

KCS 10 70 20 : 2021

# 지능형 다짐공

2021년 12월 16일 제정

<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 건설공사 생산성 향상을 위해 적용하는 건설자동화 공사 중 지능형 다짐공에 해당되는 부분을 건설기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KCS 10 70 20 : 2021	• 지능형 다짐장비를 건설공사 현장에서 활용할 수 있도록 적용범위, 다짐도 검사 방법 및 판정기준 등을 정하여 제정함	제정 (2021.12)

제 정 : 2021년 12월 16일  
심 의 : 중앙건설기술심의위원회  
소관부서 : 국토교통부 기술혁신과  
관련단체 : 한국건설기술연구원

개 정 :    년    월    일  
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회  
작성기관 : 한국건설기술연구원

---

---

# 목 차

---

---

1. 일반사항 .....	1
1.1 적용범위 .....	1
1.2 참고 기준 .....	1
1.3 용어의 정의 .....	1
1.4 제출물 .....	2
2. 자재 .....	2
2.1 장비 .....	2
3. 시공 .....	2
3.1 작업준비 .....	2
3.2 시공방법 .....	3
3.3 다짐관리 기준 선정 .....	3
3.4 다짐도 검사 .....	5



## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 흙쌓기 공사의 효율적인 품질관리를 위해 다짐장비의 위치정보, 다짐횟수, 롤러의 진동과 진폭, 지반강성 등을 실시간 자동 측정하고 전산화하는 지능형 다짐공사에 적용한다.
- (2) 이 기준은 시공면적이 2,000 m<sup>2</sup> 이상이고 최소폭 8 m 이상인 도로, 철도, 단지조성 등의 노체의 일반 쌓기 및 노상의 다짐에 적용한다.
- (3) 이 기준은 산업부산물을 쌓기 재료로 이용하는 경우와 암쌓기, 비탈면 다짐공사에는 적용하지 않는다.
- (4) 이 기준에 언급하지 않은 사항은 KCS 11 20 20을 적용한다.
- (5) 이 기준은 표준적인 지능형 다짐공에 대한 시공기준으로 새로운 지능형 다짐장비를 적용하고자 하는 경우에는 장비 제조업체에서 제시하는 별도의 시공 방법과 품질관리 방법을 공사감독자의 승인을 얻어 적용할 수 있다.

### 1.2 참고 기준

#### 1.2.1 관련 법규

내용 없음

#### 1.2.2 관련 기준

- KCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
- KS F 2306 흙의 함수비 시험방법
- KS F 2310 도로의 평판재하 시험방법
- KS F 2311 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험
- KS F 2345 비점성토의 상대밀도 시험방법

### 1.3 용어의 정의

- 지능형 다짐공(Intelligent Compaction): 다짐롤러에 부착된 센서로부터 연속적으로 획득한 계측값을 기반으로 다짐 공정을 연속적으로 제어 및 관리하는 다짐공법
- 지능형 다짐값(Intelligent Compaction Measurement Value; ICMV): 다짐롤러에 부착된 센서를 통해 연속적으로 획득한 계측값으로부터 평가되는 다짐에 관한 지표로서 지반공학적 특성, 함수비 등의 환경 조건, 다짐롤러의 정적 특성, 가속도센서 부착 상태 등에 따른 상대적인 값
- GNSS(Global Navigation Satellite System, 범지구 위성 항법 시스템): 인공위성을 활용하여 수신자의 위치를 결정할 수 있게 하는 체계

#### 1.4 제출물

- (1) 수급인은 지능형 다짐공을 적용하는 전체 다짐공사 수량과 현장 여건을 고려하여 일일 다짐공사 수량 등을 포함한 공사계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (2) 수급인은 지능형 다짐장비(다짐롤러, 지능형 다짐관리 장치)에 대한 성능확인서(품질확인서, 제품보증서, 시험성적서 등)를 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (3) 수급인은 시험시공 시 획득한 지능형 다짐값과 재료의 다짐정도에 대한 상관도를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (4) 수급인은 시험시공 및 본 시공 중 획득한 다짐 경로, 다짐횟수, 다짐 살수량, 지능형 다짐값 등의 공사 기록을 상세히 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

### 2. 자재

#### 2.1 장비

- (1) 다짐롤러는 다음의 조건을 만족하여야 한다.
  - ① 다짐롤러와 흙쌓기 재료 사이의 상호작용을 측정하는 데 적합한 계측기를 장착한 단일 드럼 진동 롤러여야 한다.
  - ② 다짐롤러는 진동 다짐 시 지표에 상하 방향으로 진동을 가할 수 있는 것이어야 한다.
- (2) 지능형 다짐관리 장치는 다짐롤러에 장착 및 고정된 것과 탈부착이 가능한 것을 모두 사용할 수 있으며, 다음과 같은 구성요소 별 요구성능을 만족하여야 한다.
  - ① 계측기는 롤러에 부착하여 실시간으로 지반반력을 측정할 수 있어야 한다.
  - ② GNSS 수신기는 위성신호로부터 다짐롤러의 위치를  $\pm 50$  mm의 정밀도 이내로 측정할 수 있어야 한다.
  - ③ 지능형 다짐값 측정 장치는 계측기로부터 계측값을 입력받아 지반의 상대적인 강성을 나타내는 지능형 다짐값을 실시간으로 산정하고 출력할 수 있어야 한다.
  - ④ 디스플레이 장치는 다짐롤러의 현재 위치 및 경로를 표시하고 다짐롤러의 속도와 다짐횟수, 목표 및 현재 지능형 다짐값 등을 표시하여 운전자가 다짐 시공 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 하여야 한다.

### 3. 시공

#### 3.1 작업준비

- (1) 지능형 다짐공을 이용한 현장 다짐관리의 적용이 가능한지 여부를 확인한다.
  - ① 흙쌓기 현장의 선형 및 쌓기 재료가 지능형 다짐공을 적용할 수 있는지 확인한다.
  - ② 흙쌓기 현장의 다짐 이력 및 쌓기 재료의 변화 여부를 확인한다.
- (2) GNSS 수신기가 다짐롤러 상단에 결착되었는지 확인하고, 현재 위치를 정확히 파악할 수 있는지 확인한다.

- (3) 계측기 및 지능형 다짐값 측정 장치의 작동 여부를 확인한다.
- ① 지능형 다짐 관리를 위한 계측기가 다짐롤러의 전면 드럼 측에 결합되었는지 확인한다.
- ② 계측기의 신호를 바탕으로 지능형 다짐값을 실시간으로 출력할 수 있는지 확인한다.
- (4) 디스플레이 장치의 작동여부를 포함해 지능형 다짐관리 장치 전반의 안정성을 확인한다.
- ① 실시간 다짐 상태 확인을 위한 디스플레이 장치를 운전자가 육안으로 확인할 수 있는 위치에 결합하였는지 확인한다.
- ② 디스플레이 장치를 통해 계측기, GNSS 수신기, 지능형 다짐값 측정 장치가 안정적으로 작동하는지 여부를 확인한다.

### 3.2 시공방법

- (1) 지능형 다짐 관리 장치가 탑재된 다짐롤러는 장비 제조업체로부터 소정의 교육을 받은 운전자가 작업하여야 한다.
- (2) 다짐 시공 중 다짐롤러는 일정한 속도로 작업하여야 하며, 운행 속도는 2 km/h ~ 6 km/h 범위 안에서 결정한다.
- (3) 다짐 시공 중 롤러의 진동 주파수는  $\pm 2.0$  Hz 범위 안에서 일정하게 유지되어야 한다.
- (4) 다짐 시공 중 최적 함수비 달성을 위한 살수는 전체 영역에 대해 균질하게 수행해야 한다.
- (5) GNSS 시스템을 이용한 다짐롤러 위치 측정의 일관성과 정확성을 보장하기 위해 다짐 작업 중 주기적으로 장비 점검을 수행해야 한다.
- (6) 다짐 시공 시 각 층의 마지막 다짐은 다짐롤러를 전진하여 마무리 하여야 한다.

### 3.3 다짐관리 기준 선정

- (1) 다짐관리 기준은 현장 시험시공을 통해 결정하여야 한다.
- (2) 수급인은 시험시공 중 다음의 과정을 통해 흙쌓기 재료의 최적함수비에서 설계에서 요구하는 다짐도를 만족하는 지능형 다짐값 또는 다짐횟수를 결정하여 현장 다짐관리를 수행한다.
  - ① 공사감독자가 승인한 시험시공 조건에서 지능형 다짐장비를 이용하여 각 층에 대한 반복 다짐 중의 다짐횟수, 다짐롤러의 이동 경로, 지능형 다짐값 등의 데이터를 수집한다.
  - ② 공사감독자가 승인한 최소 3개소의 위치에서 다짐횟수마다 평판재하시험(KS F 2310) 또는 모래치환법에 의한 흙의 밀도시험(KS F 2311)을 수행하여 지지력계수 또는 흙의 현장밀도를 평가하고, 시험위치의 좌표를 휴대용 GNSS 수신기를 사용하여 측정하여야 한다.
  - ③ 흙의 밀도시험(KS F 2311)과 평판재하시험(KS F 2310)을 수행한 위치에서 측정된 다

짐롤러 전진시의 지능형 다짐값과 현장시험 결과 값(지지력계수, 흙의 현장밀도)의 회귀분석을 통해 다짐관리를 위한 지능형 다짐값을 선정하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

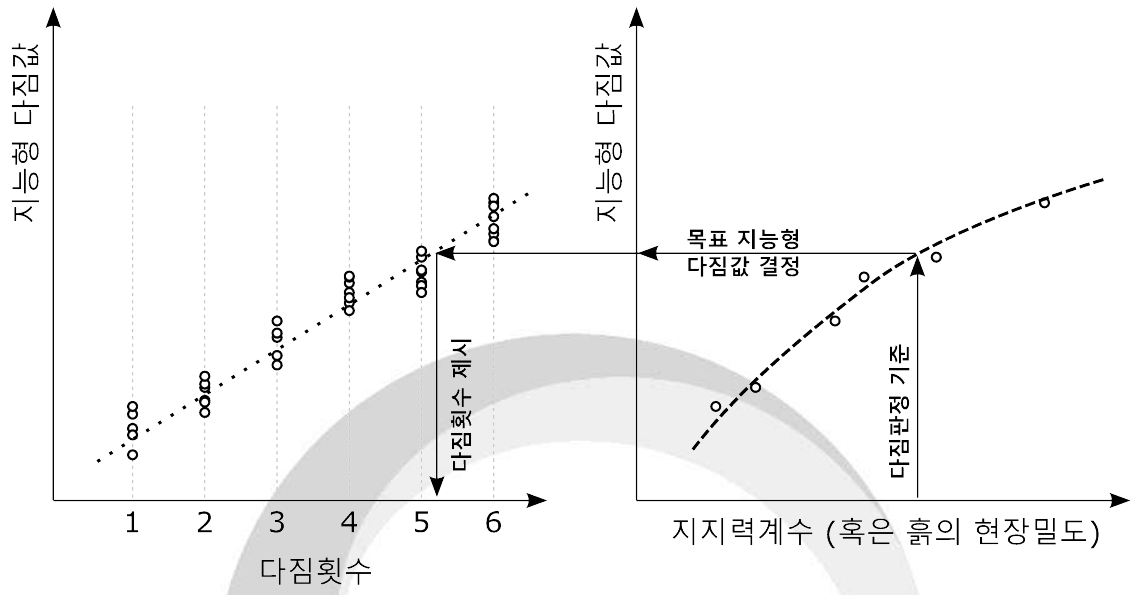


그림 3.3-1 목표 지능형 다짐값의 결정

- ④ 회귀분석 결과 지능형 다짐값의 신뢰성이 높지 않을 경우, 공사감독자의 승인을 얻어 반복 다짐에 따른 현장시험 결과 값(지지력계수, 흙의 현장밀도)의 변화를 분석하여 설계요구 다짐도를 만족시키는 다짐횟수를 다짐관리 기준으로 사용 할 수 있다.  
가. 다짐횟수는 올림하여 산정하여야 한다.

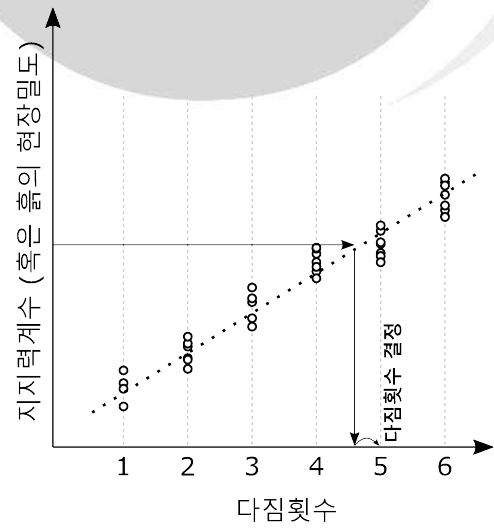


그림 3.3-2 지능형 다짐값의 신뢰성이 떨어지는 경우, 다짐 횟수의 결정 예시 (다짐횟수: 5)

- (3) 다짐관리 기준 선정을 위한 시험시공은 흙쌓기 재료 변화 시 마다 수행하여야 한다.
- (4) 시험시공 영역의 크기는 길이 80 m, 폭 8 m 이상이 되어야 한다.
- (5) 다짐관리 기준 선정을 위한 시험시공은 최소 2층 다짐 이상을 수행하여야 한다.
- ① 첫 번째 층의 다짐 시, 원지반과 흙쌓기체의 강성 모두에 영향을 받기 때문에 시험시공의 첫 번째 층에서 산출된 다짐관리 기준은 본 시공의 첫 번째 층 다짐도 검사에 적용한다.
- ② 두 번째 층 이상의 다짐 시, 원지반의 강성 보다는 흙쌓기체의 강성에 큰 영향을 받기 때문에 시험시공의 두 번째 층에서 산출된 다짐관리 기준은 본 시공의 두 번째 이상의 층의 다짐도 검사에 적용한다.

### 3.4 다짐도 검사

- (1) 수급인은 일일 작업량에 따라 흙쌓기를 2,000 m<sup>2</sup> ~ 4,000 m<sup>2</sup> 단위로 다짐 작업을 수행하여, 공사감독자에게 각 다짐 단위 별 다짐성과를 확인 받은 후 다음 단계의 다짐을 수행하여야 한다.
- (2) 수급인은 3.3 (2)에 따라 선정된 다짐횟수에 따라 다짐시공을 완료한 이후 다짐도 평가를 수행하여 각 다짐 단위 별 다짐성과를 공사감독자에게 제출한다.
- ① 지능형 다짐값을 다짐관리 기준으로 적용하는 경우의 다짐도 평가에서는 다음의 조건을 모두 만족하여야 한다.
  - 가. 측정된 평균 지능형 다짐값은 시험시공에서 다짐 판정기준으로 결정된 지능형 다짐값의 105 % 이상이어야 한다.
  - 나. 측정된 지능형 다짐값이 시험시공에서 다짐 판정기준으로 결정된 지능형 다짐값의 70 % 미만인 다짐장비 경로가 전체 경로의 10 % 이하여야 한다.
- ② 다짐횟수를 다짐관리 기준으로 적용하는 경우, 공사감독자는 지능형 다짐값을 근거로 하여 정한 각 다짐 단위 별 1개소 이상의 위치에서 흙의 밀도시험 또는 평판재하시험을 통한 다짐도 평가를 추가로 요구할 수 있다.
- (3) 공사감독자는 수급인이 제출한 지능형 다짐에 의한 다짐도 평가 결과의 확인을 위해 흙의 밀도시험과 평판재하시험을 통한 다짐도 확인을 추가로 요구할 수 있다.
  - ① 다짐도 확인은 국부적으로 원지반 조건이 변화하거나 시공 중 강우로 인해 함수비가 변화하는 등 시험시공 조건과 차이가 예상되는 경우에 한하여 요구할 수 있다.
  - ② 다짐도 확인 요구 수량은 지능형 다짐공 적용목적에 적합하도록 공사감독자와 수급인이 협의를 통해 정한다.
  - ③ 다짐도 확인을 위해 실시한 흙의 밀도시험과 평판재하시험 결과 요구 다짐도를 만족하지 못하는 경우 수급인의 부담으로 추가 다짐 또는 재시공하고, 이 부분에 대한 흙의 밀도시험과 평판재하시험 결과를 제출하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
김준영	한남대학교	김나은	한국건설기술연구원
이상인	인천대학교	이승환	한국건설기술연구원
백성하	한국건설기술연구원	최봉혁	한국건설기술연구원
조진우	한국건설기술연구원	최창호	한국건설기술연구원

자문위원

성명	소속	성명	소속
김인대	(주)삼보기술단	이승수	두산인프라코어

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	조삼덕	한국건설기술연구원
구재동	한국건설기술연구원	김기석	(주)희송지오텍
김기현	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김태승	한국건설기술연구원	김영민	(주)신성엔지니어링
김희석	한국건설기술연구원	노한성	한국도로공사
류상훈	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
원훈일	한국건설기술연구원	이선복	동부건설
이여경	한국건설기술연구원	이태옥	수성엔지니어링
주영경	한국건설기술연구원	임광수	서울화인
허원호	한국건설기술연구원	황의필	서울주택도시공사

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
권석현	(주)디엠씨엠	김영근	(주)건화
권순철	SK건설(주)	김희룡	(주)천마기술단
김사한	(주)건화	류은영	(주)태암엔지니어링

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
유병수	기술혁신과	양성모	기술혁신과
백세영	기술혁신과		

# KCS 10 70 20 : 2021 지능형 다짐공

---

2021년 12월 16일 제정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

관련단체 한국건설기술연구원  
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
Tel : 031-910-0114 E-mail : webmaster@kict.re.kr  
<http://www.kict.re.kr>

작성기관 한국건설기술연구원  
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
Tel : 031-910-0114 E-mail : webmaster@kict.re.kr  
<http://www.kict.re.kr>

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