

KCS 11 70 05 : 2020

네일

2020년 8월 18일 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 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 가설공사 표준시방서, 공동구 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.05)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 70 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.06)
KCS 11 70 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.07)
KCS 11 70 05 : 2020	• 인발시험에 대한 횡수 기준 제시 및 건설기준 코 드작성지침을 준용하여 개정함	개정 (2020.08)

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

개 정 : 2020년 8월 18일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
 작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
2. 자재	1
2.1 재료	1
3. 시공	2
3.1 시공조건확인	2
3.2 시공기준	3
3.3 시공허용오차	6
3.4 현장품질관리	6



1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면을 보강하는 네일공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
- KS D 3505 PC 강봉

1.3 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 네일

- (1) 네일에 사용하는 이형봉강은 KS D 3504 (철근콘크리트용 봉강) 7002 및 KS D 3505 에 부합하는 PS 강재를 사용하는 것이 바람직하다. KS표준이 없는 재료에 대해서는 공인 인증시험기관에서 시험하여 인증된 재료와 동등한 절차에 의해 재질의 적합성을 인정하여 품질이 보증된 것을 사용한다.
- (2) 네일강재의 부식이 향후 구조체의 안정에 영향을 줄 우려가 있을 경우 아연도금 또는 동등 이상의 방식처리가 된 것을 사용한다.
- (3) 네일은 그 자체에 결함이 없어야 하며 그라우트와의 부착이 양호하여야 하므로 유해한 흙, 기름 등을 제거한 후에 사용하여야 한다.

2.1.2 정착판

- (1) 정착판은 네일에 발생하는 하중을 장기적으로 견딜 수 있는 재료를 사용한다.
- (2) 정착판의 면적은 150 mm × 150 mm 이상의 것을 사용한다. 정착판의 두께는 9 mm 이상의 것을 사용하되, 팽창성 지반 또는 정착판 면적이 300 mm × 300 mm 이상인

경우에는 12 mm 이상의 것을 사용한다. 네일과 정착판이 직각으로 되지 않더라도 너트 체결에 문제가 없는 각도 조절이 가능한 구조로 된 것을 사용한다.

(3) 정착판은 부식방지를 위하여 아연도금 또는 동등 이상의 방식처리가 된 것을 사용한다.

2.1.3 그라우트

- (1) 그라우트 주입용 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강시멘트 사용을 기본으로 하고 필요에 따라 혼화제를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거치고 공사감독자에게 승인을 받은 후에 사용하여야 한다.
- (2) 그라우트는 네일에 발생하는 하중을 주면지반에 전달시킴과 동시에 부식 물질의 침입으로부터 네일을 보호하는 역할을 하며, 필요한 강도와 내구성을 갖고 네일과 지반 사이의 틈이 꼭 채울 수 있는 성질을 갖고 있어야 한다.
- (3) 그라우트는 28일 강도가 약 24 MPa 정도 확보되도록 배합설계하며 물-시멘트비(W/C)가 40% ~ 50% 범위가 되도록 한다. 조기에 강도를 확보하고 네일과 지반사이의 틈을 꼭 채우기 위하여 급결재 및 팽창재 등 혼화제를 사용할 수 있다. 앞의 물-시멘트비 범위는 일반적인 그라우트 재료의 요구조건을 만족시키지만 시공성을 손상시키지 않는 범위라면 물-시멘트비를 작게 할수록 그라우트의 품질이 높아지므로 유동화제나 감수제 등의 혼화제를 사용할 수 있다.
- (4) 그라우트에 사용되는 물은 기름, 산, 염류 그리고 유기물 등 그라우트 품질에 영향을 미치는 물질의 유해량을 포함해서는 안 된다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

3.1.1 지반조건의 확인

- (1) 네일공사 시공에 앞서 설계도서에 명시된 지반조건과 실제 현장의 지반조건이 일치하는지를 확인하고, 일치하지 않거나 설계도와 같이 시공하는 것이 부적당 하다고 판단될 경우는 즉시 설계변경 등의 대책을 강구하여야 한다. 또, 깎기면이 연약한 부분에 대한 제거 또는 보강 등 별도의 처리를 요하는 경우 공사감독자의 지시를 따른다.

3.1.2 시공계획서 및 도면

- (1) 네일의 설치범위, 시공구간과 시공일시를 포함하는 일정계획, 시공순서 및 시공방법, 인원 및 장비계획, 자재반입계획 등을 검토하여야 한다.
- (2) 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 해당분야 특급기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서 등을 검토하여야 한다.
- (3) 네일공과 주변구조물과의 공간관계 및 옹벽상부의 토공 마무리계획을 포함하는 부위별 횡단면도 등을 검토하여야 한다.

- (4) 설치지반의 지형을 고려하여 작성한 시공전개도(종단면도) 등을 검토하여야 한다.
- (5) 가장자리 부분, 꺾이는 부분, 경사가 변하는 부분, 곡선구간 등에 대한 설치세부도를 검토하여야 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 깎기

- (1) 네일시공에서 깎기면은 본체구조물로 이용되는 경우가 많으므로 정확한 위치와 형상으로 깎기를 시행할 필요가 있으며, 토질에 따라 지반이 자립할 수 있는 깎기 깊이, 주입 그라우트나 콘크리트 뿔어붙이기가 소요의 강도를 얻기 위한 양생기간 등을 고려하여 깎기 깊이 및 다음 단계의 깎기 시기 등을 결정하여야 한다.
- (2) 지반조건에 따라 다르지만 일반적으로 토사지반에서 단계별 연직 깎기깊이는 최대 2 m로 제한하고 그 상태로 최소한 1~2일간 자립성을 유지할 수 있는 범위에서 깎기깊이를 유지할 수 있어야 한다.
- (3) 깎기는 비탈면 상부에서부터 시행하되 네일 설치 단계로 깎기와 네일 설치를 반복하면서 하향으로 시공한다. 1개단 깎기의 기준선은 상단 네일과 직하단 네일 사이의 중간선으로 한다.
- (4) 지층 중간에 대수층이나 점착력이 없는 사질층이 있거나 연약한 지층이 있어 자립이 곤란할 경우에는 미리 보강재를 삽입하거나 턱(Berm)을 두는 방법, 기성패널을 이용하는 방법 등을 사용하는 것이 효과적이다.
- (5) 깎기 중에 깎기면의 일부가 붕괴된 경우에는 붕괴규모에 따라 비탈면의 안정을 확보할 수 있도록 별도의 대책을 수립하여 시공하여야 한다.

3.2.2 천공 및 네일의 삽입

- (1) 천공 시에는 주변 시설물의 유동이나 지반이 심하게 교란되지 않도록 유의하여야 한다.
- (2) 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등의 시설물을 충분히 조사한 후 현장조건에 맞는 천공장비를 선택하여 천공하여야 한다. 통상 압축공기를 이용하는 천공장비를 이용하는 것이 효과적이거나 점성토 지반이나 느슨한 매립토 지반의 경우 유압식 천공장비를 이용하거나 네일링 전용 천공장비를 이용하여야 한다.
- (3) 천공은 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이 및 방향에 따르도록 하여야 하며, 천공 각도는 설계도서에 제시된 값을 준수하여야 하고 천공된 구멍은 최소한 나공 상태로 수 시간은 유지되어야 한다. 공벽이 유지되지 않을 경우 케이싱을 사용하여야 한다.
- (4) 천공은 깎기 후 바로 천공하는 방법과 깎기면의 안정을 위하여 천공 전에 콘크리트 뿔어붙이기 작업을 실시한 후에 천공하는 방법이 있다. 천공 전 뿔어붙이기의 경우 천공에 의해 콘크리트 뿔어붙이기면의 균열 등이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.
- (5) 천공이 완료된 후에는 네일을 삽입하기 전에 공내부에 이물질 존재여부를 확인하여 이물질이 남아있을 경우 반드시 공 내부를 청소하여야 한다. 공내부의 청소 시에는

- 공벽이 붕괴될 염려가 있으므로 가급적 물을 사용해서는 안 되며, 유압공기에 의하여 이물질이 공의 끝으로 밀어내거나 갈퀴 등으로 긁어내야 한다.
- (6) 네일은 이음매가 없이 한 본을 그대로 사용하는 것이 좋지만 삽입길이가 길어 어쩔 수 없이 연결을 하여야 하는 경우에는 커플러 연결 또는 용접연결을 할 수 있다. 커플러를 사용하여 연결할 경우에는 커플러 연결을 위한 가공나사 가공으로 보강재 단면이 줄어들지 않도록 하여야 하며, 커플러의 재질은 보강재의 재질과 동등이상의 강도를 가져야 하며, 인장력의 손실이 없는 구조로 된 것을 사용하여야 한다.
- (7) 네일은 삽입 시에 천공장의 중앙에 위치하도록 하기 위하여 스페이서를 사용하여야 하며, 스페이서는 PVC 파이프를 천공경에 맞게 변형하거나 전용 스페이서를 사용하여야 한다. 스페이서의 설치 간격은 2.5 m 이내로 하며, 최소 2개 이상을 설치하여야 한다.

3.2.3 그라우트 주입

- (1) 시멘트 페이스트의 배합은 강도, 물-시멘트비(W/C), 혼화재 등이 설계도서에서 제시된 값 이상이어야 하고 급결재 및 팽창재의 사용이 필요한 경우가 많으며 이때는 반드시 시험배합을 통해 배합비를 결정하여야 한다.
- (2) 네일을 설치하고 그라우트 주입을 시행한다. 이때 시멘트 페이스트는 공의 내부로 무압으로 주입하며 케이싱을 설치한 경우 케이싱을 회수하고자 할 때에는 주입이 끝난 후 완전히 굳기 전에 공벽이 무너지지 않도록 하며 케이싱을 제거하여야 한다.
- (3) 그라우트 주입시 압력을 가하는 경우 지반 상태에 따라 할렬 균열 발생 등으로 인하여 오히려 비탈면 안정에 심각한 상황을 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다. 그러므로 시공 전에 지반 상태의 변화시마다 시험시공을 통하여 적정 최대주입압력에 대하여 검증한 후 공사감독자의 승인을 받아 시공하여야 한다.
- (4) 그라우트 주입은 공 내부를 완전히 충전하도록 하여야 하며 그라우트가 주변지반에 침투되는 정도에 따라 수차례에 걸쳐 실시하여야 한다. 건조한 토사지반일수록 주입횟수를 충분히 하며, 최종적으로 공입구부에서는 그라우트가 흘러넘치지 않도록 형겅이나 마개 등으로 막고 주입하여야 한다.
- (5) 주입호스는 최소 2개 이상을 설치하고 1차 주입호스 말구는 천공구명 최저부에 위치토록 하며 또 하나의 호스는 공입구에서 공길이의 3/4 정도의 위치에 말구를 위치토록 하여 2차 이후의 주입을 실시하도록 한다. 이때 주입호스가 구분이 되도록 표시를 하여 관리하도록 한다.
- (6) 1차 그라우트 주입은 공저부로부터 공입구로 그라우트가 흘러넘칠 때까지 실시하고 3~4시간 경과 후마다 수차례 주입을 실시하고 최종주입은 공입구에서 흘러 넘도록 한다.
- (7) 주입이 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생기간이 최소 1주일정도 소요되므로 이 기간 내에는 네일에 인장 또는 충격이 가해지는 일이 없도록 하여야 한다. 그러나 급결재를 사용하는 경우 소요강도의 80%에 도달하면(약 1~3일) 실험결과를 토대로 다음 단계의 작업을 실시할 수 있다.
- (8) 지반에 균열이나 간극이 많으면 그라우트의 침투로 예정된 양보다 많이 소요될 염려

가 있으므로 네일에 형깊 패커를 설치한 후에 그라우트 주입을 실시하거나 모르타르나 혼화재 등을 사용하는 방안을 검토하는 것이 좋다.

3.2.4 정착판의 설치

- (1) 정착판 설치 전에 정착판 설치면 하부의 네일이 노출되지 않도록 천공 구멍에 추가로 그라우트 페이스트 충전 또는 모르타르 바르기를 하여야 하며, 네일두부와 전면벽체는 일체화되도록 고정시킨다.
- (2) 전면벽체를 시공하지 않을 경우에는 정착판과 비탈면에 공간이 생기지 않도록 모르타르 등으로 충전하여 정착판과 맞닿는 면을 평탄하게 하고, 렌치 등의 기구로 너트를 견고하게 조여 너트가 풀리지 않도록 하여야 한다.

3.2.5 전면벽체의 시공

- (1) 전면벽체는 콘크리트 뿔어붙이기, 콘크리트 벽체, 콘크리트 격자블록 등으로 인접된 네일두부들끼리의 연결이 확실히 되도록 시공한다.
- (2) 전면벽체를 콘크리트 뿔어붙이기로 시공할 경우는 KCS 11 73 10 콘크리트 뿔어붙이기에 정하여진 대로 시공하여야 한다.
- (3) 콘크리트 벽체, 콘크리트 격자블록 전면벽체는 철근으로 보강하고, 콘크리트 뿔어붙이기를 전면벽체로 사용할 경우에는 최소 $\phi 4.8 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 이상의 와이어메쉬 등을 사용하여 보강하여야 한다.
- (4) 콘크리트 뿔어붙이기를 전면벽체로 시공할 경우 와이어메쉬에 추가하여 네일두부를 서로 연결하기 위하여 인접한 네일 간에 최소한 D16 이상의 철근 2가닥을 사용하여 네일의 상하좌우를 묶어 준다.

3.2.6 배수시설

- (1) 배수시설은 계절에 따라 변하는 높은 지하수위와 예상치 못한 지하수의 흐름, 빗물의 침투 및 외부로부터의 갑작스런 물의 유입 등을 방지할 수 있어야 한다. 특히, 현장시공 시 깎기 후 노출되는 면을 확인하여 설계도서에 일정 간격이나 종류로 설치토록 되어있는 설치계획은 시공단계에서 필요부위에 집중하거나 필요치 않은 부위의 계획은 취소하는 검토단계를 거치도록 한다.
- (2) 일반적인 배수시설의 종류는 다음과 같으며 설계단계보다는 시공단계에서 여건에 맞는 배수시설이 선정되는 것이 합리적이다.
 - ① 가능한 배수시설과 연결된 물구멍
 - ② 지표면의 아래에 설치되는 구멍이 뚫린 파이프를 이루어진 배수관
 - ③ 콘크리트 뿔어붙이기와 지반 사이에 설치되는 배수시설(유공관, 배수용 부직포, 모래나 골재 등)
 - ④ 비탈면 상단부나 벽체위의 물흐름을 억제할 수 있는 시설(비탈면 내 표면배수로, 비탈면 선단배수로 등)

(3) 벽면 배수시설

- ① 지하수위가 높은 지반에서는 깎기 후 콘크리트 뿔어붙이기의 시공 전 반드시 필요한 배수시설을 해 주어야 하며, 배수시설의 종류는 위에 언급한 바와 같다.
- ② 배수관에서 유출된 물을 배출할 수 있는 배수를 설치해 주어야 한다.
- ③ 정착판과 지반사이에 설치되는 배수시설은 정착판에 돌출되는 물구멍과 일치되도록 설치하여야 한다.

- (4) 우기에는 빗물이 지반에 침투하여 깎기면이 붕괴할 우려가 있으므로 빗물이 스며드는 것과 우수가 깎기면으로 유입되는 것을 방지하기 위하여 차수시설을 해 주어야 한다.

3.3 시공허용오차

- (1) 네일은 소정의 위치까지 정확히 삽입하고 그라우트가 정착될 때까지 이동이 되지 않도록 주의하여야 한다. 일반적으로 설계도서상의 값에 천공각도는 $\pm 3^\circ$, 천공위치는 0.2 m 이내의 오차범위에 있어야 한다.

3.4 현장품질관리**3.4.1 인발시험**

- (1) 인발시험은 시험용 네일에 대하여 실시하는 인발시험(Pull-out test)와 설계도서에 표시된 시공네일에 대하여 실시하는 검증시험(Proof test)으로 나누어 실시하여야 한다.
- (2) 시험횟수는 보강면적이 800 m²까지는 최소 3회 실시하며, 보강면적이 300 m² 증가 시마다 1회 이상 추가적으로 실시한다. 상이한 지층 조건에서는 지층 조건별로 1회 이상이 되도록 고르게 선정하여 실시한다. 또한 보강면적이 800 m² 미만의 소규모 공사 또는 800 m² 이상 규모의 보강공사라 하더라도 현실적으로 시험이 불가능하거나 불합리한 경우는 감독자(또는 감리자)의 승인하에 시험을 생략할 수 있다. 이때는 보강 해석에서 네일의 극한인발저항력에 적용하는 안전율을 최소 3.0 이상 적용하여 보수적인 해석 결과를 사용한다.
- (3) 검증시험(Proof test)의 시험이 불가능하거나 현실적으로 불합리한 경우에 공사감독자의 검토에 의해 인발시험(Pull-out test) 결과만으로 대체할 수 있다.
- (4) 검증시험(Proof test)
 - ① 검증시험의 경우는 각층별로 시공된 네일 중 하나를 선정하여 실시하되 각층의 네일은 서로 엇갈리게 선정하는 것이 좋다.
 - ② 시험자는 실험을 하기 전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일이 그라우트에 대한 상대적인 변위의 발생량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.
 - ③ 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 하여야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출하여야 한다.
 - ④ 정착판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 0.15 m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3 m까지만 그라우트 주입을 실시하고 시험 후 재주입한다.

- ⑤ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.
- ⑥ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일끝의 변위에 대하여 실시한다.
- ⑦ 재하는 설계하중의 12.5 %, 25 %, , 125 %까지 단계별로 12.5 %씩 증가시키고, 시험 완료 후 압력을 서서히 제거하도록 한다.
- ⑧ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며 최대한 2분을 넘어서는 안 된다. 단, 설계하중의 50%에서는 예외적으로 지속시간을 10분으로 한다.
- ⑨ 하중이 지속되는 동안에 네일 끝의 변위는 1, 2, 3, 4, 5, 10분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 1분 ~ 10분마다 측정된 변위량이 2 mm 미만이면 다음 단계로 넘어간다.
- ⑩ 설계하중의 50 % 재하 시의 허용변위량(2 mm)이 10분 이내에 발생하는 경우에는 추가적으로 50분간을 더 지속한다. 이 때에는 15, 20, 25, 30, 45, 60분의 시간 간격으로 측정하며, 65분 측정 후에 다음 단계로 넘어간다.
- ⑪ 인발시험 결과가 설계 시에 가정한 값보다 작아지는 경우에는 시험결과에 의하여 설계를 변경하여야 한다. 인발시험이 끝난 네일은 콘크리트 뿔어붙이기 전면에서 절단한다. 공사감독자의 별도의 지시가 있는 경우나 현장조건이 열악했을 경우, 시험결과가 좋지 않았을 경우에는 추가시험을 실시하여야 한다. 시험이 끝난 후에는 네일정착 지지부 주변의 돌출부는 콘크리트 뿔어붙이기로 마감하여야 하며, 정착판은 교체하여야 한다.

(5) 인발시험(Pull-out test)

- ① 인발시험은 깎기가 완료된 후 네일 시공 전에 지반의 극한인발저항력을 확인하기 위한 시험으로 천공 및 네일 길이는 최소 2 m 이상으로 하고 변화하는 각 지층상에서 골고루 실시되도록 계획하여야 한다.
- ② 원위치에서의 인발로 인하여 네일구조체 전체의 안정성이나 시공성에 문제가 있는 경우 바로 인근의 지반에서 인발시험을 실시할 수 있다.
- ③ 시험자는 시험을 하기 전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일 끝의 절대적인 변위량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.
- ④ 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 하여야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출하여야 한다.
- ⑤ 정착판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 0.15 m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3 m까지만 그라우트 주입을 실시한다.
- ⑥ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.
- ⑦ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일 끝의 변위에 대하여 실시한다.
- ⑧ 시험 네일의 길이가 짧아 마찰력의 발휘속도가 빠르므로 재하는 설계하중의 10%, 20%, 30% 네일 보강재의 항복하중까지 단계별로 하중을 증가시키면서 실시한다.

- ⑨ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며 최대한 2분을 넘어서는 안 된다.
- ⑩ 하중이 지속되는 동안에 네일 끝의 변위는 5분 동안 매분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 측정된 변위량의 합이 2 mm 미만이면 다음 단계로 넘어가고 최종하중단계에서는 30분간 유지한다.
- ⑪ 인발시험이 끝난 네일은 인력 또는 간단한 장비로 제거가 용이할 경우는 제거하고 제거가 용이하지 않을 경우에는 절단한다.
- ⑫ 이상의 시험에서 측정된 자료를 근거로 하중-변위량 곡선, 하중-시간 곡선, 변위량-시간 곡선을 작성한다. 하중-변위량 곡선에서 극한인발저항력을 구하여 그라우트가 주입된 부분의 주면마찰면적으로 나누어 극한주면마찰저항 값을 산출한다. 구하여진 극한주면마찰저항 값이 설계 시에 가정한 값과 현저히 상이할 시에는 추가 시험을 실시하여 확인하고 공사감독자에 보고하여 설계를 변경하여야 한다.
- ⑬ 인발시험 시 극한주면마찰저항 값이 매우 클 경우, 네일 인장재가 파단할 수도 있으므로 공사 착수 전에 네일의 항복인장강도를 확인 후 그 이상의 하중으로 긴장하지 않도록 하며, 인장재 직후방에는 인원 및 장비가 위치하지 않도록 조치한다.

3.4.2 그라우트의 품질관리

- (1) 그라우트에 대한 품질시험은 일축압축강도 시험용 공시체를 만든 후 시험하며 그라우트의 강도는 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

3.4.3 계측관리

- (1) 네일의 안정성 판단과 시공중의 공사관리, 향후의 유지관리를 위하여 계측관리를 실시하는 것을 원칙으로 한다. 계측관리 항목으로는 경사, 철근변형률, 지하수위 등이 있으며, 네일의 계측관리항목 중 필수적인 항목은 네일 전면벽체의 변형을 측정하는 것이다.
- (2) 네일 전면벽체의 변위측정에 일반적으로 많이 사용하는 경사계의 경우 경사계 파이프 하단은 깎기의 영향을 받지 않는 안정된 지반에 근입, 설치되어야 한다.
- (3) 네일 전면벽체의 안정성에 문제가 없는 일반적인 최대수평변위값은 깎기 깊이의 1/300 정도이며 이 값을 넘는 경우 계측결과값의 추이를 주시하면서 관련분야 특급 기술자의 자문을 받아 공사를 진행하도록 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
최병일	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
정민형	한국시설안전공단	서정은	한국시설안전공단
강인규	(주)브니엘컨설턴트	윤찬영	강릉원주대학교

자문위원

성명	소속	성명	소속
윤준웅	한국시설안전공단	김윤태	부경대학교
장현익	한국도로공사	김경석	한국도로공사
권오일	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
윤형구	대전대학교	황영철	상지대학교

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김기석	(주)희송지오텍
김기현	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김나은	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김태송	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산컨설턴트
김희석	한국건설기술연구원	박성원	(주)유신
류상훈	한국건설기술연구원	박이근	(주)지오알앤디
원훈일	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
이용수	한국건설기술연구원	오정호	한국교통대학교
이용준	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
주영경	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	한희수	금오공과대학교
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
권순철	SK건설	이희상	한국도로공사
김희대	(주)세광종합기술단	전진구	서경대학교
박재성	지알경(주)	정평기	(주)화인씨이엠테크
이양규	대림대학교		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
박명주	기술혁신과	양성모	기술혁신과
유진욱	기술혁신과		



KCS 11 70 05 : 2020

네일

2020년 8월 18일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

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>