

KDS 11 70 20 : 2016

낙석·토석 대책시설 설계기준

2016년 6월 30일 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.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 설계기준을 중심으로 철도 설계기준, 하천 설계기준의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 설계기준	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.05)
건설공사 비탈면 설계기준	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2009.12)
건설공사 비탈면 설계기준	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KDS 11 70 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.06)
KDS 11 70 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국시설안전공단

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.1.1 낙석방지망	1
1.1.2 낙석방지울타리	1
1.1.3 낙석방지옹벽	1
1.1.4 피암터널	1
1.1.5 토석류 대책시설	1
1.2 적용범위	1
1.2.1 낙석방지망	1
1.2.2 낙석방지울타리	1
1.2.3 낙석방지옹벽	1
1.2.4 피암터널	2
1.2.5 토석류 대책시설	2
1.3 용어의 정의	2
1.4 시설물의 구성	2
1.4.1 낙석방지망	2
1.4.2 낙석방지울타리	2
1.4.3 낙석방지옹벽	2
1.4.4 피암터널	2
1.4.5 토석류 대책시설	2
1.5 기호의 정의	2
1.6 참고기준	3
1.7 해석과 설계원칙	3
1.7.1 낙석방지망	3
1.7.2 낙석방지울타리	3
1.7.3 낙석방지옹벽	3

1.7.4	피암터널	4
1.7.5	토석류 대책시설	4
2.	조사 및 계획	4
2.1	일반사항	4
2.2	조사	4
2.2.1	낙석방지망	4
2.2.2	낙석방지울타리	4
2.2.3	낙석방지옹벽	4
2.2.4	피암터널	4
2.2.5	토석류 대책시설	5
2.3	계획	5
2.3.1	낙석방지망	5
2.3.2	낙석방지울타리	5
2.3.3	낙석방지옹벽	5
2.3.4	피암터널	6
2.3.5	토석류 대책시설	6
3.	재료	6
4.	설계	6
4.1	설계일반사항	6
4.1.1	낙석방지망	6
4.1.2	낙석방지울타리	7
4.1.3	낙석방지옹벽	7
4.1.4	피암터널	8
4.1.5	토석류 대책시설	8

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1 낙석방지망

내용 없음

1.1.2 낙석방지울타리

내용 없음

1.1.3 낙석방지옹벽

내용 없음

1.1.4 피암터널

- (1) 피암터널은 낙석이 발생하기 쉬운 비탈면에서 낙석의 규모가 매우 커서 일반적인 낙석방지시설로 방어하지 못하는 경우에 설치하여 도로, 철도시설물, 보행자 등을 보호하는 데 목적이 있다.

1.1.5 토석류 대책시설

- (1) 토석류 대책시설의 목표는 토석류로 인해 시설물에 발생 가능한 피해를 방지 또는 저감하는 데 있다.

1.2 적용범위

1.2.1 낙석방지망

- (1) 이 기준의 낙석방지망은 비탈면에서의 낙석을 방지하기 위한 낙석방지망의 설계에 적용한다.

1.2.2 낙석방지울타리

- (1) 이 기준의 낙석방지울타리는 비탈면에서의 낙석을 방지하기 위한 낙석방지울타리의 설계에 적용한다.

1.2.3 낙석방지옹벽

- (1) 이 기준의 낙석방지옹벽은 비탈면에서의 낙석을 방지하기 위한 낙석방지옹벽의 설계에 적용한다.

1.2.4 피암터널

- (1) 이 기준의 피암터널은 비탈면에서의 낙석, 토사나 암반붕괴로 인한 피해를 줄이기 위한 피암터널의 설계에 적용한다.
- (2) 이 기준에서 상세하게 규정하지 않은 세부 사항들은 관련 설계기준을 참조한다.

1.2.5 토석류 대책시설

- (1) 이 기준의 토석류 대책시설은 토석류로 인한 시설물의 피해를 방지 또는 저감시키기 위한 대책의 설계에 적용한다.

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 시설물의 구성**1.4.1 낙석방지망**

내용 없음

1.4.2 낙석방지울타리

내용 없음

1.4.3 낙석방지옹벽

내용 없음

1.4.4 피암터널

내용 없음

1.4.5 토석류 대책시설

- (1) 토석류 대책시설은 발생억제시설, 흐름완화 및 제어시설, 퇴적 및 유도시설로 나눌 수 있다.
- ① 발생억제시설: 계곡막이 등
 - ② 흐름완화 및 제어시설: 사방댐, 토석류 포획망, 유로보강시설 등
 - ③ 퇴적 및 유도시설: 퇴적지, 토석류 흐름 유도를 위한 제방 등

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 참고기준

내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

1.7.1 낙석방지망

- (1) 낙석방지망은 낙석방지망을 구성하는 부재가 일체가 되어 낙석의 에너지를 흡수하는 것으로 비교적 소규모의 낙석을 방지하는데 효과적이며 비탈면의 상황에 따라 종류와 규격을 결정하여야 한다.
- (2) 낙석방지망은 낙석에너지와 낙석방지망의 흡수가능에너지를 평가하고 이 두 에너지를 비교하여 낙석방지망의 흡수가능에너지가 낙석에너지보다 크도록 설계한다.
- (3) 낙석방지망의 설계
 - ① 비포켓식 낙석방지망
낙석의 하중과 망의 무게를 견딜 수 있는 와이어 로프의 지름을 결정하고 전체 하중이 고정핀에 작용한다고 가정하고 고정핀의 안정을 계산하여 설계한다.
 - ② 포켓식 낙석방지망
낙석방지망의 흡수가능 에너지와 망에 충돌하는 낙석에너지를 비교하여 설계하여야 하며 지주의 강도와 안정성 검토를 실시하여야 한다.

1.7.2 낙석방지울타리

- (1) 낙석방지울타리는 낙석방지울타리를 구성하는 부재가 일체가 되어 낙석의 에너지를 흡수하는 것으로 비교적 소규모의 낙석을 방지하는데 효과적이며 비탈면의 상황에 따라 종류와 규격을 결정하여야 한다.
- (2) 낙석방지울타리는 울타리 설치위치에서의 낙석에너지와 낙석방지울타리의 흡수가능에너지를 계산하고 이 두 에너지를 비교하여 낙석방지울타리의 흡수가능에너지가 낙석에너지보다 크도록 설계한다.
- (3) 낙석방지울타리의 하부를 지지하기 위한 기초는 콘크리트 옹벽 등을 사용할 수 있으며, 낙석방지울타리가 낙석에너지를 흡수할 수 있도록 충분히 안정하도록 설계한다.
- (4) 낙석방지울타리의 설계 시에는 낙석의 중량, 속도, 최대도약높이, 지지지반의 강도 등을 검토하여야 한다.

1.7.3 낙석방지옹벽

- (1) 낙석방지옹벽의 방호기능은 낙석이 가진 운동에너지를 옹벽본체 및 지지지반의 변형에너지로 전환하여 흡수하는 방법으로 낙석을 정지시킨다.
- (2) 낙석방지옹벽의 설계 시에는 낙석의 중량, 속도, 최대도약높이, 지지지반의 강도 및 지형, 지질 등을 고려하여 옹벽의 활동, 전도에 대한 안정 및 단면의 강도에 대해서 검토하여야 한다.

1.7.4 피암터널

- (1) 피암터널의 설계에서 고려하는 하중은 충격력, 고정하중 및 토압, 설하중, 온도변화 및 건조수축 영향, 지진 등이 있다.

1.7.5 토석류 대책시설

- (1) 대책시설의 설계목표

- ① 대책시설의 설계목표는 토석류 발생억제, 토석류 흐름완화 및 제어, 토석류 퇴적 및 유도 등으로 한다.
- ② 토석류의 특성은 강우에 크게 의존하므로 지역적인 강우기록을 토대로 적절한 설계계획빈도를 설정한 후 설계목표를 결정한다.

- (2) 대책시설 결정시 고려사항

- ① 토석류 대책시설 결정시에는 다음 사항을 고려한다.
 - 가. 보호하고자 하는 시설물의 중요도, 토석류가 이동하는 경로와 시설물의 상대적인 위치관계
 - 나. 토석류의 규모, 흐름특성, 구성재료 등
 - 다. 단독 또는 다중 구조물의 적용여부
 - 라. 적용위치에서의 시공성, 유지관리 용이성

2. 조사 및 계획

2.1 일반사항

내용 없음

2.2 조사

2.2.1 낙석방지망

내용 없음

2.2.2 낙석방지울타리

내용 없음

2.2.3 낙석방지옹벽

내용 없음

2.2.4 피암터널

내용 없음

2.2.5 토석류 대책시설

(1) 조사일반사항

- ① 토석류 조사는 토석류의 발생 가능성 판단, 토석류 발생가능 규모의 산정, 대책의 필요여부 결정, 상황에 맞는 대책시설의 선정과 구체적인 설계를 위해 수행한다.
- ② 토석류 조사는 사전에 조사목표와 조사항목 및 방법, 수량을 결정하고 현지상황을 충분히 파악할 수 있도록 조사계획을 수립하여 실시한다.
- ③ 토석류 조사는 예비조사와 상세조사로 구분한다.

(2) 조사의 종류

- ① 예비조사는 사업대상지역의 토석류 발생가능성 예측, 현장 상황 파악 및 상세조사 계획을 수립하기 위하여 실시하는 조사이다.
- ② 예비조사에서는 대상지역의 과거 재해자료, 지형도, 지질도, 항공사진, 기상자료, 대상지역 주변의 공사기록 등을 수집하고, 필요한 경우 현장답사를 실시한다.
- ③ 상세조사는 예비조사에서 토석류 발생가능성이 있는 것으로 판단된 지역에 대하여 실시한다.
- ④ 상세조사는 사전에 조사목표, 조사항목, 조사방법, 현장시험 및 시료채취, 조사인원, 조사공구 등을 포함한 조사계획을 수립하여 실시한다.
- ⑤ 상세조사 시 토석류 기발생구간에 대한 조사는 토석류 발생특성을 분석하고 추가적인 토석류 발생가능성을 확인하기 위하여 수행한다.

(3) 조사결과의 정리

- ① 조사단계별로 수행한 내용은 조사목표에 따라 일목요연하게 정리하여 보고서로 작성한다.
- ② 예비조사결과는 조사대상구간의 현황을 파악할 수 있도록 도면화하여 정리하고, 상세조사결과는 조사경로와 각 위치별 조사내용을 확인할 수 있도록 정리한다.

2.3 계획

2.3.1 낙석방지망

내용 없음

2.3.2 낙석방지울타리

내용 없음

2.3.3 낙석방지옹벽

내용 없음

2.3.4 피암터널

- (1) 피암터널은 도로 및 철도 시설물 등의 상부에 구조물을 설치하여 낙석, 토사 및 암반 붕괴로부터 방호하는 시설로서 노선 및 선로 등의 측면에 여유가 없고 낙석 등의 발생이 빈번하여 공용성 확보를 위한 별도의 보호조치가 필요한 급경사 비탈면에 설치한다.
- (2) 피암터널 단독으로 낙석을 막을 수 없는 경우에는 기타 낙석대책공법과 병용하여 설치한다.

2.3.5 토석류 대책시설

(1) 범위

- ① 대책시설의 계획은 토석류가 발생하여 피해가 예상되는 시설물의 인근에 대해서 수립하며, 토석류 가능성과 시설물의 피해가능성을 고려하여 합리적이고 효과적인 대책이 되도록 한다.
- ② 대책시설 계획은 대상 지역의 지형, 지질, 수리 및 수문특성에 대한 조사를 토대로, 토석류 발생특성, 대책시설의 적용 용이성, 효과, 그리고 향후 유지관리의 용이성, 친환경성 등을 종합적으로 고려한다.

(2) 계획의 기준지점

- ① 계획의 기준지점은 토석류로 인해 피해가 예상되는 시설물의 인근에 대해서 대책시설의 기능 목표에 따른 효과가 최대로 발휘되는 지점으로 한다.
- ② 계획의 기준지점을 결정할 때는 토석류의 특성(시작-이동-퇴적)을 고려하여야 한다.
- ③ 다양한 대책시설을 적용하거나 여러 단계로 적용하는 경우에는 기준지점을 여러 구간으로 설정할 수 있으며, 이때는 각 위치에서의 토석류 특성을 고려한다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 설계일반사항

4.1.1 낙석방지망

(1) 낙석에너지의 계산

- ① 낙석에너지는 낙석의 크기와 낙하높이, 그리고 비탈면의 경사 및 표면 상태를 고려하여 산정한다.
- ② 계산방법은 간편식을 이용하거나 프로그램을 활용하여 계산할 수 있다.

(2) 낙석방지망의 흡수가능에너지 평가

- ① 낙석방지망의 흡수가능에너지는 망을 구성하는 각각의 부재의 최소 흡수에너지의 합으로 계산할 수 있다.
- ② 정확한 흡수가능에너지는 실험 시험을 통하여 낙석의 통과여부 또는 낙석방지망의 파괴여부로부터 흡수가능에너지를 평가할 수 있다.

4.1.2 낙석방지울타리

(1) 낙석에너지의 계산

- ① 낙석에너지는 낙석의 크기와 낙석예상높이, 그리고 비탈면의 경사 및 표면 상태를 고려하여 산정한다.
- ② 계산방법은 간편식을 이용하거나 프로그램을 활용하여 계산할 수 있다.

(2) 낙석방지울타리의 흡수가능에너지의 평가

- ① 낙석방지울타리의 흡수가능에너지는 낙석방지울타리를 구성하는 각각의 부재의 최소 흡수에너지의 합으로 계산할 수 있다.
- ② 정확한 흡수가능에너지를 평가하기 위하여 실험 성능평가지험을 실시하고 그 결과를 설계에 이용하여야 한다. 단, 공인시험기관의 시험 등을 통해 사전에 검증된 형식의 경우에는 성능평가지험을 생략할 수 있다.

(3) 낙석방지울타리의 높이

낙석방지울타리의 높이는 낙석이 튀는 높이와 비탈면의 경사도에 의해 결정할 수 있다.

(4) 낙석방지울타리의 지지

낙석방지울타리의 지지는 낙석방지울타리의 하부를 고정시켜 낙석방지울타리에 가해지는 낙석에너지에 대하여 낙석방지울타리가 충분히 흡수할 수 있도록 하여야 한다.

4.1.3 낙석방지옹벽

(1) 낙석충돌시의 외력 산정

옹벽을 탄성지반에 의해 지지되는 강체로 가정하여, 낙석의 충돌에 의해 낙석이 가지는 운동 에너지가 지반의 탄성에너지와 동일하게 될 때까지 옹벽이 수평변위 및 회전을 일으키는 것으로 한다. 이 변위 및 회전에 의해 지반이 받는 수평력과 모멘트를 안정계산에 이용한다.

(2) 옹벽의 안정

옹벽의 안정계산은 다음의 검토를 시행한다.

- ① 활동(연직, 수평) 검토
- ② 전도 검토
- ③ 낙석 시 검토
- ④ 지지력 검토

(3) 옹벽 본체 설계

옹벽 본체는 낙석의 충격력 및 퇴적 토압에 대하여 각 부재의 응력을 산정하고 안전성을 검토하여야 한다.

4.1.4 피암터널

(1) 충격력 산정

- ① 피암터널에 작용하는 충격력의 산정은 낙석이 터널 상부구조 바로 위에 떨어지는 경우와 측벽에서 5 m 이내에 떨어지는 경우로 구분하여 산정한다.
- ② 상부구조 바로 위에 떨어지는 경우는 모래완충재가 있는 상태로 가정하여 충격력 값을 산정한다. 낙석이 피암터널 측벽에서 5 m 이내에 낙하하는 경우 측벽에 작용하는 충격토압의 산정 시는 탄성이론으로 계산된 토압을 사용한다.

(2) 낙석의 낙하높이

낙석의 낙하높이는, 자유 낙하하는 경우에는 낙차 H를 그대로 적용하고, 경사면을 따라 낙하하는 낙석의 낙하높이는 환산하여 적용한다. 또 비탈면의 경사가 도중에 크게 변하는 경우에는 비탈면을 세분하고, 각 비탈면별로 환산 낙하 높이를 환산하여, 그 누계를 비탈면 전체의 환산 낙하높이로 한다.

(3) 완충재

피암터널에는 낙석충격을 완화하고 분산시키기 위하여 완충재를 설치한다.

(4) 낙석에 의한 충격력의 작용 면적

낙석에 의한 충격하중 작용면적은, 낙석을 완충재의 층의 표층에 점재하시키고 45° 범위에 분산하는 것으로 하고 그 범위에 등분포 하중이 작용하는 것으로 계산한다.

4.1.5 토석류 대책시설

(1) 설계인자의 결정

- ① 토석류 대책시설의 설계인자는 시설의 종류, 규모, 배치, 설계조건을 결정하는데 사용할 수 있다.
- ② 대책시설 설계 시 고려하여야 하는 인자는 최대토석부피, 토석류 침투유량, 토석류 충격력, 토석류 단위중량, 유속, 수심, 퇴적경사 등이다.

(2) 대책시설의 설계

- ① 토석류 발생억제시설 중 계곡막이는 경사완화 구간의 범위, 단수, 단의 높이, 단의 경사, 길이 등을 검토한다.
- ② 토석류 흐름완화 및 제어시설은 설치위치의 토석류 특성을 고려하여 대책시설의 종류, 규모, 구조적 안정성 등을 검토한다.
- ③ 토석류 퇴적 및 유도시설은 퇴적부 경사, 저사 용량, 수로 단면의 규모 및 안정성 등을 검토한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성명	소속	성명	소속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
구자흡	삼영엠텍(주)	이근하	(주)포스코엔지니어링
김현길	(주)정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	(주)다음기술단

국토교통부

성명	소속	성명	소속
정선우	국토교통부 기술기준과	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

설계기준

KDS 11 70 20 : 2016

낙석·토석 대책시설 설계기준

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단

52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)

Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr

<http://www.kistec.or.kr>

작성기관 한국시설안전공단

52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)

Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr

<http://www.kistec.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>