

KDS 27 30 00 : 2023

터널 지보재

2023년 9월 12일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 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 터널설계기준을 중심으로 도로설계기준, 공동구 설계기준, 철도설계기준(노반편), 하천설계기준, 항만 및 어항 설계기준 등의 배수 및 방수에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
터널공사표준시방서 및 동해설	• 산악지대에 건설되는 터널공사의 조사, 설계, 시공관련 일반 방침, 기준	제정 (1975.3)
터널공사 표준시방서	• 조사편에 노선계획, 공사계획 추가 • 설계편에 하중, 동바리공의 본문 및 해설 추가 • 시공편에 안전위생, 기계굴착 등 추가 • 시공법 및 시공 방식 현대화 • 사갱, 수직갱 신설 • NATM 공법 표준사항 신설	개정 (1985.12)
터널표준시방서	• 일반시방서로 개편 및 해설부분 생략 • 국내 용어 및 서술형식 적용	개정 (1996.5)
터널설계기준	• 터널설계기준과 터널표준시방서 분리, 개편, 보완	개정 (1999.9)
터널설계기준	• 관련법, 기준, 지침과의 연계성 확보 • 향상된 국내 터널기술 수준 반영 및 현안문제 개선 • 내진설계기준 보완, 터널공사의 안전성 제고 • 국제적 추세에 맞춘 기계화 시공 및 환경 친화적 설계 개선	개정 (2007.11)
KDS 27 50 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2016.6)
KDS 27 30 00 : 2023	• 국가건설기준 코드 작성 지침에 따라 정비	개정 (2023.07)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2023년 9월 12일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

관련단체 : 한국터널지하공간학회

작성기관 : 한국터널지하공간학회

- 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시 일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용 범위	1
1.3 참고 기준	1
1.3.1 관련 법규	1
1.3.2 관련 기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	1
2. 조사 및 계획	1
2.1 조사 및 계획 일반	1
2.2 조사	1
2.3 계획	1
3. 재료	2
3.1 재료 일반	2
3.1.1 강지보재	2
3.1.2 숏크리트	2
3.1.3 록볼트	2
3.2 재료 특성	3
3.2.1 강지보재	3
3.2.2 숏크리트	3
3.2.3 록볼트	4
3.3 품질 및 성능시험	4
4. 설계	4
4.1 설계일반	4
4.2 강지보재	5
4.2.1 강지보재의 설계	5
4.2.2 강지보재의 이음과 설치간격	6

4.2.3	강지보재의 간격재와 바닥판 받침	6
4.2.4	연직갱의 강지보재	7
4.2.5	경사갱의 강지보재	7
4.3	숏크리트	7
4.3.1	숏크리트의 설계	7
4.3.2	숏크리트의 특징	8
4.3.3	숏크리트의 최소 설계두께	8
4.3.4	고강도 숏크리트	8
4.4	록볼트	8
4.4.1	록볼트의 설계	8
4.4.2	록볼트 정착방법	10
4.4.3	록볼트의 배치와 길이 선정	10

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준의 목적은 터널의 지보재 설계를 위한 기준을 제시하는 것이다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 터널 지보재로 사용되는 강지보재, 슛크리트 및 록볼트의 설계에 적용하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

(1) 이 기준의 관련 법규는 KDS 27 10 05(1.3.1)을 따른다.

1.3.2 관련 기준

- 이 기준의 관련 법규는 KDS 27 10 05(1.3.2)를 따른다.

1.4 용어의 정의

- 이 기준의 용어정의는 KDS 27 10 05(1.4)를 따른다.

1.5 기호의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

(1) 이 기준의 조사 및 계획 일반은 KDS 27 10 10(2.1)을 따른다.

2.2 조사

(1) 이 기준의 조사는 KDS 27 10 10(2.2)를 따른다.

2.3 계획

(1) 이 기준의 계획은 KDS 27 10 10(2.3)을 따른다.

3. 재료

3.1 재료 일반

3.1.1 강지보재

- (1) 강지보재의 단면은 강지보재의 설치 후에도 슛크리트의 타설이 용이하고, 슛크리트와 일체화되기 쉬운 형상을 가진 것이어야 하며, H형강, U형강, 격자지보(Lattice girder) 등과 같은 강지보재를 적용하여야 한다.
- (2) 강지보재의 치수는 작용하중 외에 슛크리트의 두께, 강지보재의 최소덮개, 굴착공법, 굴착방법 등을 고려하여 결정하여야 한다. 또한, 소요의 강성이 발휘되고, 좌굴, 비틀림 및 국부적인 하중에 대하여 저항성이 크고 시공능률을 높일 수 있는 것을 적용하여야 한다.

3.1.2 슛크리트

- (1) 슛크리트 설계 시 고려사항

- ① 설계목적에 적합한 조기강도와 장기강도
- ② 지반강도와 지보재로서의 기능
- ③ 배합재료의 품질과 조달의 용이도
- ④ 시공성과 슛크리트 타설작업의 숙련도

- (2) 슛크리트에 물을 혼합하는 방법에 따라 건식과 습식으로 구분하며 필요에 따라 강 또는 기타 재질의 섬유(Fiber)등과 같은 재료를 혼합하여 사용할 수 있다.
- (3) 타설된 슛크리트가 자중으로 인하여 박리될 가능성이 있는 경우 또는 슛크리트의 인장강도 및 전단강도 등 인성을 향상시키기 위하여 철망을 사용할 수 있다. 단, 강섬유 또는 기타 재질의 섬유를 혼합한 슛크리트의 경우는 철망을 생략할 수 있다.

3.1.3 록볼트

- (1) 록볼트 재질과 형상은 소요 강도 이상을 가지는 이형봉강으로 제작하는 것을 원칙으로 하나, 강관, 팽창성 강관, 케이블볼트 및 이와 동등한 성능을 가지는 섬유강화 복합재료와 같은 기타 소재의 록볼트도 사용할 수 있으며 해석, 실험 등의 방법을 통해 재질의 적정성을 검토하여야 한다.
- (2) 록볼트의 재질은 원지반 조건 및 사용 목적을 고려하여 정하여야 하며, 영구지보재로 사용하는 경우는 장기 내구성이 우수한 것이어야 한다.
- (3) 막장면 록볼트와 같이 설치 후 굴착조건에 따라 제거가 필요한 경우에는 용이하게 제거할 수 있는 재질을 사용할 수 있다.

3.2 재료 특성

3.2.1 강지보재

- (1) 강지보재의 재질은 연성이 크고 휨과 용접 등의 가공성이 양호하여야 한다.
- (2) H형강, U형강과 같은 강지보재의 재질은 KS D 3503에 규정된 SS275를 표준으로 하며 이와 동등 이상의 성능을 발휘하는 구조용 강재로 하여야 한다.
- (3) 격자지보형 강지보재의 재질은 항복강도가 500 MPa 이상인 용접구조용 강재를 적용하는 것을 표준으로 하며 이와 동등 이상의 성능을 발휘하고 부재 간 완전한 용접성능을 발휘할 수 있는 재질과 형상의 구조용 강재를 적용하여야 한다.
- (4) 강지보재의 재료는 강재를 표준으로 하되, 동등 이상의 성능이 발휘되는 재료를 사용할 수 있다.

3.2.2 슛크리트

- (1) 슛크리트용 시멘트는 보통 포트랜드 시멘트를 사용하는 것을 원칙으로 하되 현장조건에 따라 변경 적용할 수 있다.
- (2) 잔골재에는 입경 0.1 mm 이하의 세립물이 포함되지 않아야 하고, 굵은 골재의 최대 치수는 10 mm 이하가 되어야 한다.
- (3) 슛크리트는 필요한 강도와 내구성이 확보되고 부착성과 시공성이 양호하며, 재령 1일 압축강도가 10 MPa 이상, 재령 28일 강도가 21 MPa 이상 되도록 배합설계하여야 한다. 단, 고강도 슛크리트의 경우 재령 28일 강도가 35 MPa 이상이 되도록 배합설계하여야 한다.
- (4) 강섬유보강 슛크리트는 설계 휨강도와 휨인성을 만족하여야 한다. 이때 재령 28일의 강섬유보강 슛크리트의 휨강도는 4.5 MPa 이상, 그리고 휨인성을 나타내는 등가휨강도는 3.0 MPa 이상이어야 한다. 강섬유 이외의 기타 섬유를 적용할 경우에는 상기 강섬유보강 슛크리트의 성능기준 이상을 발휘할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (5) 슛크리트의 조기강도 발현을 위하여 급결제를 사용할 수 있으며 이때 사용되는 급결제의 사용량은 환경과 압축강도를 고려하여 시공조건(기온, 지반조건, 용출수 등), 사용재료, 급결제의 재질과 특성을 고려하여 적용하여야 한다.
- (6) 급결제 선택 시 고려사항
 - ① 콘크리트의 응결경화를 촉진하여야 한다.
 - ② 장기강도의 저하가 적어야 한다.
 - ③ 부착성이 우수하여야 한다.
 - ④ 강지보재를 사용하는 경우는 강재를 부식시키지 말아야 한다.
 - ⑤ 사용상의 안전성을 확보하여야 한다.

- (7) 장대터널에서는 콘크리트 배합부터 슛크리트 타설까지 상당한 시간이 소요되어 작업성이 저하될 수 있으므로 감수제의 사용을 검토하여야 한다.
- (8) 슛크리트의 강도 증진을 위하여 혼화제를 사용할 경우에는 실리카 흙, 메타카올린 및 플라이애쉬와 같은 미분말 혼화제를 적용할 수 있다.
- (9) 굴착면의 자립이 어렵고 슛크리트 타설 시 박리가 발생하는 경우에는 지반과의 부착을 증진시키기 위하여 개구크기와 철선지름이 작은 철망을 적용할 수 있다.
- (10) 철망 적용 시 고려사항
- ① 철망은 종방향 및 횡방향으로 겹이음을 실시하되 터널 종방향으로는 100 mm, 횡방향으로는 200 mm 이상의 이음장을 표준으로 하되 현장조건에 따라 증감할 수 있다.
 - ② 1차 철망의 경우 횡방향 2격자(200 mm 이상), 종방향 1격자(100 mm 이상), 2차 철망의 경우 종·횡방향 공히 2격자(200 mm 이상)로 적용한다.
 - ③ 철망을 사용하는 경우 철망은 KS D 7017에 규정된 용접철망을 사용하여야 하며, 철망의 지름은 5 mm 내외, 개구크기는 100 × 100 mm 또는 150 × 150 mm인 철망을 표준으로 하되 현장조건에 따라 변경할 수 있도록 설계하여야 한다.

3.2.3 록볼트

- (1) 록볼트 재질 및 강도는 한국산업규격(KS)에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 록볼트는 항복강도 350 MPa 이상의 강재로서 재질의 인장강도와 연신율이 커서 취성 파괴가 발생하지 않는 재료이어야 하며, 원지반 조건과 사용목적에 따라 봉강, 케이블볼트, 강관 및 섬유강화 복합재료를 적용할 수 있다.
- (3) 케이블볼트의 재질과 형상은 원지반 조건과 사용 목적에 따라 정하여야 하며, 재질은 공칭지름 12.7 mm 이상의 7연선으로 인장강도와 연신율이 큰 것이어야 하고, 1본의 케이블볼트가 지탱하는 소요 강도에 따라 다양한 형상의 케이블볼트를 적용할 수 있다.
- (4) 지압판은 록볼트와 슛크리트를 일체화시키는 역할을 담당하며, 예상되는 응력에 대하여 충분한 면적과 강도를 갖는 것이어야 한다. 지압판 두께는 6 mm를 표준으로 하되 팽창성 지반의 경우는 9 mm 이상을 적용하여야 한다.

3.3 품질 및 성능시험

내용 없음

4. 설계

4.1 설계일반

- (1) 터널의 지보는 원지반의 지보능력을 적극적으로 활용함을 원칙으로 하며, 지보재는 주변의 지반거동 특성에 부합되도록 설계하여 시공 중이나 완공 후에도 터널의 안정성을 유지할 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 지보재는 터널 내부에서의 작업효율성과 안정성을 고려하여 설계하여야 한다.
- (3) 지보재는 굴착지반을 조기에 안정시키며, 지반굴착에 의한 영향이 인접구조물의 안정성을 해치지 않도록 설계하여야 한다.
- (4) 지보재는 주지보재와 보조지보재로 구분하여 설계하여야 한다. 주지보재는 강지보재, 슛크리트 및 록볼트로 구성되며, 보조지보재는 굴착 용이성과 안정성 증진을 목적으로 주지보재에 추가하여 시공하는 봉강, 강관, 막장면 슛크리트, 막장면 록볼트, 지반 및 차수 보강재 등으로 구성된다.
- (5) 지보재의 설계 시에는 지반의 분류등급과 해당 지보재의 선정에 대한 기준을 제시함으로써, 시공 시 지반조건이 설계 시의 예측조건과 상이할 경우 적합한 지보재의 종류와 물량으로 변경할 수 있도록 하여야 한다.
- (6) 지반분류에 의한 표준지보패턴 설계를 원칙으로 하되, 대규모 단층대, 함수미고결층, 3차로 이상의 대단면, 석회암층 통과부 및 기타 풍화가 용이한 암반층과 같은 구간에서는 별도의 지보패턴을 설계하여야 한다.
- (7) 지질이 양호한 암반인 경우에는 지보재가 필요하지 않을 수도 있으며, 연약한 암반의 경우에는 지보재의 간격을 좁게 하고 버팀대나 흠막이판 등을 설치하여 암석이 떨어지는 것을 방지할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (8) 터널 시공 시 지보재는 터널의 수명기간동안 터널 주변의 응력이나 변위 상태 등과 상호 연합하여 일체로 거동하여 터널의 안정성을 영구적으로 보장해 주도록 설계하여야 한다. 즉, 지보재는 터널의 굴착으로 인하여 발생하는 새로운 응력상태에 대하여 터널 주변 지반과 일체가 되어 안정된 상태에 도달하도록 설계하여야 한다.
- (9) 터널 주변 지반의 거동이 지표 및 지중의 주변 구조물에 영향을 미칠 위험이 있는 경우에는 터널 굴착의 영향을 최소화할 수 있는 지보재의 규격과 시공순서를 결정하여야 한다.

4.2 강지보재

4.2.1 강지보재의 설계

- (1) 강지보재는 취약한 지반조건에서 터널굴착 초기의 안정성을 확보하기 위한 지보재 중의 하나로서, 산정된 작용하중을 부담할 수 있도록 사용강재 치수, 설치간격을 결정함과 동시에 슛크리트와 일체가 되어 지보기능을 유리하게 발휘할 수 있도록 설계하여야 한다.

- (2) 강지보재는 이음부가 적고, 예상되는 외력과 기타조건에 대하여 유리한 형상을 가지며 시공 상 편리한 것이어야 한다.
- (3) 강지보재는 다음의 기능이 요구될 때 적용하여야 하며, 강지보재의 역할이 필요 없는 경우에는 생략할 수 있다.
 - ① 슛크리트 또는 록볼트의 지보기능이 발휘되기까지 굴착면의 조기 안정 도모와 슛크리트 강성 증대
 - ② 막장면 휘폴링(Forepoling) 또는 경사볼트 등 보조공법의 반력지지점
 - ③ 큰 지압으로 인한 지보재의 강성 증대
 - ④ 지표침하를 포함한 지반변위의 억제
- (4) 강지보재는 슛크리트 또는 록볼트와 같은 지보재와 일체가 되어 소요의 지보기능을 발휘하도록 경험적 방법 또는 수치해석적 방법을 통하여 규격과 배치간격을 정하여야 한다.
- (5) 강지보재의 이음은 시공순서와 시공성을 고려하여 이음개소가 최소가 되도록 정하되, 강지보재가 제거되거나 추가이음이 요구되는 곳에는 시공이 가능하도록 설계에 반영하여야 한다.

4.2.2 강지보재의 이음과 설치 간격

- (1) 강지보재는 운반, 거치 및 시공성을 고려하여 분할 제작하는 것을 원칙으로 하되, 이음개소를 최소화하고 강지보재 연결체결부는 일반부와 동등이상의 강도 등 기준을 만족하는 성능을 발휘하여야 한다. 특히, 구조적으로 불리한 위치에서의 이음은 가능한 한 피하도록 하여야 한다.
- (2) 팽창성 지반 등과 같이 내공변위가 크게 발생하는 지역에서는 강지보재의 이음을 가축 변형이 허용되는 조인트구조로 할 수 있다.
- (3) 강지보재의 설치간격은 지반특성, 사용 목적 및 시공방법을 고려하여 정하여야 한다.
- (4) 상반과 하반으로 나누어 굴착하는 경우 지반조건에 따라 상부 강지보재의 수직 지지점 확보가 가능하도록 조치한 후 하반의 강지보재를 일부 생략할 수 있다.

4.2.3 강지보재의 간격재와 바닥판 받침

- (1) 슛크리트에 의하여 강지보재가 고정되기 전까지 전도를 방지하기 위하여 강지보재 사이에 횡방향으로 간격재를 일정 간격으로 설치하여야 한다. 이때 간격재의 형상은 슛크리트의 일체화에 저해되는 형상을 사용하여서는 안 되며 그 설치간격은 2.0 m 이 내를 표준으로 하되 현장조건에 따라 조정할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 강지보재 하단에는 바닥판을 붙이고 필요에 따라 받침을 설치하여 충분한 지지력을 확보할 수 있도록 하여야 한다

- (3) 강지보재 바닥판 받침으로는 철근콘크리트 블록, 강판, H형강, 격자지보와 같은 재료를 사용할 수 있으며 강지보재에 작용하는 하중이 큰 경우에는 필요에 따라 작용하중을 감당할 수 있는 바닥보강 콘크리트를 검토 적용하여야 한다.

4.2.4 연직갱의 강지보재

- (1) 연직갱 강지보재의 크기와 간격 결정시 연직갱단면의 크기 및 지반조건 등을 고려하여야 하며, 지반이 양호한 경우에는 강지보재를 록볼트와 슛크리트로 대체할 수 있다.

4.2.5 경사갱의 강지보재

- (1) 경사갱 강지보재는 경사갱의 직각방향, 연직방향, 직각방향과 연직방향의 중간방향으로 설치할 수 있으며 초기응력과 지반상태를 고려하여 가장 적합한 방법을 선택하여야 한다.

4.3 슛크리트

4.3.1 슛크리트의 설계

- (1) 슛크리트 설계 시 고려사항

- ① 슛크리트는 일반 슛크리트와 고강도 슛크리트로 구분할 수 있다.
- ② 지반과의 부착과 자체전단 저항효과로 슛크리트에 작용하는 외력을 지반에 분산시키고, 터널주변의 붕락하기 쉬운 암괴를 지지하며, 굴착면 가까이에 지반아치가 형성될 수 있어야 한다.
- ③ 횡압축과 축력에 의한 저항효과로 주변 원지반에 내압을 가함으로써, 굴착면 주변 지반을 3축응력 상태로 유지시켜 지반강도 저하를 방지할 수 있어야 한다.
- ④ 강지보재 또는 록볼트에 지반압을 전달하는 기능을 발휘할 수 있어야 한다.
- ⑤ 굴착된 지반의 굴곡부를 메우고 절리면 사이를 접촉시킴으로써 응력집중현상을 피할 수 있어야 한다.
- ⑥ 굴착면을 피복하여 풍화방지, 지하수 및 세립자 유출 등을 억제할 수 있어야 한다.
- ⑦ 슛크리트를 최종 마감재로 설계할 경우, 슛크리트 라이닝이 최종 노출면이 될 수 있으므로 필요한 경우에는 화재에 대한 안전성 확보와 누수에 대한 대책을 수립하여야 한다.
- ⑧ 슛크리트를 영구지보재로 설계할 경우에는 소요의 두께와 타설층별 기능확보를 위해 각 층별로 다른 성능의 슛크리트를 적용할 수 있다.
- ⑨ 슛크리트를 영구지보재로 설계할 경우에는, 조명설비, 환기설비 및 기타 부대설비를 고정시킬 수 있도록 슛크리트의 강도와 부착성능을 확보하여야 한다.

4.3.2 슛크리트의 특성

- (1) 설계 목적과 기준에 부합하는 강도를 확보하여야 한다.
- (2) 조기에 강도를 발휘할 수 있어야 한다.
- (3) 지반과의 부착성을 확보하여야 한다.
- (4) 내구성을 확보하여 터널의 공용기간 동안 소요의 기능을 발휘할 수 있어야 한다.
- (5) 반발률(Rebound)과 분진 발생량을 최소화하여야 한다.
- (6) 평활한 타설면을 확보하여 방수와 배수시공이 용이하여야 한다.

4.3.3 슛크리트의 최소 설계두께

- (1) 터널의 지보재로 사용되는 슛크리트의 최소 두께는 사용 목적, 지반조건, 단면의 크기, 지보재 안정성 및 시공성을 고려하여야 하며, 50 mm 이상으로 하는 것을 원칙으로 하되 현장조건에 따라 조정할 수 있도록 설계하여야 한다.

4.3.4 고강도 슛크리트

- (1) 고강도 슛크리트의 적용 범위
 - ① 콘크리트라이닝을 설치하지 않는 경우
 - ② 터널의 조기 안정화가 요구되는 경우
 - ③ 장기내구성이 요구되는 목적구조물로서 활용되는 경우
 - ④ 대단면 터널에서 슛크리트 두께 축소를 목적으로 하는 경우
 - ⑤ 안정성, 시공성, 경제성 향상을 목적으로 하는 경우

4.4 록볼트

4.4.1 록볼트의 설계

- (1) 록볼트 설계 시에는 시공성과 시공기간을 고려하여 록볼트의 시공재료, 항복하중 및 정착방법을 검토하여야 한다.
- (2) 록볼트 설계 시에는 록볼트의 작용 효과가 사용 목적에 적합하게 발휘되도록 지반상태, 불연속면의 분포 및 용출수를 고려하여야 한다.
- (3) 록볼트의 작용 효과
 - ① 봉합작용: 이완된 압괴를 이완되지 않은 원지반에 고정하여 낙하를 방지하는 기능이다.
 - ② 보형성작용: 터널주변의 층을 이루고 있는 지반의 절리면 사이를 조여 줌으로써 절리면에서의 전단력의 전달을 가능하게 하여 합성보로서 거동시키는 효과이다.

- ③ 내압작용: 록볼트의 인장력과 동등한 힘이 내압으로 터널 벽면에 작용하면 2축응력 상태에 있던 터널주변 지반이 3축응력 상태로 되는 효과가 있으며, 이것은 3축 시험 시 구속력(축압)의 증대와 같은 의미를 가지며 지반의 강도 혹은 내하력 저하를 억제하는 작용을 한다.
- ④ 아치형성작용: 시스템 록볼트의 내압효과로 인하여 굴착면주변의 지반이 내공 측으로 일정하게 변형하는 것에 의하여 내하력이 큰 아치를 형성한다.
- ⑤ 지반보강작용: 지반 내에 록볼트를 설치하면 지반의 전단 저항능력이 증대하여 지반의 내하력을 증대시키고 지반의 항복 후에도 잔류강도 향상을 도모한다.
- (4) 록볼트의 작용효과 중, 특히 봉합작용이 강조되어 인장력이 발생하는 경우는 소요의 인발내력에 대하여 충분한 안전율을 갖는 재질과 형상의 록볼트를 채택하여야 한다.
- (5) 록볼트의 재질, 지압판, 정착형식 및 정착재료 선정시에는 그 시공성을 고려하여야 한다.
- (6) 굴착으로 인한 응력해방에 따라 내공변위가 크게 발생하는 경우에는 선단정착형 또는 혼합형의 록볼트 형식으로 프리스트레스를 도입할 수 있다. 프리스트레스를 도입하는 경우에는 도입된 프리스트레스가 지속적으로 유지될 수 있는 지반조건이어야 하며, 프리스트레싱에 의한 록볼트의 응력이 항복강도의 80% 이내가 되어야 한다.
- (7) 대단면 터널, 터널 교차부와 같이 8 m 이상의 긴 록볼트를 설치할 필요가 있는 경우에는 시공성을 고려하여 록볼트와 함께 케이블볼트를 조합하여 설계할 수 있다
- (8) 케이블볼트의 재질과 형상은 원지반 조건과 사용 목적에 따라 정하여야 하며, 배치와 길이는 록볼트의 설계기준을 준용하되 충전재 미채움으로 인한 공극을 고려하여 록볼트 설계기준에 준하여 결정된 길이에 최소 2 m를 추가하여야 한다.
- (9) 슛크리트와 강지보재와 같은 지보재와 병용하는 경우에는 각각의 지보효과를 고려하여 종합적인 지보 기능을 평가한 후 록볼트를 설계하여야 한다.
- (10) 록볼트의 작용 효과를 장기적으로 기대하는 경우에는 부식에 대한 검토가 필요하며, 특히 온천이나 산성 용출수가 존재하는 강산성 지반과 해수의 영향을 받는 지역에서는 내부식성 재료를 사용하거나 부식방지 대책을 계획하여야 한다.
- (11) 록볼트는 지반 자체가 강도를 발휘하도록 지반을 도와주는 지보재의 일종으로서, 록볼트의 선정 시에는 지반의 강도, 절리, 균열의 상태, 용출수 상황, 천공경 확보의 용이성, 정착의 확실성을 고려하여야 한다.
- (12) 용출수로 인해 정착력 확보가 어려운 경우 물빼기공을 설치하거나 급결제를 적용하여 정착재의 유실을 방지하도록 설계하여야 하며, 필요한 경우 팽창성 강관 록볼트와 같은 마찰형 록볼트를 적용할 수 있다.

4.4.2 록볼트 정착방법

- (1) 록볼트의 정착방법으로는 선단정착형, 전면접착형 및 혼합형 등이 있으며 사용 목적, 지반조건, 시공성 및 경제성을 고려하여 정착방법을 선정하여야 한다.
- (2) 정착재료는 시멘트계와 수지계를 현장 여건에 따라 사용할 수 있다. 설치위치에 따라 정착재료의 흘러내림을 최대한 방지하도록 설계하여야 한다.
- (3) 지반이 연약하여 공벽의 자립이 어려울 것으로 예상되는 경우에는 자천공형 록볼트를 검토 적용할 수 있다.
- (4) 긴급한 록볼트 기능 도입이 요구되는 경우에는 마찰력을 즉시 발휘시킬 수 있는 구조의 록볼트를 적용하도록 설계하여야 한다.
- (5) 록볼트의 정착재료로는 보통 포트랜드 시멘트를 적용하는 것을 원칙으로 하며, 모래는 최대 직경이 2 mm 이하의 입도가 양호한 모래를 적용하도록 설계하여야 한다.

4.4.3 록볼트의 배치와 길이 선정

- (1) 록볼트는 굴착에 따라 영향을 받는 영역을 보강하도록 배치하는 것을 원칙으로 하되 현장조건에 따라 조정하도록 설계할 수 있다. 또한 록볼트의 적정 설치 위치와 시공 여부 판단을 위한 검측방법을 설계에 적용할 수 있다.
- (2) 록볼트의 배치와 길이는 그 사용 목적, 지반조건, 터널단면의 크기와 형상, 굴착공법 및 절리의 간격을 고려하여 지반 자체의 지보능력을 원활히 발휘할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (3) 록볼트의 배치는 지반의 부분적인 붕괴를 방지하기 위한 랜덤 볼트(Random bolt) 방식과, 규칙적으로 배치하여 자연지반아치를 형성시키는 시스템 볼트(System bolt) 방식이 있다. 록볼트의 길이는 터널 주변의 이완영역보다 길게 하여 불안정영역을 충분히 지지할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (4) 록볼트를 일정한 간격으로 배치할 필요가 있는 경우에는 굴착면에 직각으로 타설하는 것을 원칙으로 하고, 인접한 록볼트 간에는 상호작용 발휘가 가능하도록 배치하여야 한다. 단, 절리가 발달하였으나 암질이 양호한 불연속면을 관통하는 경우에는 절리면의 방향을 고려하여 록볼트를 설치하도록 설계하여야 한다.
- (5) 록볼트를 조기에 타설할 필요가 있는 경우나 천공장비의 진입이 어려운 경우에는 터널 진행방향으로 경사진 록볼트로 설계할 수 있다.
- (6) 록볼트의 길이는 양호한 지반에서는 설치간격의 2배를 표준으로 함을 원칙으로 하고 굴착단면의 크기, 이완영역의 발달깊이, 1회 굴진장 및 암반의 절리 상태에 따라 조정할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (7) 터널 상부에 강관보강공법이 적용된 구간에서 록볼트에 의한 보강효과를 얻을 수 없

거나, 그 효과가 매우 저감되는 경우에는 지반조건을 면밀히 검토한 후 록볼트를 생략할 수 있다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
김동규	한국건설기술연구원	박치면	에스코컨설팅
이강현	한국도로공사		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김낙영	한국도로공사
김기현	한국건설기술연구원	김영근	(주)건화
김희석	한국건설기술연구원	배상훈	SH 엠앤씨
류상훈	한국건설기술연구원	유한규	한양대학교
원훈일	한국건설기술연구원	이성원	한국건설기술연구원
이상규	한국건설기술연구원	이용주	서울과학기술대학교
이승환	한국건설기술연구원	이호성	(주)지윤이앤씨
이용수	한국건설기술연구원	정상준	(주)에스코컨설팅
주영경	한국건설기술연구원	천대성	한국지질자원연구원
최봉혁	한국건설기술연구원	최해준	수성엔지니어링
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김상철	(주)삼안	문인기	엠플러스이앤씨(주)
김성수	한국토지주택공사	신중호	한국지질자원연구원
김영근	(주)건화	정평기	(주)화인씨이엠테크
류은영	(주)태암엔지니어링		

소관부처

성명	소속	성명	소속
양희관	국토교통부 도로건설과	최영록	국토교통부 도로건설과
김로타	국토교통부 도로건설과		

(분야별 가나다순)

KDS 27 30 00 : 2023 터널 지보재

2023년 9월 12일 개정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국터널지하공간학회
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호 (사)한국터널지하
공간학회
Tel : 02-3465-3663 E-mail : ktastaff@hanmail.net
<https://www.tunnel.or.kr/>

작성기관 한국터널지하공간학회
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호 (사)한국터널지하
공간학회
Tel : 02-3465-3663 E-mail : ktastaff@hanmail.net
<https://www.tunnel.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>