⑤ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.
- ⑥ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계 모델에 적용할 수 있는 데이터를 사용한다.
- ⑦ 하천지형의 위치, 하천의 중·횡단 구간, 조사 지점, 호소의 중·횡단 지점, 각종 수공구조물의 위치, 하천구조물의 설치지점의 설정 그리고 하천구조물의 규격, 수량, 면적, 좌표와 위치를 측정하기 위하여는 무인비행장치 측량에 의한 3차원 점군데이터를 이용할 수 있다.
- ⑧ 하천의 형상은 종방향으로 길게 늘어진 형태로 무인비행장치로 촬영된 영상으로 3차원 복원 시 지형의 형상이 전도되는 현상이 발생 될 수 있으므로 지상기준점의 배치에 주의를 기울여야 한다.
- ⑨ 무인비행장치를 이용한 사진촬영은 정확한 성과를 도출하기 위하여 시계가 양호한 기간에 시행하여야 하며, 측량성과가 제방의 상·하단, 하도 내 수목으로 가려진 음영지역, 하상의 일제관측수위 및 최심하상고 등을 묘사하기 어려운 경우는 보완측량을 시행하여야 한다.
- ⑩ 무인비행장치 측량은 「무인비행장치측량 작업규정」에 따른다.
- ⑪ 하도 내 수목으로 가려진 음영지역에 대해서는 주변 지역 중 3차원 복원 S/W에 의하여 지상표고기준이 가능한 표고점을 다수 확보하거나 현지 확인 보완측량에 따라 확보된 표고점과 비교한 후 보완작업을 시행하여 오차발생을 최소화하여야 한다.
- ⑫ 무인비행장치측량을 이용한 하천관리에 활용방안은 다음 표와 같다.

| 조사항목 | 대상 | 조사항목 | 활용방안 |
|---------------------------|-------|---------------|---|
| 제방 구조물 등의 하천 관리 시설의 변장 파악 | 제방 | 제방 변화 조사 | 입체 모델링, 이미지 등에 의해 제방변화를 경년으로 비교 유지 관리에 활용 |
| | 하도 | 나무 분포 조사 | 하도 내 나무의 분포 상황 파악 및 세굴, 퇴사 상황을 파악하여 하천관리에 활용 |
| | 구조물 | 호안 · 옹벽 변장 조사 | 구조물 변장이나 열화 등의 진단·점검에 활용. 데이터 축적에 의한 구조물의 변상 확인 (비교 검증)에 활용 |
| 홍수시 제방의 거동 | 하천 전체 | 재해 정보 수집 | 긴급 상황시 제방의 상황 파악 |

제4장 하천 및 댐 설계측량 품질관리

제50조(품질관리) ① 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측 데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측 된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|---------------------------|-----------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 폐합차 | $25 \text{ mm } \sqrt{N}$ | N: 기선(변)수 |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 교차 | 25 mm | |

② 설계수준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검 사항 | 허용범위 | 비고 |
|------|-----------|---------------------------|--------------|
| 수준노선 | 왕복차 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ | S: 편도거리 (km) |
| | 기지점간 결함오차 | $15 \text{ mm } \sqrt{S}$ | |
| 수준환 | 환폐합차 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ | |

③ 설계수준점측량의 경우 높이 정확도 0.03m는 3급수준점측량, 높이 정확도 0.05m는 4급 수준점측량에 적용한다. 단, 기선거리가 4 km 이상인 경우에 한한다.

④ 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 다음 표를 기준으로 정하여야 한다.

| 10,000 m ² 당 배점 밀도 | | | |
|-------------------------------|-----|-------|----|
| 측척 \ 지역 | 시가지 | 시가지근교 | 산지 |
| 1:250 | 7점 | 6점 | 7점 |
| 1:500 | 6점 | 5점 | 6점 |
| 1:1,000 | 5점 | 4점 | 4점 |

⑤ 지형도의 정확도 표준은 다음 표와 같다.

| 측척 | 평면위치의 표준편차 | 표고점의 표준편차 |
|--------|------------|-----------|
| 250 | 0.12 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 500 | 0.25 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 1,000 | 0.70 m 이내 | 0.33 m 이내 |
| 2,500 | 1.75 m 이내 | 0.66 m 이내 |
| 5,000 | 3.50 m 이내 | 1.66 m 이내 |
| 10,000 | 7.00 m 이내 | 3.33 m 이내 |

⑥ 지상측량방법에 의한 지형지물의 평면위치 및 표고의 정확도는 모두 $\pm 0.1 \text{ m}$ 이다. 다만, 공사 구역 내일지라도 실제 공사가 이루어지지 아니하는 보존녹지지역 등에 대하여는 이 정확도 규정을 적용하지 않는다.

⑦ 종단측량은 하천의 중요도에 따라 1급~3급 수준측량의 정확도가 필요하되 산간부의 급경사 하천에서는 다음 표와 같이 4급 수준측량의 정확도를 실시할 때도 있다.

| 구분 | 1급 수준측량 | 2급 수준측량 | 3급 수준측량 | 4급 수준측량 | 비고 |
|-----|------------|------------|-----------|-----------|---------------------|
| 왕복차 | 2.5 mmS1/2 | 5.0 mmS1/2 | 10 mmS1/2 | 20 mmS1/2 | S : 편도 관측거리 (km) |
| 폐합차 | 2.0 mmS1/2 | 5.0 mmS1/2 | 10 mmS1/2 | 20 mmS1/2 | |
| 검측 | 6.0 mmS1/2 | 8.0 mmS1/2 | 20 mmS1/2 | 30 mmS1/2 | |

⑧ 용지 폭 말뚝점 간 측량은 설계측량시행자가 필요한 경우에만 인접한 용지 폭 말뚝점 간 모든 변에 대하여 거리를 현지에서 측정하며, 허용오차는 다음 표와 같다.

| 구분 | 거리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비고 |
|-----|----|---------|---------|------------------|
| | | | | |
| 시가지 | | 0.05 m | S/1,000 | S는 점간 거리의 계산값 |
| 평지 | | 0.05 m | S/1,000 | |
| 산지 | | 0.10 m | S/200 | |

⑨ 음향측심기는 정확도가 $\pm 0.1m+d/1,000$ (d는 수심, m단위) 이내이어야 한다.

⑩ 기타 측량의 정확도는 「공공측량 작업규정」 및 「일반측량 작업규정」에 따른다.

제5장 하천 및 댐 설계측량 성과품

제51조(성과품) 하천 및 댐 설계측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 하천설계측량 보고서
2. 항공사진측량 성과품
3. 무인비행장치측량 성과품
4. 지상현황측량 성과품
5. 용지측량 성과품
6. 지장물조사측량 성과품
7. 기타 조사 성과품
8. 성과 등의 종류는 다음 표와 같으며, 수치데이터로 수집된 성과 등에 대하여는 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

| 성과 등의 종류 | 해당하는 측량의 종류 | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | 거리표 설치측량 | 수준기표 측량 | 종단 측량 | 횡단 측량 | 수심 측량 | 법선 측량 | 등고선 측량 | 기준면 측량 |
| 관측기록부 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 계 산 부 | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ |
| 성 과 표 | ○ | ○ | ○☆ | | | | | |
| 선 형 도 | | | | | | ○ | | |
| 등고·등심선도 | | | | | | | ○ | |
| 기준면도 | | | | | | | | ○ |
| 점 의 조 서 | ○ | ○ | | | | | | |
| 종 단 면 도 | | | ○ | | | | | |
| 횡 단 면 도 | | | | ○ | ○ | | | |
| 정확도관리표 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | |

주 : ☆는 관측기록부와 성과표를 함께 사용하는 양식인 경우에는 별도의 성과표는 필요하지 않다.

제5편 상·하수도 설계측량

제1장 일반사항

제52조(목적) 이 규정은 상·하수처리시설, 취·정수시설, 송·배수시설, 상·하수관로 시설의 기본 및 실시설계를 수행하기 위하여 3차원 측량 등 기본적이고 표준적인 상·하수도 설계측량 기준을 제시함을 목적으로 한다.

제53조(적용범위) 이 규정은 상·하수도 설계측량에 따른 상·하수처리시설, 취·정수시설, 송·배수시설, 상·하수관로 시설의 기본 및 실시설계에 적용하며, 사전조사 측량 대상물량 등이 포함된 세부측량 계획서를 작성하여 적용한다.

제2장 상·하수도 설계측량 방법

제54조(작업계획) ① 설계측량 착수 전 상·하수도 계획노선에 대해 조사팀을 구성, 선정된 전 노선에 대한 현지답사 및 조사를 통하여 최적의 측량계획을 수립한 후 측량에 착수하여야 한다.

② 하수처리장 시설물 또는 상·하수관로 설치를 위한 편입예정지에 대하여는 지하시설물의 종류, 위치, 규격, 구조, 수량, 설치시기, 소유자 및 관계 기관, 지하시설물의 위치 및 종류를 표시한 평면도, 종단면도 및 횡단면도, 지하시설물 조사보고서 등을 참고하여야 한다.

③ 상·하수도 설계측량계획 수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며 상·하수도 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성하고 제출하여야 한다.

④ 상·하수도 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델 구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제55조(설계기준점 및 수준점 측량) ① 상·하수도 현황측량을 위한 설계기준점측량의 선점은 작업계획도를 기초로 현지에서 기지점의 현황을 조사하여 미지점의 위치를 선정하고 선점도를 작성한다.

② 상·하수도 설계기준점 및 수준점은 예정 노선을 따라 매 500m를 기준으로 2점 이상 설치하여야 한다.

③ 설계기준점 표식은 점의 조서를 작성하고 공공기준점 표식의 표준규격 및 매설방법에 따라 설

치하며, 3, 4급 공공기준점 표지의 경우 말뚝을 사용할 수 있다.

④ 설계기준점 측량은 X, Y, Z의 3차원 좌표로 설치함을 원칙으로 한다. 다만, 지형 여건상 부득이한 경우에는 표고 성과는 공공수준점에서 별도로 설치할 수 있다.

제56조(지형현황측량) ① 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.

② 선정된 시설물 및 노선에 따라 지형현황측량을 실시하며, 지형현황도를 활용하여 실시설계에서 종·횡단면도 작성이 가능하도록 상세하게 지형변화가 나타날 수 있어야 한다.

③ 설계기준점, 주요구조물의 위치점과 기본계획측량의 기준점 간의 위치관계를 명확히 하여야 하며, 평면직각좌표를 표시하여야 하고, 향후 공사시행 시 사용할 수 있는 기준점에 대한 표석을 설치하여야 한다.

④ 관로노선 선정 및 검토가 완료된 후에 사업 구역 내 위치한 국가기준점 및 공공기준점 성과를 기초로 세부측량계획을 수립한다.

⑤ 관로의 평면도, 용지도 및 지형지적도는 1:1,000, 취수장 및 정수장 등의 일반평면도는 1:500의 축척으로 측량을 실시하여야 하고 해당 관청에서 지하시설물 현황도면을 발급받아 지상 및 지하시설물, 전주 및 지목 등을 표시하여야 한다.

⑥ 수도시설물의 지형현황도 작성 시 기존 NGIS 지형도가 구축된 지역은 NGIS 도면 작성 시 활용한 기준점 성과를 사용하여 측량성과를 비교·검토한 후 활용하여야 한다.

⑦ 측량기준점은 세계측지계 기준 작성을 원칙으로 하며, 기존 자료와의 연계를 위하여 지역측지계 자료도 병행 제출하여야 한다.

⑧ 지형현황측량의 범위는 노선 좌우 폭을 실시설계에 지장이 없는 범위로 하여야 하며, 용지경계로부터 10m를 더한 구역을 표준으로 하며 지형현황측량의 모든 성과는 전산자료로 제출되어야 한다.

⑨ 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」, 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」, 「무인비행장치 측량 작업규정」 등에 따라 실시하여야 한다.

제57조(관로노선측량) ① 도상계획에 의해 확정된 관로노선의 선형에 따라 측량을 실시하여야 한다.

② 관로 또는 시설물 설치를 위한 편입예정지에 대하여는 지하시설물의 종류, 위치, 규격, 구조, 수량, 설치시기, 소유자 및 관계기관, 지하시설물의 위치 및 종류를 표시한 평면도, 종단도 및 횡단도, 시설물의 안전에 필요한 조치강구와 시설물의 소유자 및 관계기관과의 협의 후 처리방안 및 대책을 포함한 지하시설물 조서를 보고서에 수록하여야 한다.

③ 관로 노선 사전조사 시에는 기존의 계획 및 집단민원예상지역 등을 조사, 세부노선검토 시 고려하여야 한다.

④ 노선선정 시 향후 시설물 유지·관리방법 등을 고려하여 수도전용 유지관리용 도로 확보가능 여부를 조사하여야 한다.

⑤ 관로 노선의 측점거리는 20m를 원칙으로 하고 지형변화위치 및 구조물 설치지점 등 필요한 각 점에 추가 측점을 설치하여 실시하여야 한다.

⑥ 주요 구조물의 위치점과 기본계획측량의 기준점과의 위치관계를 명확히 하여야 하며, 평면직각 좌표를 표시하여야 한다.

⑦ 관로 및 처리장 설계에 필요한 수준점과 중간점 및 기타 인조점, 구조물의 시·중점 표시말뚝은 훼손되지 않도록 현장에 콘크리트 또는 석재로 설치하고 수준점 성과는 평면도에 표시하여야 한다.

제58조(중·횡단측량) ① 노선측량에서 설치된 각 측점에 대한 중·횡단측량을 실시하여야 한다.

② 종단도 측척은 중 1:1,000, 횡 1:200으로 작도하여야 하며 구조물의 위치현황, 규격 등을 상세히 기입하여야 한다.

③ 로노선 횡단측량은 중심선형을 기준으로 직각방향의 측량하되 좌·우로 지반고가 변하는 지점의 고저 또는 표고와 거리를 측정한다.

④ 횡단면도는 각 측점마다 좌우 각각 15m 범위로 측정하여야 하고 측척 1:100로 작성한다.

⑤ 중·횡단 측량은 “공공측량 작업규정”을 준수하고 국가기준점 및 공공기준점을 사용하여 측량을 실시하며 지하시설물 등 기타 필요사항에 대하여 상세히 표시하여야 한다.

⑥ 수치표면모델, 수치표고 모델, 3차원 수치지형도 등을 이용하여 중·횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 중·횡단측량을 생략할 수 있다.

제59조(용지측량) ① 용지측량의 자료조사란 토지의 취득 등에 필요한 제반자료를 구입, 열람, 복사 또는 발급받고 용지측량에 필요한 자료를 정리 작성하는 작업으로, 작업계획에 의하여 토지등기부, 지도 및 지적도 등을 열람, 복사 또는 발급 받아 조사하여야 한다.

② 경계측량은 설계 횡단도 및 용지도로부터 용지분할을 위한 용지경계점 좌표를 취득하고 현장에 용지경계말뚝의 위치측량을 실시하여 공사계획에 따라 용지분할 측량을 의뢰하여야 한다.

③ 용지경계지점은 설계기준점과 상·하수도 노선 중심선을 기준으로 하여 토털스테이션 또는 GNSS를 사용하여 측량한다.

④ 용지도는 해당지자체의 협조를 받아 취득한 연속지적도를 기반으로 작성한다.

⑤ 용지도는 1:1,000로 작성한다. 또한, 세목조서상 영구편입, 구분지상권 해당필지 및 임대사용 대상의 토지도 상세히 조사하여 사업실시계획 승인 시 반영해야 한다.

⑥ 지적도와 용지도를 참조하여 등기부등본 및 토지대장 또는 임야대장을 해당 법원 및 시, 군, 구에서 발부받아 지적공부조사를 실시하고, 이를 기초로 토지에 대한 면적, 지목 등과 권리관계인 소유자 및 관계인을 조사한다.

제60조(지장물조사 및 지하시설물 측량) ① 상·하수도 용지는 좌·우 경계선으로부터 충분한 범위 내의 지형, 경계, 형질변경상태, 건물, 분묘, 관정, 전주를 비롯한 제반 물건을 실측, 조사하여야 한다.

② 설계구역 내의 지장물측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩을 작성 제출하여야 한다.

③ 설계구역 내의 지하시설물에 대하여는 설계 전에 “공공측량 작업규정”에 따라 지하시설물도를 작성하여야 한다.

④ 지하시설물 주변의 굴착이나 지하시설물의 이설, 변경 등의 행위를 할 때에는 관련법의 규정에 따라 해당 지하시설물 관리기관의 협의나 승인을 받아야 한다.

⑤ 설계구역 내의 실측된 지하시설물 현황은 「공공측량 작업규정」에 따라 수치화된 지하 시설물도를 작성하여야 한다. 실측이 이루어지지 않은 지하시설물에 대하여는 「공공측량 작업규정」에 따라 지하시설물도를 작성하여야 한다.

⑥ 지하시설물도는 국가지리정보체계와 연계가 되어야 한다.

제61조(표석 및 경계말뚝설치) ① 설계기준점은 공사 시에 이용할 수 있도록 경계점 표석을 설치하여야 한다.

② 상·하수도 계획노선 2km마다 또는 구조물 인근에 소멸 및 유실되지 않을 장소를 택하여 기준점을 설치하고 이에 대한 성과표를 제출하여야 한다.

③ 측량의 설계기준점이나 중요한 위치, 지형변화 위치, 구조물위치, 관로노선, 용지매수 경계선에 대하여는 산출내역서 상 해당 항목의 경계점 표석을 설치하여야 한다.

④ 관로노선상의 표석설치는 1,000m 간격을 기준으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 지역 여건 등을 고려하여 추가하거나 설치간격을 조정할 수 있다.

제62조(측량도면의 제작) ① 노선측량 및 종·횡단측량의 성과로 제작되는 각종 성과도면은 데이터의 상호 호환성 유지를 위하여 감독원의 지시에 따라 분류·작성하여야 한다.

② 각종 CAD 데이터는 GIS 체계로 변환될 수 있도록 데이터의 정리, 구조화편집, 대장·조서정리, Shape Data 변환, 속성항목 데이터 연계입력 등을 실시하여야 한다.

③ 관로노선 인근의 국가기준점 및 공공기준점을 조사하여 기준점 위치, 등급 및 수치값을 도면의 색인란 등에 표기하여야 한다.

④ 측량평면도는 1:1,000의 축척으로 측량을 실시하여야 하고 지장물, 전주 및 지목 등을 표시하여야 하며, 별도의 지하시설물도를 작성하여야 한다.

⑤ 용지도 및 수치지형지적도는 1:1,000의 축척으로 작성하여야 한다.

제63조(측량성과의 작성) 상·하수도 설계측량이 완료되면 수행자는 다음 각 호의 성과를 작성하여야 한다.

1. 지형현황측량 성과
2. 기준점 및 수준점 성과
3. 중심선측량, 종단 및 횡단측량 성과
4. 임시 수준점 현황
5. 경계점 말뚝 및 표석 설치현황
6. 지하시설물 조서

제3장 상·하수도 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제64조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.

② 영상데이터를 이용한 상·하수도 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 상·하수도 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저 스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

④ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑤ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계 모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

제4장 상·하수도 설계측량 품질관리

제65조(3차원 디지털 설계측량) ① 설계기준점 평면위치측량의 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측 된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우, 재측량을 하여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|--------------------------|-----------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 폐합차 | $25 \text{ mm} \sqrt{N}$ | N: 기선(변)수 |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 교차 | 25 mm | |

② 임시기준점측량 시 결합트레버스망 계산의 방향각의 결합차는 $5'' + 7'' \sqrt{n}$ (n: 측각수) 이내로 하며, 평면위치의 결합비는 1:50,000 이하이며 허용오차 규정은 「공공측량 작업규정」에 준한다.

③ 공공기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표의 허용범위를 초과할 경우, 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검 사항 | 허용 범위 | 비고 |
|------|-----------|--------------------------|--------------|
| 수준노선 | 왕복차 | $5 \text{ mm} \sqrt{S}$ | S: 편도거리 (km) |
| | 기지점간 결합오차 | $15 \text{ mm} \sqrt{S}$ | |
| 수준환 | 환폐합차 | $5 \text{ mm} \sqrt{S}$ | |

④ 설계수준점측량의 경우 높이 정확도 0.03m는 3급수준점측량, 높이 정확도 0.05m는 4급 수준점측량에 적용한다. 단, 기선거리가 4km 이상인 경우에 적용한다.

⑤ 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 다음 표를 기준으로 정하여야 한다.

| 10,000 m ² 당 배점 밀도 | | | |
|-------------------------------|-----|-------|----|
| 측척 \ 지역 | 시가지 | 시가지근교 | 산지 |
| 1/250 | 7점 | 6점 | 7점 |
| 1/500 | 6점 | 5점 | 6점 |
| 1/1,000 | 5점 | 4점 | 4점 |

⑥ 지형도의 정확도 표준은 다음 표와 같다.

| 측척 | 평면위치의 표준편차 | 표고점의 표준편차 |
|--------|------------|-----------|
| 250 | 0.12 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 500 | 0.25 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 1,000 | 0.70 m 이내 | 0.33 m 이내 |
| 2,500 | 1.75 m 이내 | 0.66 m 이내 |
| 5,000 | 3.50 m 이내 | 1.66 m 이내 |
| 10,000 | 7.00 m 이내 | 3.33 m 이내 |

⑦ 지상측량방법에 의한 지형지물의 평면위치 및 표고의 정확도는 모두 ± 0.1 m이다. 다만, 공사 구역 내일지라도 실제 공사가 이루어지지 아니하는 보존녹지지역 등에 대하여는 이 정확도 규정을 적용하지 않는다.

⑧ 중심선측량 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구분 \ 거리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|---------|---------|---------|---------------|
| 평 지 | 10 mm | S/3,000 | S는 점간 거리의 계산값 |
| 산 지 | 20 mm | S/2,000 | |

⑨ 횡단측량에서 중심점과 끝점의 거리 및 표고의 측정값과 점검 측정값의 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구 분 | 거 리 | 표 고 | 비 고 |
|-----|-------|--|--------------------------------|
| 평 지 | L/500 | $0.02 \text{ m} + 5 \text{ m} \sqrt{L/100}$ | L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝 간의 측정거리(m 단위) |
| 산 지 | L/300 | $0.05 \text{ m} + 15 \text{ m} \sqrt{L/100}$ | |

⑩ 용지 폭 점간의 측량은 용지 폭 점간 거리의 계산값과 측정값의 교차를 구하는 것에 의해 실시하며, 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구분 \ 거리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|---------|---------|---------|---------------|
| 시가지 | 0.05 m | S/1,000 | S는 점간 거리의 계산값 |
| 평 지 | 0.05 m | S/1,000 | |
| 산 지 | 0.10 m | S/200 | |

⑪ 지장물 조사측량의 정확도는 지상시설물인 경우 평면으로 ± 0.1 m, 지하시설물인 경우에는 「공공측량 작업규정」에 따른다.

⑫ 지하시설물 위치측량 정확도는 0.1 m 이내를 허용오차로 하며, 높이 및 좌표 등의 단위는 m로 하고, 평면좌표는 소수 셋째 자리까지 표기하며 높이는 소수 둘째 자리까지 표기한다.

제5장 상·하수도 설계측량 성과품

제66조(성과품) 상·하수도 설계측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 상·하수도 설계측량 보고서
2. 관로의 지형현황도, 용지도, 수치지형지적도
3. 종단도 및 횡단도
4. 측량 표석점 설치도면
5. 설계기준점 및 수준점 조서
6. 사진첩 및 저장장치
7. 기타 조사 성과품
- 8 각 측량 별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제6편 농업기반시설 설계측량

제1장 일반사항

제67조(목적) 이 규정은 농업생산기반시설에 필요한 농업용댐, 취입보, 용배수로, 농업용관수로, 양배수장, 농도, 농지관개, 농지배수, 경지정리, 개간, 해면간척, 농지보전 등의 설계측량을 수행하기 위하여 요구되는 기본적이고 표준적인 설계측량기준을 제시함을 목적으로 한다.

제68조(적용범위) 이 규정은 건설공사에 관한 농업기반시설 설계측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다.

제2장 농업기반시설 설계측량 방법

제69조(작업계획) ① 작업착수 전 농업기반시설측량 구역을 따라 현장조사를 실시하여 농업기반시설 조성 설계측량 작업에 대하여 수행할 수 있는지를 파악하여야 한다.

② 농업기반시설 설계측량 공종별로 과업명, 목적, 위치 및 수량, 소요기간, 투입인원 및 장비, 사용할 측량성과의 종류 및 내용 등 포함한 측량작업계획서를 작성하고 검토하여야 한다.

③ 농업용댐 건설을 위한 측량은 댐을 포함한 유역, 저수지 주변의 지형, 댐 위치 및 부근의 현황, 댐과 관련된 부대시설, 댐 공사를 위한 임시시설 등의 위치 및 현황 파악이 가능하도록 작성한다.

④ 측량계획 수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며 농업생산기반시설 설계측량방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.

⑤ 농업기반시설 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제70조(농업용 댐 설계측량) ① 댐 건설을 위한 댐부지 현황측량은 기본조사 시의 측량성과를 확인하고 보완, 추가하여야 한다. 댐축조의 현황측량은 1:500~1:1,000 정도의 축척으로 하고, 댐 및 부대시설 등이 표현되도록 충분한 범위까지 실시한다.

② 설계기준점 측량은 국가기준점 또는 공공기준점에 기초하여 지상현황측량 및 그 밖의 각종 측량의 기초가 되는 설계기준점을 설치하기 위한 측량으로써 토털스테이션, GNSS 등으로 측량을 실시한다.

③ 설계기준점은 “공공측량 작업규정”에 따라 실시하고 차후에 실시하는 공사측량 및 기타 측량

시에 활용할 수 있도록 가급적 영구표석을 매설한다.

④ 설계수준점측량은 국가수준점 1등 또는 2등 수준점으로부터 조사구간 내에 설치한 측점까지의 수준표고를 결정한다.

⑤ 지형현황 측량은 토털스테이션, GNSS, 항공사진측량, 무인비행장치측량 등을 이용하여 지상의 지형, 지물 및 경계, 주요 구조물 등을 측량하여 3차원 수치지형현황도를 작성한다.

⑥ 댐 종단측량은 댐 위치를 조사하고 가장 합리적인 위치를 선정하여 댐 종단측량을 실시한다.

⑦ 종단측량 시에는 측점의 표고를 비롯한 측량구간 내에 위치한 수위표 영점표고 및 수위표, 임시 수준점, 수문 및 갑문의 문턱, 교량, 보 등 각종 하천시설물의 필요한 표고를 측정하여야 한다.

⑧ 물넘이 종단측량은 물넘이 위치와 형식을 선정하여 종단측량을 실시한다.

⑨ 댐 설계측량은 댐 위치를 선정하고 상류에 대한 내용적 측량을 실시한다. 특히 제체 완공 후 공사로 교란된 내용적 부분을 추가 보완하는 측량을 반드시 실시한다.

⑩ 기타 하천 기울기 파악을 위한 하천종단 측량, 유량 파악을 위한 하천 횡단 측량을 실시하고 기타 필요한 측량을 실시한다.

⑪ 댐 부지에 대한 3차원 지형모델이 필요한 경우 항공사진측량, 무인비행장치 측량 등을 통해 정사영상 및 수치지형모델을 작성할 수 있다.

제71조(용배수로 설계측량) ① 지형조사 및 현황측량은 계획대상지역 전역에 대한 자료를 수집하여 지형현황도를 작성하고, 계획노선에 대해 노선측량과 용지측량을 실시한다.

② 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도출하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.

③ 용배수로의 시설물 및 노선에 따라 지형현황측량을 실시하여야 하며, 지형현황도에 의한 실시설계는 중·횡단면도 작성이 가능하도록 지형의 변화를 상세하게 측량하여야 한다.

④ 지형도의 작성은 주로 지상현황측량, 항공사진측량, 무인비행장치측량에 의해 시행하고 토지의 상황을 고려하여 지도의 축척을 정하고 요구되는 정밀도와 표현내용 등에 따라 기준점의 배치, 개수, 위치 등을 결정한다.

⑤ 노선측량은 기존 지형도 및 항공사진측량을 근거로 도상에서 노선선정 작업을 실시하고 선정된 노선에 대해 지형현황측량을 실시한다.

⑥ 중심선측량은 수로의 중심선을 정하기 위한 측량이다. 중심말뚝은 일정한 간격으로 설치하고 기점에서부터 측점번호를 설치하고 지형이 변하는 지점은 그 사이에 중간점을 설치한다.

⑦ 종단측량은 중심선 측량에 의해 설치한 측점 및 중간점의 표고 및 지반고를 측정하여 수로중심선의 종단도를 작성한다.

⑧ 종단도에는 계획수위, 수로바닥높이 등을 기입한다. 또한 기준이 되는 수준점은 노선에 따라 일정한 간격으로 설치한다.

⑨ 횡단측량은 측점의 중심 및 중간점이 설치된 지점에서 중심선에 대해 직각 방향의 지형 및 지물의 변화점의 위치와 높이를 구하여 횡단면도를 작성한다. 횡단면도에는 깎기와 쌓기의 단면 등을 기입해서 용배수로설계 및 구조물설계에 이용한다.

⑩ 지형현황측량은 지형, 경계 등을 측정하고 도면화하며 지명, 지물 등을 기입해서 평면도를 작성한다.

⑪ 용지측량은 중심선을 기준으로 해서 직각 방향으로 용지경계측량을 실시하여 용지경계 말뚝을 설치한다. 용지측량으로 작성된 용지도는 주로 용지보상에 사용된다.

⑫ 용지도는 1:1,000으로 작성한다. 또한, 세목조서상 영구편입, 구분지상권 해당필지 및 임대사용 대상의 토지도 상세히 조사하여 사업실시계획 승인 시 반영해야 한다.

제72조(농업용 관수로 설계측량) ① 관수로를 설계할 때는 현지 사정을 파악하기 위해 되도록 많은 자료를 수집해야 하며 대표적인 자료는 지형도, 토양도, 기상 등 수문자료, 재해자료, 지하시설물, 유사한 공사 기록 등이 있다.

② 단계별 측량내용과 정밀도는 다음 표와 같다.

| 조사구분 | 기본설계 | 실시설계 | 비 고 |
|----------------|---|--|---|
| 측량방법 | 지형도에 의한 지상측량 | 현지 지상 측량 | ·본 표는 조사단계별로 필요한 일반적인 표준을 표시한 것이며 현지 여건에 따라 조정할 수 있다. |
| 지형도 범위 | 관개지역 전체 | 노선 양쪽 25m씩 | |
| 측점간격 | 임의 | 측점간 10 ~ 100 m | |
| 지형도 축척 | 1:5,000~1:10,000 | 1:500~1:5,000 | |
| 등고선 간격 | 0.2 m ~ 1.0 m | 0.2 m ~ 1.0 m | ·종단도와 평면도는 동일 축척으로 동일도면에 표시하면 편리하다. |
| 현황도 및 중·횡단도 | 종단도 횡:1:500~1:5,000 중:1:100~1:500 | 종단도 횡: 1:500~1:5,000 중: 1:100~1:500 횡단도: 1:100 내부지형도: 1:50~1:300 | |

③ 지형현황 조사 및 측량은 계획대상지역 전역에 대한 자료를 수집하여 지형도를 작성하고, 계획 노선에 대해 노선측량과 용지측량을 한다.

제73조(양배수장 설계측량) ① 지형현황은 양배수장 계획지점 및 계획대상지역의 자료수집, 측량 등에 의하여 조사한다.

② 현지에서 조사 및 지형현황측량을 실시할 때는 다음 각 호와 같은 계획예정지역 주변의 관계지형도 등을 수집하여 조사계획의 입안이나 개략설계에 이용한다.

1. 지형도(국토지리정보원) : 1:5,000, 1:25,000(기본도), 1:50,000
2. 항공사진 : 1:15,000(산림청) 1:10,000~1:40,000(국토지리정보원, 농업기반공사)
3. 지질도(한국지질자원연구원) : 1:50,000~1:250,000
4. 토지이용계획도 및 토지이용 현황도 : 1:25,000
5. 학술논문, 조사기록, 공사기록, 재해기록
6. 하천개수계획도 등 : 하천개수계획 수립을 위해 작성한 측량성과도

③ 지형현황측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 계획조사에서는 축척 1:5,000~1:10,000의 지형도를 계획 대상지역 전역에 대하여 작성한다.

2. 실시설계 조사에서는 양·배수장 계획지점 주변은 축척 1:5,000의 지형측량, 양·배수장 계획지점은 축척 1:100~1:200의 평면 및 종·횡단 측량을 한다. 비교설계가 필요한 경우는 후보지를 포함한 주변 범위의 측량을 한다.

제74조(농도 설계측량) ① 도상검토 및 현지답사에 의하여 선정된 계획노선의 경제성, 안정성, 시공성 및 기능성 등을 검토하기 위하여 지형, 지물, 시설물의 위치 등을 상세하게 표현하기 위한 지형현황측량을 실시한다.

② 선정된 계획노선에 대하여 지형현황측량을 하여 토공량, 하천횡단위치, 교량 및 터널의 길이, 도로 및 철도의 교차장소, 선형 및 기울기 등을 파악하고 공사시공에 필요한 공사비를 산출하여 경제성, 안정성 및 기능성을 종합적으로 검토한다.

③ 계획, 설계 등의 각 단계에 따라서 작성한 지형도, 종·횡단면도의 종류 및 그 범위는 일반적으로 다음 표 와 같다.

| 조사단계 | 타당성조사계획 | 기본설계 | 실시설계 |
|-------|--|--|--|
| 측량방법 | 항공사진측량 (또는 지상측량) | 지상지형측량 (종·횡단은 지형도에 의하여 전개) | 지상지형측량 (종·횡단측량 등) |
| 범 위 | 관계지역전체 | 편측 25 ~ 100 m | |
| 측정간격 | - | - | 20 m(지형변화지점은 중간말뚝) |
| 등고선간격 | 1.0 ~ 2.0 m | 1.0 m | |
| 특기사항 | 국토기본도, 감람기본도가 있으면 이것을 이용할 수 있다. | 이 조사는 개략노선을 결정하여 농도의 설계·시공·용지확보 등의 자료를 얻기 위한 것으로써 정밀도가 충분해야 한다. | 교량 등 구조물에 대해서는 별도로 1/200~1/500축척의 지형측량이 필요하다. |

제75조(농지배수 설계측량) ① 설계기준점 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 설계기준점 측량은 국가기준점 또는 공공기준점에 기초하여 지상현황측량 및 그 밖의 각종 측량의 기초가 되는 공공삼각점의 위치를 정밀하게 결정하는 측량으로써 토털스테이션, GNSS 등으로 측량을 실시한다.
2. 기준점의 설치위치는 유지관리에 안전하고 발견하기 쉬운 지점에 설치하여야 하며, 습지 또는 제방상단 등 영구보전이 부적당한 장소는 가급적 피해야 한다.
3. 기준점의 표식설치는 지구당 1본 이상의 석재로 매설하고 필요에 따라 증설하거나 목재말뚝을 설치한다.
4. 측량성과는 「공공측량 작업규정」에 의한 점의조서를 작성하고 보고서에 첨부한다.

② 설계수준점 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 수준점(BM)측량은 국가수준점 1등 또는 2등을 기점으로 하여 측량하되, 2개소의 수준점에 대한 확인측량을 실시한 후 농업기반시설 조성사업 지구 내로 연결해야 한다.
2. 국가수준점 및 공공수준점이 망실되었거나 확인이 불가능할 때는 인근 하천정비 표식이나 타 기관의 공공수준점과 비교·검토하여 보완한다.

③ 고저측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 배수개선사업의 사업계획은 지구내 침수위 및 내수위 용적의 면적에 의거하여 방향이 결정되므로 구역내 각 경지마다, 기설수로는 저변과 똑마루를 구분하여 측량한다.

2. 지형도의 축척 1:3,000 정도일 경우 등고선 간격은 0.5m 정도로 하되 담수를 고려할 경우 담수 구역을 중심으로 보다 조밀한 0.1m 간격으로 표고별 면적을 산정한다.

④ 노선측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 기설치된 용·배수로의 성능과 활용정도, 유지관리 상태, 폐기 및 철거 시 공사물량 등을 파악하기 위한 측량을 시행한다.

2. 배수로 조사는 가능한 지역의 가장 낮은 곳으로 하여 수로의 경사도 배분, 부대시설 등 기술적, 경제적으로 합리적인 계획이 수립될 수 있도록 대축적의 지형도에서 도상 예측 후 현지답사를 실시하여 노선을 확정한다.

3. 위치선정은 수로의 조직이나 배치형태, 용지매수, 용·배수 관행 등의 종합적인 판단과 기술적, 경제적, 사회적 조건 등을 고려하여 결정한다.

4. 중요측량 항목은 노선선정 및 선점, 중심선측량, 종·횡단측량과 구조물조사 등이 있다.

5. 노선에 설치된 주요 수리구조물의 표고, 규격, 유지관리상태 등을 측량하고 기록한다.

6. 노선측량 대상은 주로 간선급 배수로를 위주로 하며 중요도에 따라 지선급도 대상이 될 수 있다.

7. 지구 내외 타 노선과의 연결사항을 조사하며 배수 본천이나 방수제 등에 대한 측량도 시행한다.

⑤ 배수펌프장 및 배수문 측량은 위치선정 및 선점과 중심선측량, 종단측량, 지형측량 등을 시행하며 기설 배수문 제원도 측량한다.

⑥ 용지도 작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 시·군에 비치된 지적도 및 임야도를 열람하여 필요한 부분을 복사하고 해당지구에 관련된 토지대장을 열람한다.

2. 복사한 지적도 및 임야도를 이용하여 계획평면도를 작성하고, 측량성과 및 현황을 상세히 기입한다.

3. 지구계획 평면도에 의거 배수개선 대상면적을 결정하고 권리자명부를 작성한다.

⑦ 인근 수위표, 조위기준점(영점표고) 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 수위표 및 조위기준점의 영점표고 측량은 국가수준점 1등 또는 2등 수준점을 기점으로 측량한 지구 내 기점을 활용하여 측량을 시행하고 왕복측량을 하여 반드시 확인한다.

2. 해안의 경우 조위기준점 및 조위기록을 사용하고 해당지구가 멀어 보정을 요하는 경우, 동시에 조위관측을 측정하여 그 기록치의 차이만큼 보정하고 지구 내의 수준점과 왕복 측량하여 확인한다.

제76조(경지정리 설계측량) ① 경지정리 지구 및 그 주변에 대해 계획 및 설계에 필요한 정밀한 지형도를 작성한다.

② 대상지구의 도면이 국토 기본조사, 지적조사, 관련 농업생산기반정비사업 등에 의해 지형도 축척이 1:1,000~1:5,000으로 기작성되어 있는지 여부를 파악하여 활용하고, 없는 경우에는 지형측량을

실시하되 축척은 1:500~1:1,000으로 실시한다.

제76조(해면간척 설계측량) ① 지형현황조사는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 간척계획에 사용하는 표고 기준은 국가기준점 및 공공수준점 성과를 기초로 한다.
2. 지형조사는 간척, 매립 계획에 있어 계획지구 및 주변 지역의 지형, 지물, 면적, 표고, 해안선, 간석지, 갯고랑 등의 상황이 정확히 파악되도록 실시하여야 한다.
3. 지형현황도는 기본설계, 실시설계, 시공 등의 각 단계마다 조사 목적에 부합되는 지형도 축척으로 작성되어야 한다.
4. 지형조사의 범위는 지형조건에 따라 조사단계와 조사항목을 적절하게 조정하여 결정한다.

② 표고의 기준 및 수준표의 설치는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 수직위치의 표고는 국가수준점, 통합기준점 및 공공수준점의 표고성과를 기준으로 한다.
2. 조사지구내에 수준표석을 설치한 다음 부근의 수준점 표석으로부터 수준측량을 실시하여 표고를 산정하고 인근의 검조소, 항만, 하천 및 기개발지구의 수준표의 표고 상관관계를 구한다.
3. 수준점 표석은 지반변동 등에 따라 표고가 변동되는 경우가 있으므로 이를 고려하여 견고한 지반에 설치한다.
4. 일반적으로 항만공사에서는 기본수준면을 계획 및 공사의 기준표고로 사용하고 있다. 따라서 간척조사측량은 육상기준표고와 해상수준표고와의 상관관계를 분석하여 설계에 적용하여야 한다.

③ 지형현황측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 지형도는 간척매립 등의 계획, 검토를 위하여 필수적으로 작성되어야 한다. 이때 지형도의 축척은 1:1,000, 1:3,000, 1:5,000, 1:10,000을 표준으로 작성하고 조사단계에 따라 적절한 축척을 택하되 등고선은 원칙적으로 평지 0.2m, 산지 5m 간격으로 작성한다.
2. 지형측량의 대상범위는 간척예정지구 및 그 주변과 수원시설, 용·배수시설, 도로 등의 계획범위를 고려하여 결정한다.
3. 최근에 간척계획이 대규모화 및 배후지를 포함한 종합개발계획 차원의 지형측량은 항공사진측량, 무인비행장치측량을 실시하고 영상데이터를 기반으로 3차원 점군데이터를 취득하여 지형측량에 활용한다.

④ 방조제 예정선 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 방조제 노선은 일반적으로 짧은 방조제 연장으로 최대의 개발면적을 포용하고 공사비가 저렴하며 시공상 및 유지관리 상 문제점이 적고 필요 저수량과 담수화 등에 유리해야 한다.
2. 방조제 시·종점 부근의 지형측량은 축척을 1:500~1:1,000, 등고선 간격은 산지 1.0m, 간석지 0.2m~0.5m를 표준으로 하고 시·종점 설치 기준점의 좌표와 표고를 기록하고 점의조서를 작성하여야 한다.
3. 방조제 종·횡단 측량은 가능하면 간조 시 직접 종·횡단 측량에 의하여 시행하여야 하나, 수중작업으로 인하여 측량이 어렵거나 불가능한 경우에는 수심측량에 의한다.
4. 방조제 수심측량은 음향측심기로 하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 수심이 얇은 경우에는 측간, 측심추에 의한 직접측정 방법으로 한다. 이때 측심점의 위치, 깊이, 측심 시각과 인근 조위표 또는

조위관측소의 조위를 정확하게 기록해 두어야 한다.

⑤ 간석지 지형측량은 간척사업이 대규모화되면서 공유수면 매립구역 내의 대규모의 지형측량 자료를 만들어야 한다. 이를 위한 측량은 항공사진측량 및 무인비행장치측량에 의한 3차원 영상데이터 취득을 통하여 3차원 수치지형현황도를 작성한다.

⑥ 연안해역선 경계는 간척매립구역 확정을 위하여 다음 각 호와 같은 자료조사 또는 경계측량을 실시해야 한다.

1. 지적도(임야도포함)의 지적경계와 간석지 경계
2. 매립구역 내의 법정하천 경계
3. 공유수면경계
4. 공유수면매립지와 공유수면과의 경계

⑦ 지형현황도 작성은 국토지리정보원의 기본도제작 및 도식규정에 따른다.

제3장 농업기반시설 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제77조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.

② 영상데이터를 이용한 농업기반시설 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 농업기반시설 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

④ 초음파데이터를 이용한 농업기반시설 설계측량은 음향측심기를 이용하여 수심측량을 실시하고 지형도를 작성 및 활용한다.

⑤ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑥ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계 모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

제4장 농업기반시설 설계측량 품질관리

제78조(품질관리) ① 관수로 설계측량 시 단계별 측량내용 및 정밀도는 다음 표와 같다.

| 조사구분 | 기본조사 | 실시조사 | 비 고 |
|--------|---|---|---|
| 측량방법 | 지형도에 의한 지상측량 | 현지 지상측량 | 본표는 조사단계별로 필요한 일반적인 표준을 표시한 것이며 현지 여건에 따라 조정할 수 있다. |
| 지형도 범위 | 관개지역 전체 | 노선 양쪽 25 m 씩 | |
| 측점간격 | 임의 | 측점간 10 ~ 100 m | |
| 지형도 축적 | 1:5,000~1:10,000 | 1:500~1:5,000 | |
| 등고선 간격 | 0.2 m ~ 1.0 m | 0.2 m ~ 1.0 m | |
| 관련 측량도 | 중단도 횡:1:500~1:5,000 종:1:100~1:500 | 중단도 횡: 1:500~1:5,000 종: 1:100~1:500 횡단도: 1:100 내부지형도: 1:50~1:300 | 중단도와 평면도는 동일 축적으로 동일도면상에 표시하면 편리하다. |

② 설계측량 후 측량성과표를 제출하여 검측을 받아야 하며, 설계의 모든 부분에 대한 위치, 표고, 치수 등은 관련 규정에 따른 정확도를 만족하여야 한다.

③ 설계측량의 정확도를 확보하기 위하여 정확도 관리를 하며, 그 결과를 정확도 관리표로 작성하여 제출한다.

④ 각 공정별로 작업을 완료한 때에는 정확도를 확인한다. 설계측량의 정확도는 「공공측량 작업규정」에 준하여 실시한다.

제5장 농업기반시설 설계측량 성과품

제78조(성과품) 농업기반시설 설계측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 농업기반시설 설계측량 보고서
2. 항공사진측량 성과품
3. 무인비행장치측량 성과품
4. 지상현황측량 성과품
5. 용지측량 성과품
6. 지장물조사측량 성과품
7. 수심측량성과표 및 음향측심기록 데이터
8. 기타 조사 성과품
9. 각 측량별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제7편 교량 설계측량

제1장 일반사항

제79조(목적) 이 규정은 스마트건설에 따른 교량의 상·하부, 교각, 교대, 교량의 형식 등 교량의 3차원 설계에 따른 측량 데이터 및 도면을 얻기 위하여 실시하는 설계측량의 기본적이고 표준적인 기준을 제시하는데 목적이 있다.

제80조(적용범위) 이 규정은 계곡, 호소, 하천, 해협 등을 횡단하는 교량설계를 위한 설계측량 방법의 일반적인 기법을 정한 것으로 교량 및 시설물의 조사 및 계획, 설계를 위한 측량에 적용한다.

제2장 교량 설계측량 방법

제81조(작업계획) ① 교량은 계곡, 호소, 하천, 해협 등을 횡단하는 시설물로 상부, 하부구조로 나누어지며 위치는 하천이나 수로에 직각으로 설치되는 것이 원칙이나 지형상 중심선에 경사지게 설치되는 경우도 있으므로 현장답사를 통해 측량계획을 수립해야 한다.

② 교량설계에 필요한 교량측량은 수로 또는 도로방향과 일치시키기 위하여 교량 설치 예정지점의 유·출입구에 대한 현장 확인 조사측량을 실시한다.

③ 교량 및 연결도로의 계획고는 하천 계획 홍수위 및 여유고를 감안하여 결정하고 횡단면도 상에 홍수위를 표시해야 하며, 하천홍수위에 영향을 미칠 때는 하천관리청과 협의하고 협의내용을 보고서에 수록하여야 한다.

④ 교량 설계측량 계획수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며 교량 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성하고 제출하도록 하여야 한다.

⑤ 교량 설계측량 세부계획 수립 시 투입 인원은 측량 및 지형공간정보기술 자격자로 구성하여야 하며 교량 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.

⑥ 교량 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제82조(지형현황측량) ① 교량가설 예정지점은 축척 1:200~1:500으로 상세하게 지형현황측량을 실시하여 교량가설 위치, 교량길이, 경간분할 등의 결정에 활용한다.

② 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.

③ 영상데이터를 이용한 지형현황측량에는 항공사진측량과 무인비행장치측량을 실시하여 취득한 영상데이터 기반의 3차원 점군데이터로 작성·사용하여야 한다.

④ 교량의 길이가 300 m 이상인 장대교량으로 직접수준측량이 불가능한 하천, 바다 등에 설치할 경우에는 간접수준측량인 도하(해)수준측량으로 실시하여야 한다.

⑤ 교량의 길이가 300 m 이내인 경우에는 설계기준점의 좌표를 기준으로 교량의 시점부와 종점부에 각 2점씩 4점의 임시기준점을 설치하여야 한다.

⑥ 교량 설계기준점의 위치결정은 반드시 3점 이상의 국가삼각점을 사용하여 GNSS측량, 삼각측량, 삼변측량, 트래버스망측량 방법으로 실시한다. 단, 트래버스측량 방법을 사용할 경우에는 반드시 한 개의 기선에서 출발하여 다른 기선에 결합하는 결합트래버스 방법을 사용한다.

⑦ 설계수준점 표고는 1등·2등 국가수준점과 국가공공기준점을 연결하는 수준노선을 선정하여 직접수준측량을 실시하여 결정한다.

⑧ 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」, 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」, 「무인비행장치 측량 작업규정」 등에 따라 실시하여야 한다.

제83조(중심선측량) ① 교량 중심선측량은 실시설계의 중심선형을 따라 중심선측량을 현지형에 설치하며 측점번호가 부여된 중심선 측점은 현장에 견고하게 설치하여야 한다. 또한, 구조물, 포장 등으로 측점 설치가 불가능한 지역은 페인트로 표시한다.

② 교량설치지점 및 중심선측량을 RTK-GNSS 측량으로 실시할 경우에는 기준국과 이동국 간의 거리를 500 m 이내로 하며 측량 착수전과 종료 후에 현장주변의 기준점 또는 중간점과 연결, 검측하여 그 위치정확도를 확인해야 한다.

③ 교량 중심선을 따라 종단측량을 실시하여 교량 종단면도를 작성하고 지형변화가 심한 곳은 중간점을 설치한다.

④ 교량 설치지점에는 말뚝을 설치하고, 점의 조서 작성 및 명칭을 기입하고 인조점을 설치한 경우 인조점도를 작성한다.

제84조(종단측량) ① 종단측량은 중심선에 설치된 측점 및 변화점 또는 중요점에 설치한 중심측점, 추가측점, 보조측점을 기준으로 하여 중심선의 지반고를 결정한다.

② 종단측량은 지형 및 기타 주변 여건에 따라 직접수준측량에 의하여 실시한다. 단, 부득이한 경우 간접수준측량 실시할 수 있다.

③ 종단 변화점 및 주요한 구조물의 위치는 중심점으로부터 거리를 측정하여 종단면도를 작성한다.

④ 교량 가설지점의 계획중심선을 지형도상에 표시하고 이 중심선을 따라 종단측량을 실시하여 종단면도를 작성한다.

⑤ 종단면도의 축척은 횡방향 1:1,000, 종방향 1:100~1:200으로 하여 곡선현황(곡선반지름, 교각, 접선장, 확폭량, 최대편경사) 등을 명확히 기입함은 물론 구조물의 위치 현황 규격 등을 기입하여야 한다.

제85조(횡단측량) ① 교량 횡단측량 시 좌·우 횡단측량 범위는 용지경계 이상이 되도록 하여야 한다.

② 교량 횡단측량은 중심선형을 기준으로 직각 방향으로 측량하고 좌·우로 지반고가 변하는 지점의 고저 또는 표고와 거리를 측정한다.

③ 교량 횡단측량의 지반고 측량은 지형여건에 따라 직접수준측량 또는 간접수준측량에 의해 결정한다. 다만, 하천 및 해안에서 횡단측량을 실시할 때는 수심측량을 이용하는 점고법 측량방법을 선택할 수 있다.

④ 종·횡단면도 작성은 종·횡축척, 도면규격, 작성방법 등을 고려하여 작성하여야 한다.

⑤ 교량의 교대, 교각위치의 횡단측량은 5m 간격 이내로 조밀하게 실시하고 횡단면도는 $H=1:200 \sim 1:500$, $V=1:50$ 이내로 작성하여야 한다.

⑥ 수치표면모델, 수치표고 모델, 3차원 수치지형도 등을 이용하여 종·횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 종·횡단측량을 생략할 수 있다.

제86조(용지측량) ① 실시설계에 근거하여 도로중심선 등에서 도로직각 방향의 용지경계지점에 용지경계말뚝을 설치하는 측량과 손실보상 대상토지에 대한 도면 및 세목조서 작성을 위한 측량을 수행한다.

② 지적도와 용지도를 참조하여 등기부등본 및 토지대장(임야대장)을 해당 법원 및 시, 군, 구에서 발부받아 지적공부조사를 실시하고, 이를 기초로 토지에 대한 면적, 지목 등과 소유자 및 관계인을 조사한다.

제87조(지장물 조사측량) ① 실시설계 시 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 지장물건 및 기타사항을 정확히 조사하여 필요한 현황조서를 작성한다.

② 지장물조사측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩을 작성 제출하여야 한다.

제3장 교량설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제88조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.

② 영상데이터를 이용한 교량 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 교량 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

④ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑤ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.야 한다.

제4장 교량 설계측량 품질관리

제89조(품질관리) ① 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측 데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복 관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|--------------------------|-----------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 폐합차 | $25 \text{ mm} \sqrt{N}$ | N: 기선(변)수 |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 교차 | 25 mm | |

② 임시기준점측량 시 결합트래버스망 계산의 방향각의 결합차는 $5'' + 7'' \sqrt{n}$ (n: 측각수) 이내로 하며, 평면위치의 결합비는 1:50,000 이하이며 허용오차는 「공공측량 작업규정」에 준한다.

③ 중심선측량 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구분 \ 거리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|---------|---------|---------|------------------|
| | | | |
| 평 지 | 10 mm | S/2,000 | S는 점간 거리의 계산값 |
| 산 지 | 20 mm | S/1,000 | |

④ 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지형의 시통상태 등을 고려하여 다음 표를 기준으로 정하여야 한다.

| 10,000 m ² 당 배점 밀도 | | | |
|-------------------------------|-----|-------|----|
| 축척 \ 지역 | 시가지 | 시가지근교 | 산지 |
| 1:250 | 7점 | 6점 | 7점 |
| 1:500 | 6점 | 5점 | 6점 |
| 1:1,000 | 5점 | 4점 | 4점 |

⑤ 지형도의 정확도 표준은 다음 표와 같다.

| 축척 | 평면위치의 표준편차 | 표고점의 표준편차 |
|--------|------------|-----------|
| 250 | 0.12 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 500 | 0.25 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 1,000 | 0.70 m 이내 | 0.33 m 이내 |
| 2,500 | 1.75 m 이내 | 0.66 m 이내 |
| 5,000 | 3.50 m 이내 | 1.66 m 이내 |
| 10,000 | 7.00 m 이내 | 3.33 m 이내 |

⑥ 횡단측량에서 중심점과 끝점의 거리 및 표고의 측정값과 점검 측량값의 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구 분 | 거 리 | 표 고 | 비 고 |
|-----|-------|--|--------------------------------|
| 평 지 | L/500 | $0.02 \text{ m} + 5 \text{ m} \sqrt{L/100}$ | L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝 간의 측정거리(m 단위) |
| 산 지 | L/300 | $0.05 \text{ m} + 15 \text{ m} \sqrt{L/100}$ | |

⑦ 설계기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검 사항 | 허용범위 | 비고 |
|------|-----------|--------------------------|--------------|
| 수준노선 | 왕복차 | $5 \text{ mm} \sqrt{S}$ | S: 편도거리 (km) |
| | 기지점간 결함오차 | $15 \text{ mm} \sqrt{S}$ | |
| 수준환 | 환폐합차 | $5 \text{ mm} \sqrt{S}$ | |

제5장 교량 설계측량 성과품

제90조(성과품) 교량설계 측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 교량 설계측량 보고서
2. 교량가설위치 현황측량 성과품
3. 용지측량 성과품
4. 지장물조사 측량의 성과품
5. 기타 조사 성과품
6. 각 측량별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제8편 터널 설계측량

제1장 일반사항

제91조(목적) 이 규정은 스마트건설 공사분야의 터널 등 설계측량에 필요한 3차원 측량방법 및 기술적 사항을 제시하고, 3차원 설계에 필요한 설계측량의 기본적이고 표준적인 기준을 제시하는데 목적이 있다.

제92조(적용범위) 이 규정은 터널 설계측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다.

제2장 터널 설계측량 방법

제93조(작업계획) ① 작업 착수 전 지형의 조사를 통하여 터널건설에 영향을 미치거나 터널공사로 영향을 받을 수 있는 지형은 지형도나 항공사진 및 인공위성사진 등을 이용하여 분석하고 현장답사를 통하여 계획을 수립하여야 한다.

② 터널 설계측량은 공종별로 과업명, 목적, 위치 및 수량, 소요기간, 투입인원 및 장비, 사용할 측량성과의 종류 및 내용 등 포함한 측량작업계획서를 작성하고 검토하여야 한다.

③ 터널 설계측량 세부계획 수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며 건축 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성하고 제출하도록 하여야 한다.

④ 터널 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제94조(설계기준점 및 수준점측량) ① 터널의 시·중점부에는 시공기준점의 좌표를 기준으로 각 2점 이상의 설계기준점을 설치하되 시·중점부의 터널기준점은 GNSS 정지측량방법 등에 의해 반드시 상호 연결되어야 한다.

② 터널기준점의 표지는 표석 또는 황동표지 등으로 설치하여야 하며, 1년에 1회 이상 확인측량을 실시하여 변형 여부를 확인한다.

③ 터널기준점의 정확도는 시·중점부의 터널기준점을 서로 연결하였을 경우 상호 간 좌표값의 차이가 $\pm 0.02\text{m}$ 이내에 들도록 한다. 다만 터널의 길이가 5km 이상인 경우에는 별도로 정확도를 협의 조정할 수 있다.

④ 터널 수준점측량은 국가수준점 1등·2등 수준점과 도로(철도)기준점을 연결하는 수준노선과 터널 시중점부에 설치된 기준점을 직접수준측량을 실시하여 결정한다. 다만, 기존도로(선로)와 연결할 때에는 시공기준면과의 관계를 명확히 해야 한다.

⑤ 터널 수직구 반지름 100m 주위에는 상세한 지형현황 및 지상-지하기준점을 연결할 수 있는 임시기준(수준)점을 2점 이상 설치하여야 한다.

제95조(지형현황측량) ① 터널기준점을 기준으로 중심선 좌우 200m 폭의 지형 및 지장물과 1m 간격의 등고선을 측정하여 수치지형 현황도를 작성한다. 다만, 임시적치물 시설을 필요로 하는 장소에는 측정범위를 확대해야 한다.

② 지형현황측량은 토털스테이션, GNSS, 지상 레이저스캐너, 항공 레이저스캐너, 항공기 및 무인비행장치 등을 사용하여 지형·지물의 좌표를 관측하여 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.

③ 터널 유입·유출부의 노선 및 선로중심선 전방 100~200m 구간의 지형현황측량은 축척을 1:500으

로 실시하고 등고선의 간격을 0.5m로 실시하여 수치지형현황도를 작성하여야 한다.

④ 지형현황측량은 「공공측량 작업규정」, 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」, 「무인비행장치 측량 작업규정」 등에 따라 실시하여야 한다.

제96조(중심선측량) ① 터널중심선의 좌표는 설계도를 기반으로 하되 평면선형을 분석하여 매 1m 간격으로 산출하여야 한다.

② 터널중심선측량은 터널기준점 좌표를 기준으로 트래버스방법에 의해 실시하며, NATM 공법에 서는 천공 및 발파의 기준으로 굴착장비의 방향유도 및 수정 등에 적용한다.

③ 터널설계 중심선측량 시에는 도로중심선 또는 궤도중심선을 기준으로 측량한다.

④ 터널 수직구를 통하여 지상기준점을 지하로 이설한 다음 중심선 측량을 실시하거나 지형 특성상 갱외기준점의 후시거리가 매우 짧은 경우에는 터널의 연장에 따라 중심선측량의 정확도를 별도로 정할 수 있다.

⑤ 중심선측량을 RTK-GNSS 측량으로 수행할 때는 기준국과 이동국 간의 거리를 500m 이내로 하며, 측량 착수 전과 종료 후에 현장 주변의 기준점 또는 중간점을 검측하여 그 위치정확도를 확인해야 한다.

제97조(중·횡단측량) ① 터널 유입, 유출부의 터널계획중심선을 지형도상에 표시하고 이 중심선을 따라 종단지반고 측량을 실시하여 종단면도를 작성한다.

② 종단측량은 지형 및 기타 주변 여건에 따라 직접수준측량에 의하여 실시한다. 단, 부득이한 경우 간접수준측량을 실시할 수 있다.

③ 터널 유입·유출부 전·후 20 m 구간은 매 1 m 마다, 중·횡단측량을 실시하여 중·횡단면도를 작성한다. 중·횡단면도 축척은 $H=1:200 \sim 1:500$, $V=1:50$

④ 터널 횡단측량은 중심선형을 기준으로 직각 방향의 측량하되 좌·우로 지반고가 변하는 지점의 고저 또는 표고와 거리를 측정한다.

⑤ 터널 횡단측량 시 좌·우 횡단측량 범위는 용지경계 이상이 되도록 실시하여야 한다.

⑥ 수치표면모델, 수치표고 모델, 3차원 수치지형도 등을 이용하여 중·횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 중·횡단측량을 생략할 수 있다.

제3장 터널설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제98조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 취득한 3차원 위치데이터를 사용한다.

② 영상데이터를 이용한 터널 설계측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 지형현황측량에 활용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 터널 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

④ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑤ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계 모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

제4장 터널 설계측량 품질관리

제99조(품질관리) ① 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS관측 데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측된 기선백터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|------------------------|-----------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 폐합차 | $25\text{mm} \sqrt{N}$ | N: 기선(변)수 |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 교차 | 25mm | |

② 터널기준점측량 시 결합트레버스망 계산의 방향각의 결합차는 $5'' + 7'' \sqrt{n}$ (n: 측각수) 이내로 하며, 평면위치의 결합비는 1:50,000 이하이며 허용오차 규정은 “공공측량 작업규정”에 준한다.

③ 터널기준점의 정확도는 시·중점부의 터널기준점을 서로 연결하였을 경우 상호 간 좌표값의 차이가 $\pm 0.02\text{m}$ 이내에 들도록 한다. 다만 터널의 길이가 5km 이상인 경우에는 별도로 정확도를 협의 조정할 수 있다.

④ 터널 중심선측량 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구분 | 거리 | 20 m 미만 | 20 m 이상 | 비 고 |
|----|-----|---------|---------|------------------|
| | 평 지 | 10 mm | S/3,000 | |
| | 산 지 | 20 mm | S/2,000 | S는 점간 거리의 계산값 |

⑤ 터널중심선측량의 정확도는 $\pm 0.03\text{m}$ 이내로 한다.

⑥ 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 다음 표를 기준으로 정하여야 한다.

| 10,000 m ² 당 배점 밀도 | | | |
|-------------------------------|-----|-------|----|
| 측척 \ 지역 | 시가지 | 시가지근교 | 산지 |
| 1:250 | 7점 | 6점 | 7점 |
| 1:500 | 6점 | 5점 | 6점 |
| 1:1,000 | 5점 | 4점 | 4점 |

⑦ 지형도의 정확도 표준은 다음 표와 같다.

| 측척 | 평면위치의 표준편차 | 표고점의 표준편차 |
|--------|------------|-----------|
| 250 | 0.12 m이내 | 0.25 m이내 |
| 500 | 0.25 m이내 | 0.25 m이내 |
| 1,000 | 0.70 m이내 | 0.33 m이내 |
| 2,500 | 1.75 m이내 | 0.66 m이내 |
| 5,000 | 3.50 m이내 | 1.66 m이내 |
| 10,000 | 7.00 m이내 | 3.33 m이내 |

⑧ 횡단측량에서 중심점과 끝점의 거리 및 표고의 측정값과 점검 측량값의 교차의 허용범위는 다음 표에 따른다.

| 구분 | 거리 | 표고 | 비고 |
|----|---------|--|--------------------------------|
| 평지 | $L/500$ | $0.02\text{ m} + 0.05\text{ m} \sqrt{L/100}$ | L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝 간의 측정거리(m 단위) |
| 산지 | $L/300$ | $0.05\text{ m} + 0.15\text{ m} \sqrt{L/100}$ | |

⑨ 설계기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

| 대상 | 점검 사항 | 허용 범위 | 비고 |
|------|-----------|-------------------------|--------------|
| 수준노선 | 왕복차 | $5\text{ mm} \sqrt{S}$ | S: 편도거리 (km) |
| | 기지점간 결함오차 | $15\text{ mm} \sqrt{S}$ | |
| 수준환 | 환폐합차 | $5\text{ mm} \sqrt{S}$ | |

제5장 터널 설계측량 성과품

제100조(성과품) ① 터널 설계측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 터널 설계측량 보고서
2. 터널 설계측량의 지형현황도
3. 터널 종단면도 및 횡단면도
4. 측량 표석점 설치도면
5. 점의 조서(설계기준점, 설계수준점 성과)
6. 사진첩 및 저장장치
7. 기타 조사 성과품
8. 각 측량별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제9편 건축 설계측량

제1장 일반사항

제101조(목적) 이 규정은 건축공사 시설물의 3차원 디지털 측량 과 BIM 건축설계를 수행하기 위하여 요구되는 기본적인 표준적인 건축 설계측량 기준을 제시함을 목적으로 한다.

제102조(적용범위) ① 이 규정은 건축설계를 위한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다.

② 이 규정은 BIM 건축설계에 필요한 3차원 측량정보의 데이터 및 측량 관련 도면을 제공한다.

③ 이 규정에는 건축설계를 수행하기 위해 실시하는 기본적인 조사 관련 사항을 포함하고 있으며 여기에서 기술하지 않는 사항에 대해서는 발주자와 협의된 별도의 기준을 사용할 수 있다.

제2장 건축 설계측량 방법

제103조(작업계획) ① 건축 설계측량은 계획설계, 중간설계, 실시설계 시 측량 시행에 관한 세부지침을 정하여 설계의 신뢰성을 확보하는 데 있다.

② 건축 설계측량을 실시하기 이전에 측량에 관한 세부실시계획서를 작성하여 검토하고 승인 후 현지측량에 실시하여야 한다.

③ 주변 지형의 조사를 통하여 건축설계에 영향을 미치거나 건축공사에 영향을 받을 수 있는 지형은 지형도나 항공사진 및 인공위성사진 등을 이용하여 분석하고 현장답사를 통하여 조사한다.

④ 건축 설계측량 일수는 측량면적, 축척, 지형조건, 인원수 등에 따라 표준품셈에 의하여 산정된 작업량을 기준으로 산정한다.

⑤ 건축 설계측량 계획수립 시 작업인원은 측량 및 지형공간정보 기술자격자로 구성하여야 하며 건축 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성하고 제출하도록 하여야 한다.

⑥ 건축 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제104조(지형현황측량) ① 지형현황측량 방법은 항공사진측량, 무인비행장치측량, 토털스테이션, GNSS 등을 이용하여 설계의 특성과 여건에 적합한 측량방법을 설계측량시행자가 판단하여 결정하여야 한다.

② 지형현황측량은 지형·지물의 좌표를 관측하고 그 값을 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 작성하여 저장하여야 한다.

③ 건축시행지구에 인접하는 지구 외 토지에 대한 측량범위는 시행지구 50m 구역을 표준으로 한다. 다만, 지형 상황에 따라 설계측량시행자가 그 범위를 적절히 조절할 수 있다.

④ 현황측량은 계획 및 설계에 지장이 없는 범위로 과업면적 10% 이상 측량해야 한다.

⑤ 건축 설계측량의 좌표계는 상대적 평면직각좌표와 임시수준점을 기준으로 시행하는 독립좌표계 방법으로 측량을 실시하며 지적좌표계와의 상관관계를 설정하여야 한다.

⑥ 현황측량성과품에 사용되는 도식은 사업목적에 따라 적절히 정하여 사용할 수 있다.

⑦ 지형현황측량의 공정별 작업내용은 다음 각 호와 같다.

1. 작업계획
2. 기준점(수준)측량
3. 현황측량
4. 지하시설물측량

5. 지적도 및 토지조서 작성

6. 구적도 및 구적표 작성

7. 성과정리

⑧ 사업지구로부터 4km 이내에 수준점이 없을 경우에는 발주기관과 협의하여야 한다. 단, 부득이한 경우에는 임시의 기준점을 설정하여 사용한다.

⑨ 지형현황측량은 설계기준점 및 보조기준점 등을 이용하여 토털스테이션 또는 GNSS 측량을 실시하여 지형·지물의 수평위치 및 수직위치를 관측하여 필요한 자료를 취득한다.

⑩ 지형현황측량은 부지 내외의 평면형상 및 고저 관계를 나타내는 지형측량과 부지 내외의 건물 및 지하시설물의 현황측량을 실시한다.

⑪ 건축 측량면적은 사업경계선으로부터 주위의 여건 및 설계수행을 감안하여 발주기관과 협의 후 결정한다.

⑫ 가수준점은 주위의 영구구조물에 2점 이상의 기준점을 설정하여 장기간 보존이 가능하게 설치한다.

제105조(지적도 및 토지조서 작성) ① 지적도 및 임야도의 작성은 발주처에서 제공되는 지적공부를 기본으로 하며, 최종적으로는 지적공부를 발급받아 분할 및 합병 여부 등을 확인하여 최신의 자료로 작성하여야 한다.

② 지적종합도 작성은 신축이 적은 용지에 정확한 도곽선을 표시한 후 지적종합도를 작성하여야 하며 누락된 지번이 없도록 철저히 검토한다.

③ 토지조서 작성은 지적종합도에 의하여 작성된 지번별 대장을 기초로 하여 토지대장 원본을 열람하고 면적, 소유자, 이해관계인 등을 삽입한다.

④ 기초사된 지적도와 현황측량 된 지구계를 확인하여 현황도에 지적도를 삽입하여야 한다.

⑤ 계획 대지, 전답 및 임야 등 주변 지목별, 지장물별로 지번과 소유자를 조사하여 지적종합도를 작성해야 한다.

1. 지적종합도상에는 대지경계선을 표시하고 행정구역, 지번, 지목, 지적, 축척 등을 기입하고 가옥, 본묘, 전주, 지하시설물 등을 표시한다.

2. 지적종합도에는 지번, 지적, 지목, 소유자의 주소, 성명이 표시되어야 하며, 지적에는 당초 지적과 계획대지로 분할된 지적을 구분하여 작성한다.

3. 지적종합도 작성에 사용한 토지대장, 등기부등본 등은 성과품 납품 시 함께 제출한다.

⑥ 지적조사에 따라 경계 내에 편입된 용지에 대한 등본 및 토지대장, 지장물에 대한 지장물 현황조서를 지적종합도와 함께 발주기관의 요구 시 우선 제출해야 한다.

⑦ 각종 인·허가사항을 조사하여 과업수행에 차질이 없도록 한다.

⑧ 등기부등본 열람은 조사된 토지대장을 지적종합도와 대조 보완한 후 등기부를 열람하여 지적 및 권리를 철저히 조사한다.

제106조(종합현황도 작성 및 계산) ① 종합현황도 작성은 세부측량 결과를 사용하여 종합현황도를 작성하되 지적도를 삽입한 종합현황도를 작성하여야 한다.

- ② 각종 계산은 발주처에서 제공한 소정 양식에 의하여 실시한다.
- ③ 컴퓨터를 이용한 종합적인 분석 및 계획을 위한 지형 및 지적이 입력된 CAD 용 도면을 별도로 작성·제출해야 한다.
- ④ 대지면적이 토지대장 상의 면적과 일치 여부를 확인하기 위하여 구적도 및 구적표를 작성하여야 한다.
- ⑤ 도로의 위치와 폭, 대지경계선, 기준선의 높이(레벨), 위치(좌표), 기준점 등을 정확히 표시하여야 한다.
- ⑥ 종합 현황도를 기준으로 그중의 한 지점을 기준점으로 정하고 그 지점으로부터 대지 내 각 지점의 레벨 및 거리를 표기한다.
- ⑦ 대지경계선과 건물의 배치를 알 수 있도록 대지경계 변곡점에 지적좌표를 표기한 기준점 좌표도를 작성하여야 한다.
- ⑧ 장 내 사용하는 지적좌표를 현장 건물 중심의 좌표체계로 변환하여 변환계수를 포함한 현장 건물 중심 좌표체계의 종합현황도를 작성하여야 한다.
- ⑨ 대지 중·횡단면도 작성은 인접대지 및 도로와의 고저차, 대지의 경사도, 대지경계선의 이격거리 및 사선제한 등을 표시하여야 한다.
- ⑩ 지적도 및 임야도는 해당 시·군에 비치된 지적공부 원도를 기본으로 하되 도곽선 및 지적기준점을 아울러 복사하여야 한다.

제107조(지장물건 및 권리조사) ① 지하시설물 통합정보시스템을 의무적으로 활용하여 대상지 주변의 지하시설물도로 이용하여야 한다.

- ② 기 작성된 지하시설물도를 참고하여 계획구간의 각종 지하시설물 및 지장시설물의 저촉여부를 조사하여 누락된 지하시설물이 없도록 유관기관과 협의하고 협의결과를 설계측량시행자에게 사전 보고하여야 한다.
- ③ 건축설계 계획구간 내 각종 지하시설물 및 지상 시설물을 정확히 현장 및 자료를 조사한다.
- ④ 지장물 중 이설이 필요한 시설(전신주, 가로등, 맨홀, 상수도관, 하수관, 가스관, 통신케이블, 고압케이블, 송유관 등)은 해당 기관과 협의하여 이설비 등을 산출하여 사업비에 반영한다.
- ⑤ 조사된 지장물은 지장물 현황도에 정확히 표기하여야 한다.

제3장 건축설계를 위한 3차원 디지털 설계측량

제108조(3차원 디지털 설계측량) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS, 토털스테이션을 이용하여 3차원 위치데이터를 취득한다.

- ② 영상데이터를 이용한 지형현황측량은 항공사진측량과 무인비행장치 측량이 있으며, 3차원 영상데이터를 취득하여 건축설계에 활용한다.
- ③ 레이저데이터를 이용한 건축 설계측량은 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.
- ④ BIM 데이터는 기준점을 정하여 대지의 임시기준(수준)점으로부터 상대적 평면직각좌표(X,Y,Z)

의 3차원 좌표체계 정보를 갖도록 관리한다.

⑤ 기존건물의 작성기준은 건물의 볼륨, 위치, 방향 등을 파악할 수 있는 정보 수준은 BI L10 기준, 모델 상세수준은 LOD 100 기준 이상으로 작성한다.

⑥ 3차원 기준점측량 성과, 수치표면모델, 수치지형모델, 수치표고모형, 불규칙삼각망자료 등 3차원 모델을 작성하고 BIM 설계모델과 결합하여 3차원 지형모델을 작성한다.

⑦ 3차원 지형모델은 CSV, GIS, LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계 모델에 적용할 수 있는 데이터를 사용한다.

제4장 건축 설계측량 품질관리

제109조(품질관리) ① 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복 관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

| 대상 | 점검사항 | 허용범위 | 비고 |
|--------|--|---------------------------|-----------|
| 단위삼각망 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 폐합차 | $25 \text{ mm } \sqrt{N}$ | N: 기선(변)수 |
| 중복 관측변 | 기선해석에 의한 ΔX , ΔY , ΔZ , 각 성분의 교차 | 25 mm | |

② 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 다음 표를 기준으로 정하여야 한다.

| 10,000㎡당 배점 밀도 | | | | |
|----------------|-----|-------|----|--|
| 측척 \ 지역 | 시가지 | 시가지근교 | 산지 | |
| 1:250 | 7점 | 6점 | 7점 | |
| 1:500 | 6점 | 5점 | 6점 | |
| 1:1,000 | 5점 | 4점 | 4점 | |

③ 지형도의 정확도 표준은 다음 표와 같다.

| 측척 | 수평위치의 표준편차 | 표고점의 표준편차 |
|--------|------------|-----------|
| 250 | 0.12 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 500 | 0.25 m 이내 | 0.25 m 이내 |
| 1,000 | 0.70 m 이내 | 0.33 m 이내 |
| 2,500 | 1.75 m 이내 | 0.66 m 이내 |
| 5,000 | 3.50 m 이내 | 1.66 m 이내 |
| 10,000 | 7.00 m 이내 | 3.33 m 이내 |

제5장 건축 설계측량 성과품

제110조(성과품) ① 건축 설계측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 건축 설계측량 보고서
2. 현황중합도(S=1:500), 지적중합도(S=1:1,200)

3. 설계기준점, 수준점측량 계산부
4. 지적도, 토지대장, 토지등기부등본
5. 토지조서 및 지적도
6. 지장물건 조서 및 도면
7. 구적도 및 구적표
8. 토지이용계획도, 산지 및 농지협의서류 등
9. 각 측량별 측량성과 및 측량기록 등은 수치데이터에 의한 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

제10편 3차원 디지털 설계측량

제1장 일반사항

제111조(목적) 이 규정은 건설공사에서 요구되는 디지털 설계의 3차원 모델작성에 필요한 기준점 및 수준점, 영상, 레이저, 초음파에 의한 데이터취득 및 3차원 모델작성 등의 방법, 품질관리, 성과품 작성 등을 제시한다.

제112조(적용범위) ① 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS을 이용한 측량으로 적용범위는 통합 기준점 및 삼각점측량을 기반으로 하는 측량분야에 3차원 데이터 정보를 제공한다.

② 영상데이터를 이용한 설계측량에는 유인 항공사진측량과 무인비행장치 측량을 이용한 3차원 영상취득을 통하여 3차원 데이터를 설계에 적용한다.

③ 레이저데이터를 이용한 설계측량에서는 유인 항공레이저측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저 스캐너측량, 이동형 레이저스캐너측량을 실시하여 3차원 점군데이터를 취득하고 3차원 설계에 적용하여 지형 및 시설물의 형태 및 규격, 수량, 면적 등을 산출하는데 적용한다.

④ 초음파를 이용한 수심측량은 음향측심기를 이용하여 3차원 수심측량을 실시하여 3차원 측량정보를 제공하는데 적용한다.

⑤ 취득된 각종 데이터 정보를 활용하여 3차원 기준점 및 수준점측량 성과, 수치표면모델 제작, 수치지형모델 제작, 불규칙삼각망자료 제작, 수치표고모형 제작 등 3차원 모델을 작성하여 3차원 설계에 적용한다.

제2장 3차원 기준점 및 수준점 측량

제1절 3차원 기준점 및 수준점 측량방법

제113조(측량계획) ① 3차원 기준점 및 수준점측량은 국가기준점, 공공기준점 등을 기반으로 지리학 적 위치를 구하는 측량으로 국가기준점 및 공공기준점 등의 측량방법 및 절차를 준용하여 실시한다.

② 3차원 기준점측량은 국가기준점을 기준으로 측량을 실시하여야 하며 세부사항은 「공공측량 작업규정」에 따른다.

③ 3차원 기준점측량의 선점은 작업계획도를 기초로 현지에서 기지점 현황 및 수준노선을 조사하여 미지점의 위치를 선정하고 선점도를 작성한다.

④ 기준점 표지는 X, Y, Z의 3차원 좌표로 설치함을 원칙으로 하며, 표지의 규격 및 설치방법은

「공공측량 작업규정」에 따라 설치한다.

⑤ 3차원 기준점측량의 평면위치측량은 GNSS 측량방법으로 실시하고, 1·2급 공공기준점에 대하여는 GNSS 정지측량방법으로 실시하며, 3·4급 공공삼각점에 대하여는 GNSS 정지측량방법, 네트워크 RTK 측량방법 중 선택하여 실시하여야 한다.

⑥ 3차원 수준점측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 GNSS 높이측량으로 실시하여야 한다. 다만, GNSS 높이측량의 적용지역은 국토지리정보원에서 제공하는 합성 지오이드모델을 적용할 수 있는 지역에 한하여야 한다.

제114조(GNSS에 의한 기준점 측량) ① GNSS 관측망도에는 동시에 복수의 GNSS 수신기를 이용하여 실시하는 관측계획을 기입한다.

② GNSS 관측은 기지점 및 미지점을 결합하는 트래버스노선이 포함된 다각형을 구성하며, 다른 세션에 의한 점검을 위하여 1번 이상의 중복관측을 실시한다.

③ GNSS 관측은 1개의 세션을 1회 실시한다.

④ GNSS 위성의 수신 고도 각은 15°를 표준으로 한다.

⑤ GNSS 관측은 다음 표에 따라 실시한다.

| 관측방법 | 관측시간 | 데이터 수신간격 | 적용 |
|----------|---------|----------|--|
| 정지측량방법 | 120분 이상 | 30초 이하 | 1 ~ 2 급 기준점측량 (10km 이상) |
| | 60분 이상 | 30초 이하 | 1 ~ 2 급 기준점측량 (10km 미만) 3 ~ 4 급기준점측량 |
| 네트워크 RTK | 10초 이상 | 5초 이하 | 3 ~ 4 급기준점측량 |

⑥ GNSS 관측에 사용되는 위성수는 다음 표를 표준으로 한다.

| 관측방법 GNSS 신호조합 | 정지측위법 | 네트워크 RTK |
|------------------------|---|-------------|
| GNSS 단독수신 | 5개 위성 이상 수신 | 6개 위성 이상 수신 |
| GNSS 및 다중 GNSS 조합수신 | 6개 위성 이상 수신 | 7개 위성 이상 수신 |
| 적 용 | 1. 각 관측방법 적용 시 다중 GNSS 신호를 조합하여 관측하는 경우에는 GNSS 위성신호를 최소 3개 이상 수신하여야 한다. 2. 다중 GNSS 신호를 조합하는 경우에는 최소 7개 이상의 위성신호를 수신하여야 한다. | |

⑦ GNSS 관측데이터의 기선해석은 다음 항과 같이 실시한다.

1. 기선해석의 고정점에 쓰이는 관측점의 경도, 위도 및 타원체고는 위성기준점 및 삼각점 등의 기지점 성과를 사용하고 이후의 기선해석은 이에 의해 구해진 값을 순차적으로 입력한다.

2. 기선해석에 사용하는 고도각은 관측 시에 GNSS 측량기에 설정된 수신 고도각으로 하고 기상요소의 보정은 기선해석 소프트웨어에서 채용하고 있는 표준대기에 의한다.

⑧ GNSS 관측의 점검계산은 점검노선이 다른 세션과의 조합에 의한 최소변수의 다각형을 선정하고, 기선벡터 요소($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)에 대한 환폐합차를 계산하며 중복하는 기선벡터요소를 비교, 점검한다.

⑨ GNSS에 의한 기준점측량, 네트워크 RTK에 의한 기준점측량 등의 측량방법은 「공공측량 작업 규정」에 따른다.

제115조(GNSS에 의한 수준점 측량) ① GNSS 높이측량의 적용지역은 국토지리정보원에서 제공하는 합성 지오이드모델을 적용할 수 있는 지역에 한하여 작업계획을 수립한다.

② 도서지역 수준측량에 GNSS 정지측량방법의 적용에 따른 작업계획을 수립한다.

③ 작업계획도를 기초로 현지에서의 기지점 및 수준노선을 조사하고, 미지점의 위치를 선정하여 선점도를 작성하고 미지점의 위치 등을 지형도에 기입한다.

④ 측량표석의 설치는 미지점의 위치에 측량기준점표지를 설치하고 점의 조서를 작성하여야 한다.

⑤ GNSS 관측은 관측 착수 전에 최신의 위성궤도정보를 수집하여 다음 표를 표준으로 정적측위방법으로 실시한다.

| 구분 | 0.03 m 정확도 | 0.05 m 정확도 |
|------------------|----------------------------------|------------|
| 세션(Session)수 | 2일 | 1일 |
| 세션(Session) 관측시간 | 1일 4시간이상 | 1일 2시간이상 |
| 데이터 취득 간격 | 30초 이하 | 15초 이하 |
| 비고 | 첫째 날과 둘째 날은 위성의 기하배치가 다른 시간대에 관측 | |

⑥ 관측 중의 특이한 환경변화를 GNSS높이측량 관측기록부에 기록하고 위 관측조건을 만족하지 못한 경우는 재관측을 실시한다.

⑦ GNSS 관측 자료의 계산은 기지점에 대한 측지좌표성과와 보정타원체고를 사용해야 하고 기지점의 측지좌표성과를 이용하여 계산된 지오이드고와 기지점의 표고성과를 더하여 계산한다.

⑧ 타원보정 계산은 1, 2급 설계수준점측량에 대하여 실시한다.

⑨ GNSS에 의한 수준점측량은 「공공측량 작업규정」에 준하여 실시한다.

제2절 3차원 기준점 및 수준점 측량 품질관리

제116조(GNSS 기준점측량 품질관리) ① 점검노선은 다른 세션과의 조합에 의한 최소변수의 다각형을 선정하고, 기선벡터 요소에 대한 환폐합차를 계산한다.

② 중복되는 기선벡터 요소를 비교, 점검한다. 단, 중복기선이 있는 경우에 한정한다.

③ 점검계산 허용범위는 다음 표와 같다.

| 항목 | 허용범위(N:변수) |
|------------------|---------------------------|
| 기선벡터 요소의 환폐합차 | $25 \text{ mm } \sqrt{N}$ |
| 중복하는 기선벡터 요소의 교차 | 25 mm |

④ 3차원망 조정계산에 의한 허용오차는 다음 표와 같다. 다만, 허용범위를 초과한 것에 대하여는 측정값 및 계산과정을 검토하고 설계측량시행자의 지시에 따른다.

| 구분 항목 | 1급공공 기준점측량 | 2급공공 기준점측량 | 3급공공 기준점측량 | 4급공공 기준점측량 |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 경사거리의 편차 | 0.08 m | 0.10 m | - | - |
| 미지점 평면위치의 표준편차 | 0.10 m | | | |
| 미지점 표고의 표준편차 | 0.10 m | | | |

⑤ 네트워크 RTK 측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 네트워크 RTK 측량의 정확도에 대한 점검계산을 신속히 실시하고, 점검계산값이 허용범위를 넘었을 경우는 필요한 재관측을 실시한다.
2. 점검계산은 기선벡터의 환폐합차 또는 중복하는 기선 벡터(R)의 교차를 비교하는 방법으로 실시한다.
3. 환폐합 점검계산은 가능한 한 짧은 노선을 선정하여 실시하며, 미지점이 1점밖에 없는 경우는 기지점 간의 관측을 추가하여 폐합차 점검을 실시한다.
4. 네트워크 RTK 점검계산의 허용범위는 다음 표와 같다.

| 항목 | 허용범위(N:변수) |
|----------------|---|
| 기선벡터(R)의 환폐합차 | $25 \text{ mm } \sqrt{N}$ |
| 기선벡터(R) 세트간 교차 | 각 성분마다 ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) 25 mm이하 |

5. 평균계산은 3차원망 평균계산을 실시하며, 3차원망 평균계산에 사용하는 허용범위는 다음 표를 표준으로 한다.

| 구분 항목 | 3급공공 기준점측량 | 4급공공 기준점측량 |
|----------------|---------------|---------------|
| 미지점 평면위치의 표준편차 | 0.10 m | 0.10 m |
| 미지점 표고의 표준편차 | 0.20 m | 0.20 m |

⑥ 네트워크 RTK 측량의 품질관리는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 네트워크 RTK 관측은 다음 표에 따른다.

| 구분 | 공공기준점 측량 | 현황측량 |
|----------|-------------------|------------------|
| 세션 수 | 3회 | 1회 |
| 세션 관측시간 | 고정해를 얻고 나서 10초 이상 | 고정해를 얻고 나서 5초 이상 |
| 데이터 취득간격 | 1초 | 1초 |

2. 관측 종료 후에는 신속하게 정해진 점검을 실시한다. 관측기기에서 취득한 결과가 측지좌표로 주어진 경우에는 각 요소별로 가중평균한다.
3. 점검계산에서 정해진 허용범위를 초과한 경우에는 재측량하거나 시행자 지시에 따라 적절한 조치를 취한다.
4. 네트워크 RTK 관측의 세션 간 교차 및 허용 정밀도는 다음 각 목과 같다.

가. 수평위치 세션 간 교차 및 표준편차(1σ) : 0.05 m

나. 수직위치(타원체고) 세션 간 교차 및 표준편차(1σ) : 0.1 m

제117조(GNSS 수준점측량 품질관리) ① GNSS 수준점 측량 품질관리는 다음 호를 준용한다.

1. 설계수준점 측량의 정확도 및 기지점에 대한 기준은 다음 표와 같다.

| 구분 | 기지점의 종류 | 왕복 관측값의 교차 | 기지점간의 폐합차 | 환폐합차 |
|--------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1급 공공 수준점 측량 | 1등 수준점 1급 공공수준점 | $2.5 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $15 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $2 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 |
| 2급 공공 수준점측량 | 1, 2등 수준점 1, 2급 공공수준점 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $15 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $5 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 |
| 3급 공공 수준점측량 | 1, 2등 수준점 1~3급 공공수준점 | $10 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $15 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $10 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 |
| 4급 공공 수준점측량 | 1, 2등 수준점 1~4급 공공수준점 | $20 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $25 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 | $20 \text{ mm } \sqrt{S}$ 이하 |

주) S : 관측거리(편도) km 단위

② GNSS 높이측량 품질관리는 다음 각 호를 준용한다.

1. 높이 정확도가 0.03 m인 경우 첫째 날 관측한 데이터와 둘째 날 관측한 데이터로 각각 기선해석을 실시한다.
2. 높이 정확도가 0.05 m인 경우 2시간 수신 데이터를 전반 1시간, 후반 1시간으로 데이터를 나누어 기선해석을 실시한다.
3. GNSS 위성궤도 정보는 높이 정확도에 따라 다음 각 목을 표준으로 한다.
 - 가. 높이 정확도 0.03 m : 정밀궤도력
 - 나. 높이 정확도 0.05 m : 정밀궤도력 또는 방송궤도력
4. 기선벡터 높이방향 교차는 점검표로 정리하고 허용기준을 초과하는 경우에는 기선해석을 다시

실시하거나 재관측을 실시하여야 한다.

③ GNSS의 수준점관측에서 2회 연속으로 측정한 안테나 높이의 교차는 3mm 이하로 하고, 관측 이전과 이후의 평균값의 교차는 3mm 이하로 한다.

제3절 3차원 기준점 및 수준점 측량 성과품

제118조(GNSS 기준점측량 성과품) 측량성과 및 측량기록 등은 다음 각 호와 같이 정리한다. 다만, 작업 방법에 따라 일부 성과를 생략할 수 있다.

1. 공공삼각점 성과표
2. 성과 수치데이터
3. 공공삼각점망도
4. 관측기록부
5. 계산부
6. 점의 조서
7. 정확도 관리표
8. 메타데이터
9. 기준점현황조사서
10. 기타자료(측량표지, 현황사진 등)

제119조(GNSS 수준점측량 성과품) 측량성과 및 측량기록 등은 다음 각 호와 같이 정리한다. 다만, 작업 방법에 따라 일부 성과를 생략할 수 있다.

1. 작업계획서
2. 기준점망도(관측 세션을 기초로 작성)
3. 점의 조서(난외에는 관측년월일 기입)
4. GNSS 높이측량 성과표 및 메타데이터
5. GNSS 높이측량 관측기록부
6. 안테나고 관측기록부
7. GNSS 관측데이터 및 RINEX 파일
8. 높이교차 점검표
9. 기선해석 및 표고계산 관련 자료
10. 기지점성과 점검표

제3장 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량

제1절 유인 항공사진측량에 의한 영상취득

제120조(항공사진촬영) ① 대공표지는 촬영 대상지역에 지형지물이 없는 곳을 선정하여 항공사진 및 영상촬영 전에 설치하고, 촬영 시까지 파손 또는 망실되지 않도록 관리하여야 한다.

② 아날로그 항공카메라로 촬영한 사진의 축척은 사용카메라의 초점거리와 촬영항공기의 지상고도의 비로 산출하고 디지털 항공카메라로 촬영한 디지털항공사진의 축척은 지상표본거리로 대체하도록 한다.

③ 항공기는 촬영 시 필요한 항공사진측량용 카메라의 설치가 가능하고 작동에 불편이 없도록 안정적으로 공간이 확보되어야 하고 GNSS/INS의 장치를 이용할 경우 GNSS 안테나를 기체 위에 설치할 수 있어야 한다.

④ 디지털 항공사진카메라는 필요한 면적과 카메라 성능의 각 화소가 나타내는 X, Y 지상거리를 확보할 수 있어야 하고 취득한 디지털영상을 수치사진으로 출력할 수 있어야 한다. 일반적인 영상 포맷을 사용하며 손실없이 저장하여야 한다.

⑤ GNSS/INS 장치는 항공사진의 노출 위치를 계산하기 위하여 항공기에 탑재한 GNSS, 항공사진 노출 시의 기울기를 산출하기 위한 3축 자이로와 INS, 계산 소프트웨어, 컴퓨터 및 주변기기로 구성되는 시스템 성능을 표준으로 한다.

⑥ 항공사진은 반드시 입체시 사진이어야 하며 중복도는 촬영 진행방향으로 60%, 인접 코스 간 30%를 표준으로 하며, 필요에 따라 중복도를 별도로 정할 수 있다. 다만, 선형방식의 디지털카메라에서는 인접코스의 중복만을 적용한다.

⑦ 촬영방향은 동서를 원칙으로 하되 촬영구역의 모양, 지형, 지세 및 풍향을 고려하여 변경할 수 있다.

⑧ 항공사진측량에 의한 항공사진촬영은 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」 및 「수치지형도 작성 작업 및 성과에 관한 규정」에 준한다.

제121조(지상기준점측량) ① 지상기준점측량은 평면기준점 측량과 표고기준점 측량으로 구분하며 평면기준점측량은 삼변, 삼각, 다각, GNSS 측량으로 표고기준점측량은 직접수준측량 한다. 다만 불가피한 경우에는 간접수준측량으로 실시할 수 있다.

② 현지측량 결과는 확정된 기준점은 사진상에 기준점을 중심으로 직경 8mm의 원(평면기준점은 적색, 표고기준점은 청색)으로 표시하여야 한다.

③ 고유점번호를 기입하고 관측 및 계산의 결과는 관측기록부, 계산부(전산시는 제외) 망도, 성과총괄표를 작성하여야 한다.

④ 기준점 성과표의 개항 및 세향도는 점 부근 약도와 중복되는 입체사진 전체를 대조하여 명시하여야 한다. 이는 “항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정”에 의해 작성하여야 한다.

⑤ 항공사진측량에 의한 지상기준점측량은 「공공측량 작업규정」 및 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」에 준한다.

제122조(항공 삼각측량) ① 아날로그 항공사진은 도화기를 이용할 경우, 상호표정 후 잔여시차는 0.02mm 이내이어야 하고 디지털 항공사진을 이용하여 관측할 경우 X, Y의 각 교차가 0.5 화소 이내여야 하며 자동매칭에 의한 방법으로 항공 삼각측량을 할 경우, 상호표정의 과정을 생략할 수 있다.

② 작업종료 후에는 계획도에 준하여 항공삼각측량 표정도(1:25,000 지형도, 1:50,000 지형도 또는 1:1,000 수치지형도), 항공삼각측량 성과표 또는 파일, 항공삼각측량 프로젝트 백업파일, 항공삼각측량에 사용하지 않았던 지상기준점 현황 및 사유, 기타 참고자료를 작성하여야 한다.

③ 항공사진측량에 의한 항공삼각측량은 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」에 준한다.

제123조(정사영상 제작) ① 정사영상의 제작은 수치표면자료 또는 수치표고모형과 항공사진 및 외부 표정요소를 이용하여 소프트웨어에서 자동생성 방식으로 제작하는 것을 원칙으로 한다.

② 정사영상은 모델별 인접 정사영상과 밝기값의 차이가 나지 않도록 제작하여야 한다.

③ 항공사진측량에 의한 정사영상의 제작은 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」 및 「수치지형도 작성 작업 및 성과에 관한 규정」에 준한다.

제2절 무인비행장치측량에 의한 영상취득

제124조(무인비행장치측량 작업계획) ① 설계측량수행자는 작업 착수 전에 작업방법, 사용하는 주요 장비, 인력, 일정 등에 대해 적절한 작업계획을 공정별로 수립하고 이를 설계측량시행자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다.

② 무인비행장치에 의한 항공사진을 이용한 수치지형도 작성의 공정별 작업 구분 및 순서는 다음 각 호를 표준으로 한다.

1. 작업계획
2. 지상기준측량(지상기준점 및 검사점의 설치 및 측량)
3. 촬영
4. 3차원 형상 복원계산 및 3차원 점군데이터 파일 작성
5. 현지보완측량
6. 성과정리

제125조(무인비행장치측량 작업계획) ① 지상기준점측량이란 지상기준점 및 검사점을 설치하고 측량하는 작업으로서 3차원 형상 복원계산에 필요한 수평위치 및 표고의 기준이 되는 점 및 3차원 점군데이터의 검증을 실시하는 점을 설치하는 작업을 말한다. 지상기준점 및 검사점에는 대공표지를 설치한다.

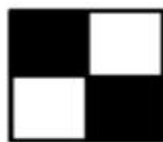
② 대공표지는 설치목적, 항공사진의 축척, 지형의 배색, 관측 장비 등을 고려하여 형상, 크기, 색을 결정하며 표준양식은 다음 그림과 같다.



★형



X형



+형



○형

③ 대공표지판의 가로, 세로 길이는 0.5m×0.5m 또는 원형의 지름은 0.5m 를 표준으로 한다.

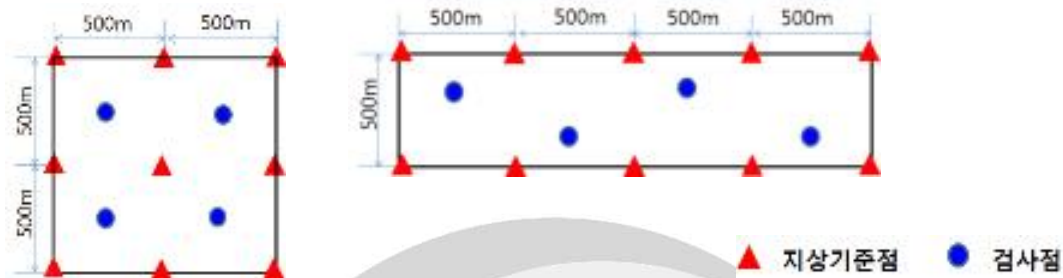
④ 항공사진 상에서 주변 지물과 색조의 차이가 명료한 구조물을 측정할 수 있는 경우는 그 구조물을 지상기준점 및 대공표지로 대체할 수 있다.

⑤ 대공표지의 변장 또는 원형의 직경은 촬영하는 수치사진에 15화소 이상으로 찍히는 크기를 표준으로 한다.

⑥ 대공표지의 색은 흑백을 표준으로 하고, 상황에 따라 노랑, 검정으로 한다.

⑦ 대공표지의 설치선점은 사진 상에서 명확히 분별될 수 있는 지점으로 하며 수량은 1㎢당 12점 이상을 원칙으로 한다. 다만, 도로, 하천, 관로 등 긴 노선의 경우에는 형태 및 설치방법을 다르게 할 수 있다.

⑧ 대공표지의 배치는 작업지역의 형태, 코스의 방향, 작업 범위 등을 고려하여 외곽 및 작업지역에 다음 그림과 같이 가능한 고르게 배치하되, 작업지역의 각 모서리와 중앙 부분에는 지상기준점이 배치되도록 하여야 한다.



⑨ 검사점의 수량은 지상기준점 수량의 최소 1/3 이상으로 하여야 한다. 다만, 검사점의 수량이 3점 이하인 경우에는 3점으로 한다.

⑩ 지상기준점 및 검사점의 관측방법은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 지상기준점 측량방법에서 평면기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 공공삼각점측량이나 네트워크 RTK 측량방법 또는 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」의 지상기준점 측량방법을 준용한다.
2. 표고기준점측량은 「공공측량 작업규정」의 공공수준점측량 방법을 준용한다.
3. 평면 및 표고기준점 정확도는 「공공측량 작업규정」 또는 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」에서 정한 바에 따른다.

제126조(무인비행장치 항공사진 촬영) ① 촬영계획은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 촬영계획은 촬영구역별로 작성하는 수치지형도 데이터의 축척, 지상 화소 크기, 대지고도, 사용 기기, 지형형상, 토지피복, 기상조건 등을 고려하여 수립하고 촬영 계획도로 정리한다.
2. 무인비행장치의 비행속도는 항공사진이 기록할 수 있는 시간 이상으로 촬영 간격이 잡힌 속도로 한다.
3. 같은 코스는 직선이고, 동일한 고도에서 촬영하는 것을 표준으로 한다.
4. 같은 코스 내의 인접 항공사진의 중복도는 60%, 인접 코스의 항공사진의 중복도는 30%를 표준으로 원칙으로 하며, 최종성과물의 정확도를 충족하지 못하는 경우에는 중복도를 높여 촬영하여야 한다.
5. 대지 고도는 $\{(지상\ 화소\ 크기) \div (사용하는\ 디지털카메라의\ 1화소의\ 사이즈) \times (초점거리)\}$ 이하이며 지형이나 토지피복, 사용하는 디지털카메라 등을 고려하여 결정해야 한다.

② 촬영은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 무인비행장치의 성능은 계획한 노선에 안전한 이·착륙과 자동운항 또는 반자동 운항이 가능하여야 하며 기체의 이상 발생 등 사고의 위험이 있을 때 자동으로 귀환할 수 있어야 한다. 운항 중에는 기체의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있어야 한다.

2. 무인비행장치에 탑재된 디지털카메라는 최소한의 성능은 각 목의 성능 및 기능을 가진 것을 표준으로 한다.

가. 초점거리, 노광시간, 조리개, ISO 감도를 수동으로 설정할 수 있을 것

나. 렌즈의 초점거리를 조정하거나 렌즈의 흔들림 등을 보정하는 자동처리기능을 해제할 수 있을 것

다. 초점거리나 노광시간 등의 정보를 확인할 수 있을 것

라. 충분한 기록용량을 확보할 수 있을 것

마. 촬영 소자 크기 및 화소 수의 정보를 확인할 수 있을 것

3. 촬영비행은 시계가 양호하고 구름의 그림자가 사진에 나타나지 않는 맑은 날씨에 하는 것을 원칙으로 하고 계획촬영고도에서 가급적 일정한 높이로 직선이 되도록 하며 계획촬영 코스로부터의 수평 또는 수직이탈이 가능한 최소화 되도록 한다.

4. 무인비행장치는 설정된 비행계획에 따라 자동으로 비행함을 원칙으로 한다.

5. 촬영에서 노출시간은 촬영계절, 촬영시간대, 기상, 비행속도, 카메라의 진동 등을 감안하여 선명도가 유지되도록 설정하여야 한다.

6. 카메라는 가능한 연직방향으로 향하여 촬영함을 원칙으로 한다. 또한 매 코스의 시점과 종점에서 사진은 최소한 2매 이상 촬영지역 밖에 있어야 하며, 대상지역을 완전히 포함하도록 여유분을 두어 사진을 촬영하여야 한다.

7. 촬영 직후에 현지에서 다음 각 목에 대하여 모든 항공사진을 대상으로 촬영 결과를 점검한다.

가. 촬영 범위

나. 항공사진의 화질

다. 인접 항공사진 간의 중복도

라. 인접 항공사진 간의 지상표본거리(GSD) 편차

마. 은폐 지역의 범위

바. 모든 지상기준점이 적절하게 촬영되었는가

③ 3차원 형상 복원계산 및 3차원 점군데이터 파일 작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 3차원 형상 복원계산은 촬영한 항공사진 및 지상기준점을 소프트웨어를 이용하여 항공사진의 외부 측정 요소 및 항공사진에 촬영된 지점의 위치좌표를 구하고, 지형과 지물의 3차원 형상을 복원하여 3차원 점군데이터를 작성하여야 한다.

2. 3차원 형상 복원계산은 특징점의 추출, 지상기준점의 관측, 외부 측정 요소의 산출, 3차원 점군데이터의 생성까지 일련의 처리를 포함한다.

3. 3차원 형상 복원계산 결과는 3차원 형상 복원계산 소프트웨어의 기능에 따라 점검하며, 검사에

사용할 수 있도록 다음 각 목과 같은 정보를 포함해야 한다.

- 가. 계산에서 생략된 항공사진의 유무
- 나. 계산에 사용된 항공사진 중복 매수
- 다. 특징점의 분포
- 라. 사진 좌표의 오차
- 마. 지상기준점의 오차

4. 지상기준점 및 검사점의 오차 점검은 다음 각 호에 따라 실시한다.

- 가. 3차원 형상 복원계산으로 얻는 지상기준점의 오차가 X, Y, Z에 대한 3차원 점군데이터의 위치 정확도 이내임을 점검한다.
- 나. 사전에 결정된 검사점의 좌표와 3차원 형상 복원계산에서 얻어진 검사점의 위치좌표의 X, Y, Z에 대한 오차가 3차원 점군데이터의 위치정확도 이내임을 점검하며 필요에 따라 정사영상을 작성할 수 있도록 한다.
- 다. 점검 결과 정확도를 만족시키지 않는 경우에는 불량사진 제거 및 특징점의 수정을 실시한 다음 다시 3차원 형상 복원계산을 하여 점검한다. 이렇게 해도 정확도를 충족시키지 않는 경우에는 추가로 촬영한다.
- 라. 계산에 사용하는 지상기준점의 수와 배치를 변경함으로써 오차가 변화하는 일도 있으므로 지상기준점 및 검사점을 충분하게 설치하여 관측하고 정확성을 충족시키지 않을 경우는 지상기준점의 수와 배치를 바꾸고 다시 계산하여야 한다.

5. 3차원 점군데이터의 편집은 다음 각 호에 따라 실시한다.

- 가. 3차원 점군데이터의 편집은 3차원 점군데이터에서 필요에 따라 이상점의 제거 혹은 점군데이터의 보완 등의 편집을 실시하여 지상 데이터를 작성하여야 한다.
- 나. 3차원 점군데이터를 여러 방향에서 표시하고 지형 이외를 나타내는 특징점과 성과에 불필요한 특징점 등의 이상점을 제거한다.
- 다. 3차원 점군데이터가 필요한 밀도를 충족시키지 않을 경우, 필요에 따라 토털스테이션 혹은 지상 레이저스캐너 장비 등을 이용하여 현지 보완측량을 하여 점들을 보완한다.
- 라. 이상점이나 필요한 3차원 점군데이터의 밀도를 채우지 못한 곳이 광범위하게 분포하는 경우에는 항공사진 및 3차원 형상 복원계산 결과를 재검토하고 필요에 따라 항공사진의 추가 촬영 또는 3차원 형상 복원계산을 재계산한다.

6. 3차원 점군데이터 파일 작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

- 가. 3차원 점군데이터 파일의 작성은 3차원 점군데이터를 파일 형태로 전자매체에 기록하여야 한다.
- 나. 3차원 형상 복원계산 소프트웨어는 다양한 형식의 출력이 가능한 경우가 많지만 3차원 점군데이터로는 LAS형식, CSV형식, DXF형식과 지형모델로는 LandXML형식과 TIN형식으로 작성하여야 한다.

④ 현지조사 및 보완측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 현지조사 및 보완측량은 항공사진에서 관독이 어려운 각종 표현 사항, 명칭 등 다른 지물에 은폐된 부분을 현지에서 조사하고 측량하는 작업을 말한다. 현지보완측량을 실시하는데 있어서는 현지조사 착수 전에 촬영계획이나 각종 기존자료를 바탕으로 예측한 후 시행한다.

2. 현지조사 및 보완측량은 육안조사, 토털스테이션, 지상 레이저스캐너 등을 활용하여 예측 결과를 바탕으로 항공사진 및 각종 자료를 활용하고 다음에 제시하는 것에 대해서 실시한다.

가. 예측 결과 확인

나. 항공사진상에서 관독이 곤란한 곳의 지도 항목

다. 항공사진상에서 관독이 불능인 지도 항목

라. 지상기준점

제3절 유인항공 사진측량의 품질관리

제127조(항공사진측량의 지상기준점측량의 오차) ① 평면기준점 오차의 허용범위는 다음 표와 같다.

| 도화축척 | 평균제곱근오차 |
|-----------------|-----------|
| 1:500~1:600 | ±0.1 m 이내 |
| 1:1,000~1:1,200 | " |

② 표고기준점 오차의 허용범위는 다음 표와 같다.

| 도화축척 | 평균제곱근오차 |
|-----------------|------------|
| 1:500~1:600 | ±0.05 m 이내 |
| 1:1,000~1:1,200 | ±0.10 m 이내 |

제128조(항공삼각 조정계산 및 오차의 허용범위) 항공삼각 조정계산 및 오차의 허용범위는 다음 표와 같다.

| 구분 | 도화축척 | 평균제곱근오차 | 최대값 |
|------------------------------|-----------------|---------|--------|
| 아날로그 항공사진 측량용 카메라로 촬영한 영상 | 1:500~1:600 | 0.14 m | 0.28 m |
| | 1:1,000~1:1,200 | 0.20 m | 0.40 m |
| 디지털 항공사진 측량용 카메라로 촬영한 영상 | 0.08 m 이내 | 0.08 m | 0.16 m |
| | 0.12 m 이내 | 0.12 m | 0.24 m |
| | 0.25 m 이내 | 0.25 m | 0.50 m |

제129조(대지표정 오차) 대지표정 평면위치 및 표고의 허용범위는 다음 표와 같다.

| 도화축척 | 평면위치의 오차 | 표고의 차 |
|---------|-----------|-----------|
| 1:500 | 0.15 m 이내 | 0.15 m 이내 |
| 1:1,000 | 0.20 m 이내 | 0.17 m 이내 |

제130조(항공사진측량에 의한 3차원 측량의 정확도) 항공사진측량에 의한 3차원 측량의 정확도는 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」 및 「수치지형도 작성 작업 및 성과에 관한 규정」에

준한다.

제4절 무인비행장치 사진측량의 품질관리

제131조(3차원 점군데이터의 정확도) ① 3차원 점군데이터의 위치정확도는 다음 표를 표준으로 한다.

| 위치 정밀도 | 지상표본거리 |
|-----------|-----------|
| 0.05 m 이내 | 0.01 m 이내 |
| 0.10 m 이내 | 0.02 m 이내 |
| 0.20 m 이내 | 0.03 m 이내 |

② 지상기준점 및 검사점의 정확도는 작성하는 수치지형도 축척에 따라 다음 표를 표준으로 한다.

| 최종성과물의 축척 | 지상표본거리(GSD) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 평면기준점 오차의 한계 | 표고기준점 오차의 한계 |
| 1:250 | 0.04 m 이내 | |
| 1:500 | 0.08 m 이내 | |
| 1:1,000 | 0.12 m 이내 | |

③ 촬영하는 항공사진 지상표본거리의 정확도는 작성하는 수치지형도 축척에 따라 다음 표를 표준으로 한다.

| 지도 축척 | 지상표본거리 |
|---------|-----------|
| 1:250 | 0.04 m 이내 |
| 1:500 | 0.08 m 이내 |
| 1:1,000 | 0.12 m 이내 |

제5절 3차원 영상데이터 측량 성과품

제132조(유인 항공사진측량 및 무인비행장치 사진측량 성과품) 유인 항공사진측량 및 무인비행장치 사진측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 항공사진측량카메라 검정 실시 기록
2. 항공사진측량 표정점 및 검사점 정확도 관리표
3. 항공삼각측량 정확도 관리표
4. 3차원 형상 복원 정밀도 관리표

제133조(무인비행장치측량 성과품) 무인비행장치측량 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 촬영 코스별 정확도 관리표
2. 대공표지 및 지상기준점측량
 - 가. 관측기록부 및 계산부, 망도(네트워크 RTK 측량은 제외)
 - 나. 관측데이터 및 점의조서

- 다. 측량성과 총괄표
- 3. 사진촬영코스 기록부 및 검사표 자료
- 4. 항공삼각측량 성과파일 및 레포트 파일(외부표정요소)
- 5. 수치표면자료 검사표 및 오류정정표 자료
- 6. 정사영상파일 및 검사표 자료
- 7. 수치도화 파일 및 백터화 파일 자료
- 8. 3차원 점군데이터 파일
- 9. 3차원 형상 복원계산 소프트웨어가 출력하는 정보
- 10. 3차원 관측자료 및 기타 관측자료
- 11. 현지조사 및 보완측량의 결과를 정리한 파일 등

제4장 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량

제1절 3차원 레이저데이터 취득방법

제134조(유인항공을 이용한 레이저측량) ① 작업계획 및 준비는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 계획수립은 다음 각 목을 준용하여 실시한다.
 - 가. 대상지역은 작업지역 외곽으로 최소 100 m 이상을 연장하여 측량하도록 계획하여야 한다. 다만, 대상 지역이 선형(노선, 하천 등)일 경우는 예외로 한다.
 - 나. 측량을 위한 비행코스 배치 시 코스별 교차를 최소화하기 위하여 주요 비행코스 방향의 수직 방향으로 대상 지역의 중앙에 왕복 비행코스를 배치하여야 한다. 다만, 대상지역의 모양이 사각 형이 아닌 경우에는 적절한 방향으로 변경할 수 있으며, 대상지역이 선형(노선, 하천 등)인 경우에는 예외로 한다.
 - 다. 관측계획은 측량제원, 비행코스계획, GNSS 기준국 설치 및 GNSS 위성 배치상태를 고려하여 관측계획을 수립하여야 한다.
 - 라. 비행코스의 설계는 데이터의 점밀도가 균일하게 취득되도록 대상지역의 지형조건 등을 고려하여 비행고도, 비행속도, 레이저 주사율, 주사각, 스캔주기 등을 설계하여야 한다. 이때, 비행코스 중복도는 최소 30 % 이상을 표준으로 한다.
 - 마. 비행코스 설계제원은 비행 및 측량제원계획표를 작성한다.
2. GNSS 기준국 설치는 다음 각 목에 따라 실시한다.
 - 가. 항공레이저측량 중에는 지상에 1개 이상의 GNSS 기준국을 설치하여 운영하여야 한다.
 - 나. GNSS 기준국은 데이터 취득이 양호한 곳에 선점하여야 하며, 상공에 장애물이 없는 시계를 확보할 수 있는 곳이어야 한다.
 - 다. GNSS 기준국은 항공기 GNSS와의 기선거리가 30 km 이내인 지점에 설치하여야 한다.
 - 라. GNSS 기준국에서의 관측 수신간격은 1초 이하(0.1~1.0 초)로 하고, 항공기 GNSS와 동일한 수신간격을 최대한 유지하여야 한다.

마. GNSS 기준국을 운영할 때 수신하는 GNSS 위성 수는 5개 이상, GNSS 위성의 PDOP은 3.5 이하, GNSS의 수신앙각은 15° 이상을 유지하여야 한다.

바. GNSS 기준국의 좌표는 GNSS 상시관측소 자료를 사용하여 기준타원체 기반의 3차원 좌표로 결정한다.

② 유인항공레이저측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 항공레이저측량의 수행은 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 제작하고자 하는 수치표고모형 격자규격에 따른 점밀도는 다음 표와 같으며 이 외의 규격은 설계측량시행자와 협의하여 정한다.

| 격자간격 | 1 m | 2 m | 5 m | 비고 |
|-----------------------|------|------|------|----|
| 점밀도(m ²)당 | 2.5점 | 1.0점 | 0.5점 | |

나. 비행코스 간 취득데이터에 공백이 발생하지 않도록 측량을 수행하여야 한다.

다. 안개, 구름, 적설 등 레이저 펄스의 흡수, 반사, 산란 등이 발생할 수 있는 기상일 경우에는 측량을 중단하여야 한다.

라. 계획된 비행고도와 속도를 준수하여야 하며 다른 비행코스로의 진입을 위한 항공기 회전각은 20° 이하로 유지하여야 한다. 다만, 항공기 운항 안전과 관련된 경우에는 예외로 한다.

마. 항공기용 GNSS 자료 수신 간격은 1초 이하(0.1~1.0초), 수신하는 GNSS 위성은 5개 이상, GNSS 위성의 PDOP는 3.5 이하를 유지해야 한다.

바. 측량 시 개별 펄스에 대한 반사과의 수는 4개 이상을 표준으로 한다.

사. 이 기준에서 정하지 않은 항공기에 부착된 GNSS/INS의 운영에 관한 사항은 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」에 따른다.

2. 수치영상자료의 취득은 다음 각 목에 따라 실시한다.

가. 항공레이저측량성과의 점검 및 보완을 위한 지형지물의 식별, 분류 등에 참고하기 위하여 같은 시기에 수치영상자료를 취득하여야 한다. 다만, 발주처와 협의하여 수치영상자료가 필요하지 않거나 기 촬영된 수치영상의 사용이 가능한 경우에는 생략할 수 있다.

나. 수치영상자료는 측량 작업지역의 외곽을 최소 100 m 이상 연장하여 촬영하여야 한다. 다만, 대상지역이 선형(노선, 하천 등)인 경우에는 예외로 한다.

다. 수치영상자료의 해상도는 지형지물의 식별이 가능하여야 하며 지상표본거리 1 m 이상(0.1~1 m)을 표준으로 한다.

3. 수치영상자료의 점검은 다음 각 목에 따라 실시한다.

가. 수치영상자료는 항공레이저측량자료를 이용한 지형지물의 식별 및 분류가 가능한 선명도, 1 m 이상(0.1~1 m)의 지상표본거리, 측량 작업지역의 공백 없이 외곽을 최소 100 m 이상 연장 촬영 등을 만족하여야 한다.

나. 위 사항이 만족되지 않을 경우에는 수치영상자료를 재촬영하여야 한다.

4. 전처리하는 항공레이저측량 원시자료에서 대기 중의 입자나 다른 원인에 의해 발생한 잡음을 제거

하여야 한다.

5. 결측 확인은 제작하고자 하는 수치표고모형의 격자 간격마다 항공레이저측량 원시자료가 존재하는지를 확인하여야 한다.

가. 수치표고모형의 격자 단위로 항공레이저측량 원시자료가 없는 격자를 결측이라 한다. 다만, 하천, 저수지 등과 같이 레이저가 반사하지 않는 지역은 제외한다.

나. 결측률은 결측 격자수에 대한 전체 격자수의 비로써, 1:25,000 지형도 도엽단위로 계산한다.

6. 점밀도 확인은 다음 각 목에 따라 실시한다.

가. 항공레이저측량 원시자료가 다음 표와 같이 정의된 점밀도를 만족하는지 확인하여야 한다.

| 격자간격 | 1 m | 2 m | 5 m | 비고 |
|---------|------|------|------|----|
| 점밀도(㎡)당 | 2.5점 | 1.0점 | 0.5점 | |

나. 취득 점밀도는 하천, 저수지 등과 같이 레이저가 반사되지 않는 지역을 제외하고 계산한다.

다. 점밀도는 비행코스별 점밀도, 작업지역 전체에 대한 점밀도, 1:25,000 지형도 도엽단위별 점밀도에 대한 취득 점밀도를 계산하고 확인한다.

③ 기준점측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 기준점측량은 항공레이저측량 원시자료의 점검 및 조정을 위한 기준점측량을 하여야 한다.

2. 수치표면자료를 제작하기 전에 항공레이저측량 원시자료의 점검 및 조정에 필요한 기준점을 배치하여야 한다.

3. 항공레이저측량 원시자료는 코스검사점과 실측된 기준점을 이용하여 점검 및 조정을 하여야 한다.

④ 수치표면자료 제작은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 수치표면자료는 조정된 원시자료의 정확도를 검증 완료한 후, 정확도 기준 이내인 경우에 제작한다.

2. 정표고 변환은 조정이 완료된 항공레이저측량 원시자료의 타원체고를 정표고로 변환하여야 한다. 정표고 변환은 발주처와 협의하여 기준점 및 검사점 성과 또는 별도 성과를 이용하여 산출된 작업지역에 대한 지오이드 모델을 정하여 사용할 수 있다.

3. 수치표면자료는 비행코스별로 타원체고 자료와 정표고 자료로 분리하여 기록하여야 한다.

⑤ 수치지형모델 제작은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 수치지형자료는 수치표면자료를 다음 각 목에 따라 필터링하여 제작한다.

가. 필터링은 작업지역의 범위를 100 m까지 연장하여 수행한다.

나. 필터링은 자동 또는 수동 방식으로 수행할 수 있고 자동 방식으로 분류하기 어려운 교량, 고가도로, 낮은 공장지대, 하천, 건물밀집지역, 수목이 우거진 산림지역 등의 지형지물은 수동 방식으로 하여야 한다. 필터링을 수행할 때에는 수치영상과 비교(또는 중첩)하여 식별, 분류작업을 실시하여야 한다.

다. 수치지형자료의 용량이 큰 경우에는 작업지역을 분할하여 실시할 수 있다. 이때, 작업 단위 간

에 인접부분은 20 m 이상 중복되도록 하여야 하며 지면과 지표 피복물로 구분되어야 한다.

2. 수치지형자료의 점검 및 수정은 단면검사에 의해 오류의 유무를 점검하고 수정하며 동일한 시기에 촬영된 수치영상자료와 비교(또는 중첩)하여 오류의 유무를 점검하고 수정한다.
3. 작업지역과 인접되는 지역에 항공레이저측량에 의한 기존 수치지형자료(또는 수치표고모형)가 있는 경우에는 인접 접합점을 이용하여 두 자료를 일치시켜야 한다.
4. 인접접합점은 작업지역과 인접지역 자료의 점검 및 조정을 위하여 배치한다.
 - 가. 인접접합점은 급격한 높이 차이가 없고 지형의 모든 방향에 대해 평탄한 장소를 선정하여야 하고 인접접합점의 수는 인접선에 대해 $(\text{인접선길이(km)}/2 + 1)$ 이상으로 하며, 인접접합 1개소에 최소 10점 이상을 표준으로 한다.
 - 나. 인접접합점은 중복되는 인접 부분에 고르게 분포되어야 하고 중복되는 인접 부분에 기준점이 존재하는 경우에는 기준점을 인접접합점으로 사용하여야 한다.
 - 다. 수치지면자료가 없는 경우에는 수치표고모형의 격자점을 인접접합점으로 사용하여야 한다.
 - 라. 인접접합점의 표고는 선점된 인접접합점을 중심으로 제작하고자 하는 수치표고모형의 격자간격과 동일한 반경 내에 있는 수치지면자료의 표고 평균으로 한다.
5. 수치지면자료는 1:25,000 지형도의 도엽단위로 타원체고 자료와 정표고 자료로 분리하여 기록하여야 한다.

⑥ 불규칙삼각망자료의 제작은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 불규칙삼각망자료의 제작은 정표고로 변환된 수치지면자료를 이용하여 제작한다.
2. 실측된 기준점 및 검사점과 불규칙삼각망자료와의 표고 차이에 대한 최대값, 최소값, 평균, 표준편차 및 불규칙삼각망자료의 평균제곱근오차를 구하여 다음과 같은 기준으로 정확도를 점검한다.

가. 평면위치 정확도 : $H(\text{비행고도})/1,000$

나. 수직위치 정확도

| 격자규격 | 1 m × 1 m | 2m × 2 m | 5 m × 5 m | 비고 |
|--------|-----------|----------|-----------|----|
| 수치지도축척 | 1:1,000 | 1:2,500 | 1:5,000 | |
| 평균제곱오차 | 0.5 m 이내 | 0.7 m 이내 | 1.0 m 이내 | |
| 최대오차 | 0.75 m 이내 | 1 m 이내 | 1.5 m 이내 | |

다. 수치표고모형의 활용 분야 및 제작목적에 따라 정확도를 별도로 정할 수 있다.

3. 생성된 불규칙삼각망자료를 화면상에서 육안으로 검사하고 오류를 확인하여 수정한다.
4. 불규칙삼각망자료의 정확도와 오류의 점검 및 수정에 대한 결과는 검사표, 오류정정표를 작성하여야 한다.

⑦ 수치표고모형 제작은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 수치표고모형은 정표고로 변환된 수치지면자료를 이용하여 격자자료로 제작하여야 한다.
2. 격자자료는 사용목적 및 점밀도를 고려하여 표 4.3.1-3에 규정된 정확도를 확보할 수 있는 보간

방법으로 제작하여야 한다.

3. 실측된 기준점 및 검사점과 수치표고모형과의 표고 차이에 대한 최대값, 최소값, 평균, 표준편차 및 수치표고모형의 평균제곱근오차를 구하여 표 4.1-3에 규정된 정확도를 기준으로 정확도를 점검한다.
4. 수치표고모형으로 음영기복도를 생성하여 화면상에서 육안으로 검사하고 오류를 확인하여 수정한다.
5. 음영기복도는 수치표고모형을 이용하여 지형의 표고에 따라 음영효과를 시각적으로 표현하여야 하며, 설계측량시행자가 정하는 축척의 수치지도 도엽단위로 제작한다.
6. 수치표고모형의 좌표는 미터(m) 단위로 하고, 소수 2자리까지 표시하여야 하고 생성된 수치표고모형은 발주처가 정하는 축척의 수치지도 도엽단위로 분할하여 저장하고, 도곽보다 50m 크게 제작한다.
7. 수치표고모형의 정확도 검증과 오류 점검 및 수정에 대한 결과는 검사표, 오류 정정표를 작성하여야 한다.

제135조(무인비행장치를 이용한 레이저측량) ① 작업계획은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 무인비행장치를 이용한 레이저측량의 작업범위는 작성하는 성과품 범위의 바깥으로 10m 이상 또는 측량 폭의 50% 이상 연장한 범위를 표준으로 한다.
2. 무인비행장치의 비행코스는 관측 재원을 감안하여 이를 충족할 수 있도록 측량지역의 기상조건 등을 감안하여 설정한다. 또한 레이저측량 시에는 무인비행장치가 작업범위 내에서 등속 비행할 수 있도록 설정한다.
3. 무인비행장치를 이용한 레이저측량의 작업 일정은 작업 예정일의 기상조건 외에 GNSS 관측을 실시할 때의 수신 가능한 위성 수 등을 확인하여야 한다.

② 기준국의 설치는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 무인비행장치를 이용한 레이저측량의 위치결정은 GNSS에 의한 키네마틱법으로 하고 키네마틱 해석에서 사용하는 기준국에는 기준점을 설치하는 것을 원칙으로 한다. 또한 필요에 따라서 기준국을 재설치할 수 있는 것으로 한다.
2. 기준국은 측량 범위로부터 50km를 넘지 않는 점을 이용한다.
3. 기준국을 재설치하는 경우에는 1급 기준점 측량 및 3급 수준측량에 의해 위치 및 표고를 측량하여야 한다.
4. 기준국을 재설치하여 측량한 경우에는 다음과 같은 사항을 확인하여야 한다.
 - 가. 상공 시계의 확보
 - 나. GNSS 안테나 고정 확보
 - 다. 데이터 취득 유무
5. 기준국을 재설치한 경우는 기준국 성과표를 작성한다.

③ 표정점의 설치는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 원시자료의 위치 및 표고의 정확도를 검증 및 조정하기 위해서 작업범위 내에 표정점을 설치하

는 것으로 한다.

2. 여러 개의 표정점을 설치하는 경우는 계측 범위 내에 치우치지 않고 배치하여야 한다.
3. 표정점은 평탄하고 식별이 쉬운 지점에 설치하며 적절한 크기의 대공표지 또는 이에 상응하는 것을 설치하여야 한다.
4. 표정점의 위치 및 표고는 작성하는 원시자료의 요구사항을 바탕으로 이와 동등 이상의 정밀도로 구하는 것으로 한다.
5. 설치한 표정점의 표정점 배점도 및 표정점 명세표를 작성한다. 또한 표정점 명세표에는 현황 등을 촬영한 사진을 첨부하여야 한다.

④ 무인비행장치 레이저측량은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 무인비행장치 레이저장비를 이용해 레이저측량을 실시하고, 무인비행장치 레이저시스템의 GNSS 관측데이터, IMU 관측데이터 및 레이저측량 데이터와 기준국에서의 GNSS 관측데이터를 취득한다.
2. 무인비행장치 레이저측량에서의 무인비행장치 비행은 자동 비행방식에 의해 수행하는 것을 표준으로 한다. 또, 계측 범위 내에 대해서는 직선 등고도로 비행하는 것을 원칙으로 하고 비행속도는 일정한 속도를 유지하도록 노력한다.
3. 비행 전 다음과 같은 사항을 확인하여야 한다.
 - 가. 날씨, 풍속 등의 기상 조건
 - 나. 건물, 수목, 조수 등 안전비행에 영향을 미치는 지물의 유무
 - 다. 고압전선이나 첩탑 등의 전파 간섭 가능성이 있는 시설의 유무
 - 라. 첩판 등의 기체 나침반 오류를 일으킬 가능성이 있는 지물의 유무
 - 마. 이착륙장 및 비행경로와 제3자(사람 또는 물건)와의 거리가 30m 이상 확보되어 있을 것
 - 바. 비행고도 및 비행거리 범위 제한
 - 사. 기체 캘리브레이션의 필요 여부
 - 아. 기체 외관, 나사 등의 이완, 프로펠러 균열 및 왜곡, 모터 이음 유무
 - 자. 기기의 배터리 충전 상태
 - 차. 주변의 전파 상황에 의한 통신 지장의 유무
4. 필터링, 수치도화 등에서 영상을 통한 지물확인요는 필요에 따라 무인비행장치 레이저용 수치사진을 촬영하여야 한다.
5. 무인비행장치 레이저용 수치사진의 해상도 등은 이용 목적에 따라 결정하는 것으로 한다.
6. 무인비행장치 레이저측량 종료 후, 신속하게 무인비행장치 레이저측량 상황 및 취득한 각 데이터의 상황을 확인하고, 무인비행장치 레이저측량 기록부에 기록하는 동시에 필요에 따라 재측량을 실시한다.
7. 최적의 궤적 해석에 대한 키네마틱 해석결과는 다음과 같은 사항에 대해 확인하고 최적의 궤적 해석 기록부에 기록함과 동시에 필요에 따라 재해석 또는 재측량을 실시한다.

가. 최소 위성수

나. DOP값

다. 위치에 따른 해석값의 차이

라. 해석값의 품질

마. 위치의 표준편차의 평균값과 최대값

바. GNSS 결과와 IMU 결과의 정합성

사. 위치의 표준편차의 평균값과 최대값

아. 자세의 표준편차의 평균값과 최대값

⑤ 원본데이터의 작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 최적의 궤적 해석으로 얻은 결과와 무인비행장치 레이저측량으로 취득한 데이터를 통합 해석하여 3차원 좌표를 가진 측정점의 데이터를 작성한다.

2. 레이저측량에서 취득한 원시자료에 포함되는 노이즈 등의 비정상적인 점은 데이터에서 제거한다.

3. 통합 해석에 의해 작성한 측정점의 데이터에 대해서 조정 및 합성을 실시하고 원시자료를 작성한다.

4. 원시자료에는 반사강도 등의 속성정보를 부여할 수 있다.

5. 3차원 점군데이터 파일 작성은 다음 각 목에 따라 실시한다.

가. 3차원 점군데이터 파일의 작성은 3차원 점군데이터를 파일 형태로 전자매체에 기록하여야 한다.

나. 3차원 형상 복원계산 소프트웨어는 다양한 형식의 출력이 가능한 경우가 많지만 3차원 점군데이터로는 LAS형식, CSV형식, DXF형식과 지형모델로는 LandXML형식과 TIN형식으로 작성하여야 한다.

제136조(지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량) ① 작업 착수 전에 작업방법, 사용하는 주요장비, 인력, 일정 등에 대해 적절한 작업계획을 수립하고 이를 설계측량시행자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다. 작업계획을 변경하는 경우에도 또한 같다.

② 표정점의 설치는 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 표정점의 설치는 좌표변환에 의해 지상 레이저스캐너 수평 위치와 고도, 방향을 부여하는 기준이 되는 점을 설치하는 작업을 말하며, 원칙적으로 측지좌표계에서 실시하는 것으로 한다.

2. 표정점의 배치는 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 표정점은 지상 레이저스캐너의 설치위치와 함께 작업범위, 지상 레이저스캐너의 성능, 레이저스캐너의 위치, 레이저스캐너의 반사강도, 측지좌표계로의 변환방법 등을 고려하여 적절하게 설치하여야 한다.

나. 표정점은 레이저 관측범위 밖에 설치하는 것을 원칙으로 하고 표지의 형상 및 크기는 그 중심이 요구 정밀도로 관측할 수 있어야 한다.

3. 표정점 성과 등은 표정점의 성과표, 지상 레이저스캐너 표정점의 배치도 및 수준 노선도, 표정점의 측량 성과부, 정확도 관리표, 기타 자료 등이 있다.

③ 지상 레이저스캐너의 관측은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 지상레이저스캐너 관측은 지상 레이저스캐너에 의해 지형·지물의 방향, 거리 및 반사강도를 관측하고, 표정사항에 따라 측지좌표계로 변환하여 원시자료를 작성한다.

2. 지상 레이저스캐너는 소요의 성능을 갖는 것을 사용하여야 한다.

3. 기계점과 후시점의 선정은 다음 각 목에 따라 실시한다.

가. 기계점과 후시점은 기지점을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

나. 기계점과 후시점을 설정하는 기준점과 표정점을 새로 설치하는 경우, 설치 장소는 3차원 점군 데이터 수집이 이루어지는 기간 동안 유지되는 장소이어야 한다.

다. 기계점은 지상 레이저스캐너가 견고하게 설치될 수 있어야 한다.

4. 지상 레이저스캐너 관측은 다음 각 목에 따라 실시한다.

가. 기계점과 후시점에 의한 방법으로 하는 것을 원칙으로 하고 필요에 따라 상사변환에 의한 방법 및 후방교회법에 의한 방법으로 할 수 있다.

나. 지상 레이저스캐너를 이용하여 지형·지물에 대한 방향·거리 반사강도를 관측하고 관측방법은 관측 대상물에 따라 적용한다.

다. 관측방향은 지형의 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 관측하는 것을 원칙으로 한다.

라. 관측방향과 거리를 측지좌표계로 변환하고, 수집된 반사강도를 기록한다.

5. 표정점에는 표지를 설치하는 것을 원칙으로 하며 표지의 형상 및 크기는 그 중심이 소정의 정밀도로 관측할 수 있어야 한다.

6. 표지의 관측은 표지판에 주어진 3차원 관측데이터를 이용하여 신호의 중심을 관측한다.

7. 관측지점의 선정은 수치도화에 필요한 관측지점을 선정할 수 있도록 하고 관측점의 점간 거리에 따라 불필요한 점을 제거하는 것을 원칙으로 한다.

8. 3차원 관측데이터는 표정 등을 사용하여 측지좌표계로 변환하고 원시 데이터를 생성하며 측지좌표계의 변환에서 표정점의 오차는 오차범위 내에 있어야 한다.

④ 3차원 점군데이터 편집은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 원시자료에서 지형을 파악하지 않은 점을 제거하여 지형데이터를 작성하고 소정의 데이터 구조로 구조화하는 작업을 한다.

2. 3차원 점군데이터 편집시스템을 이용하여 원시자료를 3차원으로 표시하고 육안으로 지형 이외에서 반사된 관측지점을 제거하고 지형데이터를 생성한다.

3. 구조화는 지형데이터를 정해진 구조의 데이터로 변환하는 작업으로 필요에 따라 경사 변환선을 추가할 수 있는 것으로 한다.

⑤ 파일작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 3차원 점군데이터 파일의 작성은 점군 또는 구조화된 지형데이터에서 3차원 점군데이터 파일을

만들고 저장매체에 기록하는 작업을 말한다.

2. 메타데이터의 작성은 필요에 따라 작성한다.

제137조(이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량) ① 작업계획은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 측량수행자는 측량의 목적, 실시 지역, 작업량, 기간 등의 내용과 정확도 등을 기재한 성과품 요구 명세서를 작성하여야 한다.
2. 측량수행자는 해당 작업지역에서 사용할 수 있는 측량성과, 측량기록 및 기타 필요한 자료를 조사하고 활용을 도모함으로써 측량의 중복을 피하도록 노력하여야 한다.
3. 이동형 레이저스캐너에 의한 3차원 점군데이터 측량을 실시하는 경우에 4.3.2.4 레이저데이터를 이용한 측량 품질관리의 성과품 요구사항을 충족하는 측량작업계획서를 작성하여야 한다.
4. 업 착수 전에 작성한 성과품 작업명세서를 설계측량시행자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다. 성과품 작업명세서의 내용을 변경하는 경우에도 또한 같다.

② 원시자료의 작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 공정별 작업 구분 및 순서는 다음과 같다.

가. 측량작업계획

나. 보정점의 설치

다. 이동 취득 및 데이터 처리

라. 원시 데이터의 작성

2. 이동 취득 계획은 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 이동 검색을 실행하기 위해 주행 구간 및 취득 구간을 결정하고 이동 취득 계획도를 작성한다.

나. 주행구간은 자차 위치자세 데이터 취득 장치의 초기화에서 종료까지의 구간으로 취득 구간 진입 및 퇴출에 대해서는 GNSS 위성으로부터의 전파의 안정적인 수신 및 차량의 안정적인 주행이 이루어져야 한다.

다. 이동 취득 계획의 확정은 이동취득에 장애가 되는 것의 유무, GNSS 위성의 배치를 사전에 확인하고 차량의 주행속도는 기존 데이터 취득 장치가 소정의 점군 밀도를 얻을 수 있는 속도로 하며 고정국은 취득 구간의 기선 거리를 10 km 이내를 원칙으로 하되 부득이한 경우 30 km를 넘지 않는 것으로 한다.

라. 고정국을 현지의 기지점에 설치하지 않는 경우, 이동 취득 전에 작업지역의 기지점과 GNSS 관측에서 얻은 좌표값의 일관성을 확인하고 필요에 따라 기지점과의 정합을 수행하여야 하며 기지점 확인 및 방법은 「공공측량 작업규정」에 준하여 실시하는 것으로 한다. 고도를 요구하는 경우에는 국토지리정보원이 제공하는 지오이드 모델로 구한 지오이드 높이를 이용하여 타원체고를 보정한다.

3. 보정점의 설치는 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 보정점은 주행 구간의 노선길이와 운행상황에 따라 2점 이상을 GNSS 위성으로부터의 전파 수신이 어려운 부분, 곡선과 좌우 회전 등의 진로 변동 부분, 취득 구간 시·종점에 순서대로 설

치하는 것을 표준으로 한다.

나. 조정사항은 원시 데이터에서 명확하게 확인할 수 있는 지물로 한다. 그러나 그들이 존재하지 않는 경우에는 표지판, 반사 테이프 등을 사용하여 설치한다.

4. 이동취득 및 데이터 처리는 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 이동취득은 계획에 따라 자차위치 자세데이터 취득 장치를 이용하여 GNSS 관측데이터, IMU에 의한 가속도, 각속도 데이터 등을 취득하고 고정국의 GNSS 관측데이터 수집 간격은 1초 이하를 표준으로 데이터를 취득하여야 한다.

나. 이동 취득시 차량의 안정적인 주행에 노력하며 교통상황, 기상상황, 위성상태, 광량, 태양고도 등을 감안하여 언제든지 작업구간을 검토한다.

5. 데이터 처리는 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 데이터 처리는 차량에 탑재된 원시자료 취득 장치의 측정 위치와 자세를 분석하여 원시자료의 작성, 조정사항의 조정처리 등을 실시하는 것을 말한다.

나. 해석처리는 이동 취득이 끝난 후 실시하는 것으로 한다.

다. 분석처리는 GNSS 측량기계, IMU, 거리계 등으로부터 얻은 데이터를 이용하여 운동학적 분석 또는 최적 궤적 분석을 통한 자차 위치자세 데이터를 요청하는 것으로 분석처리 결과와 보정 데이터를 사용하여 원시자료 취득 장치의 위치와 자세를 산출한다.

6. 원시자료의 작성은 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 해석 프로세스가 완료되면 원시자료를 생성한다.

나. 동일 취득 구간에서 여러 이동 취득을 실시한 경우에는 필요에 따라 만들어진 원시자료를 합성한다.

다. 합성은 합성하는 각각의 오리지널 데이터에서 공통으로 인식할 수 있는 특정점 또는 특정선을 4개 이상 추출하여 3차원 좌표변환에 의해 실시하는 것을 원칙으로 한다.

라. 합성하는 각각의 원시자료를 변환하는 경우에는 특정점의 검색정확도에 따라 무게를 이용하는 것으로 한다.

마. 전체 원시자료에 부분적인 원시자료를 합성하는 경우에는 부분적인 원시자료를 전체 원시자료에 좌표변환을 한다.

바. 보정점에서 이동형 레이저스캐너의 궤적을 산출하고, 각각의 원시자료를 다시 만든 경우에는 좌표변환을 하지 않고 합성이 있는 것으로 한다.

사. 합성을 위한 좌표변환에 사용된 특정점의 오차는 좌표축의 각 성분의 최대값이 최대 지상 영상소 크기의 범위 내로 한다.

아. 원시자료의 정리는 각호에 의하여 생성된 원시자료를 수평 위치 및 표고 및 색상 또는 반사 강도를 부가하여 정리하고 사진은 사진파일 이름에 연결된 외부표정요소를 부가하여 정리한다.

자. 원시자료는 요구사항에 표시된 점밀도를 충족하는지 확인하여야 한다.

차. 검증 후 요구사항을 충족하지 못하는 경우에는 추가 측량을 실시한다.

카. 확인 후 점밀도 검사 정도 관리표에 정리하여야 한다.

③ 3차원 점군데이터 점검은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 3차원 점군데이터의 점검은 원시자료와 다음 사항의 데이터와 편차를 구하고, 요구 정확도를 만족하는지 확인한다.

가. 이동형 레이저스캐너 3차원 점군데이터 측량에 의한 점검

나. 검사 지점의 설치에 의한 점검

다. 횡단 측량에 의한 점검

라. 그 밖에 측량 기법으로 3차원 점군데이터에 의한 점검

2. 검사측량은 측정범위의 상황 등이 변화하지 않도록 가능한 한 원시자료의 작성에 있어서 이동 측정과 같은 시기에 실시하는 것으로 한다.

3. 검사측량에서 얻어진 자료와 동등 이상의 정밀도를 갖는 기존 데이터를 검사하는데 사용할 수 있다. 다만, 해당 데이터의 생성 시점에서 원시자료의 생성 사이에 측정 범위의 상황이 크게 변화하지 않은 경우에 한한다.

4. 검사결과 원시자료가 요구사항을 충족하지 않는 경우에는 데이터의 재작성 등 요구 사항을 충족하기 위해 필요한 조치를 한다.

5. 검사결과는 검사측량 결과 정확도 관리표에 정리한다.

6. 원시자료의 기록은 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 검사의 결과 요구사항을 충족하는지가 밝혀지면 원시자료에 대해서, 성과품 요구사항에 따른 형식으로 전자적 기록 매체에 기록한다.

나. 검사결과 파일의 관리 및 이용에 필요한 사항을 기재한 원시자료의 메타데이터를 생성하고 기존 데이터와 함께 전자적 기록 매체에 기록한다.

④ 기타 성과데이터 작성은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 지형데이터는 원시자료 중 지형의 높이를 나타내는 데이터만 추출한 데이터를 기준으로 기존 데이터에서 필터링을 수행하여 만들고 필터링의 대상 항목은 요구사항에 따라 결정하여 작성한다.

2. 지형데이터의 검증은 도형 편집 장치, 각종 출력도 등을 이용하여 적정하게 필터링이 이루어지고 있는지 확인해야 하고 요구사항에 표시된 점밀도를 충족하는지 확인해야 한다.

3. 그리드 데이터의 작성은 지형데이터에서 중첩에 의해 격자의 표고 데이터를 작성하는 것을 표준으로 하고 그리드 데이터의 격자간격은 요구사항에 따라 결정하여 작성한다.

4. 그리드 데이터의 검증은 도형 편집 장치 또는 각종 출력도를 이용하여 적정하게 작성되어 있는지 확인하여야 한다.

5. 등고선 데이터의 작성은 지형데이터 또는 지형데이터를 사용하여 만든 그리드 데이터를 이용하여 작성한다.

6. 등고선 데이터의 검증은 도형 편집 장치, 각종 출력도 등을 이용하여 형상 특성 정보 등을 확인해야 한다.

7. 기타 성과데이터의 메타데이터 작성은 제품사항에 따라 파일의 관리 및 이용에 있어 필요한 사

항을 작성한다.

8. 기타 성과데이터의 기록은 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

가. 생성 및 검증을 실시한 기타 성과데이터에 대한 성과품 요구사항에 따른 형식으로 전자적 기록 매체에 기록한다.

나. 파일의 관리 및 이용에 필요한 사항을 기재한 각각의 데이터에 대한 메타데이터를 작성하고 다른 성과데이터와 함께 전자매체에 기록한다.

9. 외부 표정요소가 있는 사진측량성과는 개인정보 보호에 관한 사항을 고려하여야 한다.

제2절 레이저데이터를 이용한 측량 품질관리

제138조(유인항공을 이용한 레이저측량의 품질관리) ① 기준점측량에서 코스검사점 표고 차이의 최대값, 최소값, 평균, 표준편차 및 코스검사점 표고의 평균제곱근오차의 한계는 0.25 m 이내로 한다.

② 인접접합점 표고차이의 최대값, 최소값, 평균, 표준편차, 평균제곱근오차의 한계는 0.25 m 이내로 한다.

③ 수치표고모형의 격자규격에 따른 평면 및 수직위치 정확도의 한계는 다음 각 호와 같다. 다만, 수치표고모형의 활용분야 및 제작목적에 따라 정확도를 별도로 정할 수 있다.

1. 평면위치 정확도 : $H(\text{비행고도})/1,000$

2. 수직위치 정확도는 다음 표와 같다.

| 격자규격 | 1 m×1 m | 2 m×2 m | 5 m×5 m | 비고 |
|---------|----------|---------|---------|----|
| 수치지도축척 | 1:1000 | 1:2500 | 1:5000 | |
| 평균제곱근오차 | 0.5 m이내 | 0.7 m이내 | 1.0 m이내 | |
| 최대오차 | 0.75 m이내 | 1 m이내 | 1.5 m이내 | |

제139조(무인비행장치를 이용한 레이저측량의 품질관리) ① 3차원 점군데이터의 평면위치 및 고도의 정확도는 오차가 최대 0.05 m를 넘지 않도록 한다.

② 3차원 점군데이터의 평면위치 및 고도의 정확도가 규정되지 않은 경우에는 다음 표와 같다.

| 정확도 | 최대 0.05 m 이내 | 최대 0.1 m 이내 | 최대 0.2 m 이내 |
|---------------|--------------|-------------|-------------|
| 지상 화소 크기(GSD) | 0.01 m | 0.02 m | 0.03 m |

제140조(지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량의 품질관리) ① 표정점의 정확도는 수치지형도 축척에 따라 다음 표를 표준으로 한다.

| 수치지형도 축척 \ 정밀도 | 수평위치 | 고도 |
|----------------|----------|----------|
| 1/250 | 0.1 m 이내 | 0.1 m 이내 |
| 1/500 | 0.1 m 이내 | 0.1 m 이내 |

② 표정점 사이의 거리 허용범위는 다음 표에 규정하는 것 또는 이들과 동등 이상의 것을 표준으로 한다. 또한 거리(S)는 점간의 거리의 계산 값을 말한다.

| 거리 | 허용 범위 |
|---------|-----------|
| 20 m 미만 | 10 mm |
| 20 m 이상 | S / 2,000 |

제141조(이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량의 품질관리) ① 레이저스캐너에 의해 취득한 점군 데이터는 취득 경로의 10 m 범위에서 점밀도를 측정하고 반사강도를 판독하여 점검하여야 한다.

② 제1항과 관련하여 점밀도는 1 m² 당 100점 이상이어야 하며, 반사강도를 이용하여 세부도화 항목의 식별이 가능하여야 한다.

③ 이용목적에 따른 요구 점밀도 및 정밀도는 다음 표와 같다.

| 이용 목적 | 요구 점밀도 | 요구 정밀도 | 비고 |
|------------|---------------------------|---------------|----|
| 수치 지형도 작성 | 25 점 / m ² 이상 | ±0.25 m | |
| 지형 취득 | 10 점 / m ² 이상 | ±0.1 ~ 0.25 m | |
| 구조물형태 관리 | 100 점 / m ² 이상 | ± 0.05 m 이내 | |
| 기성 및 준공 측량 | 4 점 / m ² 이상 | ± 0.1 m 이내 | |

제3절 레이저데이터를 이용한 측량 성과품

제142조(유인항공을 이용한 레이저측량의 성과품) 유인항공을 이용한 레이저측량의 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 비행코스 궤적파일
2. GNSS/INS, GNSS 기준국 자료
3. 기준점측량 성과
4. 원시자료
5. 코스검사점 좌표
6. 수치표면자료
7. 수치지면자료
8. 인접접합점 좌표
9. 수치표고모형
10. 수치영상 외부표정요소
11. 수치영상자료 관리파일
12. 도엽별 수치표고모형 관리파일

제143조(무인비행장치를 이용한 레이저측량의 성과품) 무인비행장치를 이용한 레이저측량의 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 원시자료
2. 3차원 점군데이터 파일
3. 관측도

4. 정확도 관리표
5. 품질관리표
6. 메타데이터
7. 기타 자료

제144조(지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량의 성과품) 지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량의 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 원시자료
2. 3차원 점군데이터 파일
3. 관측도
4. 정확도 관리표
5. 품질관리표
6. 메타데이터
7. 기타 자료

제145조(이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량의 성과품) 이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량의 성과품은 다음 각 호의 사항을 포함한다.

1. 원시자료
2. 3차원 점군데이터 파일
3. 관측도
4. 정확도 관리표
5. 품질관리표
6. 메타데이터
7. 기타 자료

제5장 3차원 초음파데이터를 이용한 수심측량

제1절 수심측량 방법

제146조(음향측심기에 의한 수심측량) ① 수심측량은 「공공측량 작업규정」에 따라 실시한다.

② 수심측량은 하천, 저수지, 호수 및 해안에서 수저부(물밑)의 지형을 파악하기 위하여 수심, 측심 위치 또는 선박의 위치, 및 수위와 조위의 측정하고 횡단면도 데이터 파일을 작성하는 작업을 말한다.

③ 음향측심기는 다음 표의 성능 이상이어야 한다. 다만, 수심이 얇은 경우에는 직접측량을 실시할 수 있다.

| 구분 | 성능 |
|--------|------------------------|
| 가정음속도 | 1,500 m/sec |
| 발진주파수 | 25 kHz 이상 |
| 측량단위 | 10 mm 이하 |
| 수심측량범위 | 0.5 ~ 200 m |
| 정확도 | 0.1 m + d/10, d는 수심(m) |

④ 측심위치 측량을 위한 측량장비와 측량간격은 다음 표를 표준으로 한다.

| 측량장비 | 측량간격 |
|--------------------------------------|------------|
| 와이어 로프 광파거리측정기 토탈스테이션 GNSS 수신기 | 5 ~ 20 m |
| 해상위치측량용 전파측위기 | 20 ~ 100 m |

⑤ 수위의 측량은 수위표, 가수위표 및 검조소에 의한 관측 또는 직접측정에 의한다.

⑥ 수심측량 시스템 구성은 위치측량용 장비, 수심측량용 장비와 이를 운용하는 소프트웨어로 구성되어 있다.

1. 해상위치측량용 장비는 해상의 특정물 측량 시 위치를 잡아주거나 각을 측정하고, 수심측량 시 측량선의 위치 성과를 취득하기 위한 측량장비이다.
2. 육상 기준점에 기준국(위성안테나, 위성수신기, Radio Modem 등)을 설치하고, 측량선에 설치한 이동국에서 위성으로부터 받는 자료를 상호 비교 보정하여 측량선을 유도하는 시스템으로, 해상위치측량용 장비의 오차는 약 1.0~1.5 m 정도이고, RTK System을 적용하면 수심 mm 내의 정확도를 확보할 수 있다.
3. 수심측량용 장비는 음파를 송수신하여 해수면에서 해저면까지의 깊이를 측량하는 장비로 음향측심기라고 한다.
4. 수심측량용 운용소프트웨어는 수심측량구역의 계획선을 미리 설정하여 측량선을 실시간으로 유도할 수 있으며, 위치측량 성과와 수심측량장비의 수심성과를 실시간으로 저장하여 각종도면 및 물량을 구하는데 사용한다.

⑦ 수심측량 전에는 바체크를 반드시 실시하고 음향측심기에 그 결과가 나타나도록 하여야 한다. 바체크는 수심이 2m 이내인 지역에서는 0.5m 간격으로 실시하고 수심이 2m 이상인 지역에서는 1m 간격으로 실시한다.

⑧ 수심측량 시 DGNSS 장비를 사용할 경우에는 반경 1km 이내에 가수준점을 설치하고 매 15분 간격으로 관측한 수위변화량을 보정하여 수저부의 갱정수심을 구한다.

⑨ 선박수심측량 자료처리는 다음 각 목을 준용하여 실시한다.

1. 단범 수심측량 자료처리는 홀수, 바체크 음속도 보정 및 조석보정 적용, 항적의 왜곡 여부 확인 및 불필요한 항적 편집, 수심의 오측자료 제거, 음향측심기록지와 대조하여 수심, 위치의 잡음 및 오측자료 제거 등을 수행하여야 한다.

2. 다중빔 수심측량 자료처리는 홀수, 수중음속도, 측심자료 편향 보정 값 등 각종 보정 확인 및 조석보정 적용하고 항적의 왜곡 여부 확인 및 불필요한 항적 편집과 선박움직임 보정 값의 확인 및 오류 편집을 실시하며 선박수심측량 계획에 따른 유효측량 폭의 적합성 확인 및 수심의 오측자료 제거 등을 수행하여야 한다.
3. 조석 보정은 조위관측소 및 측량구역에서 실시한 조위자료를 적용하고 필요한 경우 수치모델 조석자료를 적용 할 수 있다. 다만, 수심 200 m 이상의 심해역에서는 조석보정을 수행하지 않을 수 있다.
- ⑩ 갯정수심은 가수준점 표고에서 해당 시각의 수위면 표고를 감산하고, 여기에 다시 해당 시각의 음향측심기 수심을 감산하여 구한다.
- ⑪ 횡단면도의 횡축척은 1:100~1:10,000, 종축척은 1:100~1:1,000을 표준으로 하며, 연안해역의 수심도의 축척은 1:100~1:10,000을 표준으로 한다.
- ⑫ 연안해역의 수심도에는 측심위치 마다 수심을 표시한다.

제2절 수심측량 품질관리

제147조(수심측량 품질관리) ① 수심측량은 정확도가 $\pm 0.1m + d/10$ (d는 수심, m 단위) 이내이어야 하며, 기록지에는 측심위치에 대한 DGNS 또는 네트워크 RTK 좌표, 측량시각 및 수심을 동시에 기록한다.

② 수심측량의 허용오차는 다음 표와 같으며, 설계측량시행자가 따로 정할 경우에는 예외로 할 수 있다.

| 구 분 | 허용오차 |
|-----------|---|
| 수심 5 m 이내 | 0.2 m |
| 수심 5 m 이상 | $0.2 m + d/10$ [d : 수심(m) 최대 : 0.25 m 이내 |

제3절 수심측량 성과품

제148조(수심측량 성과품) ① 성과물은 수심측량파일, 측량야장, 측량원도 등으로 정리한다.

② 각 성과물은 다음 각 호에 따라 제작 및 정리한다.

1. 수심측량파일은 원시자료, 처리자료, 최종자료, 보정자료(음속, 홀수, 조석) 등으로 구분하며 다중빔수심측량 성과는 필요한 경우 후방산란음압자료를 포함
2. 측량야장은 측량시기, 측량구역, 측량자료명, 기타 관측자료를 기록

③ 성과표 및 성과수치데이터는 표준양식에 정리한다. 표준양식이 없는 경우 「공공측량 작업규정」의 양식을 준용한다.

④ 3차원 관측자료 및 기타 저장 가능한 자료는 전자파일로 제출한다.

제6장 3차원 데이터 모델작성

제1절 3차원 데이터 모델작성 방법

제149조(2차원 설계도서 작성) ① 기준점 설계도서 작성은 GNSS, 토털스테이션 등으로 수행한 기준점 측량성과에 대한 설계도서는 「일반측량 작업규정」에서 정한 바에 따른다.

② 영상데이터를 이용한 설계도서 작성은 유인항공기, 무인비행장치 등으로 수행한 항공사진 측량성과에 대한 설계도서는 「정사영상 제작 작업 및 성과에 관한 규정」, 「항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정」과 「무인비행장치 측량 작업규정」에서 정한 바에 따른다.

③ 레이저데이터를 이용한 설계도서 작성은 다음 각 호를 준용하여 실시한다.

1. 유인항공기, 무인비행장치 등으로 수행한 항공레이저 측량성과에 대한 설계도서는 「수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정」과 「무인비행장치 측량 작업규정」에서 정한 바에 따른다.

2. 이동형 레이저스캐너, 지상 레이저스캐너 등으로 수행한 지상 레이저스캐너 측량성과에 대한 설계도서는 「정밀도로지도의 구축 및 관리 등에 관한 규정」과 「무인비행장치 측량 작업규정」을 준용하여 작성할 수 있다. 단, 해당공사의 특성과 여건을 고려하여 설계도서의 내용 조정이 필요할 경우 설계측량시행자의 승인을 얻어 조정하여야 한다.

④ 음파를 이용한 설계도서 작성은 음향측심기 등으로 수행한 수심측량성과에 대한 설계도서는 「수로측량 업무규정」에서 정한 바에 따른다.

제150조(3차원 설계도서 작성) ① 측량성과는 설계측량시행자의 승인없이 변경·수정이 불가능하며, 보간에 의해 재생성하지 않는다.

② 측량성과를 측지좌표계로 변환하고 위치에 대한 오차는 50 mm 이내로 한다.

③ 3차원 점군 데이터 편집은 원시자료에서 지형을 파악하지 않은 점을 제거하여 기초 데이터를 제작하고 구조화 편집하는 작업을 말한다.

④ 구조화 편집은 기초 데이터를 정해진 구조의 데이터로 변환하는 작업을 말하며, 필요에 따라 경사 변환선을 추가할 수 있는 것으로 한다.

1. 구조화는 불규칙삼각망 혹은 격자 구조를 원리로 한다.

2. 구조화 방법은 그라운드 데이터의 밀도 또는 작업 범위의 모양에 따라 결정한다.

3. 불규칙 삼각망으로의 구조화는 지형의 모양에 따라 최적의 방법을 채택해야 한다.

4. 격자로의 구조화는 최근린 보간 또는 불규칙 삼각망으로부터의 보간을 원칙으로 한다.

⑤ 3차원 점군 데이터 파일의 제작은 점군데이터 또는 구조화된 기초 데이터에서 3차원 점군데이터 파일을 제작하고 전자적 기록매체에 기록하는 작업을 말한다.

⑥ 3차원 점군데이터 파일과 메타데이터는 발주자가 요구하는 사양에 따라 작성한다.

제151조(3차원 기준점을 이용한 모델작성) ① GNSS, 토털스테이션 등으로 취득된 측량성과를 건설 현장에 설치된 기준점을 이용해 3차원 좌표로 변환한다. 이 때, 정확도를 확보하기 위해서 현장 내에 4급 기준점 또는 3급 수준점 이상으로 설치한 기준점의 정확도 관리를 해야 한다.

② 스마트건설의 3차원 기준점은 CSV, *.las, *.dwg 등의 형식으로 작성하며, 3차원 좌표성과(경도, 위도, 타원체고, X, Y, Z 등)를 포함하여야 한다.

③ 3차원 기준점 모델은 *.dxf, *.dwg, *.shp 등의 형식으로 현황선을 연결한 간단한 도면을 작성하여야 한다.

제152조(영상데이터를 이용한 3차원 모델작성) ① 항공사진을 이용하여 수치지형도, 수치표고모형 등의 작성 시 「수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정」에서 정한 바에 따른다.

② 이외의 방법을 이용할 경우 공사감독자의 승인을 받아 품질관리 기준을 만족하는 점 밀도로 조정된 측량성과의 해당 점 그룹에 불규칙삼각망(TIN)을 배치하고 3차원의 모델 작성을 지원하는 소프트웨어를 사용하여 3차원 모델을 작성한다.

③ 작성된 3차원 모델은 LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터 형식으로 변환하여 제공한다.

제153조(레이저데이터를 이용한 3차원 모델작성) ① 3차원 점군데이터를 생성한다.

② 3차원 점군데이터 편집은 다음 각 호에 따라 실시한다.

1. 3차원 점군데이터의 대상 범위 외, 수목, 초목, 가설 구조물 등 설계와는 관계없는 측량성과를 제외하여야 한다.

가. 불필요한 데이터를 삭제하는 방법은 설계데이터와 3차원 조감도를 비교하여 육안으로 확인하여 삭제하는 것을 원칙으로 한다.

2. 설계데이터의 경량화를 위해서 3차원 점군데이터의 점밀도를 1점 이상/1㎡ (1×1 m Mesh)으로 한다. 단, 지형이 복잡하거나 정밀한 설계데이터가 필요한 경우 공사감독자와 협의하여 점밀도를 변경할 수 있다.

3. 보간에 의한 설계데이터의 격자화는 다음과 같이 수행할 수 있다.

가. 설계대상 지역에 대해 1㎡(1×1 m의 평면 정사각형) 이내의 격자를 설정하고 격자의 중앙 혹은 격자점에 미지점(X, Y)을 설정한다. 미지점의 Z 값은 미지점을 중심으로 하는 1㎡이내의 측량성과와 설계도서와의 차이의 최빈값 또는 차이의 평균치를 설계도서 Z 값에 더하여 사용한다.

나. 이밖에 다음과 같은 보간법을 이용할 수 있다.

1) 최근린 보간법 : 그리드 점에서 가장 가까운 점의 Z 값을 채택

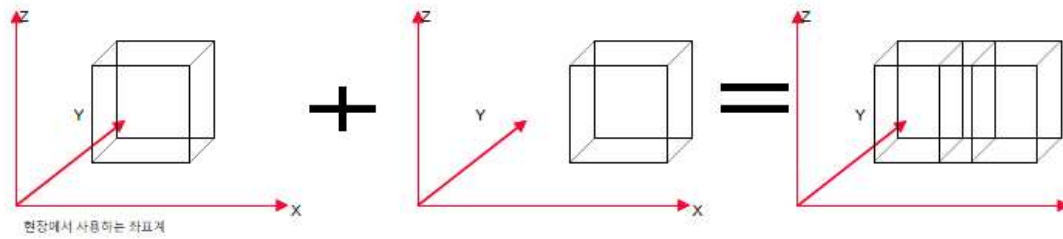
2) 평균 보간법 : 보간하는 격자로부터 격자간격의 2배 범위 내에 있는 측량성과들의 Z 값 평균치를 채택

3) 불규칙삼각망법 : 측량성과에서 도출한 불규칙삼각망을 이용하여 평면좌표로써 보간하는 격자가 포함된 삼각형상의 Z 값을 채택

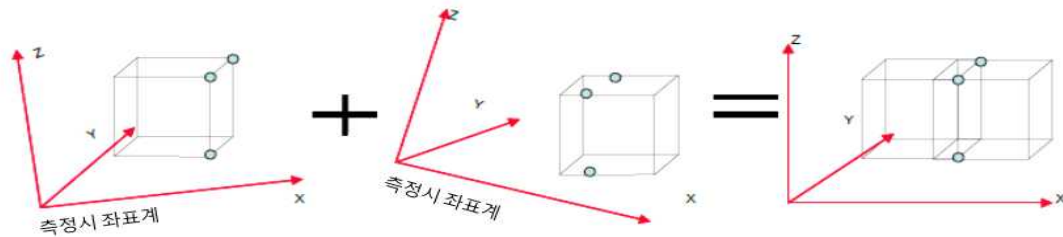
4) 역거리 가중법

4. 설계데이터가 2개 이상 존재하는 경우 다음과 같이 1개의 설계데이터로 합성하여야 한다.

가. 각 측량성과에서 기준점을 이용하여 각각 3차원 좌표로 변환하여 하나의 점군데이터로 단순 합성한다.



나. 각 측량성과로부터 공통의 특징점을 추출해 매칭시키고 합성 후에 3차원 좌표로 변환한다. 이때, 측량오차에 의해, 합성 시 뒤틀림 등이 생기는 경우가 있으므로 주의해야 한다.



③ 3차원 점군데이터 파일을 생성한다.

④ 성과 등의 정리를 실시한다.

제154조(초음파를 이용한 3차원 모델작성) ① 수심측량 및 자료처리를 통한 도면은 측량원도로 제출하되 2차원 및 3차원 형태로 작성하여 제출한다.

② 천부지층 자료는 해저표면과 지층 내 반사면의 모양, 연속성 및 투명성 등 음향상분포도를 작성한다.

③ 심부지층 자료는 반사면의 강도, 연속성 및 음향특성에 대하여 각 지층의 등층후도를 작성한다.

④ 조사자료는 해저표면과 장애물 및 저질의 특성이 잘 표현될 수 있도록 하며, 해저지형의 음향측심 성과물과 비교·검토하여 해저면 영상도를 작성한다.

⑤ 성과물은 원시자료, 처리자료, 가공자료 순의 단계별 검토가 가능하도록 제출한다.

⑥ 3차원 모델은 LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터 형식으로 변환하여 제공한다.

제2절 3차원 설계데이터의 변환

제155조(3차원 설계데이터의 변환) ① 작성된 3차원 모델은 LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터 형식으로 변환하여 제공한다.

② LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등으로 3차원 모델의 변환은 상용SW 등을 이용하되 관련 표준을 준용하도록 한다.

제7장 보고서작성

제156조(보고서작성) 3차원 디지털 설계측량보고서에는 측량 전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

제157조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2023년

1월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.



주 의 사 항

1. 본 보고서는 국토교통부 국토지리정보원의 수탁을 받아 사단법인 대한공간정보학회 컨소시엄에서 수행한 보고서입니다.
2. 본 내용을 대외적으로 게재, 인용할 때에는 반드시 국토교통부 국토지리정보원의 사전 허락을 받기 바라며, 무단 복제는 절대 금합니다.

스마트건설을 위한 건설측량 코드개발(2차)

인쇄·2023년 1월

발행·2023년 1월

발행자·대한공간정보학회 컨소시엄

발행처·국토교통부 국토지리정보원

주소·경기도 수원시 영통구 월드컵로 92(원천동)

전화·031-210-2700

FAX·031-210-2644