

제 14 장 낙 석 방 지 시 설

14.1 일반사항

14.1.1 목적

- (1) 낙석방지시설은 도로 절개면의 낙석, 토사붕괴 등으로 인한 교통 장애, 도로 구조물의 손상, 재산 및 인명 상의 손실을 예방하는 데 그 목적이 있다.

14.1.2 기능

- (1) 낙석의 충격에 저항하여 낙석운동을 억제한다.
- (2) 낙석의 에너지를 흡수하여 낙석이 도로에 유입되는 것을 막는다.
- (3) 낙석의 낙하 진행방향을 바꾸어 피해 위험이 없는 곳으로 유도한다.

14.2 종 류

14.2.1 낙석방지망(Rockfall Protection Net)

- (1) 낙석방지망은 강우나 풍화, 나무부리의 작용 등에 의해 불연속면의 이완이 심화되어 낙석 발생 가능성이 있는 부분을 철제망으로 덮어 낙석을 예방하는 시설이다.
- (2) 낙석방지망은 비포켓식과 포켓식으로 구분할 수 있다.

① 비포켓식 낙석방지망

- 가. 철망과 절개면의 마찰력을 이용하여 이완암편을 절개면과 망 사이에 붙잡아 두는 역할을 하는 시설이다.
- 나. 주로 암반의 균열이 심하고 풍화의 진행이 빠른 연암이나 풍화암으로 구성된 절개면에 사용한다. 또한, 절취 후 표면이 고르게 처리된 절개면에서 사용한다.

② 포켓식 낙석방지망

- 가. 기둥로프, 지주, 철망과 와이어로프 등으로 구성되어 이동하는 낙석을 철망에 충돌시킴으로써 낙석의 에너지를 감쇄하도록 하여 낙석이 도로쪽으로 튀지 않고 낙석방지망 하부로 흘러내리도록 유도하는 시설이다.
- 나. 주로 경암으로 구성되어 있거나 발파 등으로 절개면을 절취하여 암블력의 이완이 심하고 표면이 거친 절개면에 사용한다.

14.2.2 낙석방지울타리(Rockfall Protection Fence)

- (1) 비교적 소규모의 낙석을 방지하는데 효과적인 시설이다.
- (2) 지주와 지주 사이를 와이어로프와 철망 등으로 연결하여 절개면으로부터 떨어지는 낙석의 에너지를 흡수함으로써 낙석으로 인한 피해를 막는 시설이다.

14.2.3 낙석방지옹벽(Barrier)

- (1) 비탈면 하부에 설치하여 낙석을 방호하기 위해 설치하는 구조물이다.
- (2) 벽면 배후에 설치한 모래방석 등으로 낙석의 충격력을 분산 감소시켜 낙석을 방호하는 옹벽형 구조물이다.

14.2.4 피암터널(Rock Shed)

- (1) 강재나 철근콘크리트 등을 이용한 터널형태의 구조물이다.
- (2) 절개면 상부에서 발생한 낙석을 도로 바깥쪽으로 이동하게 하여 낙석에 의한 피해를 방지하는 시설이다.

14.3 설계기준

14.3.1 대상구간

- (1) 낙석방지망
 - ① 발파암이 10m 이상 분포하는 깎기부 및 낙석이 우려되는 깎기부의 리핑암 및 발파암부에 설치한다.
 - ② 단, 발파암고 10m 미만 및 리핑암으로만 구성된 깎기부와 소단부 낙석방지울타리 상단부는 대상에서 제외한다. (그러나 절리가 심한 경우 등 현장여건상 필요시는 검토 후 설치할 수 있다.)
- (2) 낙석방지울타리
 - ① 높이 15m 미만의 깎기부나 암층이 리핑암으로만 구성된 높이 15m 미만의 비교적 낮은 깎기부에서 낙석방지시설이 필요한 구간에 설치한다.
 - ② 리핑암으로만 구성된 암이 높이 15m 이상 분포하거나 발파·리핑암의 혼합고가 15m 미만 인 깎기부로서 낙석방지시설이 필요한 구간에 설치한다.
 - ③ 발파·리핑암의 혼합고가 15m 이상인 깎기부로서 낙석방지시설이 필요한 구간에 설치한다.
 - ④ 발파암이 높이 30m 이상 분포하거나 리핑암으로만 구성된 암이 높이 40m 이상 인 깎기부로서 낙석방지시설이 필요한 구간에 설치한다.

14.3.2 형식선정

- (1) 형식선정시 고려사항
 - ① 절개면의 지형 및 지질
 - 가. 절개면의 평면 형상은 낙석의 평면낙하궤적에 영향을 미친다.
 - 나. 절개면의 측면 형상은 낙석이 튀는 높이를 좌우한다.
 - 다. 뜬돌형 낙석은 급경사 절개면에서 주로 발생하지만, 탈락형 낙석은 낮은 경사도에서도 발생할 수 있다.
 - 라. 절개면의 구성암 종류에 따라 낙석의 발생 형태 등이 다양하게 변화한다.
 - 마. 절리면이나 지층면 같은 지질구조에 의해 낙석 규모 등의 영향을 받는다.

② 낙석방지시설의 기능 및 내구성

가. 낙석방지시설이 낙석에너지에 대해 저항할 수 있는 한계는 시설의 종류나 규모에 따라 다르다.

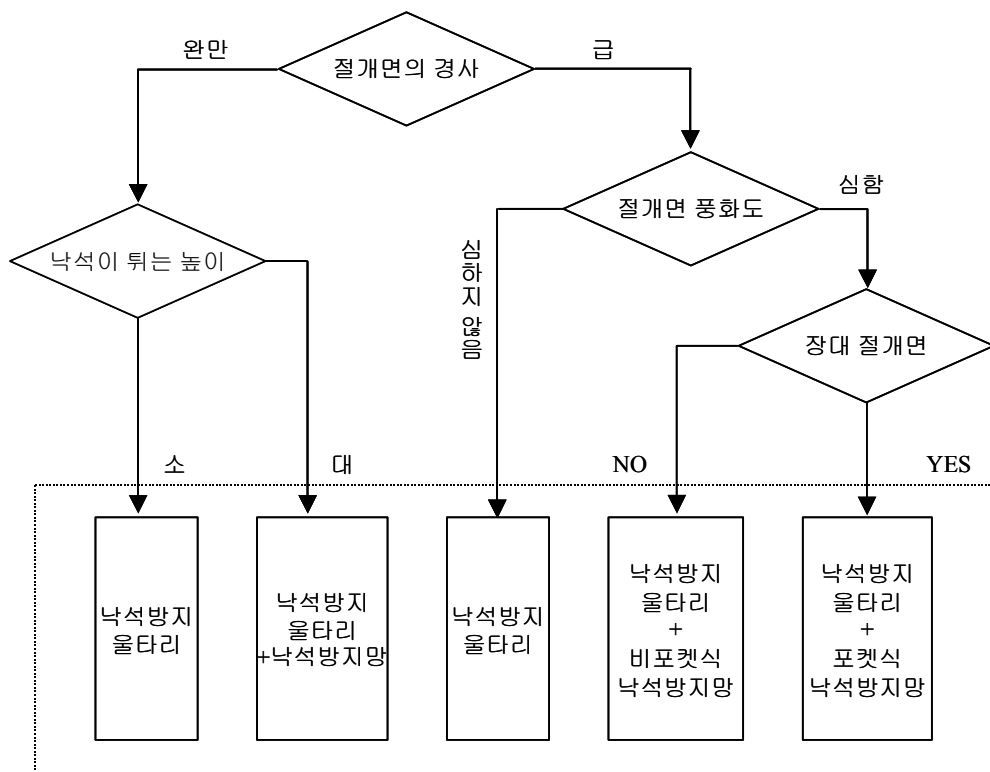
나. 시설의 구조적 특성에 따라 흡수가능에너지를 계산하여야 한다.

다. 이를 예상되는 낙석에너지와 비교하여 낙석을 막아낼 수 있는 시설을 선정한다.

③ 예상되는 낙석의 규모와 에너지

가. 낙석에너지는 주로 이동암석의 규모에 좌우되므로 정확한 낙석 중량 추정이 이루어져야 한다.

나. 암석의 중량 추정은 낙석의 체적(m^3) $\times$ 2.65 t/m^3 을 이용하여 간단하게 추정할 수 있다.



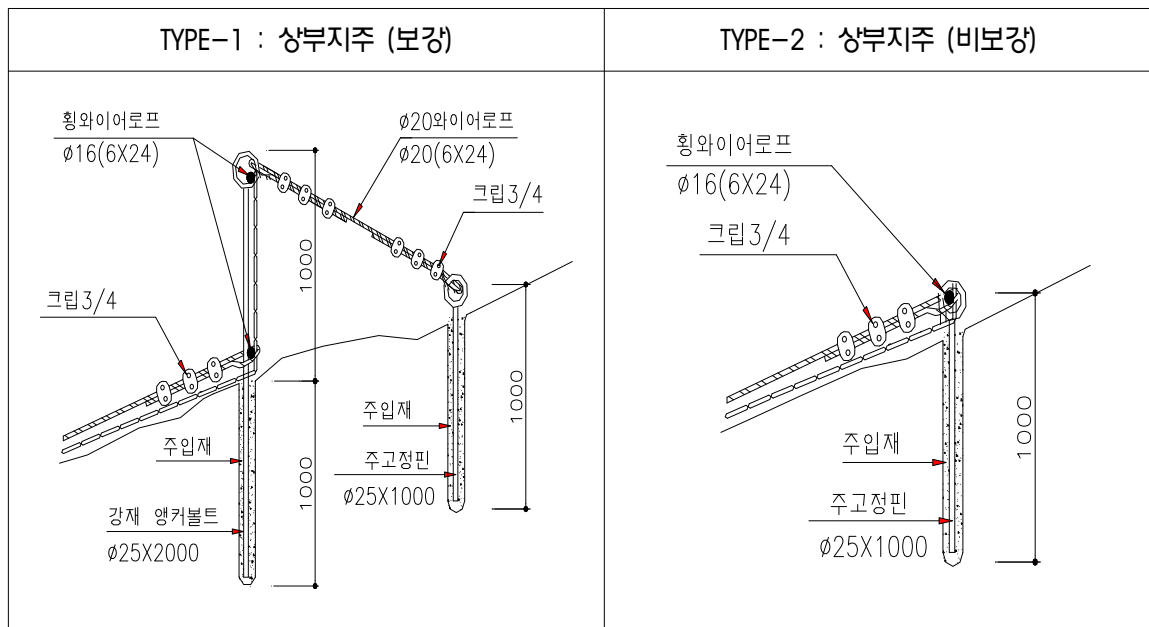
<그림 14.3.1> 낙석방지시설의 종류별 설치 기준

(2) 선정

① 낙석방지망

가. 상단부에 예기치 못한 낙석 방호 및 점검원 안전확보가 요구되는 구간은 상부에 지주를 설치한 상부지주(보강)인 TYPE-1을 적용한다.

나. 상단부 낙석 및 유지관리시 안전사고 우려가 없는 구간은 상부에 지주를 설치하지 않은 상부지주(미보강)인 TYPE-2을 적용한다.



<그림 14.3.2> 낙석방지망 상부지주의 형식

② 낙석방지울타리

구 분	대상구간	낙석방지시설
형식-1	높이 15m 미만의 깎기부나 암층이 리핑암으로만 구성된 높이 15m 미만의 비교적 낮은 깎기부에서 낙석방지시설이 필요한 구간	프리캐스트 방호울타리
형식-2	리핑암으로만 구성된 암이 높이 15m 이상 분포하고 낙석방지시설이 필요한 구간	낙석방지울타리 (H=2.0m)
	발파·리핑암의 혼합고가 15m 미만인 깎기부로서 낙석방지시설이 필요한 구간	
형식-3	발파·리핑암의 혼합고가 15m 이상인 깎기부로서 낙석방지시설이 필요한 구간	낙석방지울타리 (H=2.5m)
형식-4	발파암이 높이 30m 이상 분포하는 깎기부로서 낙석방지시설이 필요한 구간	소단부 낙석방지울타리 추가설치 (H=2.0m)
	리핑암으로만 구성된 암이 높이 40m 이상 분포하고 낙석방지시설이 필요한 구간	

14.3.3 세부설치기법¹⁾

(1) 설치위치

① 낙석방지망

가. 낙석방지울타리가 있는 경우

(가) 낙석방지울타리 상단에서부터 설치하는 것으로 설계시 적용한다.

1) 낙석방지울타리 형식 적용 방안(건설관리처 3170, 2006.12.19)

(나) 시공시 암질 및 절리상태와 비탈경사(1:1 이상) 등을 종합적으로 검토하여 조정 설치한다.

나. 낙석방지울타리가 없는 경우

(가) 깎기부 하단에서 1m 이격되게 설치한다.

② 낙석방지울타리

가. 콘크리트 옹벽(L2 측구)을 설치하고 방지울타리를 설치한다.

나. 뒷채움은 하지 않는 것을 원칙으로 한다.

(2) 설치간격

① 낙석방지울타리는 유지관리 및 케이블장력 강화를 위해 100m 마다 단부지주를 설치하는 것을 원칙으로 한다.

② 설치연장에 따라 60~100m마다 등간격으로 단부지주를 조정 설치한다.

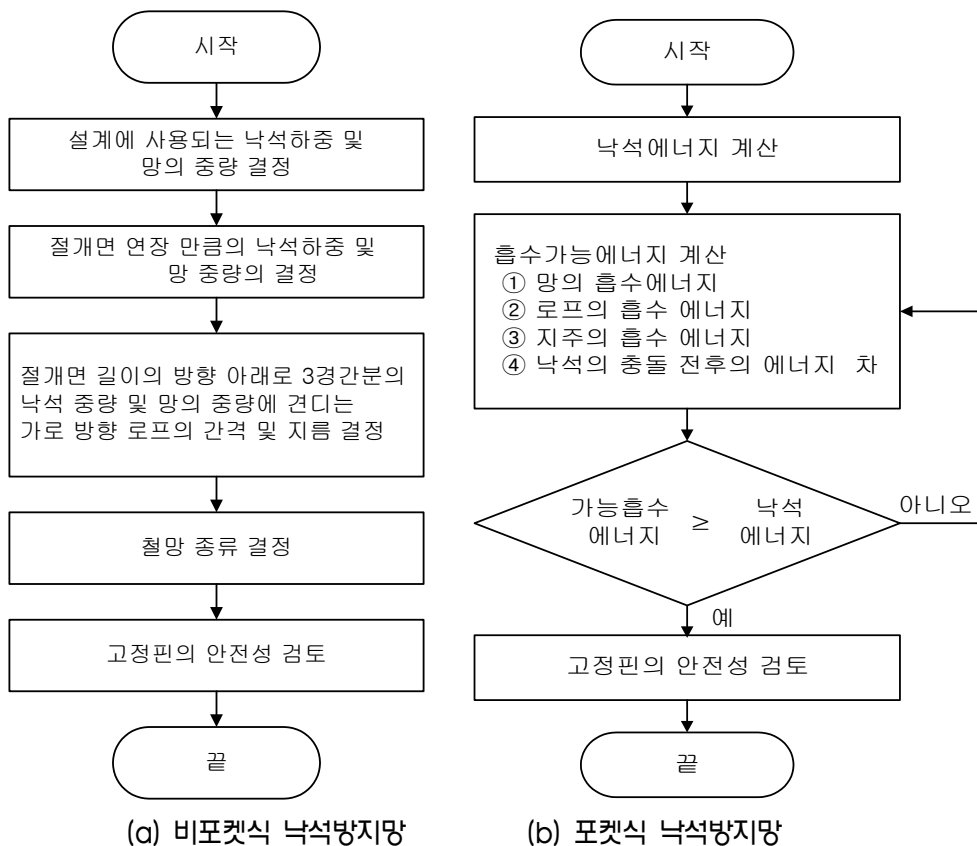
③ 낙석방지울타리의 배면이나 깎기사면의 유지관리를 위해 출입문을 설치하여야 한다.

(3) 설계조건 및 절차

① 낙석방지망

가. 1,500 kg/m²의 낙석이 발생시키는 에너지를 케이블, 철망, 앵커볼트가 일체로 작용하여 흡수할 수 있도록 설계한다.

나. 설계절차는 <그림 14.3.3>에 따른다.

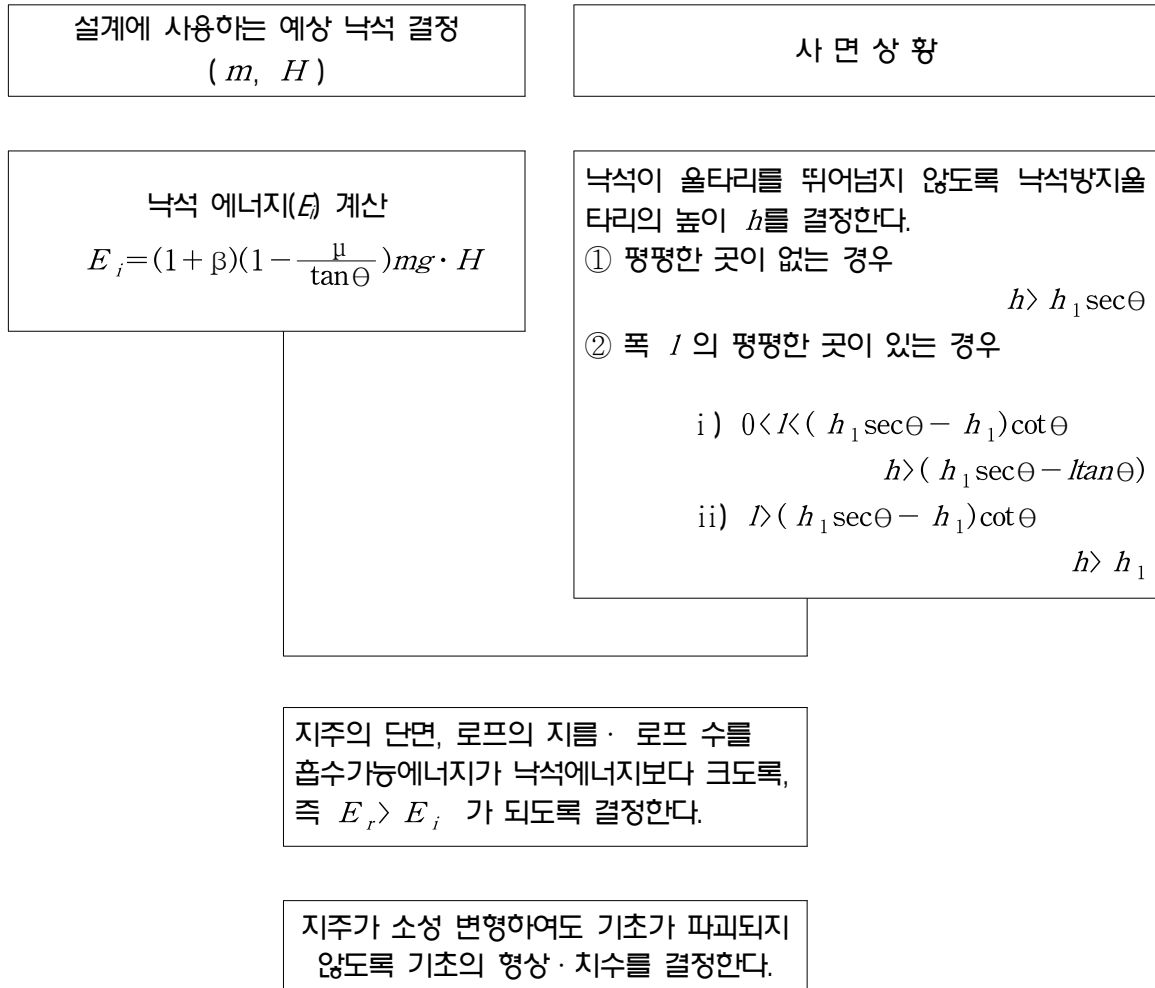


<그림 14.3.3> 낙석방지망 설계절차

② 낙석방지울타리

가. 중량 500kg 정도 되는 낙석이 떨어지면서 발생시키는 에너지를 지주, 케이블, 철망이 일체로 작용하여 흡수할 수 있도록 설계한다.

나. 설계절차는 <그림 14.3.4>에 따른다.



<그림 14.3.4> 낙석방지울타리 설계절차

(4) 기타

- ① 낙석방지울타리는 지주가 연직방향을 향하도록 설치한다.
- ② 낙석방지울타리 배면에 토사 등이 적치되어 있을 경우에는 수시로 제거하여야 한다.
- ③ 기타 낙석방지시설에 대한 세부 설치기준의 구체적인 내용은 고속도로 건설공사 표준도 및 국토해양부에서 발간한 해당 시설의 설치 및 관리지침에 따른다.