

KDS 12 20 35 : 2023

터널 설계측량

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

KC CODE



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

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

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, 기준도로(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 $H=1:200\sim 1:500$, $V=1:50$
- (4) 터널 횡단측량은 중심선형을 기준으로 직각 방향의 측량하되 좌·우로 지반고가 변하는 지점의 고저 또는 표고와 거리를 측정한다.
- (5) 터널 횡단측량 시 좌·우 횡단측량 범위는 용지경계 이상이 되도록 실시하여야 한다.
- (6) 수치표면모델, 수치표고 모델, 3차원 수치지형도 등을 이용하여 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 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, 각 성분의 폐합차	$25\text{mm} \sqrt{N}$	N: 기선(변)수
중복 관측변	기선해석에 의한 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, 각 성분의 교차	25mm	

- (2) 터널기준점측량 시 결합트래버스망 계산의 방향각의 결합차는 $5'' + 7'' \sqrt{n}$ (n: 측각 수) 이내로 하며, 평면위치의 결합비는 1:50,000 이하이며 허용오차 규정은 “공공측량 작업규정”에 준한다.
- (3) 터널기준점의 정확도는 시·중점부의 터널기준점을 서로 연결하였을 경우 상호 간 좌표값의 차이가 $\pm 0.02\text{ m}$ 이내에 들도록 한다. 다만 터널의 길이가 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	비고
	평 지	10 mm	S/3,000	
산 지	20 mm	S/2,000		

- (5) 터널중심선측량의 정확도는 $\pm 0.03\text{ m}$ 이내로 한다.
- (6) 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치는 작업 대상 지역의 형상, 측량기기, 현지 지형의 시통상태 등을 고려하여 정하여야 한다.

표 4.3-3 지형현황 세부측량을 위한 지상기준점의 배치

10,000 m ² 당 배점 밀도			
축척 \ 지역	시가지	시가지근교	산지
1:250	7점	6점	7점
1:500	6점	5점	6점
1:1,000	5점	4점	4점

(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 측정값의 교차의 허용 범위는 다음 표 4.3-5에 따른다.

표 4.3-5 횡단측량 허용범위

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

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

표 4.3-6 설계기준점 표고측량 허용범위

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

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

성명	소속	성명	소속
최윤수	서울시립대학교	이용수	한국건설기술연구원
박태식	테이즈엔지니어링㈜		
김재명	서경대학교		
이원종	서울시립대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
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

성명	소속	성명	소속
김강수	서울시립대학교	전진구	서경대학교
김회룡	평화엔지니어링	최동식	삼안
임명종	GS 건설	최준성	인덕대학교

국토교통부

성명	소속	성명	소속
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>