

KCS 11 30 45 : 2021

연약지반 그라우팅

2021년 12월 16일 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 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

또한 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2022년 1월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 토목공사 표준일반시방서의 지반 그라우팅에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 토목공사 표준일반시방서 제정 	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 토목공사 표준일반시방서 개정 	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정. 	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발전시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정. 	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿔머붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함. 	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정·보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함. 	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함. 	개정 (2004.5)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함. 	개정 (2005.2)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	<ul style="list-style-type: none"> 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함. 	부분개정 (2015.8)
KCS 11 30 45 : 2016	<ul style="list-style-type: none"> 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함. 	제정 (2016.6)
KCS 11 30 45 : 2016	<ul style="list-style-type: none"> 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함 	수정 (2018.7)
KCS 11 30 45 : 2021	<ul style="list-style-type: none"> 기준명 변경과 건설기준 코드작성 지침에 따른 수정 	개정 (2021.12)



제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2021년 12월 16일

심 의 : 국토교통부 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술혁신과

관련단체 : 한국지반공학회

작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.5 반입, 저장 및 취급	1
1.6 시공환경요건	2
2. 자재	2
2.1 재료	2
2.2 장비	2
2.3 배합시험	3
2.4 주입배관, 마개 및 연결재	3
3. 시공	3
3.2 지반 내 주입	5
3.3 현장품질관리	6
3.4 현장 뒷정리	6

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 그라우트의 지반 내 주입, 암반압력주입, 접촉면주입에 대한 시방을 제시한다.
- (2) 이 기준은 지반 내에 주입관을 삽입하여 주입재를 압력으로 주입하거나 혼합하여 지반을 고결 또는 경화시켜 지반의 차수효과 또는 강도 증대를 목적으로 수행하는 공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

1.2.2 관련 기준

- KS F 2426 주입모르타르의 압축강도 시험방법
- KS L 5105 수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 용어의 정의

- 그라우트: 시멘트와 물 또는 혼화재료, 모래 등을 반죽하여 그라우팅에 사용되는 재료
- 그라우팅: 천공 주변의 지반을 물리적으로 결합시키기 위해 뒤채움재를 삽입하는 작업
- 배합비: 반죽된 재료를 구성하는 미장 원재료의 혼합비율
- 잔골재: No.4체(5 mm)를 통과하고 No.200체(0.08 mm)에 남는 골재

1.4 제출물

- (1) 작업계획서, 검사 및 시험계획서, 시공계획서, 시험주입 계획서, 시험주입 보고서
- (2) 작업도면, 예정된 주입장비의 서면명세 및 작업에 관한 주입장비명세
- (3) 모든 천공에 대한 주상도, 주입작업의 변화시기, 압력, 주입속도 및 공사감독자가 요구하는 기타 작업기록 자료
- (4) 그라우트의 배합비 및 혼합시험결과
- (5) 잔골재의 입도시험결과
- (6) 혼합, 재순환, 주입진행 및 채워진 공간에 대한 결정을 포함한 주입절차
- (7) 공사감독자가 제공하는 서식에 따른 주입완료 및 주입재 채취보고서

1.5 반입, 저장 및 취급

- (1) 제품은 제작자의 지침에 따라 현장에 반입, 보관, 보호 및 조작하여야 한다.
- (2) 포장된 재료는 깨끗하고 건조하여야 하며 습기, 결빙 및 이물질에 대해서 보호하여야 한다.

1.6 시공환경요건

- (1) 재료와 대기의 온도는 작업시작 전 또는 작업 중 5℃ 이상 그리고 완료 후 48시간 동안 10℃ 이상이어야 한다.
- (2) 재료와 대기의 온도는 작업시작 전, 작업 중 그리고 완료 후 48시간 동안 30℃ 이하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

- (1) 시멘트 KS L 5201의 보통포틀랜드 시멘트의 해당요건을 참조한다.
- (2) 혼합시멘트는 혼합시멘트의 해당요건을 참조한다.
- (3) 골재는 1.2mm체를 통과하는 것으로서 콘크리트용 잔골재의 해당요건을 참조한다.
- (4) 물은 깨끗하고 혼합물에 해로운 불순물이 없는 물이어야 한다.
- (5) 주입재는 다음 사항을 고려한다.
 - ① 현탁액형의 종류에는 시멘트계, 점토계, 아스팔트계 등이 있다.
 - ② 용액형
 - 가. 물유리계의 종류에는 알카리계, 비알카리계, 특수실리카계, 기·액반응계 등이 있다.
 - 나. 고분자계의 종류에는 크롬리그닌계, 아크릴아미드계, 요소계, 우레탄계 등이 있다.
- (6) 모든 주입재는 요구되는 품질을 만족함과 동시에 지반환경에 유해한 물질이 포함되지 않아야 한다.

2.2 장비

2.2.1 천공장비

- (1) 모든 주입공은 승인된 천공기로 천공하여야 한다.

2.2.2 주입장비

- (1) 작업요건
 - ① 사용하는 장비는 주입에 적합한 구성을 가지며 주입재를 충분히 혼합하고 그것을 필요한 압력에서 연속적인 흐름으로 암반이나 본 바닥층 및 쌓기한 재료 속으로 주입할 수 있는 성능을 갖추어야 한다.
- (2) 세척능력
 - ① 주입장비는 자체적으로 세척이 가능한 형태를 갖추어야 한다.
- (3) 대기용 주입장비의 점검
 - ① 대기용 주입장비를 즉각 사용할 수 있도록 매주 대기용 주입장비를 점검하여야 하며, 대기용 주입장비의 비상사용을 위하여 격주로 주입작업원에 대한 훈련을 실시하여야 한다.

(4) 구성요소

- ① 혼합기의 용량, 급수계량기의 정밀도, 교반탱크 및 펌프의 성능, 호스의 지름과 내력, 압력계의 압력범위 및 정밀도 등은 작업에 지장이 없는 범위에 있는 것이어야 한다.
- (5) 차단밸브 주입공 연결부에 설치하는 밸브는 주입이 완료된 후에도 주입재가 응결할 때까지 요구된 압력을 유지할 수 있어야 한다.

2.2.3 콤프레서

- (1) 콤프레서는 0.6 MPa 이상의 압력으로 압축공기를 장비의 각 부분에 송기할 수 있는 성능을 가진 것이어야 한다.

2.2.4 패커

- (1) 패커(packer)는 주입재 공급관에 연결하는 데 적합하고 기계 또는 다른 승인된 수단으로 팽창시킬 수 있게 구성된 팽창단관을 가진 것이어야 한다.
- (2) 패커는 팽창되었을 때 어느 위치에서도 1.0 MPa까지의 압력에 누수 없이 견딜 수 있도록 천공한 구멍을 밀봉할 수 있어야 하며, 주입이 완료되었을 때 구멍을 차단하는 밸브를 갖추어야 한다.

2.3 배합시험

- (1) 그라우트의 배합시험은 KS L 5105 및 KS F 2426에 준하여 실시한다.

2.4 주입배관, 마개 및 연결재

- (1) 주입배관, 주입공 마개, 와셔 및 연결재 등은 주입 시작 전에 공사감독자의 검사와 승인을 받아야 한다.

3. 시공**3.1 암반의 압력주입****3.1.1 일반사항**

- (1) 공사감독자의 지시에 따라 암반에 압력주입을 할 필요성이 있는지 확인하여야 한다
- (2) 모든 압력주입작업은 공사감독자의 입회하에 실시하여야 한다.
- (3) 시멘트와 물로 구성된 주입재는 암반에 뚫어진 각 구멍 속에 압력을 가하여 주입하여야 한다.
 - ① 압력은 공사감독자의 지시대로 정하지만 4 MPa를 초과하지 않아야 한다.
 - ② 시멘트와 물의 배합비는 공사감독자의 지시를 받아야 한다.
- (4) 모든 필요한 천공기와 주입기는 주입에 대한 필요성이 결정되면 즉시 착수지점에서 사용할 수 있어야 한다.
- (5) 착수지점에서 주입이 완료된 후에는 주입재가 구멍 속에 차 있는 시간까지 암반굴착을 지

연시키는 것이 필요하며, 공사감독자가 결정하는 4시간 미만의 대기시간은 작업중지로 간주하지 않는다.

3.1.2 배관 및 연결재

- (1) 요구된 대로 주입공 위치에 있는 암반에 압력주입을 하기 위해서는 필요한 배관과 연결재를 설치하여야 하며, 배관과 연결재는 지름 40 mm 정도의 강관으로 4 MPa의 내부압력을 지탱할 수 있어야 한다.
- (2) 주입배관은 암반 속에 정착시키고 관의 주위에 있는 공간은 적합한 재료로 밀봉하여야 한다.
- (3) 배관과 연결재는 암반 속에 매설하기 전에 모든 흙먼지, 그리스, 주입재 및 모르타르를 충분히 청소하여야 한다.
- (4) 패커(packer)만으로도 천공홀이 유지될 수 있는 경우에는 주입배관 대신 적합한 패커(packer)를 사용할 수 있다.

3.1.3 주입공의 천공

- (1) 압력주입을 위한 주입공은 물의 배출을 줄이는 데 필요한 대로 터널굴착 등에 앞서서 천공하여야 한다.
- (2) 천공이 종료되면 물과 공기로 구멍을 세척해서 구멍 속의 모든 부스러기를 제거하여야 하며, 물이 없이 공기만으로 천공된 구멍에서 부스러기를 제거하는 것은 허용되지 않는다.
- (3) 주입공에 주입할 때 인접한 주입공 사이에 연락이 되지 않도록 간격을 유지하여야 하며, 이 때문에 구멍에 주입이 될 때까지 천공을 제한할 수도 있다.
- (4) 각 주입공의 지름은 EX 규격 이상이어야 한다.
- (5) 주입배관의 연결 전에 주입공을 막거나 지장을 주는 간극은 적당하게 뚜껑을 씌우거나 달리 보호해서 연결할 수 있다.

3.1.4 압력주입작업

- (1) 파열, 박층 및 단층은 필요한 대로 청소하고, 누수의 양과 범위를 결정하기 위하여 압력을 필요한 주입압력까지 높이면서 깨끗한 물로 주입공을 시험하여야 한다
- (2) 터널 전면의 모든 압력 주입공에는 패커를 사용하여야 한다.
- (3) 주입은 주입공 또는 그 연결부에서 압력이 0.8 MPa일 때 15분에 30 L 미만, 압력이 1.5 MPa ~ 3 MPa일 때 10분에 30 L 미만 그리고 압력이 3 MPa ~ 4 MPa일 때 5분에 30 L 미만의 주입재가 주입될 때까지 계속하여야 한다.
- (4) 주입공 또는 그 연결부의 주입이 완료되면 주입재가 충분히 응결될 때까지 적합한 밸브장치로 압력을 유지해서 주입공이나 그 연결부에 주입된 것이 차 있게 하여야 한다.

3.2 지반 내 주입

3.2.1 일반사항

- (1) 수급인은 시공의 정확성과 연속성을 달성하도록 작업장 환경, 장비 운용 등을 철저히 준비하여야 한다.
- (2) 수급인은 착공 전 다음과 같은 작업 환경에 대한 조사와 준비를 하여야 한다.
 - ① 작업장 위치 및 가용면적
 - ② 장비의 반입과 반출 조건
 - ③ 교통현황과 통제
 - ④ 민원발생 요인
 - ⑤ 기존시설물의 구조 및 특성
 - ⑥ 공사용수 및 전력 공급원
 - ⑦ 사용수 배수 위치 및 조건
- (3) 수급인은 착공 전 시공에 필요한 제반사항을 작업원들이 쉽게 인지할 수 있도록 다음 사항을 도표화 하여 배치하여야 한다.
 - ① 지층의 구성상태(주상도)
 - ② 각 지층별 지반 특성
 - 가. 표준관입시험결과
 - 나. 투수계수
 - 다. 단위중량
 - 라. 함수비
 - 마. 강도특성(c , ϕ)
 - 바. 지하수위
 - 사. 절리의 발달상태
- (4) 수급인은 공사가 주위 시설물이나 지반에 미치는 영향을 신속히 파악할 수 있도록 사전 계측점을 설치하고 초기값을 측정해 두어야 한다.
- (5) 대수층 또는 동수지반에서는 지하수류에 의해 주입액이 희석 또는 유실되지 않도록 주입 설계 시 실내주입 모형시험을 실시하여 지하수의 유속정도에 따라 주입재 선정, 고결시간(gel-time, setting time), 주입량, 주입압, 주입액 농도, 주입률 등이 조정되어야 한다.
- (6) 할렬주입으로 인하여 수압파쇄 현상(hydrofracturing), 지반융기 현상 등이 일어나지 않도록 주입압, 주입액 **농도**, 주입률 등을 검토하여야 하며, 현장에서 시험주입 시공을 거쳐 주입액 주입의 본 시공을 하여야 한다.
- (7) 현탁액의 경우 원활한 침투주입이 될 수 있도록 하기 위해서는 주입 대상지반에 적합한 주입재 선정(적정 비표면적)이 되어야 한다.
- (8) 주입 시공방법은 대상 지반의 토질 및 지하수의 특성에 따라 정하여야 하나, 일반적으로 정량주입 방법보다는 정압주입 방법이 효과적이다.

- (9) 투수계수가 커서 주입 폭이 두꺼울 때는 주입공의 간격을 줄이고 주입렬을 증대시켜야 한다.
- (10) 시공에 있어 연직성, 시공심도 등을 신중히 관리하여야 하며, 기존 시설물 손상 방지에 만전을 기하여야 한다.
- (11) 시공 도중 또는 시공 후 보일링, 용기 등의 발생 여부에 대하여 수시로 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
- (12) 시공 후 확인시험을 수행하여 주입에 의한 소기의 목적이 달성되었는지 여부를 확인하여야 한다.
- (13) 확인은 보강지역을 일정하게 구획하여 보강대상 지역에 대해 균등하게 확인될 수 있도록 실시하고, 다음의 방법을 참고하여 복합적으로 확인함으로써 주입재가 지반에 양호하게 분포되었는지 여부에 대해 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
 - ① 굴착 후 육안에 의한 확인
 - ② 지반조사 및 시험을 통한 확인
 - ③ 물리탐사에 의한 비파괴 확인
 - ④ 주입상황이나 기록에 의한 간접 확인

3.3 현장품질관리

- (1) 현장검사와 시험은 품질관리계획에 따라 수행하여야 한다.
- (2) 공사감독자의 입회하에 시험주입을 실시하여야 하며, 이후의 주입은 공사감독자가 승인한 시험주입결과에 따라야 한다.

3.4 현장 뒷정리

- (1) 준공검사 전에 최종현장청소를 하여야 한다.
- (2) 시공 중 청소를 위해 주입작업 중에는 모든 폐기물과 폐수를 관련 처리 기준(규정)에 따라 처리하여야 한다.
 - ① 주입작업으로 생긴 모든 주입재 폐기물은 제거하여야 한다.
 - ② 노출된 표면에 버려진 주입재가 응결되지 않도록 제거하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
강인규	(주)브니엘컨설팅	백승철	안동대학교
김병일	명지대학교	윤찬영	강릉원주대학교
김하영	삼성물산		

자문위원

성명	소속	성명	소속
장용채	목포해양대학교		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김기현	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김나은	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산컨설팅
김태송	한국건설기술연구원	남문석	한국도로공사
김희석	한국건설기술연구원	박이근	(주)지오알앤디
류상훈	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
원훈일	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
이승환	한국건설기술연구원	오정호	한국교통대학교
이용수	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
이여경	한국건설기술연구원	이선복	동부건설
주영경	한국건설기술연구원	최재희	(주)이산
최봉혁	한국건설기술연구원	최창호	한국건설기술연구원
허원호	한국건설기술연구원	한상재	(주)지구환경전문가그룹

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
권석현	(주)디엠씨엠	김영근	(주)건화
권순철	SK건설(주)	김희룡	(주)천마기술단
김사한	(주)건화	류은영	(주)태암엔지니어링

국토교통부

성명	소속	성명	소속
유병수	기술혁신과	양성모	기술혁신과
백세영	기술혁신과		



KCS 11 30 45 : 2021
연약지반 그라우팅

2021년 12월 16일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
<http://www.kgshome.org>

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
<http://www.kgshome.org>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>