KDS 12 00 00 : 2023

건설측량 설계기준

2023년 01월 02일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설측량 설계기준 체계

KDS 12 10 00 설계측량 일반	
KDS 12 10 05 설계측량 일반	`24.11
KDS 12 20 00 건설공사 설계측량	
KDS 12 20 05 도로 및 철도 설계측량	`24.11
KDS 12 20 10 단지조성 설계측량	`23.01
KDS 12 20 15 하천 및 댐 설계측량	`23.01
KDS 12 20 20 상하수도 설계측량	`23.01
KDS 12 20 25 농업기반시설 설계측량	`23.01
KDS 12 20 30 교량 설계측량	`23.01
KDS 12 20 35 터널 설계측량	`23.01
KDS 12 20 40 건축 설계측량	`23.01
KDS 12 30 00 디지털 설계측량	
KDS 12 30 05 3차원 디지털 설계측량	`23.01

KDS 12 10 05 : 2024

설계측량 일반

2024년 11월 15일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

- 이 기준은 건설공사의 설계에 대한 측량 방법 및 기준, 3차원 데이터 모델 작성 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
설계측량 일반사항	• 건설공사의 설계를 위하여 필요한 측량 방법과 기준, 성과품 등의 동일성을 위하여 기준 제정	제 정 (2023.01.02)
설계측량 일반	• 측량 관련 법령과 용어의 통일성을 위해 일부 개정	개 정 (2024.11.15)

제 정 : 2023년 01월 02일	개 정 : 2024년 11월 15일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과	
관련단체 : 대한공간정보학회	작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 3
2.1 설계측량 계획 ····· 3

3. 재료 ····· 4
3.1 설계측량 장비 및 부자재 ····· 4

4. 설계측량 ····· 5
4.1 설계측량 기준 ····· 5
4.2 3차원 디지털 설계측량 ····· 6
4.3 설계측량의 품질관리 ····· 6

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 도로 및 철도, 하천 및 댐, 단지, 상·하수도, 농업기반시설, 교량, 터널, 건축 등 지형·지반에 축조되는 각종 시설물의 설계측량 수행을 위하여 요구되는 기본적이고 표준적인 설계측량 기준 제시를 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 건설공사 설계측량에 관한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 각종 시설물의 조사 및 계획, 설계를 위한 측량에 적용한다.

(2) 이 기준은 건설 분야 3차원 디지털 설계에 관한 기법을 정한 것으로 이에 관련된 각종 시설물의 3차원 설계를 위한 측량에 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률

(2) 공공측량 작업규정

(3) 일반측량 작업규정

(4) 3차원 국토공간정보 구축 작업규정

1.3.2 관련 기준

내용 없음

1.4 용어의 정의

- 구조화 편집 : 자료 간의 지리적 상관관계를 파악하기 위하여 정위치 편집된 지형·지물을 기하학적 형태로 구성하는 작업
- 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 시행함으로써 이동점의 위치를 결정하는 측량
- 답사 : 관측을 시행하기 전에 기지점으로 사용할 국가기준점들에 대한 이상 유무를 판단하기 위한 현장조사
- 디지털 설계측량 : 무인비행장치, 지상 레이저스캐너, 이동형 레이저스캐너 등을 이용하여 3차원 설계에 필요한 3차원 점군데이터 취득, 정사영상 제작, 수치표면모델 작성, 수치지형모델 작성, 수치표고모형 작성, 종·횡단면도 작성, 공사수량 산정 등을 수행하는 측량

- 무인비행장치측량 : 무인비행장치로 촬영된 항공사진 등을 이용하여 정사영상, 수치표면모델 및 수치지형도 등을 제작하는 측량
- 벡터화 : 좌표가 있는 영상 등으로부터 점, 선, 면의 벡터데이터를 추출하는 작업
- 선점 : 국가기준점 설치에 필요한 조건 및 배점밀도를 고려하여 관측계획도를 작성하고 현장에서 관측계획도에 따라 국가기준점의 위치를 선정하는 작업
- 설계기준점 측량 : 국가기준점 및 공공기준점에 기초하여 새로운 설계기준점의 위치와 높이 등을 정하는 측량
- 설계수준점 측량 : 국가 수준점을 기반으로 하여 직접수준측량 또는 GNSS 높이측량을 시행하여 설계수준점의 높이를 정하는 측량
- 설계측량 : 건설공사의 설계에 필요한 측량으로 설계측량의 공통이 되는 기준점측량, 수준점측량, 지형현황측량, 종·횡단측량, 용지경계측량 및 지장물조사 등의 측량
- 수치도화 : 수치도화시스템으로 지형·지물을 수치형식으로 측정하여 이를 컴퓨터 등 정보기기에 수록하는 작업
- 수치지형모델 : 수치표면자료에서 인공지물 및 식생 등과 같이 표면의 높이가 지면의 높이와 다른 지표 피복물에 해당하는 높이를 소거하여 격자형태로 제작한 지형모형
- 수치표고모형 : 수치지면자료 또는 불규칙삼각망자료를 이용하여 격자 형태로 제작한 지표 모형
- 수치표면모델 : 수치표면자료를 이용하여 격자 형태로 제작한 지형모형
- 시설물 유지관리측량 : 시설물의 유지, 보수, 보완, 확장, 이전 등에 수반되는 측량 및 시설물의 변위량 확인을 위한 측량
- 세션 : 일정한 관측간격을 두고 동시에 GNSS 측량을 시행하는 단위 작업
- 용지경계측량 : 건설공사 및 설계구간 부지로 수용해야 할 토지의 위치를 현지형에 표시하는 작업으로, 종단도 끝 지점과 횡단도 좌·우좌폭의 끝 지점으로부터 설계측량 시행자가 정한 거리를 더한 지점에 용지경계 설정 및 말뚝을 설치하는 측량
- 용지측량 : 토지 및 경계 등에 대하여 조사하고 용지취득 등에 필요한 자료 및 도면을 작성하는 작업
- 이동형 레이저스캐너 : 레이저스캐너, 디지털카메라 등 지형지물 측량 센서와 GNSS, INS, 데스크톱 관리 Tool 등 위치 및 자세 측정센서를 차량에 탑재하여 자료를 취득하는 시스템
- 정사영상 : 항공사진 또는 인공위성 등의 영상정보 등에 대하여 높이차나 기울어짐 등 지형 기복에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고 모든 물체를 수직으로 내려다보았을 때의 모습으로 변환한 영상으로 일정한 규격으로 집성하여 좌표 및 주기 등을 기재한 영상지도
- 정위치측량 : 모든 구조물이 설계도면과 동일한 위치에 설치될 수 있도록 시공 공정에 맞추어 각 부재의 설치 위치를 현지형에 정확히 표시하는 측량
- 정위치편집 : 시설물의 측량결과를 표준코드 등을 이용하여 편집하거나, 시설물에 대한 현지조사 결과를 이용하여 이미 제작된 도면을 수정·보완하는 작업

- 종단측량 : 철도, 도로, 수로 등의 노선을 측량할 때 세우는 중심 말뚝의 지반 높이나 중심 구조물의 표고 등을 측량하는 작업
- 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
- 지상표본거리 : 각 화소가 나타내는 X, Y 지상거리
- 지하시설물측량 : 지하시설물을 조사, 탐사하고 위치를 측량(시설물의 위치를 육안으로 확인할 수 있는 상태에서 측량하는 것을 포함)하여 도면 및 수치로 표현하고 데이터베이스로 구축하는 측량
- 지형현황측량 : 건설공사 및 설계지역의 현황 파악을 위하여 국가기준점, 공공기준점 등을 이용하여 측량 구역 내의 지형지물의 위치를 측정하는 측량
- 최근린보간 : 새로운 지점 또는 한 지점의 값을 결정하는 데 있어서 주변의 가장 가까운 지점의 값을 사용하는 보간법
- 토털스테이션측량 : 토털스테이션에 의하여 관련 점 간의 수평각, 연직각 및 거리 등을 측정하는 작업
- 횡단측량 : 중심 말뚝이 있는 곳에서 중심선과 직각 방향으로 지형의 고저와 기복을 측량하는 작업이며, 곡선인 곳에서는 곡선의 중심 방향과 그 연장선상을 측량하는 작업
- 3차원 점군데이터 : 지형에 관한 정보의 수평위치, 고도에 따라 연산이 가능한 상태로 표현된 것
- GNSS : 인공위성에서 송신한 신호를 이용하여 위치를 결정하는 위성측위시스템으로 GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou 등이 있음
- GNSS 높이측량 : 수준원점을 기준으로 표고를 알고 있는 기지점에서 관측한 GNSS 자료와 국토지리정보원에서 제공하는 합성 지오이드 모델을 사용하여 수준점의 표고를 결정하기 위한 측량
- RTK-GNSS 측량 : RTK-GNSS에 의해 관측점 간 상대위치의 관계를 구해 기지점에 근거한 미지점의 수평위치 및 표고 등을 실시간으로 정하는 측량

2. 조사 및 계획

2.1 설계측량 계획

(1) 측량지역 전반에 대한 현장조사를 시행하여 측량작업에 대한 계획을 수행 가능성을 평가한다. 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 위치와 수량
④ 공종별 측량 방법
⑤ 참여 측량기술자의 명단과 기술자격
⑥ 측량기기의 종류, 수량, 성능 및 성능검사서
⑦ 측량 세부 일정표
⑧ 측량성과품 목록 및 부수
⑨ 기타 설계측량 시행자가 정한 내용

3. 재료

3.1 측량장비 및 부자재

(1) 측량장비는 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률에 따라 성능검사를 필한 측량장비를 사용하여야 한다. 단, 신기술 장비를 사용할 때는 설계측량 시행자와 협의하여 결정할 수 있다.

표 3.1-1 측량장비 및 부자재 제원

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 ③ 무인비행장치 ④ 항공사진기 ⑤ 지상·이동형·항공 레이저스캐너	
4. 수심측량		① 음향측심기(echo sounder)장비	
5. 중심선, 종·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 스타프(staff) 또는 인바 스타프(invar staff) ③ 폴 및 스틸테이프 ④ 측량표지(황동표지, 말뚝, 깃발 등)	

4. 설계측량

4.1 설계측량 기준

(1) 설계측량의 기준은 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률에 따른 측지계, 표고, 좌표, 기준점 단위, 표시방법을 따른다.

(2) 측량표지 설치는 공공측량 작업규정에 따른다.

(3) 스마트건설 설계측량은 스마트건설 시행을 위해 요구되는 3차원 측량성과를 작성하는 것을 기준으로 한다.

(4) 3차원 측량성과 취득 시, 공공측량 규정에 따라 GNSS 기반의 3차원 좌표를 원칙으로 한다. GNSS를 사용할 수 없는 경우, GNSS와 토털스테이션을 연계한 3차원 좌표를 기준으로 한다.

(5) 제출 성과물은 텍스트 형태의 3차원 좌표성과(경도, 위도, 타원체고, X, Y, Z 등), 현황

선을 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. 이때, 3차원 설계가 가능한 3차원 지형모델은 LandXML 스키마 구조를 가진 LandInfraGML 형식 등 BIM 설계모델에 적용할 수 있는 데이터 형식을 기준으로 한다.

4.2 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 지형현황측량에 활용한다.

(3) 레이저데이터를 이용한 설계측량은 항공 레이저 측량, 무인비행장치 측량, 지상 레이저스캐너 측량, 이동형 레이저스캐너 측량을 시행하여 3차원 점군데이터를 취득하고 지형 및 시설물의 형태와 규격, 수량, 면적 등을 산출하는 설계에 적용한다.

(4) 초음파데이터를 이용한 설계측량은 음향측심기를 이용한 수심측량을 시행하여 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.

4.3 설계측량의 품질관리

(1) 설계측량은 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률에 따른 측량기술자가 수행하여야 한다.

(2) 설계측량은 국가기준점 및 공공기준점을 기준으로 측량을 시행하여야 하며 공공측량 작업규정에 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 시행하여야 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 측량 분야 책임기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델 구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대해서는 측량 전문가의 기술 검토의견서를 첨부하여야 한다.

(8) 설계측량의 기준을 토대로 측량을 수행하여 품질관리를 통한 검증을 시행하고 설계측량 결과보고서를 제출한다.

(9) 설계측량 성과품은 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) 설계측량 성과품 내 국가안보를 해칠 우려가 있는 사항의 보안 처리에 관해서는 국가공간정보 기본법 및 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률을 준수하여야 한다.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	김재명	서경대학교
박태식	테이즈엔지니어링㈜	이용수	한국건설기술연구원
이원종	한국건설기술연구원		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김회룡	극동엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	송훈	동해종합기술공사
김나은	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
김민관	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
김재훈	한국건설기술연구원	임명종	GS건설
김태송	한국건설기술연구원	전진구	서경대학교
김희석	한국건설기술연구원	최준성	인덕대학교
류상훈	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		
이상규	한국건설기술연구원		
이소정	한국건설기술연구원		
이승재	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김상철	㈜삼안	김선백	대우건설
김응록	송원대학교	류성희	한국토지주택공사
민영욱	특수건설	이상돈	한국도로공사
임명종	GS건설		

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
문지영	국토지리정보원	고영찬	국토지리정보원

KDS 12 10 05 : 2024

설계측량 일반

2024년 11월 15일 개정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 20 05 : 2024

도로 및 철도 설계측량

2024년 11월 15일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 스마트건설에 따른 도로 및 철도 의 노반, 건축물 등 지반에 축조되는 각종 구조물의 기초계획과 임시 흙막이구조물, 옹벽, 지하구조물, 터널 등의 설계기준에 준하는 3차원 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로 및 철도 설계측량	• 도로 및 철도 설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량, 측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품 작성 등의 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)
도로 및 철도 설계측량	• 측량 관련 법령과 용어의 통일성 확보와 도로와 철도의 용지측량 해석 시 혼선을 방지하기 위해 각각 구분하여 기준을 제시함으로써 명확한 기준을 확보함	개 정 (2024.11.15)

제 정 : 2023년 01월 02일	개 정 : 2024년 11월 15일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과	
관련단체 : 대한공간정보학회	작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 도로 및 철도 설계측량 ····· 1

4.1 도로 및 철도 설계측량 방법 ····· 1

4.2 도로 설계측량 방법 ····· 7

4.3 철도 설계측량 방법 ····· 9

4.4 도로 및 철도 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량 ····· 12

4.5 도로 및 철도 설계측량 품질관리 ····· 12

4.6 도로 및 철도 설계측량 성과품 ····· 15

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 도로 및 철도의 노반 및 지반에 축조되는 각종 구조물의 기초계획과 가시설 흙막이구조물, 옹벽, 지하구조물, 터널 등 시설의 설계에 따른 측량데이터 및 도면을 얻기 위하여 실시하는 설계측량 기준을 제시함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 도로 및 철도 설계측량의 일반적인 기법을 정하는 것으로 이와 관련된 조사 및 계획, 설계측량에 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률
(2) 공공측량 작업규정
(3) 일반측량 작업규정
(4) 3차원 국토공간정보 구축 작업규정
(5) 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정
(6) 무인비행장치측량 작업규정

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 도로 및 철도 설계측량

4.1 도로 및 철도 설계측량 방법

4.1.1 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 표시

① 세계측지계, 측량의 원점과 수치, 평면직각좌표의 기준은 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률에 따른다. 다만, 철도측량의 표고는 국토지리정보원이 고시한 표고에 100 m를 더하여 기준표고로 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 측량 분야 책임기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술 검토의견서를 첨부하여야 한다.

4.1.2 도로 및 철도 설계기준점 측량

(1) 국가기준점 및 기존 설계기준점을 기준으로 GNSS 측량 및 수준측량을 실시한다. 단, 이 기준에 규정되지 않은 사항은 공공측량 작업규정에 따른다.

(2) 설계기준점은 지반이 견고하고 시계가 양호하며 GNSS 전파수신 장애가 없는 지점에 선점해야 한다.

(3) 설계기준점은 예정노선을 따라 약 500 m 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 사항을 고려하여 실시하여야 한다.

① 국가기준점 중 위성기준점, 통합기준점, 삼각점, 공공수준점과 설계기준점으로 구성하며 세션 간 중복점이 2점 이상 되도록 GNSS 관측망을 구성해야 한다.

② 표고기준으로 사용될 설계기준점은 약 2 km마다 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 관측데이터의 점검 및 평균 계산을 통해 경위도와 평면직각좌표 등의 설계기준점의 성과를 결정한다.
⑤ 기선해석은 국가기준점을 고정한 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.

4.1.3 도로 및 철도 설계수준점 측량

(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 고정한 수준망 조정에 의하여 결정한다. 이때 관측값의 경중률은 노선거리의 역수로 한다.
(4) 설계기준점 표고측량 성과품은 관측망도(축척 1:50,000 ~ 축척 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, 공구 간 경계지점에서의 표고 불일치를 방지하기 위하여 인접공구 구간에 위치한 설계기준점과도 연결측량을 실시한다.

4.1.4 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 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.

4.1.5 도로 및 철도 임시수준점 측량

(1) 임시수준점 측량은 왕복 관측을 해야 하고 최대시준거리는 70 m 이내로 하며, 표척의 읽음은 1 mm 단위로 한다.
(2) 임시수준점 설치측량의 방법
① 종·횡단 측량 시 필요한 임시 수준점을 현장에 설치하고, 기존 설계 기준점에서 측량하여 임시 수준점의 표고를 결정할 수 있다. 하천 표지가 있는 경우, 이를 임시수준점으로 사용할 수 있으며, 하천 표석 성과는 설계 기준점에서 측량하여 확인한다.
② 임시수준점의 설치측량은 평지에서는 1급 ~ 3급 수준측량, 산지에서는 1급 ~ 4급 수준측량으로 하며 공공측량 작업규정의 정확도에 준하여 실시한다.
(3) 임시기준점 설치 시 재질 및 규격은 다음 표 4.1-1를 참조하여 설치한다.

표 4.1-1 임시기준점의 재질 및 크기

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

4.1.6 도로 및 철도 지형현황측량

(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 실시

하여 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 m~ 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 지형모델구축을 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.

4.1.7 도로 및 철도 용지측량

(1) 도로 용지측량

① 실시설계에 근거하여 노선중심선 직각 방향에 용지경계 표지를 설치하는 측량과 실시설계의 과업지역에 편입되어 손실보상의 대상이 되는 토지 등에 대해 도면 및 토지의 용지조서 작성을 위한 측량을 수행한다.

② 노선의 중심선 및 횡단면도 등으로부터 용지분할을 위한 용지경계 좌표를 취득하고, 현장에서 토털스테이션 또는 GNSS를 이용하여 해당 위치에 용지경계 표지를 설치한다.

③ 용지경계 표지는 노선중심선의 측점 좌우에 설치하여야 하며, 신설구간 및 확장부는 20 m 이내의 간격, 기존 도로부 구간은 40 m 이내의 간격으로 설치한다. 산지부 및 기울기의 변화가 심한 곳은 거리에 관계없이 변곡점마다 표지를 설치하여 도로와 부속시설물의 용지경계가 명확하도록 하여야 한다.

④ 용지경계 표지란 경계점의 위치를 표시하는 것으로 표준 설치규격은 다음 표 4.1-2와 같다.

표 4.1-2 용지경계 표지의 표준 설치규격

재질	길이	지름 또는 폭	매설깊이	바탕색	글씨
목재	0.30 m	0.04 m	0.20 m	적색	적색 (음각)
수지	0.75 m	0.10 m	0.50 m	흑색	백색 (음각)
콘크리트	0.75 m	0.10 m	0.50 m	콘크리트	백색 (음각)

주) 목재는 설계 시 경계분할 전 목적으로만 사용한다.

⑤ 용지경계 표지는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 별도의 적색 깃발을 설치하여야 한다.
⑥ 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 따라 페인트 칠 또는 스프레이로 경계 구분 표시를 하여야 한다.
⑦ 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우에는 용지경계 측량성과와 부합되게 용지도 및 조서를 보완하여 제출하여야 하며, 토지 등에 대한 손실보상 전 및 공사 착공전 지적측량을 실시하여 지형 및 지적간 불일치를 확인하여야 한다.

(2) 철도 용지측량

① 실시설계에 근거하여 선로중심선 직각 방향으로 용지경계 표지를 설치하는 측량과 과업지역에 편입되는 토지의 지적공부 기반 용지조서 작성을 위한 측량을 수행한다.
② 선로 횡단면도 및 용지도로부터 용지분할을 위한 용지경계 좌표를 취득하고, 현장에서 토털스테이션 또는 GNSS를 이용하여 해당 위치에 용지경계 표지를 설치한다.
③ 용지경계 표지는 평지구간에서 200 m 이내의 간격, 곡선구간에서 50 m 이내의 간격으로 설치한다. 산지부 및 기울기의 변화가 심한 곳에서는 거리와 관계없이 변곡점에 표지를 설치하여 철도 용지와 부속시설물의 용지경계가 명확하도록 하여야 한다. 단, 산지부 설치 시 과도한 산림훼손 방지 및 위험도가 높은 지형의 경우 공사감독자의 승인을 얻어 부속시설물 설치를 완화할 수 있다.
④ 용지경계 표지란 경계점의 위치를 표시하는 것으로 표준 설치규격은 표 4.1-2와 같다.
⑤ 용지경계 표지는 분할측량 및 지장물을 조사할 때 별도의 적색 깃발을 설치하여야 한다.
⑥ 용지 경계선상에 있는 지장물은 경계측량에 따라 페인트 칠 또는 스프레이로 경계 구분 표시를 하여야 한다.
⑦ 기 제출된 용지도 등이 용지경계 측량성과와 상이할 경우에는 용지경계 측량성과와 부합되게 용지도 및 조서를 보완하여 제출한다.

(3) 도로 및 철도의 용지도, 조서 작성은 다음 사항을 준수하여 실시하여야 한다.

① 용지도는 해당지자체의 협조를 받아 취득한 연속지적도를 기반으로 작성한다
② 용지도는 축척 1:1,000으로 작성한다. 또한, 토지의 용지조서 상 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.

4.1.8 도로 및 철도 지장물조사 측량

(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, 형질변경 상태, 건물, 분묘, 관정, 전주를 비롯한 제반 물건을 실측, 조사하여야 한다.
(3) 지장물측량 성과품으로 용지 및 지장물현황조서, 성과품작성 근거자료, 지장물 사진첩을 작성 제출하여야 한다.

4.1.9 도로 및 철도 지하시설물 측량

(1) 설계구역 내의 지하시설물에 대하여는 설계 전에 공공측량 작업규정에 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 작업규정에 따라 수치화된 지하시설물도를 작성하여 납품하여야 하며 실측이 이루어지지 않은 지하시설물에 대하여는 탐사 방법에 의한 지하시설물도를 작성하여야 한다.
(4) 지하시설물도는 국가지리정보체계와 연계되어야 한다.

4.2 도로 설계측량

4.2.1 선형결정

(1) 노선답사
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) 노선선점
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.

4.2.2 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 20 m로 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-GNSS 측량으로 수행할 때에는 기준국과 이동국 간의 거리를 500 m 이내로 하며, 측량 착수 전과 종료 후에 현장 주변의 설계기준점 또는 중간점을 검측하여 그 위치의 정확도를 확인하여야 한다.

(4) 중심선측량이란 주요점 및 중심점을 현지에 설치하고 선형지형도를 작성하는 작업을 말하며, 중심점 간격은 다음 표 4.2-1를 표준으로 한다.

표 4.2-1 중심점 간격

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 표지, 중심점에는 중심점 표지를 설치하며, 점의 조서 작성 및 명칭을 기입하고 인조점 표지를 설치한 경우 인조점도를 작성한다.

4.2.3 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 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 표지를 설치한다. 이때 표지 설치가 불가능한 지점은 페인트 칠 또는 스프레이, 철물재료로 표시할 수 있다.

(6) 노선측량의 종단면도는 종단측량의 결과에 따라 작성하며, 가로의 축척은 선형지형도의 축척과 동일, 높이의 축척은 선형지형도의 축척의 5배~10배를 표준으로 한다.

(7) 교량가설 지점의 전·후 20 m 구간은 매 5 m마다, 교량구간은 교각 설치지점마다 횡단

측량을 실시하여야 한다.

4.2.4 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 이내의 간격, 준설구간은 200 m 이내의 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 50 m 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.

4.3 철도 설계측량

4.3.1 답사 및 예측

(1) 답사
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) 예측

① 기본계획 또는 기본설계 단계, 답사에서 선정한 노선을 따라 평면측량, 수준측량, 현황측량 등을 실시하여 선로 중심선, 시공 기면, 정거장, 신호소 및 기타 필요 시설을 개략적으로 계획하고, 계획 선로의 기능과 성능에 적합한 최적노선을 선정하기 위한 근거자료를 작성한다.

② 평면위치측량은 예비선로 주위에 매설된 국가기준점, 철도기준점, 공공삼각점을 기준으로 다음 각 호와 같이 수행해야 한다.

가. 중심선의 측점간격은 40 m 이하로 한다. 다만, 산지 등의 경사지역 또는 곡선부 기타 예측에 필요한 지점은 20 m 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 600 m 범위의 지형 및 지하·지상물 조사 측량을 실시해야 한다.

⑥ 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.

4.3.2 실측

(1) 실시설계를 위한 현황측량, 중심선측량, 종단측량, 횡단측량, 기타측량으로 구분하여 시행한다.

(2) 실측을 원활히 수행하기 위하여 철도기준점 사이에 중간점을 설치할 수 있다. 중간점 측량은 철도기준점을 기준하며, 그 방법 및 정확도는 다음과 같다.

① 중간점의 평면위치는 결합트래버스측량 또는 GNSS 측량에 의해 결정하고, 표고는 수준측량에 결정한다.

② GNSS 측량

가. 관측망은 철도기준점과 중간점을 연결하는 다각망을 구성한다.

나. 세션당, 1시간 이상 연속 관측해야 하며, 데이터 취득간격은 30초 이내로 한다.

다. 철도기준점을 고정점으로 하여 평균계산을 한다.

③ 수준측량

가. 왕복 관측을 해야 하고 최대 시준거리는 70 m 이내로 하며, 표척의 읽음은 1 mm 단위로 한다.

나. 왕복차, 기지점 간 결합오차, 환폐합차의 허용범위를 초과하는 경우 재측해야 한다.

④ 중간점에는 규격품의 플라스틱 말뚝, 목재말뚝 또는 금속제 표지를 견고하게 설치하고, 점의조서를 작성해야 한다.

4.3.2.1 현황측량

(1) 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 규정에 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 RTK-GNSS 측량으로 수행할 경우에는 공공측량 작업규정에 따라야 한다.

4.3.2.2 중심선측량

(1) 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, 망실·훼손·변위를 대비하여 인조점을 설치한다.

③ 중심점 설치간격은 20 m로 한다. 단, 지형상 종·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-GNSS 측량으로 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.

4.3.2.3 종단측량

(1) 종단측량은 다음 각 호의 사항을 준수하여 실시한다.

① 철도기준점 또는 중간점으로부터 폐합 또는 결합수준측량 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 토털스테이션 등에 의한 간접수준측량을 할 수 있다.

③ 선로중심선이 하천, 저수지 및 홍수 시 범람지구를 경유할 경우에는 평수위와 과거 최대 홍수위 및 발생연월일을 조사해야 하고, 해안에 근접할 경우에는 약최고고조면 및 평균해면을 조사해야 한다.

4.3.2.4 횡단측량

(1) 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(축척 1:1,000), 선로종단면도(가로축척 1:1,000, 세로축척 1:400), 선로횡단면도(축척 1:100), 정거장 평면도(축척 1:1,000)를 작성한다. 다만, 축척을 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.

4.4 도로 및 철도설계를 위한 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.

4.5 도로 및 철도 설계측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.5-1의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

표 4.5-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z 각 성분의 폐합차	$25\,mm\sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z 각 성분의 교차	25 mm	

(2) 임시기준점측량 시 결합트래버스망 계산의 방향각의 결합차는 $5'' + 7''\sqrt{n}$ (n: 측각수) 이내로 하며, 평면 위치 결합비의 정확도는 1:50,000 이하이며 허용오차 규정은 공공측량 작업규정에 준한다.

(3) 중심선측량 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 교차의 허용범위는 다음 표 4.5.-2에 따른다.

표 4.5-2 중심선측량 점검측량 허용범위

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 측량값의 교차의 허용범위는 다음 표 4.5.-3에 따른다.

표 4.5-3 횡단측량 허용범위

구 분	거 리	표 고	비 고
평 지	L/500	$0.02\,m + 0.05\,m\sqrt{L}$	L은 중심말뚝과 말단 기준말뚝 간의 측정거리(m 단위)
산 지	L/300	$0.05\,m + 0.15\,m\sqrt{L}$	

(5) 설계기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표 4.5.-4의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

표 4.5-4 설계기준점 표고측량 허용범위

대상	점검 사항	허용 범위	비고
수준노선	왕복차	$5\,mm\sqrt{S}$	S: 편도거리 (km)
	기지점간 결합오차	$15\,mm\sqrt{S}$	
수준환	환폐합차	$5\,mm\sqrt{S}$	

(6) 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 정하여야 한다.

표 4.5-5 지상기준점 배치 밀도

10,000 m²당 배점 밀도			
지역 / 축척	시가지	시가지근교	산지
1:250	7점	6점	7점
1:500	6점	5점	6점
1:1,000	5점	4점	4점

(7) 지형도의 정확도 표준은 다음 표 4.5-6과 같다.

표 4.5-6 지형도의 정확도 표준

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

(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 표 4.5-7에 따른다.

표 4.5-7 용지 폭 점간의 측량 허용범위

거리 / 구분	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	

4.6 도로 및 철도 설계측량 성과품

(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	김재명	서경대학교
박태식	테이즈엔지니어링㈜	이용수	한국건설기술연구원
이원종	한국건설기술연구원		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김회룡	극동엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	송훈	동해종합기술공사
김나은	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
김민관	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
김재훈	한국건설기술연구원	임명종	GS건설
김태송	한국건설기술연구원	전진구	서경대학교
김희석	한국건설기술연구원	최준성	인덕대학교
류상훈	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		
이상규	한국건설기술연구원		
이소정	한국건설기술연구원		
이승재	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김상철	㈜삼안	김선백	대우건설
김응록	송원대학교	류성희	한국토지주택공사
민영욱	특수건설	이상돈	한국도로공사
임명종	GS건설		

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
문지영	국토지리정보원	고영찬	국토지리정보원

KDS 12 20 05 : 2024

도로 및 철도 설계측량

2024년 11월 15일 개정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 20 10 : 2023

단지조성 설계측량

2023년 01월 02일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 단지조성을 위한 토지구획정리측량, 현황측량, 지구계측량, 가구확정측량, 획지점측량, 확정측량 등의 설계기준에 준하는 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
단지조성 설계측량	• 단지조성 설계측량을 위한 3차원설계측량 및 단지조성 측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량 성과품의 작성 등 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제　　정 : 2023년 01월 02일　　개　　정 :
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과
관련단체 : 대한공간정보학회　　작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 단지조성 설계측량 ····· 1

4.1 단지조성 설계측량 방법 ····· 1

4.2 단지조성 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량 ····· 7

4.3 단지조성 설계측량 품질관리 ····· 7

4.4 단지조성 설계측량 성과품 ····· 9

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 토지구획정리사업, 시가지 조성사업, 도시재개발사업, 경지정리사업 등의 단지조성 설계측량을 수행하기 위하여 3차원 측량 및 기본적이고 표준적인 단지조성 설계측량 기준의 제시를 목적으로 한다.

1.2 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.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부

(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원

(3) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원

(4) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 단지조성 설계측량

4.1 단지조성 설계측량 방법

4.1.1 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 기술검토의 견서를 첨부하여야 한다.

4.1.2 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 어려울 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.

4.1.3 토지구획정리 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) 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 ±0.3 m 이내이어야 한다. 다만, 토지구획정리 구역 내의 보존녹지지

역 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, 토지구획정리을 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 × 0.5 m로 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.

4.1.4 용지측량

(1) 자료조사

① 용지측량의 자료조사란 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) 용지경계측량

① 경계측량은 설계기준점에 의하여 토털스테이션, GNSS 등을 이용하여 실시한다. 다만, 부득이한 경우에는 보조기준점을 설치하여 실시할 수도 있다.

② 용지경계측량의 성과 등의 종류는 다음과 같으며, 수치데이터로 수집된 성과 등에 대하여는 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

표 4.1-1 용지경계측량 성과 등의 종류

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			○		○

③ 경계측량은 설계 횡단면도 및 용지도로부터 용지분할을 위한 용지경계점 좌표를 취득하고 현지형에 용지경계말뚝의 위치측량을 실시하여 공사계획에 따라 용지분할 측량을 의뢰하여야 한다.

④ 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.

⑤ 용지경계 말뚝의 설치는 교점계산 등에서 얻어진 용지경계 말뚝의 좌표에 의하여 설계기준점으로부터 방사법 등으로 결정하여야 한다.

⑥ 노선측량의 용지경계말뚝(0.10 × 0.10 × 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.

⑦ 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) 용지도 및 조서작성

① 용지실측도 원도 등의 작성은 경계측량의 결과 등에 의하여 용지실측도 원도는 경계점 등을 도상에 전개하여 작성하며, 정확도는 도상 0.3 mm 이내로 하여야 한다.

② 용지도는 “공공측량 작업규정”을 준용하여 작성하여야 하며 축척 1:1,000으로 작성함을 원칙으로 하며 분할측량성과에 따라 그 축척을 변경할 수 있다.

③ 지조서는 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 확인

하고, 소유자별 조서 및 면적 집계표를 작성, 권리의 내용을 확실하게 조사하여 토지 세목조서를 작성하여야 한다.

④ 최종 용지조서는 전문기관에 감정을 의뢰할 수 있도록 소유자별, 지번별 면적 집계표를 작성하여 제출할 수 있도록 전산파일로 정리하여 제출하도록 하여야 한다.

4.1.5 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 계산결과를 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.

4.1.6 가구확정측량

(1) 가구확정측량원도 및 획지확정측량 원도는 축척 1:500을 표준으로 한다.

(2) 가구확정측량에 있어서 가구점 및 획지점을 위한 측량표지는 구획정리사업 완료 전에

는 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 이 점들까지의 거리 및 방향각을 계산하고, 설치 시에 이를 사용한다.

(8) 중심점 및 가구점의 설치는 제 (7)항에 의해 계산된 거리 및 방향각을 이용해서 현지형에 말뚝 등을 설치하되, 거리는 50 m 이내로 한다.

4.1.7 획지확정측량

(1) 획지확정측량의 공정별 작업구분 및 순서는 다음 각호와 같다.

① 작업준비

② 획지점 계산

③ 획지면적 확정계산

④ 획지점 설치 측량

⑤ 획지확정측량원도 작성

⑥ 성과 등의 정리

(2) 획지점 계산

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 설치측량

① 설계기준점과 획지점 간의 좌표로부터 당해 두 점 간의 거리 및 방향각을 계산한다.

② 획지점 설치는 거리 및 방향각을 이용하여, 현지형에 말뚝 등을 설치한다. 장애물이 있는 경우에는 간접거리측량 방법 등을 이용하여 가구점 간 획지변장 폭을 지정할 수 있다.

4.2 단지조성 설계를 위한 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 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.

4.3 단지조성 설계측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측 된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.3-1의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

표 4.3-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z, 각 성분의 폐합차	$2PPM \times \sum D$	D : 사거리 (km)
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z, 각 성분의 교차	20 mm	

(2) 설계수준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표 4.3-2의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

표 4.3-2 설계수준점 표고측량 허용범위

대상	점검 사항	허용 범위	비고
수준노선	왕복차	$5\,mm\sqrt{S}$	S: 편도거리 (km)
	기지점간 결합오차	$15\,mm\sqrt{S}$	
수준환	환폐합차	$5\,mm\sqrt{S}$	

(3) 설계수준점측량의 경우 높이 정확도 0.03 m 3급수준점측량, 높이 정확도 0.05 m는 4급 수준점측량에 적용한다. 단, 기선거리가 4 km 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 표 4.3-3과 같다.

표 4.3-3 용지 폭 말뚝점 간 측량 허용오차

구분 \ 거리	20 m 미만	20 m 이상	비 고
시가지	50 mm	S/1,000	S는 점간 거리의 계산값
평 지	50 mm	S/1,000	
산 지	100 mm	S/200	

(5) 지구계점 관측에서 토털스테이션에 의한 방사법으로 설계기준점에서 지구계점을 측정하는 단위 및 허용범위는 다음 표 4.3-4와 같다.

표 4.3-4 지구계점 관측의 허용범위

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 측정한 결과와 중심점 및 가구점 계산 결과를 비교하여 실시하며, 점간 거리 교차의 허용범위는 다음 표 4.3-5와 같다.

표 4.3-5 중심점 및 가구점 점검측량 허용범위

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.

4.4 단지조성 설계측량 성과품

(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 10 : 2023

단지조성 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 00 00 건설측량 설계기준

설계기준 Korean Design Standard

KDS 12 20 15 : 2023

하천 및 댐 설계측량

2023년 01월 02일 제정

http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 스마트건설에 따른 하천의 하천기본계획, 하천공사시행계획, 댐, 하상변동, 홍수흔적 등의 설계기준에 준하는 3차원 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
하천 및 댐 설계측량	• 하천 및 댐 설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량 및 하천 및 댐 측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품의 작성 등의 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제　　정 : 2023년 01월 02일　　개　　정 :
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과
관련단체 : 대한공간정보학회　　작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 하천 및 댐 설계측량 ····· 1
4.1 하천 및 댐 설계측량 방법 ····· 1
4.2 하천 및 댐 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량 ····· 8
4.3 하천 및 댐 설계측량 품질관리 ····· 9
4.4 하천 및 댐 설계측량성과품 ····· 11

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 스마트건설 공사분야의 하천 및 댐 시설의 3차원 디지털 설계측량을 수행하기 위하여 요구되는 기본적이고 표준적인 설계기준의 제시를 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 하천 및 댐에 대한 전반적인 측량을 수행하여 하천공사 시행설계 및 하천기본계획설계, 하상변동조사, 댐설계 등의 효율적 수립을 위한 측량에 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부
(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 무인비행장치측량 작업규정, 국토지리정보원
(4) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(5) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원
(6) 소하천설계기준 규정, 행정안전부

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 하천 및 댐 설계측량

4.1 하천 및 댐 설계측량 방법

4.1.1 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 댐 설계측량 방법에 따른 공공측량 작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.
(4) 하천 및 댐 설계측량 보고서에는 책임측량기술자가 서명·날인하여야 한다. 다만 3차원 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량전문가의 기술검토 의견서를 첨부하여야 한다.

4.1.2 하천기본계획을 위한 설계측량

(1) 하천기본계획 수립 및 하천시설관리대장 작성, 소하천정비종합계획·소하천정비중기계획 수립 및 소하천대장의 작성을 위한 측량의 종류 및 목적은 다음 표 4.1-1과 같다.

표 4.1-1 하천설계측량 종류

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	종·횡단 및 지형현황 측량의 표고 결정기준

(2) 하천의 종·횡단측량 간격은 하천 및 소하천의 하폭을 기준으로 결정한다.
(3) 하천 및 소하천의 하폭에 따른 하천 종·횡단측량 간격은 다음 표 4.1-2와 같으며, 평야지대의 무제부 제내지의 경우와 같이 횡단측량구간이 긴 경우에는 현장 여건에 맞도록 조정한다.

표 4.1-2 하폭에 따른 종·횡단측량 간격

하폭(m)	하천종단측량	하천횡단측량				
	하천유심의 직각방향 간격	하천유심의 직각방향 간격	무제부		유제부	
			제내지	제외지	제내지	제외지
5 ~ 50	50 m 내외	50 m 내외	계획 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) 설계기준점측량

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 종단측량

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) 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 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 200~300 m 이상, 지방하천은 50~100 m 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) 하천횡단측량

① 하천 횡단측량은 하천의 양안에 설치해 놓은 종단측점을 기준으로 하여 그 시준선상

의 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 5~20 m를 원칙으로 하나, 급변화가 있는 지점이나 저수로 등에서는 최소한 1~5 m 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) 하천수심측량

① 하천수심측량은 횡단측량의 측선상에서 좌우안측의 수면고를 측정한다. 그리고 5 m 내외의 간격으로 각각 수심을 측량하되, 하상의 급변화가 이루어진 지점이나 저수로 등에서는 1~5 m 간격으로 추가측점을 선정하여 측량한다.

② 일반 하천구간에서의 측량 시 조사한 수면 표고와 조사 시 관측한 수위관측소의 자료와 동시 관측수위 등을 분석하여 보정한다.

③ 수심이 0.5 m 이내인 수저부의 지형측량은 RTK-GNSS, 네트워크 RTK 및 토털스테이션 등을 이용하여 3차원 좌표를 직접 관측하고, 수심이 0.5 m 이상인 수저부의 지형측량은 음향측심기 및 GNSS를 이용하여 수심측량을 실시한다.

④ 음향측심기는 정확도가 ±0.1 m+d/1,0(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 2 m 이내인 지역에서는 0.5 m 간격으로 실시하고 수심이 2 m 이상인 지역에서는 1 m 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 기본자료로 활용한다.

⑨ 수심측량의 허용오차는 다음 표 4.1-3과 같으며, 설계측량시행자가 따로 정할 경우에는 예외로 할 수 있다.

표 4.1-3 수심측량의 허용오차

구분	허용오차
수심 5m 이내	0.2m
수심 5m 이상	0.2m × d/10 (d: 수심(m)), 최대 0.25m 이내

(10) 홍수흔적측량

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 지역주민들에게 탐문 조사하여 측량하고, 수계 전체의 통일을 기하기 위하여 이상치는 보정한다.

(11) 표석매설

① 표석은 매설표준도에 의하여 견고하게 설치되도록 하고 하천거리를 파악할 수 있도록 거리표시를 하도록 한다.

② 표석은 홍수위 이상 등 유실 우려가 적은 지점에 설치한다.

4.1.3 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 표 4.1-4과 같다.

표 4.1-4 하천공사 시행을 위한 설계측량의 종류

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) 지형현황측량

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 측량

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 40 m를 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) 용지측량

① 용지측량은 용지도 작성 및 지장물 보상을 위한 측량을 말하며 지적경계 측량은 제외된다.

② 용지경계는 제내측의 계획 제방의 토사 유출을 고려하여 1.0 m 이상의 여유를 확보하도록 한다.

4.1.4 하상변동조사를 위한 설계측량

(1) 지형현황측량

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 횡단측량

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) 기타사항

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.

4.1.5 댐설계측량

(1) 측량계획 수립

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 현황측량

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 위치 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 종·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 측량

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 표 4.1-5의 범위 내에서 정하여 실시하여야 한다.

표 4.1-5 저수지 측량에 의한 지형현황도 작성 시 축척

면 적	축 척
1.0 ㎢ 초과	1:2,000 ~ 1:5,000
0.5 ~ 1.0 ㎢	1:1,000 ~ 1:2,000
0.5 ㎢ 미만	1: 500 ~ 1:1,000

(4) 가설비 및 이설도로 부지측량

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.

4.2 하천 및 댐 설계를 위한 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 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 사용한다.

(7) 하천지형의 위치, 하천의 종·횡단 구간, 조사 지점, 호소의 종·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 어려울 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 표 4.2-1과 같다.

표 4.2-1 무인비행장치측량을 이용한 하천관리 활용방안

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 (비교검증)에 활용
홍수시 제방의 거동	하천 전체	재해 정보 수집	긴급 상황시 제방의 상황 파악

4.3 하천 및 댐 설계측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측 데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측 된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.3-1의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

표 4.3-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z, 각 성분의 폐합차	$25\,\mathrm{mm}\sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z, 각 성분의 교차	25 mm	

(2) 설계수준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표 4.3-2의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

표 4.3-2 설계수준점 표고측량 허용범위

대상	점검 사항	허용범위	비고
수준노선	왕복차	$5\,\mathrm{mm}\sqrt{S}$	S: 편도거리 (km)
	기지점간 결합오차	$15\,\mathrm{mm}\sqrt{S}$	
수준환	환폐합차	$5\,\mathrm{mm}\sqrt{S}$	

(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 정하여야 한다.

표 4.3-3 지형현황 세부측량 지상기준점의 배치

	10,000 ㎡당 배점 밀도		
지역 / 축척	시가지	시가지근교	산지
1:250	7점	6점	7점
1:500	6점	5점	6점
1:1,000	5점	4점	4점

(5) 지형도의 정확도 표준은 다음 표 4.3-4과 같다.

표 4.3-4 지형도의 정확도 표준

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) 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.

(7) 종단측량은 하천의 중요도에 따라 1급~3급 수준측량의 정확도가 필요하되 산간부의 급경사 하천에서는 다음 표 4.3-5와 같이 4급 수준측량의 정확도를 실시할 때도 있다.

표 4.3-5 수준측량의 정확도

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 (㎞)
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 표 4.3-6과 같다.

표 4.3-6 용지 폭 말뚝점 간 측량의 허용오차

구분 \ 거리	20 m 미만	20 m 이상	비 고
시가지	50 mm	S/1,000	S는 점간 거리의 계산값
평 지	50 mm	S/1,000	
산 지	100 mm	S/200	

(9) 음향측심기는 정확도가 ±0.1m+d/1,000(d는 수심, m단위) 이내이어야 한다.

(10) 기타 측량의 정확도는 “공공측량 작업규정” 및 “일반측량 작업규정” 에 따른다.

4.4 하천 및 댐 설계측량 성과품

(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 표 4.4-1과 같으며, 수치데이터로 수집된 성과 등에 대하여는 전자파일로 저장, 기록하여야 한다.

표 4.4-1 하천 및 댐 설계측량 성과 등의 종류

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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 15 : 2023

하천 및 댐 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 00 00 건설측량 설계기준

설계기준 Korean Design Standard

KDS 12 20 20 : 2023

상·하수도 설계측량

2023년 01월 02일 제정

http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 스마트건설에 따른 하수처리시설, 배수시설, 상·하수관로 기본 및 실시설계의 설계기준에 준하는 3차원 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
상·하수도 설계측량	• 상·하수도 설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량 및 상·하수도측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품의 작성 등의 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제　　정 : 2023년 01월 02일　　개　　정 :
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과
관련단체 : 대한공간정보학회　　작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 상·하수도 설계측량 ····· 1
4.1 상·하수도 설계측량 방법 ····· 1
4.2 상·하수도 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량 ····· 5
4.3 상·하수도 설계측량 품질관리 ····· 6
4.4 상·하수도 설계측량 성과품 ····· 8

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 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.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 상·하수도 설계측량에 따른 상·하수처리시설, 취·정수시설, 송·배수시설, 상·하수관로 시설의 기본 및 실시설계에 적용하며, 사전조사 측량 대상물량 등이 포함된 세부측량계획서를 작성하여 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부
(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 무인비행장치 측량 작업규정, 국토지리정보원
(4) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(5) 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원
(6) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 상·하수도 설계측량

4.1 상·하수도 설계측량 방법

4.1.1 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 지형모델구축 및 3차원 측량성과 등 중요사항에 대하여는 측량 전문가의 기술검토의 견서를 첨부하여야 한다.

4.1.2 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 500 m를 기준으로 2점 이상 설치하여야 한다.

(3) 설계기준점 표석은 점의 조서를 작성하고 공공기준점 표석의 표준규격 및 매설방법에 따라 설치하며, 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.

4.1.3 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 10 m를 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.

4.1.4 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 20 m를 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, 평면직각좌표를 표시하여야 한다.
(7) 관로 및 처리장 설계에 필요한 수준점과 중간점 및 기타 인조점, 구조물의 시·종점 표시말뚝은 훼손되지 않도록 현장에 콘크리트 또는 석재로 설치하고 수준점 성과는 평면도에 표시하여야 한다.

4.1.5 종·횡단측량

(1) 노선측량에서 설치된 각 측점에 대한 종·횡단측량을 실시하여야 한다.
(2) 종단도 축척은 종 1:1,000, 횡 1:200으로 작도하여야 하며 구조물의 위치현황, 규격 등을 상세히 기입하여야 한다.
(3) 관로노선 횡단측량은 중심선형을 기준으로 직각방향의 측량하되 좌·우로 지반고가 변

하는 지점의 고저 또는 표고와 거리를 측정한다.

(4) 횡단면도는 각 측점마다 좌우 각각 15 m 범위로 측정하여야 하고 축척 1:100로 작성한다.

(5) 종·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 종·횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 종·횡단측량을 생략할 수 있다.

4.1.6 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 현지에 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.

4.1.7 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 지하시설물도를 작성하여야 한다. 실측이 이루어지지 않은 지하시설물에 대하여는 “공공측량 작업규정”에 따라 지하시설물도를 작성하여야 한다.

(6) 지하시설물도는 국가지리정보체계와 연계가 되어야 한다.

4.1.8 표석 및 경계말뚝설치

(1) 설계기준점은 공사 시에 이용할 수 있도록 경계점 표시를 설치하여야 한다.
(2) 상·하수도 계획노선 2 km마다 또는 구조물 인근에 소멸 및 유실되지 않을 장소를 택하여 가 수준점을 설치하고 이에 대한 성과표를 제출하여야 한다.
(3) 측량의 설계기준점이나 중요한 위치, 지형변화 위치, 구조물위치, 관로노선, 용지매수 경계선에 대하여는 산출내역서 상 해당 항목의 경계점 표시를 설치하여야 한다.
(4) 관로노선상의 표석설치는 1,000 m 간격을 기준으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 지역 여건 등을 고려하여 추가하거나 설치간격을 조정할 수 있다.

4.1.9 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.

4.1.10 측량성과의 작성

(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

4.2 상·하수도 설계를 위한 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 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.

4.3 상·하수도 설계측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량의 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측 된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.3-1의 허용범위를 초과할 경우, 재측량을 하여야 한다.

표 4.3-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z, 각 성분의 폐합차	$25\,mm\sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z, 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 허용오차 규정은 "공공측량 작업규정"에 준한다.
(3) 공공기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표 4.3-2의 허용범위를 초과할 경우, 재측량하여야 한다.

표 4.3-2 공공기준점 표고측량 허용범위

대상	점검 사항	허용 범위	비고
수준노선	왕복차	$5\,mm\sqrt{S}$	S: 편도거리 (km)
	기지점간 결합오차	$15\,mm\sqrt{S}$	
수준환	환폐합차	$5\,mm\sqrt{S}$	

(4) 설계수준점측량의 경우 높이 정확도 0.03 m는 3급수준점측량, 높이 정확도 0.05 m는 4급 수준점측량에 적용한다. 단, 기선거리가 4 km 이상인 경우에 적용한다.
(5) 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 정하여야 한다.

표 4.3-3 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치

축척 \ 지역	10,000 m² 당 배점 밀도		
	시가지	시가지근교	산지
1/250	7점	6점	7점
1/500	6점	5점	6점
1/1,000	5점	4점	4점

(6) 지형도의 정확도 표준은 다음 표 4.3-4과 같다.

표 4.3-4 지형도의 정확도 표준

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

(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 표 4.3-5에 따른다.

표 4.3-5 중심선측량 점검측량 허용범위

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 측량값의 교차의 허용범위는 다음 표 4.3-6에 따른다.

표 4.3-6 횡단측량의 허용범위

구 분	거 리	표 고	비 고
평 지	L/500	$0.02\,\text{mm} + 5\,\text{m}\sqrt{L/100}$	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 표 4.3-7에 따른다.

표 4.3-7 용지 폭 점간의 측량 허용범위

거리 / 구분	20 m 미만	20 m 이상	비 고
시가지	50mm	S/1,000	S는 점간 거리의 계산값
평 지	50mm	S/1,000	
산 지	100mm	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.

4.4 상·하수도 설계측량 성과품

(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 20 : 2023

상·하수도 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 00 00 건설측량 설계기준

설계기준 Korean Design Standard

KDS 12 20 25 : 2023

농업기반시설 설계측량

2023년 01월 02일 제정

http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 이 기준은 농업생산기반시설에 필요한 농업용댐, 취입보, 용배수로, 농업용관수로, 양배수장, 농도, 농지관개, 농지배수, 경지정리, 개간, 해면간척, 농지보전 등의 설계기준에 준하는 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
농업기반시설 설계측량	• 농업기반설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량 및 농업기반시설 측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품의 작성 등 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제 정 : 2023년 01월 02일	개 정 :
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과	
관련단체 : 대한공간정보학회	작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 농업기반시설 설계측량 ····· 1
4.1 농업기반시설 설계측량 방법 ····· 1
4.2 농업기반시설 설계를 위한 3차원 디지털 설계측량 ····· 8
4.3 농업기반시설 설계측량 품질관리 ····· 9
4.4 농업기반시설 설계측량 성과품 ····· 9

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 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.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 건설공사에 관한 농업기반시설 설계측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부
(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(4) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 농업기반시설 설계측량

4.1 농업기반시설 설계측량 방법

4.1.1 작업계획

(1) 작업착수 전 농업기반시설측량 구역을 따라 현장조사를 실시하여 농업기반시설조성 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.

4.1.2 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, 임시수준점, 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.

4.1.3 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 도시하거나 컴퓨터 등 정보기기를 이용하여 수치데이터 형태로 제작하여 저장하여야 한다.
(3) 용배수로의 시설물 및 노선에 따라 지형현황측량을 실시하여야 하며, 지형현황도에 의한 실시설계는 종·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.

4.1.4 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 표 4.1-1과 같다.

표 4.1-1 단계별 측량내용과 정밀도

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. ·종단도와 평면도는 동일 축척으로 동일도면상에 표시하면 편리하다.
지형도 범위	관개지역 전체	노선 양쪽 25m씩	
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	
현황도 및 종·횡단도	종단도 횡:1:500～1:5,000 종:1:100～1:500	종단도 횡: 1:500～1:5,000 종: 1:100～1:500 횡단도: 1:100 내부지형도: 1:50～1:300	

(3) 지형현황 조사 및 측량은 계획대상지역 전역에 대한 자료를 수집하여 지형도를 작성하고, 계획노선에 대해 노선측량과 용지측량을 한다.

4.1.5 양배수장 설계측량

(1) 지형현황은 양배수장 계획지점 및 계획대상지역의 자료수집, 측량 등에 의하여 조사한다.
(2) 현지에서 조사 및 지형현황측량을 실시할 때는 다음과 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) 지형현황측량
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 경

우는 후보지를 포함한 주변 범위의 측량을 한다.

4.1.6 농도 설계측량

(1) 도상검토 및 현지답사에 의하여 선정한 계획노선의 경제성, 안정성, 시공성 및 기능성 등을 검토하기 위하여 지형, 지물, 시설물의 위치 등을 상세하게 표현하기 위한 지형현황측량을 실시한다.

(2) 선정한 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 4.1-2와 같다.

표 4.1-2 단계별 농도 설계측량

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, 감림기본도가 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 1/200~1/500축적의 지형측량이 필요하다.

4.1.7 농지배수 설계측량

(1) 설계기준점 측량

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 표석설치는 지구당 1본 이상의 석재로 매설하고 필요에 따라 증설하거나 목재말뚝을 설치한다.

④ 측량성과는 “공공측량 작업규정”에 의한 점의조서를 작성하고 보고서에 첨부한다.

(2) 설계수준점 측량

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 표석이나 타 기관의 공공수준점과 비교·검토하여 보완한다.

(3) 고저측량

① 배수개선사업의 사업계획은 지구내 침수위 및 내수위 용적의 면적에 의거하여 방향이 결정되므로 구역내 각 경지마다, 기설수로는 저변과 뚝마루를 구분하여 측량한다.

② 지형도의 축척 1:3,000 정도일 경우 등고선 간격은 0.5 m 정도로 하되 담수를 고려할 경우 담수구역을 중심으로 보다 조밀한 0.1 m 간격으로 표고별 면적을 산정한다.

(4) 노선측량

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 대축척의 지형도에서 도상예측 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 측량

① 위치선정 및 선점과 중심선측량, 종단측량, 지형측량 등을 시행하며 기설 배수문 제원도 측량한다.

(6) 용지도 작성

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) 측량

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.

4.1.8 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.

4.1.9 해면간척 설계측량

(1) 지형현황조사

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 설치

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) 지형현황측량

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 0.2 m, 산지 5 m 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 측량

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 1.0 m, 간석지 0.2 m~0.5 m를 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 얕은 경우에는 측간, 측심추에 의한 직접측정 방법으로 한다. 이때 측심점의 위치, 깊이, 측심시각과 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 다음과 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.

4.2 농업기반시설 설계를 위한 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 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

4.3 농업기반시설 설계측량 품질관리

(1) 관수로 설계측량 시 단계별 측량내용 및 정밀도는 다음 표 4.3-1과 같다.

표 4.3-1 관수로 설계측량 시 단계별 측량내용

조사구분	기본조사	실시조사	비 고
측량방법	지형도에 의한 지상측량	현지 지상측량	· 본표는 조사단계별로 필요한 일반적인 표준을 표시한 것이며 현지 여건에 따라 조정할 수 있다. · 종단도와 평면도는 동일축척으로 동일도면상에 표시하면 편리하다.
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	종단도 횡:1:500~1:5,000 종:1:100~1:500	종단도 횡: 1:500~1:5,000 종: 1:100~1:500 횡단도: 1:100 내부지형도: 1:50~1:300	

(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.

4.4 농업기반시설 설계측량 성과품

(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 25 : 2023

농업기반공사 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 00 00 건설측량 설계기준

설계기준 Korean Design Standard

KDS 12 20 30 : 2023

교량 설계측량

2023년 01월 02일 제정

http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 계곡, 호소, 하천, 해협 등을 건너는 교량공사의 설계를 위한 교량 및 시설물의 조사, 계획 등 설계기준에 준하는 3차원 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
교량 설계측량	• 교량 설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량 및 교량측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품의 작성 등의 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제　　정 : 2023년 01월 02일　　개　　정 :
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과
관련단체 : 대한공간정보학회　　작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 교량 설계측량 ····· 1
4.1 교량 설계측량방법 ····· 1
4.2 교량설계를 위한 3차원 디지털 설계측량의 활용 ····· 4
4.3 교량 설계측량 품질관리 ····· 4
4.4 교량 설계측량 성과품 ····· 6

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 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.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 계곡, 호소, 하천, 해협 등을 횡단하는 교량설계를 위한 설계측량 방법의 일반적인 기법을 정한 것으로 교량 및 시설물의 조사 및 계획, 설계를 위한 측량에 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부
(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 무인비행장치 측량 작업규정, 국토지리정보원
(4) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(5) 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원
(6) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 교량설계 측량

4.1 교량 설계측량 방법

4.1.1 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.

4.1.2 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 선

정하여 직접수준측량을 실시하여 결정한다.

(8) 지형현황측량은 “공공측량 작업규정”, “항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정”, “무인비행장치 측량 작업규정” 등에 따라 실시하여야 한다.

4.1.3 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.

4.1.4 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.

4.1.5 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 5 m 간격 이내로 조밀하게 실시하고 횡단면도는

H=1:200~1:500, V=1:50 이내로 작성하여야 한다.

(6) 수치표면모델, 수치표고 모델, 3차원 수치지형도 등을 이용하여 종·횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 종·횡단측량을 생략할 수 있다.

4.1.6 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 관계인를 조사한다.

4.1.7 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.

4.2 교량설계를 위한 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.

4.3 교량설계 측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측 데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복 관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.3-1의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

표 4.3-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z, 각 성분의 폐합차	$25\,mm\sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z, 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 허용오차 규정은 "공공측량 작업규정"에 준한다.

(3) 중심선측량 점검측량은 인접하는 중심점 등의 점간 거리의 계산값과 측정값과의 교차를 구하여 실시한다. 교차의 허용범위는 다음 표 4.3-2에 따른다.

표 4.3-2 중심선측량 점검측량 허용범위

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 정하여야 한다.

표 4.3-3 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치

	10,000 m^2당 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 표 4.3-4와 같다.

표 4.3-4 지형도의 정확도 표준

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 표 4.3-5에 따른다.

표 4.3-5 횡단측량의 허용범위

구 분	거 리	표 고	비 고
평 지	L/500	$0.02\,m + 5\,m\sqrt{L/100}$	L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝 간의 측정거리(m 단위)
산 지	L/300	$0.05\,m + 15\,m\sqrt{L/100}$	

(7) 설계기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표 4.3-6의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

표 4.3-6 설계기준점 표고측량 허용범위

대상	점검 사항	허용범위	비고
수준노선	왕복차	$5\,mm\sqrt{S}$	S: 편도거리 (km)
	기지점간 결합오차	$15\,mm\sqrt{S}$	
수준환	환폐합차	$5\,mm\sqrt{S}$	

4.4 교량 설계측량 성과품

(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 30 : 2023

교량 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 20 35 : 2023

터널 설계측량

2023년 01월 02일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 터널공사의 굴착, 수직구, 갱구부 등 설계를 위한 지형 및 주변시설물의 조사, 계획 등 설계기준에 준하는 3차원 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
터널 설계측량	• 터널 설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량 및 터널측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품의 작성 등의 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제　　정 : 2023년 01월 02일	개　　정 :
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과	
관련단체 : 대한공간정보학회	작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 터널 설계측량 ····· 1
4.1 터널 설계측량 방법 ····· 1
4.2 터널설계를 위한 3차원 디지털 설계측량 ····· 3
4.3 터널 설계측량 품질관리 ····· 4
4.4 터널 설계측량 성과품 ····· 6

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 스마트건설 공사분야의 터널 등 설계측량에 필요한 3차원 측량방법 및 기술적 사항을 제시하고, 3차원 설계에 필요한 설계측량의 기본적이고 표준적인 기준을 제시하는데 목적이 있다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 터널 설계측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부
(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 무인비행장치 측량 작업규정, 국토지리정보원
(4) 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원
(5) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(6) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 터널 설계측량

4.1 터널 설계측량 방법

4.1.1 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.

4.1.2 설계기준점 및 수준점측량

(1) 터널의 시·종점부에는 시공기준점의 좌표를 기준으로 각 2점 이상의 설계기준점을 설치하되 시·종점부의 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·종점부의 터널기준점을 서로 연결하였을 경우 상호 간 좌표값의 차이가 ±0.02 m 이내에 들도록 한다. 다만 터널의 길이가 5 km 이상인 경우에는 별도로 정확도를 협의 조정할 수 있다.

(4) 터널 수준점측량은 국가수준점 1등·2등 수준점과 도로(철도)기준점을 연결하는 수준노선과 터널 시종점부에 설치된 기준점을 직접수준측량을 실시하여 결정한다. 다만, 기존도로(선로)와 연결할 때에는 시공기준면과의 관계를 명확히 해야 한다.

(5) 터널 수직구 반지름 100 m 주위에는 상세한 지형현황 및 지상-지하기준점을 연결할 수 있는 임시기준(수준)점을 2점 이상 설치하여야 한다.

4.1.3 지형현황측량

(1) 터널기준점을 기준으로 중심선 좌우 200 m 폭의 지형 및 지장물과 1 m 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 1:500으로 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.

4.1.4 중심선측량

(1) 터널중심선의 좌표는 설계도를 기반으로 하되 평면선형을 분석하여 매 1 m 간격으로 산출하여야 한다.
(2) 터널중심선측량은 터널기준점 좌표를 기준으로 트래버스방법에 의해 실시하며, NATM 공법에서는 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 500 m 이내로 하며, 측량 착수 전과 종료 후에 현장 주변의 기준점 또는 중간점을 검측하여 그 위치정확도를 확인해야 한다.

4.1.5 종·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, 종,횡단측량을 실시하여 종·횡단면도를 작성한다. 종·횡단면도 축척은 H=1:200~1:500, 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 종·횡단면도를 자동으로 작성할 경우에는 종·횡단측량을 생략할 수 있다.

4.2 터널설계를 위한 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 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 적용한다.

4.3 터널 설계측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS관측 데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.3-1의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

표 4.3-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z, 각 성분의 폐합차	$25\text{mm}\sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z, 각 성분의 교차	25mm	

(2) 터널기준점측량 시 결합트래버스망 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·종점부의 터널기준점을 서로 연결하였을 경우 상호 간 좌표값의 차이가 ±0.02 m 이내에 들도록 한다. 다만 터널의 길이가 5 km 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 표 4.3-2에 따른다.

표 4.3-2 터널 중심선측량 점검측량 허용범위

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	

(5) 터널중심선측량의 정확도는 ±0.03 m 이내로 한다.
(6) 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 정하여야 한다.

표 4.3-3 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치

10,000 ㎡당 배점 밀도			
지역 / 축척	시가지	시가지근교	산지
1:250	7점	6점	7점
1:500	6점	5점	6점
1:1,000	5점	4점	4점

(7) 지형도의 정확도 표준은 다음 표 4.3-4와 같다.

표 4.3-4 지형도의 정확도 표준

축척	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 표 4.3-5에 따른다.

표 4.3-5 횡단측량 허용범위

구분	거리	표고	비고
평지	L/500	$0.02\,\mathrm{m} + 0.05\,\mathrm{m}\sqrt{L/100}$	L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝 간의 측정거리(m 단위)
산지	L/300	$0.05\,\mathrm{m} + 0.15\,\mathrm{m}\sqrt{L/100}$	

(9) 설계기준점 표고측량에서 수준측량계산부로부터 노선왕복차, 환폐합차 또는 기지점에서 다른 기지점까지 폐합차를 구하고 다음 표 4.3-6의 허용범위를 초과할 경우 재측량하여야 한다.

표 4.3-6 설계기준점 표고측량 허용범위

대상	점검 사항	허용 범위	비고
수준노선	왕복차	$5\,mm\sqrt{S}$	S: 편도거리 (km)
	기지점간 결합오차	$15\,mm\sqrt{S}$	
수준환	환폐합차	$5\,mm\sqrt{S}$	

4.4 터널 설계측량 성과품

(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 35 : 2023

터널 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 20 40 : 2023

건축 설계측량

2023년 01월 02일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 건축공사 BIM 설계를 위한 건축물 및 대지의 형상, 지장물, 지적도, 구적도 관계 등의 조사, 계획, 설계에 준하는 3차원 측량방법 등을 검토하여 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건축 설계측량	• 건축 설계측량을 위한 3차원 디지털 설계측량 및 건축측량의 계획수립, 절차, 방법, 품질관리, 측량성과품의 작성 등의 체계적인 설계측량 규정을 제정	제정 (2023.01.02)

제 정 : 2023년 01월 02일	개 정 :
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과	
관련단체 : 대한공간정보학회	작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 목적 ····· 1
1.2 적용범위 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 1

4. 건축 설계측량 ····· 1
4.1 건축 설계측량 방법 ····· 2
4.2 3차원 디지털 설계측량의 활용 ····· 4
4.3 건축 설계측량 품질관리 ····· 5
4.4 건축 설계측량 성과품 ····· 6

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 건축공사 시설물의 3차원 디지털 측량 과 BIM 건축설계를 수행하기 위하여 요구되는 기본적이고 표준적인 건축 설계측량 기준을 제시함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 건축설계를 위한 측량의 일반적인 기법을 정한 것으로 이에 관련된 조사, 계획 및 설계를 위한 측량에 적용한다.
(2) 이 기준은 BIM 건축설계에 필요한 3차원 측량정보의 데이터 및 측량 관련 도면을 제공한다.
(3) 이 기준에는 건축설계를 수행하기 위해 실시하는 기본적인 조사 관련 사항을 포함하고 있으며 여기에서 기술하지 않는 사항에 대해서는 발주자와 협의된 별도의 기준을 사용할 수 있다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국토교통부
(2) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(4) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

(1) KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 건축 설계측량

4.1 건축 설계측량 방법

4.1.1 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.

4.1.2 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 50 m 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 다음과 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.

4.1.3 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) 기조사된 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.

4.1.4 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 대지내 각 지점의 레벨 및 거리를 표기한다.

(7) 대지경계선과 건물의 배치를 알 수 있도록 대지경계 변곡점에 지적좌표를 표기한 기준점 좌표도를 작성하여야 한다.

(8) 현장 내 사용하는 지적좌표를 현장 건물 중심의 좌표체계로 변환하여 변환계수를 포함한 현장 건물 중심 좌표체계의 종합현황도를 작성하여야 한다.

(9) 대지 종·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.

4.1.5 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.

4.2 건축설계를 위한 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 BIL10 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 설계모델에 적용할 수 있는 데이터를 사용한다.

4.3 건축 설계측량 품질관리

(1) 설계기준점 평면위치측량에서 GNSS 관측데이터 점검계산은 단위 삼각망의 환폐합차 및 중복 관측된 기선벡터의 교차를 구하며, 다음 표 4.3-1의 허용범위를 초과할 경우 재측량을 하여야 한다.

표 4.3-1 설계기준점 평면위치측량 허용범위

대상	점검사항	허용범위	비고
단위삼각망	기선해석에 의한 △X, △Y, △Z, 각 성분의 폐합차	$25\,\text{mm}\sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한△X, △Y, △Z, 각 성분의 교차	25 mm	

(2) 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 정하여야 한다.

표 4.3-2 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치

10,000㎡당 배점 밀도			
지역 / 축척	시가지	시가지근교	산지
1:250	7점	6점	7점
1:500	6점	5점	6점
1:1,000	5점	4점	4점

(3) 지형도의 정확도 표준은 다음 표 4.3-3과 같다.

표 4.3-3 지형도의 정확도 표준

축척	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

4.4 건축 설계측량 성과품

(1) 건축 설계측량 보고서
(2) 현황종합도(S=1:500), 지적종합도(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.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 20 40 : 2023

건축 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 12 30 05 : 2023

3차원 디지털 설계측량

2023년 01월 02일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설설계는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조에 따라 건설공사의 안전성, 경제성, 성능 및 품질 확보를 위한 것으로 제정 및 개정에 대한 연혁은 다음과 같다.

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 측량 신기술 등을 반영하여 건설공사의 자동화 시공 등에서 요구되는 디지털 설계에 필요한 3차원 기준점 및 수준점측량, 영상데이터를 이용한 설계측량, 레이저데이터를 이용한 설계측량, 초음파데이터를 이용한 설계측량, 3차원 데이터 모델작성에 대한 기준을 제정하였다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
3차원 디지털 설계측량	• 스마트건설을 위한 3차원 설계의 기본이 되는 측량의 최신성 및 정확성에 기여하고 체계적인 기술과 성과품의 동일성을 위하여 기준 제정	제정 (2023.01.02)

제　　정 : 2023년 01월 02일　　개　　정 :
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토지리정보원 위치기준과
관련단체 : 대한공간정보학회　　작성기관 : 대한공간정보학회

*「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 확인, 개정 또는 폐지 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 1

3. 재료 ····· 2

4. 3차원 디지털 설계측량 ····· 2

4.1 3차원 기준점 및 수준점 측량 ····· 2

4.1.1 3차원 기준점 및 수준점 측량 계획 ····· 2

4.1.2 3차원 기준점 및 수준점 측량 방법 ····· 2

4.1.3 3차원 기준점 및 수준점 측량 품질관리 ····· 4

4.1.4 3차원 기준점 및 수준점 측량 성과품 ····· 4

4.2 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량 ····· 8

4.2.1 유인 항공사진측량에 의한 영상취득 ····· 8

4.2.2 무인비행장치측량에 의한 영상취득 ····· 10

4.2.3 유인항공 사진측량의 품질관리 ····· 14

4.2.4 무인비행장치 사진측량의 품질관리 ····· 15

4.2.5 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량 ····· 16

4.3 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량 ····· 17

4.3.1 3차원 레이저데이터 취득방법 ····· 17

4.3.2 레이저데이터를 이용한 측량 품질관리 ····· 29

4.3.3 레이저데이터를 이용한 측량 성과품 ····· 30

4.4 3차원 초음파를 이용한 설계측량 ····· 31
4.4.1 수심측량 방법 ····· 31
4.4.2 수심측량 품질관리 ····· 33
4.4.3 수심측량 성과품 ····· 33
4.5 3차원 데이터 모델작성 ····· 34
4.5.1 3차원 데이터 모델작성 방법 ····· 34
4.5.2 3차원 설계데이터의 변환 ····· 37
4.6 보고서작성 ····· 37

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 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.

1.2 적용범위

(1) 3차원 기준점측량은 GNSS, RTK-GNSS을 이용한 측량으로 적용범위는 통합기준점 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 레이저스캐너측량, 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.

1.3 참고기준

1.3.1 관련 법규

(1) 공공측량 작업규정, 국토지리정보원
(2) 일반측량 작업규정, 국토지리정보원
(3) 3차원 국토공간정보구축 작업규정, 국토지리정보원
(4) 무인비행장치 측량 작업규정, 국토지리정보원
(5) 항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원
(6) 정사영상 제작 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원
(7) 수치표고모형의 구축 및 관리 등에 관한 규정, 국토지리정보원
(8) 정밀도로지도의 구축 및 관리 등에 관한 규정, 국토지리정보원
(9) 수치지형도 작성 작업 및 성과에 관한 규정, 국토지리정보원

1.3.2 관련 기준

- KDS 12 10 00 설계측량 일반

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 3차원 디지털 설계측량

4.1 3차원 기준점 및 수준점 측량

4.1.1 3차원 기준점 및 수준점 측량계획

(1) 3차원 기준점 및 수준점측량은 국가기준점, 공공기준점 등을 기반으로 지리학적 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 지오이드 모델을 적용할 수 있는 지역에 한하여야 한다.

4.1.2 3차원 기준점 및 수준점 측량방법

4.1.2.1 GNSS에 의한 기준점 측량

(1) GNSS 관측망도에는 동시에 복수의 GNSS 수신기를 이용하여 실시하는 관측계획을 기입한다.

(2) GNSS 관측은 기지점 및 미지점을 결합하는 트래버스노선이 폐합된 다각형을 구성하며, 다른 세션에 의한 점검을 위하여 1변 이상의 중복관측을 실시한다.
(3) GNSS 관측은 1개의 세션을 1회 실시한다.
(4) GNSS 위성의 수신 고도 각은 15°를 표준으로 한다.
(5) GNSS 관측은 다음 표 4.1.2-1에 따라 실시한다.

표 4.1.2-1 GNSS 측량 방법

관측방법	관측시간	데이터 수신간격	적용
정지측량방법	120분 이상	30초 이하	1 ~ 2급 기준점측량 (10km 이상)
	60분 이상	30초 이하	1 ~ 2급 기준점측량 (10km 미만) 3 ~ 4급기준점측량
네트워크 RTK	10초 이상	5초 이하	3 ~ 4급기준점측량

(6) GNSS 관측에 사용되는 위성수는 다음 표 4.1.2-2를 표준으로 한다.

표 4.1.2-2 GNSS 측량방법

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 다각형

을 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 작업규정”에 따른다.

4.1.2.2 GNSS에 의한 수준점 측량

(1) GNSS 높이측량의 적용지역은 “국토지리정보원”에서 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 표 4.1.2-3을 표준으로 정적측위방법으로 실시한다.

표 4.1.2-3 정확도 별 GNSS 관측 기준

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.

4.1.3 3차원 기준점 및 수준점 측량 품질관리

4.1.3.1 GNSS 기준점측량

(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 표 4.1.3-1과 같다.

표 4.1.3-1 GNSS 측량의 관측점검 계산의 허용범위

항목	허용범위(N:변수)
기선벡터 요소의 환폐합차	$25\,\mathrm{mm}\sqrt{N}$
중복하는 기선벡터 요소의 교차	25 mm

(4) 3차원망 조정계산에 의한 허용오차는 다음 표 4.1.3-2와 같다. 다만, 허용범위를 초과한 것에 대하여는 측정값 및 계산과정을 검토하고 설계측량시행자의 지시에 따른다.

표 4.1.3-2 3차원망 조정계산 허용오차

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 측량
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 표 4.1.3-3과 같다.

표 4.1.3-3 네트워크 RTK 점검계산의 허용범위

항목	허용범위(N:변수)	
기선벡터(R)의 환폐합차	$25\,\mathrm{mm}\sqrt{N}$	
기선벡터(R) 세트간 교차	각 성분마다 (ΔX,ΔY,ΔZ)	25 mm이하

⑤ 평균계산은 3차원망 평균계산을 실시하며, 3차원망 평균계산에 사용하는 허용범위는 다음 표 4.1.3-4를 표준으로 한다.

표 4.1.3-4 네트워크 RTK 3차원망 허용범위

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 측량 품질관리

①네트워크 RTK 관측은 다음 표 4.1.3-5에 따른다.

표 4.1.3-5 네트워크 RTK 관측방법

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 다음과 같다.

가. 수평위치 세션 간 교차 및 표준편차(1σ) : 0.05 m

나. 수직위치(타원체고) 세션 간 교차 및 표준편차(1σ) : 0.1 m

4.1.3.2 GNSS 수준점 측량

(1) GNSS 수준점 측량 품질관리

① 설계수준점 측량의 정확도 및 기지점에 대한 기준은 다음 표 4.1.3-6과 같다.

표 4.1.3-6 설계수준점 측량의 정확도 및 기지점에 대한 기준

구분	기지점의 종류	왕복 관측값의 교차	기지점간의 폐합차	환폐합차
1급 공공 수준점 측량	1등 수준점 1급 공공수준점	2.5 mm $\sqrt{S}$ 이하	15 mm $\sqrt{S}$ 이하	2 mm $\sqrt{S}$ 이하
2급 공공 수준점측량	1, 2등 수준점 1, 2급 공공수준점	5 mm $\sqrt{S}$ 이하	15 mm $\sqrt{S}$ 이하	5 mm $\sqrt{S}$ 이하
3급 공공 수준점측량	1, 2등 수준점 1~3급 공공수준점	10 mm $\sqrt{S}$ 이하	15 mm $\sqrt{S}$ 이하	10 mm $\sqrt{S}$ 이하
4급 공공 수준점측량	1, 2등 수준점 1~4급 공공수준점	20 mm $\sqrt{S}$ 이하	25 mm $\sqrt{S}$ 이하	20 mm $\sqrt{S}$ 이하

주) S : 관측거리(편도) km 단위

(2) GNSS 높이측량 품질관리

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 다음을 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 3 mm 이하로 하고, 관측 이전과 이후의 평균값의 교차는 3 mm 이하로 한다.

4.1.4 3차원 기준점 및 수준점 측량 성과품

4.1.4.1 GNSS 기준점 측량

(1) 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)

4.1.4.2 GNSS 수준점측량

(1) 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

4.2 3차원 영상데이터를 이용한 설계측량

4.2.1 유인 항공사진측량에 의한 영상취득

4.2.1.1. 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 영상포맷을 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.

4.2.1.2 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 8 mm의 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 세항도는 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.

4.2.1.3 항공 삼각측량

(1) 아날로그 항공사진은 도화기를 이용할 경우, 상호표정 후 잔여시차는 0.02 mm 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.

4.2.1.4 정사영상 제작

(1) 정사영상의 제작은 수치표면자료 또는 수치표고모형과 항공사진 및 외부표정요소를 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.

4.2.2 무인비행장치측량에 의한 영상취득

4.2.2.1 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

4.2.2.2 지상기준점측량 및 대공표지판 설치

(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 그림 4.2.2-1과 같다.

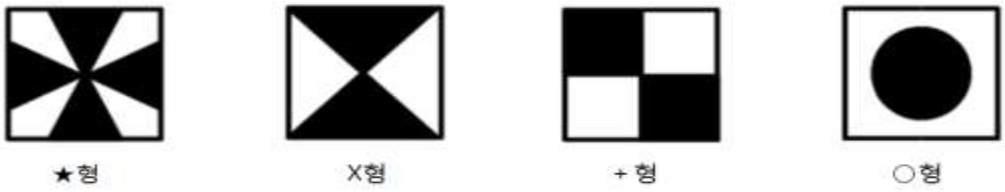


그림 4.2.2-1 대공표지의 표준양식

(3) 대공표지판의 가로, 세로 길이는 0.5 m×0.5 m 또는 원형의 지름은 0.5 m 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 설치는 선점은 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 그림 4.2.2-2와 같이 가능한 고르게 배치하되, 작업지역의 각 모서리와 중앙 부분에는 지상기준점이 배치되도록 하여야 한다.

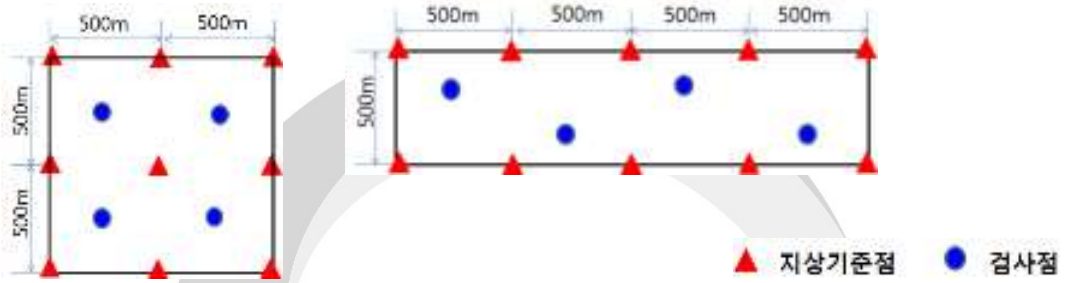


그림 4.2.2-2 지상기준점 배치 예시도

(9) 검사점의 수량은 지상기준점 수량의 최소 1/3 이상으로 하여야 한다. 다만, 검사점의 수량이 3점 이하인 경에는 3점으로 한다.
(10) 지상기준점 및 검사점의 관측방법
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.

4.2.2.3 무인비행장치 항공사진 촬영

(1) 촬영계획
① 촬영계획은 촬영구역별로 작성하는 수치지형도 데이터의 축척, 지상 화소 크기, 대지고도, 사용기기, 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)÷(사용하는 디지털카메라의 1화소의 사이즈)×(초점거리)} 이하이며 지형이나 토지피복, 사용하는 디지털카메라 등을 고려하여 결정해야 한다.

(2) 촬영

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 호의 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. 촬상 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 호에 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 작성

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 다음과 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 점검

가. 3차원 형상 복원계산으로 얻는 지상기준점의 오차가 X, Y, Z에 대한 3차원 점군데이터의 위치정확도 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 편집

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 작성

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 보완측량

① 현지조사 및 보완측량은 항공사진에서 판독이 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 판독이 곤란한 곳의 지도 항목

다. 항공사진상에서 판독이 불능인 지도 항목

라. 지상기준점

4.2.3 유인항공 사진측량의 품질관리

4.2.3.1 항공사진측량의 지상기준점측량의 오차

(1) 평면기준점 오차의 허용범위는 다음 표 4.2.3-1과 같다.

표 4.2.3-1 평면기준점 오차 허용범위

도화축척	평균제곱근오차
1:500～1:600	±0.1 m 이내
1:1,000～1:1,200	〃

(2) 표고기준점 오차의 허용범위는 다음 표 4.2.3-2와 같다.

표 4.2.3-2 표고기준점 오차의 허용범위

도화축척	평균제곱근오차
1:500～1:600	±0.05 m 이내
1:1,000～1:1,200	±0.10 m 이내

4.2.3.2 항공삼각 조정계산 및 오차의 허용범위

(1) 항공삼각 조정계산 및 오차의 허용범위는 다음 표 4.2.3-3과 같다.

표 4.2.3-3 항공삼각 조정계산 및 오차의 허용범위

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

4.2.3.3 대지표정 오차

(1) 대지표정 평면위치 및 표고의 허용범위는 다음 표 4.2.3-4와 같다.

표 4.2.3-4 대지표정 평면위치 및 표고 교차

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

4.2.3.4 항공사진측량에 의한 3차원 측량의 정확도

(1) 항공사진측량에 의한 3차원 측량의 정확도는 “항공사진측량 작업 및 성과에 관한 규정” 및 “수치지형도 작성 작업 및 성과에 관한 규정”에 준한다.

4.2.4. 무인비행장치 사진측량의 품질관리

4.2.4.1 3차원 점군데이터의 정확도

(1) 3차원 점군데이터의 위치정확도는 다음 표 4.2.4-1을 표준으로 한다.

표 4.2.4-1 3차원 점군데이터의 정확도

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 표 4.2.4-2를 표준으로 한다.

표 4.2.4-2 지상기준점/검사점의 정확도

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 표 4.2.4-3을 표준으로 한다.

표 4.2.4-3 축척에 따른 지상표본거리의 정확도

지도 축척	지상표본거리
1:250	0.04 m 이내
1:500	0.08 m 이내
1:1,000	0.12 m 이내

4.2.5 3차원 영상데이터 측량 성과품

4.2.5.1 유인 항공사진측량 및 무인비행장치 사진측량 성과품

(1) 항공사진측량카메라 검정 실시 기록
(2) 항공사진측량 표정점 및 검사점 정확도 관리표
(3) 항공삼각측량 정확도 관리표
(4) 3차원 형상 복원 정밀도 관리표

4.2.5.2 무인비행장치측량 성과품

(1) 촬영 코스별 정확도 관리표
(2) 대공표지 및 지상기준점측량
① 관측기록부 및 계산부, 망도(네트워크 RTK 측량은 제외)
② 관측데이터 및 점의조서
③ 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

4.3 3차원 레이저데이터를 이용한 설계측량

4.3.1 3차원 레이저데이터 취득방법

4.3.1.1 유인항공을 이용한 레이저측량

(1) 작업계획 및 준비
① 계획수립
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 수직방향으로 대상 지역의 중앙에 왕복 비행코스를 배치하여야 한다. 다만, 대상지역의 모양이 사각형이 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 설치
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) 유인항공레이저측량

① 항공레이저측량의 수행

가. 제작하고자 하는 수치표고모형 격자규격에 따른 점밀도는 다음 표 4.3.1-1과 같으며 이 외의 규격은 설계측량시행자와 협의하여 정한다.

표 4.3.1-1 수치표고모형 격자규격에 따른 점밀도

격자간격	1 m	2 m	5 m	비고
점밀도(㎡)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 반사파의 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 취득

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 점검

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 전처리는 항공레이저측량 원시자료에서 대기 중의 입자나 다른 원인에 의해 발생한 잡음을 제거하여야 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 확인

가. 항공레이저측량 원시자료가 다음 표 4.3.1-2와 같이 정의된 점밀도를 만족하는지 확인하여야 한다.

표 4.3.1-2 항공레이저측량 점밀도

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) 기준점측량

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 제작

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 제작

① 수치지형자료는 수치표면자료를 다음 각 호에 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, 작업단위 간에 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 (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 제작

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(비행고도)/1,000

나. 수직위치 정확도

표 4.3.1-3 불규칙삼각망의 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 제작

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 보간방법으로 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 50 m 크게 제작한다.
⑦ 수치표고모형의 정확도 검증과 오류 점검 및 수정에 대한 결과는 검사표, 오류 정정표를 작성하여야 한다.

4.3.1.2 무인비행장치를 이용한 레이저측량

(1) 작업계획

① 무인비행장치를 이용한 레이저측량의 작업범위는 작성하는 성과품 범위의 바깥으로 10 m 이상 또는 측량 폭의 50 % 이상 연장한 범위를 표준으로 한다.
② 무인비행장치의 비행코스는 관측 제원을 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 설치

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 50 km를 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 설치
① 원시자료의 위치 및 표고의 정확도를 검증 및 조정하기 위해서 작업범위 내에 표정점을 설치하는 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 요구사양을 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 레이저측량
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 철탑 등의 전파 간섭 가능성이 있는 시설의 유무
라. 철판 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 지물확인은 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 작성

① 최적의 궤적 해석으로 얻은 결과와 무인비행장치 레이저측량으로 취득한 데이터를 통합 해석하여 3차원 좌표를 가진 측점의 데이터를 작성한다.

② 레이저측량에서 취득한 원시자료에 포함되는 노이즈 등의 비정상적인 점은 데이터에서 제거한다.

③ 통합 해석에 의해 작성한 측점의 데이터에 대해서 조정 및 합성을 실시하고 원시자료를 작성하다.

④ 원시자료에는 반사강도 등의 속성정보를 부여할 수 있다.

⑤ 3차원 점군데이터 파일 작성

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.

4.3.1.3 지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량

(1) 작업계획

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 설치

① 표정점의 설치는 좌표변환에 의해 지상 레이저스캐너 수평 위치와 고도, 방향을 부여

하는 기준이 되는 점을 설치하는 작업을 말하며, 원칙적으로 측지좌표계에서 실시하는 것으로 한다.

② 표정점의 배치

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 관측

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 선정

가. 기계점과 후시점은 기지점을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

나. 기계점과 후시점을 설정하는 기준점과 표정점을 새로 설치하는 경우, 설치 장소는 3차원 점군데이터 수집이 이루어지는 기간 동안 유지되는 장소이어야 한다.

다. 기계점은 지상 레이저스캐너가 견고하게 설치될 수 있어야 한다.

④ 지상 레이저스캐너 관측

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 편집

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.
④ 구조화는 지형데이터를 정해진 구조의 데이터로 변환하는 작업으로 필요에 따라 경사변환선을 추가할 수 있는 것으로 한다.
(5) 파일작성
① 3차원 점군데이터 파일의 작성은 점군 또는 구조화된 지형데이터에서 3차원 점군데이터 파일을 만들고 저장매체에 기록하는 작업을 말한다.
② 메타데이터의 작성은 필요에 따라 작성한다.

4.3.1.4 이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량

(1) 작업계획
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 요구사양을 충족하는 측량작업계획서를 작성하여야 한다.
④ 작업 착수 전에 작성한 성과품 작업명세서를 설계측량시행자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다. 성과품 작업명세서의 내용을 변경하는 경우에도 또한 같다.
(2) 원시자료의 작성
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 계획
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 취득구간 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 설치

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 설치하는 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 처리

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 처리

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 작성

가. 해석 프로세스가 완료되면 원시자료를 생성한다.

나. 합성

(가) 동일 취득 구간에서 여러 이동 취득을 실시한 경우에는 필요에 따라 만들어진 원시자료를 합성한다.

(나) 합성은 합성하는 각각의 오리지널 데이터에서 공통으로 인식할 수 있는 특정점 또는 특정선을 4개 이상 추출하여 3차원 좌표변환에 의해 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(다) 합성하는 각각의 원시자료를 변환하는 경우에는 특정점의 검색정확도에 따라 무게를 이용하는 것으로 한다.

(라) 전체 원시자료에 부분적인 원시자료를 합성하는 경우에는 부분적인 원시자료를 전체 원시자료에 좌표변환을 한다.

(마) 보정점에서 이동형 레이저스캐너의 궤적을 산출하고, 각각의 원시자료를 다시 만든 경우에는 좌표변환을 하지 않고 합성이 있는 것으로 한다.

(바) 합성을 위한 좌표변환에 사용된 특정점의 오차는 좌표축의 각 성분의 최대값이 최대 지상 영상소 크기의 범위 내로 한다.

다. 원시자료의 정리는 각호에 의하여 생성된 원시자료를 수평 위치 및 표고 및 색상 또는 반사 강도를 부가하여 정리하고 사진은 사진파일 이름에 연결된 외부표정요소를 부가하여 정리한다.

라. 점밀도의 검증

(가) 원시자료는 요구사양에 표시된 점밀도를 충족하는지 확인하여야 한다.

(나) 검증 후 요구사양을 충족하지 못하는 경우에는 추가 측량을 실시한다.

(다) 확인 후 점밀도 검사 정도 관리표에 정리하여야 한다.

(3) 3차원 점군데이터 점검

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 요구사양을 충족하지 않는 경우에는 데이터의 재작성 등 요구사항을 충족하기 위해 필요한 조치를 한다.

⑤ 검사결과는 검사측량 결과 정확도 관리표에 정리한다.

⑥ 원시자료의 기록

가. 검사의 결과 요구사양을 충족하는지가 밝혀지면 원시자료에 대해서, 성과품 요구사양에 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 작성

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 요구사양에 표시된 점밀도를 충족하는지 확인해야 한다.

③ 그리드 데이터의 작성은 지형데이터에서 중첩에 의해 격자의 표고 데이터를 작성하는

것을 표준으로 하고 그리드 데이터의 격자간격은 요구사양에 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 확인해야한다.

⑦ 기타 성과데이터의 메타데이터 작성은 제품사양에 따라 파일의 관리 및 이용에 있어 필요한 사항을 작성한다.

⑧ 기타 성과데이터의 기록

가. 생성 및 검증을 실시한 기타 성과데이터에 대한 성과품 요구사양에 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.

4.3.2 레이저데이터를 이용한 측량 품질관리

4.3.2.1 유인항공을 이용한 레이저측량

(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(비행고도)/1,000

② 수직위치 정확도는 다음 표 4.3.2-1과 같다.

표 4.3.2-1 수치표고모형의 격자규격에 따른 수직위치 정확도

격자규격	1 m×1 m	2 m×2 m	5 m×5 m	비고
수치지도축척	1:1000	1:2500	1:5000	
평균제곱오차	0.5 m이내	0.7 m이내	1.0 m이내	
최대오차	0.75 m이내	1 m이내	1.5 m이내	

4.3.2.2 무인비행장치를 이용한 레이저측량

(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 표 4.3.2-2와 같다.

표 4.3.2-2 이외의 점군데이터 정확도

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

4.3.2.3 지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량

(1) 표정점의 정확도는 수치지형도 축척에 따라 다음 표 4.3.2-3을 표준으로 한다.

표 4.3.2-3 수치지형도 축척에 따른 표정점 정확도

정밀도 / 수치지형도 축척	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 표 4.3.2-4에 규정하는 것 또는 이들과 동등 이상의 것을 표준으로 한다. 또한 거리(S)는 점간의 거리의 계산 값을 말한다.

표 4.3.2-4 표정점 사이의 거리 허용범위

거리	허용 범위
20 m 미만	10 mm
20 m 이상	S / 2,000

4.3.2.4 이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량

(1) 레이저스캐너에 의해 취득한 점군 데이터는 취득 경로의 10 m 범위에서 점밀도를 측정하고 반사강도를 판독하여 점검하여야 한다.

(2) (1)호와 관련하여 점밀도는 1 m^2 당 100점 이상이어야 하며, 반사강도를 이용하여 세부도화 항목의 식별이 가능하여야 한다.

(3) 이용목적에 따른 요구 점밀도 및 정밀도는 다음 표 4.3.2-5와 같다.

표 4.3.2-5 이용목적에 따른 점밀도 및 정밀도

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	

4.3.3 레이저데이터를 이용한 측량 성과품

4.3.3.1 유인항공을 이용한 레이저측량

(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

4.3.3.2 무인비행장치를 이용한 레이저측량

(1) 원시자료
(2) 3차원 점군데이터 파일
(3) 관측도
(4) 정확도 관리표
(5) 품질관리표
(6) 메타데이터
(7) 기타 자료

4.3.3.3 지상 레이저스캐너를 이용한 레이저측량

(1) 원시자료
(2) 3차원 점군데이터 파일
(3) 관측도
(4) 정확도 관리표
(5) 품질관리표

(6) 메타데이터
(7) 기타 자료

4.3.3.4 이동형 레이저스캐너를 이용한 레이저측량

(1) 원시자료
(2) 3차원 점군데이터 파일
(3) 관측도
(4) 정확도 관리표
(5) 품질관리표
(6) 메타데이터
(7) 기타 자료

4.4 3차원 초음파데이터를 이용한 수심측량

4.4.1 수심측량 방법

4.4.1.1 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 표 4.4.1-1의 성능 이상이어야 한다. 다만, 수심이 얕은 경우에는 직접측량을 실시할 수 있다.

표 4.4.1-1 음향측심기의 최소 제원

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.

표 4.4.1-2 측심위치 측량을 위한 측량장비와 측정간격

측량장비	측량간격
와이어 로프 광파거리측정기 토털스테이션 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 수십 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 2 m 이내인 지역에서는 0.5 m 간격으로 실시하고 수심이 2 m 이상인 지역에서는 1 m 간격으로 실시한다.

(8) 수심측량 시 DGNSS 장비를 사용할 경우에는 반경 1 km 이내에 가수준점을 설치하고 매 15분 간격으로 관측한 수위변화량을 보정하여 수저부의 갱정수심을 구한다.

(9) 선박수심측량 자료처리

① 단빔 수심측량 자료처리는 홀수, 바체크 음속도 보정 및 조석보정 적용, 항적의 왜곡여부 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 유효측량폭의 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 조석보

정을 수행하지 않을 수 있다.

(10) 갱정수심은 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.

4.4.2 수심측량 품질관리

(1) 수심측량은 정확도가 ±0.1m+d/10(d는 수심, m 단위) 이내이어야 하며, 기록지에는 측심위치에 대한 DGNSS 또는 네트워크 RTK 좌표, 측량시각 및 수심을 동시에 기록한다.

(2) 수심측량의 허용오차는 다음 표 4.4.2-1과 같으며, 설계측량시행자가 따로 정할 경우에는 예외로 할 수 있다.

표 4.4.2-1 수심측량의 허용오차

구 분	허용오차
수심 5m 이내	0.2m
수심 5m 이상	0.2m + d/10 [d : 수심(m)] 최대 : 0.25m 이내

4.4.3 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, 흘수, 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.

4.5 3차원 데이터 모델작성

4.5.1 3차원 데이터 모델작성 방법

4.5.1.1 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 작성
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) 초음파를 이용한 설계도서 작성은 음향측심기 등으로 수행한 수심측량성과에 대한 설계도서는 “수로측량 업무규정”에서 정한 바에 따른다.

4.5.1.2 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 기초데이터를 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.

4.5.1.3 3차원 기준점을 이용한 모델작성

(1) GNSS, 토털스테이션 등으로 취득된 측량성과를 건설현장에 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.

4.5.1.4 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 점밀도로 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.

4.5.1.5 레이저데이터를 이용한 3차원 모델작성

(1) 3차원 점군데이터 생성

(2) 3차원 점군데이터 편집

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 Z값은 미지점을 중심으로 하는 1㎡이내의 측량성과와 설계도서와의 차이의 최빈값 또는 차이의 평균치를 설계도서 Z값에 더하여 사용한다.

나. 이밖에 다음과 같은 보간법을 이용할 수 있다.

(가) 최근린 보간법 : 그리드 점에서 가장 가까운 점의 Z값을 채택

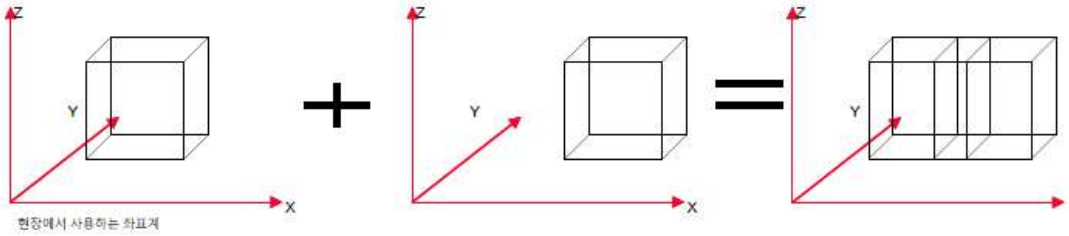
(나) 평균 보간법 : 보간하는 격자로부터 격자간격의 2배 범위 내에 있는 측량성과들의 Z값 평균치를 채택

(다) 불규칙삼각망법 : 측량성과에서 도출한 불규칙삼각망을 이용하여 평면좌표로써 보간하는 격자가 포함된 삼각형상의 Z값을 채택

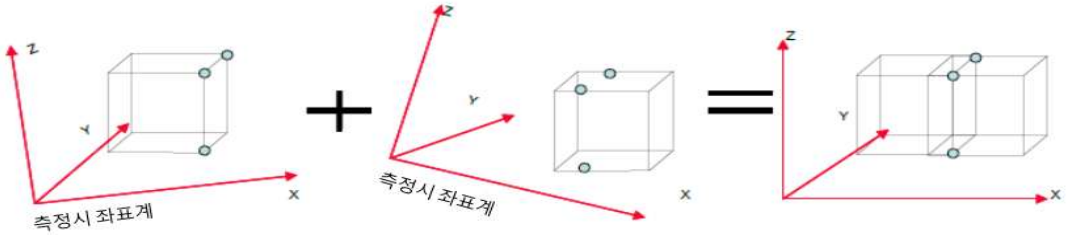
(라) 역거리 가중법

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 파일 생성

(4) 성과 등의 정리

4.5.1.6 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.

4.5.2 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.

4.6 보고서작성

(1) 3차원 디지털 설계측량보고서에는 측량 전문가의 기술검토의견서를 첨부하여야 한다.

집필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김응록	송원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	김정환	한국교통대학교
김희석	한국건설기술연구원	송 훈	수성엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	오윤석	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
허원호	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	장대창	SG 주식회사
원훈일	한국건설기술연구원	정창화	태성종합기술
이상규	한국건설기술연구원	최정욱	한국콘크리트학회
주영경	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
안준혁	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
이진우	국토지리정보원		
강우구	국토지리정보원		
고영찬	국토지리정보원		

KDS 12 30 05 : 2023

3차원 디지털 설계측량

2023년 01월 02일 제정

소관부서 국토지리정보원 위치기준과

관련단체 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

작성기관 대한공간정보학회
04322 서울특별시 용산구 한강로1가 50-1, 용산파크자이D동3202호
Tel : 02-420-1993/02-3453-0929 Email : ksgis@ksgis.or.kr
http://www.kogsis.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr