

KCS 11 30 35 : 2021

# 연약지반 다짐공

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 도로공사 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서를 중심으로 하수관거공사 표준시방서, 항만및어항공사 표준시방서의 다짐공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 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	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿔어붙이기공, 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	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004.5)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 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 35 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 35 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KCS 11 30 35 : 2021	• 기준명 변경과 건설기준의 구체화 및 현실화 반영하고 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 참고기준 .....	1
1.3 용어의 정의 .....	1
1.4 제출물 .....	1
2. 자재 .....	1
2.1 재료 및 장비 .....	1
2.2 재료의 품질 .....	2
2.3 재료의 검수 .....	2
3. 시공 .....	2
3.1 표면다짐 .....	2
3.2 모래(쇄석)다짐말뚝공법 .....	2
3.3 바이브로플로테이션공법 .....	4
3.4 동다짐공법 .....	5

## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 연약지반에 투수성이 좋은 재료를 포설한 후 다짐을 가함으로써 지반의 밀도를 증진시키고, 배수효과를 향상시키는 다짐공사에 적용된다.
- (2) 모래 또는 점토로 구성된 연약지반의 지지력 증가, 침하 저감, 액상화 방지, 수평저항 증가 등을 위해 모래, 쇄석, 혼합골재 등의 재료를 압입하여 큰 직경의 기둥을 설치하는 공사에 적용한다.

### 1.2 참고기준

#### 1.2.1 관련 법규

내용없음

#### 1.2.2 관련 기준

내용없음

### 1.3 용어의 정의

- 연약지반 : 구조물의 기초 지반으로서 충분한 지지력과 침하에 대한 안정성을 갖지 못하여 지반 개량 또는 보강 등의 대책이 필요한 지반
- 관입깊이 : 현 지반면에서 기초저면 또는 끝까지의 깊이

### 1.4 제출물

- (1) 시공자는 공사계획에 맞는 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
- (2) 시공자는 사용자재에 대한 품질확인서를 제출하여야 한다.

## 2. 자재

### 2.1 재료 및 장비

- (1) 연약지반 처리공에 사용하는 재료는 설계도면과 승인된 시공상세도면에 명시된 요건에 따라야 하며, 일정한 시험을 거쳐서 합격한 것이라야 한다.
- (2) 표면다짐재료는 입경이 클수록 좋으나 최대입경 50 mm를 초과하지 않는 모래나 자갈을 사용하며 실트분을 20 % 이상 함유하거나 점토분을 5 % 이상 함유한 재료를 사용해서는 안 된다.
- (3) 표면다짐장비의 다짐효과는 지반종류와 함수비에 따라 다르므로 현장에서 시험을 통하여 다짐횟수를 결정하여 적용하여야 한다.
- (4) 모래말뚝에서 모래의 세립분 함유량은 양호한 배수효과를 기대할 경우에는 3 % 이하

이어야 하고 그렇지 않은 경우라도 15%를 초과해서는 안 된다.

- (5) 쇄석말뚝에서 사용쇄석의 골재 최대치수 및 입도분포는 별도의 공사시방 규정에 따라야 하며 수평배수공의 쇄석재료 기준을 만족시켜야 한다.
- (6) 점성토지반에서 쇄석다짐말뚝 타설에 의한 수평배수를 고려할 경우에는 혼입(clogging) 영향으로 인한 배수성능의 저하가 발생하지 않는 것이라야 한다.
- (7) 혼합골재를 사용할 경우 입도 및 품질은 공사시방서의 규정하는 바에 따른다.

## 2.2 재료의 품질

- (1) 각 재료의 규격 및 품질은 공사시방서에서 규정한 시험방법에 따라 실시하여야 하며, 공사시방서에서 규정하지 않았으나 합리적인 시공관리상 필요하다고 인정되는 추가 시험 종목은 수급인과 공사감독자가 협의한 후 공사감독자의 지시에 따라야 한다.
- (2) 관리시험의 실시빈도는 공사시방서에서 규정한 횟수에 따라야 한다.
- (3) 재료의 규격 및 품질검사는 시공 후 확인할 수 없기 때문에 시공 전에 시험을 실시하여 합격된 제품만 사용하여야 한다.

## 2.3 재료의 검수

- (1) 공사감독자가 필요하다고 생각할 때에는 제품의 시험 또는 제작과정을 검사하기 위하여 해당 제작 장소에 언제든지 검사원을 파견할 수 있다.
- (2) 지반개량결과의 검사는 초기검사, 중간검사, 최종검사로 구분하여 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 합격판정의 기준은 공사시방서에서 제시한 기준에 따라야 한다.

## 3. 시공

### 3.1 표면다짐

- (1) 흙을 표면에서 다질 경우 다짐영향이 미치는 깊이가 한정되기 때문에 설계도서에서 정한 두께로 흙을 쌓은 후에 고르게 펴고 정적 또는 동적 장비를 이용하여 층별로 다진다.
  - ① 점성토 지반은 정적롤러로 다진다.
  - ② 사질토 지반이나 점성토가 포함된 사질토 지반은 진동롤러나 진동판으로 다진다.
  - ③ 깊은 심도를 동시에 다질 때에는 바이브로플로테이션 등으로 동다짐을 하여야 한다.

### 3.2 모래(쇄석)다짐말뚝공법

- (1) 강관케이싱을 관입하고 강관케이싱 내부에 모래나 쇄석 등을 채워 다짐말뚝을 조성하는 공법으로 이 공법의 적용은 모든 토사종류에 가능하다.
- (2) 강관케이싱의 관입은 자동기록장치가 부착되어 있는 관입장비를 사용하여야 한다.
- (3) 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야

한다. 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.

- ① 강관케이싱의 관입계획: 강관종류, 관입장비(진동의 크기), 관입간격, 관입깊이, 관입순서 (중, 횡방향), 허용연직도의 유지
- ② 재료투입계획: 운송로, 야적위치, 투입량, 투입순서, 투입방법, 치환율
- ③ 다짐계획: 다짐방법, 다짐장비운용
- (4) 시공범위, 치환율, 모래투입량, 개량강도에 대해서는 설계도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따라야 한다.
- (5) 다짐말뚝의 시공에서 재료의 투입과 다짐은 동일방법으로 연속적으로 하여야 한다.
- (6) 다짐말뚝의 타입 시 케이싱관의 인발높이 및 재 관입깊이는 다음을 기준으로 하되, 시험시공을 통해 합리적인 대안을 마련했을 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 이를 대신 적용할 수 있다.
  - ① 다짐말뚝 타입 시 심도 1m에서는 최종적으로 1m 인발 및 재 관입을 추가 1회 실시한다.
  - ② 지표에서 심도 3m까지는 케이싱관의 인발높이는 1.5m, 재 관입 깊이는 1.0m로 한다.
  - ③ 심도가 3m 이상인 경우에 케이싱관의 인발높이는 3m, 재 관입 깊이는 2m로 한다.
- (7) 케이싱 내부에 채워진 재료의 높이와 케이싱 선단부와의 차이를 1.5m 이상을 유지하여야 한다.
- (8) 다짐말뚝은 타설 시 주변지반이 융기되어 인접 구조물에 피해를 줄 수 있으므로 타설 부지의 외곽에서 내측(안측)방향으로 시공하는 것을 원칙으로 한다.
- (9) 시공 중에는 다음 사항을 기록하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
  - ① 강관의 관입속도
  - ② 심도별 투입 재료량
  - ③ 강관 내부에서 투입재료의 상단높이 변동량
  - ④ 말뚝의 길이
- (10) 분진, 소음, 수질오염 등은 소음·진동관리법, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 등 관련 법에서 정한 기준을 따라야 한다.
- (11) 시공 중에 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사시방서에서 정한 바를 따른다. 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 공사감독자가 정하는 바에 따라야 한다.
- (12) 다음의 경우에는 시정 및 보완 대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.
  - ① 도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
  - ② 말뚝이 절단된 경우 또는 재료투입량이 부족한 경우
  - ③ 말뚝의 위치가 공사시방서에서 정하는 허용오차를 초과한 경우

### 3.3 바이브로프로테이션공법

- (1) 물을 고압으로 분사하여 지반을 굴착하고 여기에 모래를 채워 모래말뚝을 조성하는 공법으로 이 공법의 적용은 사질토 지반에 적합하다.
- (2) 이 공사를 착수하기 전에 다음의 시공계획을 포함하는 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
  - ① 굴착계획: 굴착장비의 성능, 굴착간격, 굴착순서
  - ② 재료(모래, 쇠석 등) 투입계획: 운송로, 야적위치, 투입량, 투입순서, 투입방법, 치환율
  - ③ 다짐계획: 다짐방법(물 또는 에어공급), 다짐장비운용
- (3) 지반굴착장비는 자동기록장치가 부착된 것을 사용하여야 한다.
- (4) 모래말뚝의 배치와 크기는 물론 시공범위, 치환율, 재료투입량, 개량강도에 대해서는 설계도면이나 공사시방서에서 정한 바를 따라야 한다.
- (5) 시공 중에는 다음 사항을 기록하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
  - ① 굴착기의 굴착속도
  - ② 투입 재료량
  - ③ 충전모래의 상단높이 변동량 또는 심도별 투입량
- (6) 바이브레이터 프루브(Vibratory Probe)의 지지층 도달시의 기준, 정지 다짐시간 및 인발 높이는 다음을 기준으로 하되, 시험시공을 통해 합리적인 대안을 마련했을 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 이를 대신 적용할 수 있다.
  - ① 지지층 도달기준: 관입속도 0.1 m/min 이내로 한다.
  - ② 1회당 정지 다짐시간은 30 초 이상으로 유지하고, 1회당 인발높이는 1.0 m 이내로 한다.
- (7) 시공관리 사항은 다음과 같다.
  - ① 지반의 표고측정
 

가. 지반응기 또는 침하에 대해서는 시공 중이나 시공 후에도 지반높이를 측정하여야 한다.

나. 측정방법과 위치는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

다. 측정시기, 측정빈도, 측정범위는 시공에 앞서 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
  - ② 분진, 소음, 수질 오염 등은 환경보전법 등에서 정한 기준에 따라야 한다.
  - ③ 말뚝의 연직성
  - ④ 시공 중에 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사 시방서에서 정한 바를 따르며, 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 공사감독자가 정하는 바에 따라야 한다.
- (8) 다음의 경우에는 수정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하여 승인을 받아 시행토록 하여야 한다.
  - ① 도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
  - ② 말뚝이 절단된 경우 또는 재료투입량이 부족한 경우
  - ③ 말뚝의 위치가 공사시방서에서 정하는 허용오차를 초과한 경우

### 3.4 동다짐공법

- (1) 무거운 추를 이용하여 지반을 다지는 공법으로 사질토 지반, 쓰레기 매립장 또는 큰 암석이 다량 섞여 있는 불균질한 지반에 적합하며, 경우에 따라서는 다짐공간에 골재를 채워 넣기도 한다.
- (2) 무거운 추를 높은 곳으로부터 자유 낙하시켜 지반의 심층까지 다짐효과를 일으키는 동다짐(동압밀)공법과 지반의 강도를 증대시키기 위해 쇄석 또는 모래자갈 등의 재료를 직접 타격함으로써 지중에 대직경의 말뚝을 형성시키는 동치환 공법에 적용한다.
- (3) 제출물은 다음과 같다.
  - ① KCS 11 30 05 (3.2)에 따른 시공계획서 외에 안전관리계획서 및 다음의 사항을 추가로 작성하여 제출하여야 한다.
    - 가. 지반상태, 시공조건, 개량목적에 따라 설계에서 계획된 시험시공을 공사감독자와 협의한 후 실시하며, 시험시공결과는 다음 사항을 포함하여야 한다.
      - (가) 낙하단계와 단계별 낙하에너지의 크기
      - (나) 낙하지점의 배치와 낙하순서
      - (다) 정지 시간
    - 나. 다짐작용으로 인하여 지반의 체적이 크게 감소하는 경우 공사감독자의 승인을 받아 체적이 감소한 만큼 보충재료를 투입하여야 한다.
    - 다. 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성, 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 하며, 시공계획서에 포함할 사항은 다음과 같다.
      - (가) 장비 운용계획을 통하여 장비의 성능점검과 이동방법을 정한다.
      - (나) 다짐계획은 추 무게, 낙하높이, 타격의 차수 및 횟수를 통하여 결정한다.
      - (다) 다짐순서는 수평방향 및 연직방향으로 입체식 다짐순서도를 작성한다.
      - (라) 주변 시설물의 안전대책
    - 라. 시공관리 사항은 다음과 같다.
      - (가) 진동의 유해영향
      - (나) 지반의 표고측정
      - (다) 간극수압측정(점성토 지반)
      - (라) 공사감독자의 기타 지시사항
  - 마. 안전관리에 필요한 시설물을 갖추고 시공하여야 한다.
- (4) 동다짐공에서는 시공 시 다음 사항을 고려하도록 한다.
  - ① 공법의 적용은 다짐에 의한 밀도증가, 지지력 증가 및 균일화, 잔류침하의 감소, 지진시 액상화 방지, 침하축진, 강제치환, 수중의 쇄석 마운드의 다짐 등에 이용한다.
  - ② 동다짐공은 지중에 충격하중을 가하여 수평방향의 인장응력을 발생시킴으로써 수직방향의 균열과 간극수압이 소산되어 지반의 압축을 촉진한다.
  - ③ 동다짐에 의한 충격에너지를 각 낙하지점에 가하여야 하므로 다짐효과가 필요한 만큼의 낙하횟수를 결정하여 다짐을 하여야 한다.
  - ④ 불투수층이나 포화지반인 경우에는 매 타격 시 심도에 따라 지반 내 간극수압이 증가

하고, 액화상태에 도달하면 더 이상의 타격에너지를 가하는 것이 효과가 없으므로 주의하여 시공하여야 한다.

- ⑤ 타격 간격은 1회 타격에너지와 개량에 필요한 총 소요에너지의 크기를 비교하여, 면적에 필요한 에너지를 고르게 공급하도록 격자망을 짜서 타격하여야 한다.
  - ⑥ 개량대상지반의 특성에 적합한 동다짐 간격 및 1회 타격에너지(추 무게 및 낙하고)를 결정하기 위하여 시험시공을 실시하고 다짐효과를 확인하여야 한다.
  - ⑦ 최초에 심부를 다져서 개량하고, 순차적으로 상부계량을 실시하여 최종적으로 마무리 다짐으로 지표면을 다지도록 한다.
  - ⑧ 포화점성토와 세립분이 많은 포화사질토 등의 개량에서는 타격에 따른 과잉간극수압이 소산될 때까지 시간을 두어야 하며, 배수공법과 병용할 경우에는 시간을 짧게 할 수 있다.
  - ⑨ 시공 시 인접지역의 진동 및 소음에 대한 환경영향 및 인접구조물의 안정성에 미치는 영향을 고려하여야 한다.
  - ⑩ 지표면 부근에 연약 점성토가 존재하거나 지하수위가 높아 시공이 어려운 경우 또는 연약 점성지반이나 유기질 지반의 두께가 두껍게 존재하는 경우에 다짐 전 배수처리 계획을 수립하여야 한다.
- (5) 동치환공의 시공 일반 사항은 상기 (4)를 따르며, 기타 사항은 해당 공사시방서를 따른다.

집필위원

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

자문위원

성명	소속	성명	소속
장용채	목포해양대학교		

국가건설기준센터 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김기현	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김나은	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산컨설턴트
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)	김회룡	(주)천마기술단
김사한	(주)건화	류은영	(주)태암엔지니어링

국토교통부

성명	소속	성명	소속
유병수	기술혁신과	양성모	기술혁신과
백세영	기술혁신과		



KCS 11 30 35 : 2021  
**연약지반 다짐공**

---

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>