

KRACS 47 10 25 : 2021

# 토공사

2021년 4월 12일 개정

<http://www.kcsc.re.kr>



국토교통부

철도건설공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

이 시방기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

# 철도건설공사 전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 철도건설공사 전문시방서와 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 철도건설공사 전문시방서를 중심으로 해당 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
국가철도공단 전문시방서 (노반편)		제정 (2011.12)
국가철도공단 전문시방서 (노반편)		개정 (2013.12)
국가철도공단 전문시방서 (노반편)		개정 (2015.12)
KRACS 47 10 25 : 2018	• 건설기준코드 체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2018.11)
KRACS 47 10 25 : 2021	• 네일공사 인발시험 횟수 조정	개정 (2021.4)

제 정 : 2018 년 월 일  
심 의 : 중앙건설기술심의회  
소관부서 : 국토교통부 철도건설과

개 정 : 2021년 월 일  
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

관련단체 (작성기관) : 국가철도공단(한국철도기술연구원)

# 목 차

1. 토공사 일반 .....	1
1.1 일반사항 .....	1
1.2 재료 .....	3
1.3 시공 .....	3
2. 공사준비 .....	3
2.1 일반사항 .....	3
2.2 재료 .....	4
2.3 시공 .....	4
3. 쌓기 .....	6
3.1 일반사항 .....	6
3.2 재료 .....	7
3.3 시공 .....	8
4. 깔기 .....	14
4.1 일반사항 .....	14
4.2 재료 .....	15
4.3 시공 .....	15
5. 흙다지기 .....	21
5.1 일반사항 .....	21
5.2 재료 .....	21
5.3 시공 .....	21

6. 구조물 접속부 .....	24
6.1 일반사항 .....	24
6.2 재료 .....	25
6.3 시공 .....	25
7. 보강토 옹벽공사 .....	26
7.1 일반사항 .....	26
7.2 재료 .....	27
7.3 시공 .....	27
7.4 품질 관리 .....	28
8. 옹벽공사 .....	28
8.1 일반사항 .....	28
8.2 재료 .....	29
8.3 시공 .....	29
9. 가설 흙막이공사 .....	30
9.1 가설 흙막이공사 공통사항 .....	30
9.2 사면굴착 .....	32
9.3 엄지말뚝과 흙막이판 .....	32
9.4 널말뚝 .....	33
9.5 CIP벽체 .....	35
9.6 SCW벽체 .....	36
9.7 지하연속벽 .....	37
9.8 띠장 .....	37
9.9 버팀보, 까치발, 중간말뚝, 가새 .....	38
9.10 지반앵커, 타이로드 .....	40
9.11 록볼트 .....	43
9.12 네일, 숏크리트 .....	44
9.13 차수 및 지반개량공사 .....	51

9.14 가설 흙막이 계측 .....	54
9.15 해체 및 철거 .....	56
10. 비탈면 보호공사 .....	57
10.1 일반사항 .....	57
10.2 격자블록 .....	58
10.3 네일 .....	59
10.4 록앵커 .....	63
10.5 록볼트 .....	65
10.6 식생공사 .....	68
10.7 돌붙임 .....	70
10.8 슛크리트 .....	70
10.9 돌쌓기 .....	72
10.10 낙석방지공사 .....	74
11. 연약지반처리 .....	75
11.1 일반사항 .....	75
11.2 재료 .....	75
11.3 시공 .....	76
11.4 굴착치환공법 .....	76
11.5 강제치환공법 .....	77
11.6 샌드드레인 .....	78
11.7 페이퍼드레인공법 .....	79
11.8 팩드레인공법 .....	80
11.9 다짐말뚝공 .....	81
11.10 샌드매트 깔기공법 .....	82
11.11 선형재하공법(프리로딩공법) .....	83
11.12 동다짐공법 및 동치환공법 .....	84
11.13 바이브로플로테이션공법(Vibrofloatation공법) .....	85

11.14 약액주입공 .....	87
11.15 표층안정처리공 .....	91
11.16 심정공법 .....	94
11.17 웰포인트공법 .....	96
11.18 진공심정공법 .....	97
11.19 계측관리 .....	98
12. 토석류 대책시설 .....	100
12.1 일반사항 .....	100

# 토공사

## 1. 토공사 일반

### 1.1 일반사항

#### 1.1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 철도노반의 토공사에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 표준시방서의 KCS 11 20 00 토공사 및 당해 공사의 공사 기준에 따라 시공한다.

#### 1.1.2 용어의 정의

- 구조물 뒤채우기 : 구조물 주위에 명시된 기선과 기면에 맞추어 구조물 뒤채우기 재료를 공급하고 포설하여 다지기 하는 것을 말하며 필요한 경우에는 토취장에서 파낸 순 쌓기 재료를 포함한다.
- 구조물 되메우기 : 구조물의 시공 완료 후에 기초의 터파기 부분을 원지반 표면까지 되메우고 다지기 및 고르기를 하는 작업을 말한다.
- 노반 : 궤도를 지지하기 위하여 선로 평면선형과 종단선형을 따라 토공사, 교량, 터널 등 구축물을 구축하거나 원지반 그대로 궤도를 지지하는 토대를 총칭하여 노반이라 한다.
- 다지기 : 쌓기 재료를 소정의 두께로 편 후에 정적압축, 진동 또는 이 두 가지의 혼합방식으로 소요 다지기 정도를 얻을 때까지 흙을 다지는 작업을 말한다.
- 깎기 : 원지반면을 제거하여 확정된 선형, 기울기 및 치수나 공사시방서의 규정에 부합되도록 땅을 깎아 시공기면을 형성하는 작업을 말한다.
- 띠장 : 흙막이벽 지지재의 일부로서 버팀력을 분포시킬 목적으로 적합한 깊이마다 벽면에 수평으로 설치한 횡부재를 말한다.
- 록볼트 : 암반 중에 관입 정착되어 암반을 보강하는 목적으로 설치하는 강재 또는 기타 재질의 봉형 보강부재를 말한다.
- 록앵커 : 인장력을 발현시켜 압력을 암반내부에 전달하는 구조체로서, 그라우트에 의해 암반에 조성된 정착부, 인장부, 앵커머리부로 구성되며 임시앵커와 영구앵커가 있다.
- 미진동 발파공법 : 발파로 인한 소음, 진동 및 과편비산 등을 감소시키기 위하여 개발된 특수한 화약을 사용하는 공법을 말한다.
- 바닥쌓기 : 쌓기 재료의 함수비 조절 및 다지기를 포함하며 흙구조물 쌓기로 명시된 높이로 바

## 토공사

닥면 또는 지면을 돋우는 것을 포함하고 흙구조물 쌓기 재료는 필요한 경우에는 토취장에서 파낸 순 쌓기 재료를 포함한다.

- 버팀보 : 흙막이 벽에 작용하는 횡방향 지반압력을 지지하기 위하여 경사 또는 수평으로 설치하는 압축부재를 말한다.
- 나무베기와 뿌리제거 : 초목과 나무뿌리의 제거 및 표토 제거를 말한다.
- 본바닥 : 쌓기 및 깎기를 하지 않고 원래의 지반이 그대로 시공기면이 되는 상태를 말한다.
- 부분 식생공사 : 비탈면에 도랑, 구멍, 홈줄을 파서 씨를 뿌리거나 묘목을 심고, 비탈면 식물의 생장에 따라 비탈면 전체를 피복하는 공법으로서, 부분객토식생공사, 식생대공사, 식생판공사, 식생줄떼공사 등이 있다.
- 비탈끝 : 비탈면의 아래쪽 끝을 말한다.
- 비탈면 : 정해진 기울기에 따라 인공적으로 만든 기울어진 면을 말한다.
- 비탈어깨 : 비탈면의 상단부를 말한다.
- 사토 : 깎기 작업에서 발생한 지반 재료 중 쌓기에 부적합한 재료이거나 유용하고 남은 재료를 말한다.
- 상부노반 : 시공기면에서 일반철도 1.5m, 고속철도 3.0m 깊이 범위 내에 있는 지반을 말한다.
- 상부노반 쌓기 : 쌓기 중 시공기면에서 일반철도 1.5m, 고속철도 3.0m 깊이 범위 내에 있는 부분을 쌓는 작업을 말한다.
- 샌드매트 : 시공장비 주행성과 지중수 배수를 위한 통수단면 확보를 목적으로 연약지반 위에 포설하는 모래층을 말한다.
- 선균열공법 : 계획된 암깎기 법면을 따라 일정한 깊이와 간격으로 경사지게 천공하고 소발과 방법으로 중앙부의 암깎기 이전에 법면을 미리 만드는 것을 말한다.
- 소단 : 비탈면의 도중에 설치된 거의 수평인 작은 단을 말한다.
- 순 쌓기 : 토취장에서 깎아 운반해온 재료나 다른 장소에서 구입한 재료를 사용하여 쌓는 작업을 말한다.
- 쌓기 : 깎기에서 발생한 재료 및 토취장에서 운반해온 재료를 사용하여 시공에 필요한 인력, 기계장비, 재료 공급, 깎기한 재료의 흙갈기, 함수량 조절, 마무리 등을 설계도서 및 시방서에 따라 행하는 노반부 다지기 시공을 말한다.
- 안정액 : 지중연속벽이나 현장타설말뚝 등의 지반굴착 시 공벽의 붕괴방지 목적으로 사용하는 현탁액을 말한다.
- 원지반 : 원래의 흐트러지지 않은 상태의 자연지반을 말한다.
- 원지반면 : 원지반의 표면을 말한다.

- 유용표토 : 명시된 깊이로 표토를 제거하고 그 재료가 공사에 유용될 때까지 임시 쌓기를 유지하는 것을 포함한다.
- 유용 쌓기 : 깎기, 측구파기, 구조물 터파기, 터널 굴착 등에서 발생한 재료를 유용하여 쌓는 작업을 말한다.
- 전면 식생공사 : 비탈면 전체에 씨앗뿌어붙이기, 평떼붙이기 등을 실시하여 비탈면 전체를 피복하는 공사법이며, 씨앗뿌어붙이기공사 A, B, 식생매트공사, 평떼공사, 줄떼공사 등이 있다.
- 지반앵커 : 선단부를 지반 속에 형성된 앵커체에 고정시키고, 이 앵커체에서 발현되는 반력을 이용하여 흙막이벽 등의 구조물을 지탱시키는 케이블식 인장 구조체를 말하며, 그라우팅 등으로 형성되는 앵커체, 인장부, 앵커머리로 구성된다. 어스앵커라고도 하며 영구앵커와 임시앵커로 구분한다.
- 타이로드 : 구조물 배면지반에 앵커체를 형성하고 이 앵커체에 강봉이나 케이블을 연결하여 구조물을 고정시킴으로써 안정을 도모하는 것을 말한다.
- 하부노반 : 쌓기 구간에서 다지기 요건에 따라 쌓기 단면을 구분할 때 상부노반의 아래부분으로부터 원지반까지의 쌓기 부분을 말한다.
- 하부노반 쌓기 : 원지반으로부터 상부노반 쌓기의 아래에 있는 부분을 쌓는 작업을 말한다.
- 흙구조물 : 흙 또는 암석을 재료로 하여 구축된 구조물 및 이것에 접하는 소구조물을 총칭하는 것으로 노반, 쌓기, 깎기, 배수시설과 비탈면 보호공법 등이 여기에 해당된다.

## 1.2 재료

- (1) 토공사의 재료에 대한 규정은 KCS 11 20 00 토공사를 따른다.
- (2) 흙의 공학적 분류는 KS F 2324의 규정을 따른다.

## 1.3 시공

- (1) 토공사의 시공 규정은 깎기, 쌓기 등 관련된 공사에서 각각 규정한다.
- (2) 쌓기 및 깎기의 시공기면은 항상 배수가 잘 되도록 설계도서에 명시된 대로 가로기울기를 두고 시공한다. 시공 중에도 물이 고일 우려가 있을 경우에는 이에 따른다.

## 2. 공사준비

### 2.1 일반사항

#### 2.1.1 준비일반

- (1) 이 기준은 깎기, 쌓기, 구조물 터파기 작업 등을 위하여 기준틀 설치와 준비 배수공사와 나무

## 토공사

베기와 뿌리제거 및 구조물 및 지장물 제거, 사전조사 등에 적용한다.

(2) 이 기준에 기재되지 않은 내용은 토목공사 표준시방서 KCS 11 20 00 토공사 부분을 따라 시행한다. 이와 관련된 시방 규정은 다음과 같다.

- ① 02110 구조물 해체공
- ② 02120 지중구조물의 철거공
- ③ 02130 현장준비공

### 2.1.2 측량 및 기준틀 설치

- (1) 기준틀의 설치간격은 20m를 표준으로 하며 곡선반지름이 300m 이하이거나 지형이 복잡한 장소에서는 10m를 표준으로 한다.
- (2) 공사시공에 있어서 지장이 있는 중요한 중심점, 터널갱문의 중심점 등은 공사 중에 훼손 또는 이동될 때 본점을 구할 수 있도록 인조점을 설치해야 한다.
- (3) 수준기표 사이에 구조물을 축조하는 경우에는 축조하는 장소 부근에 임시수준기표를 설치해야 한다.
- (4) 시공 중 손상되거나 망실된 기준틀은 수급인 부담으로 신속하게 재설치 해야 한다.
- (5) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사 (2.1.2)를 따른다.

### 2.1.3 사전조사

KCS 10 20 05 입지환경조사 (1.3), KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.2.1)을 따른다.

## 2.2 재료

해당사항 없음

## 2.3 시공

### 2.3.1 토공사 시공계획

KCS 11 20 10 땅깍기(절토), KCS 11 20 15 터파기, KCS 11 20 20 흙쌓기(성토), KCS 11 20 30 사토 및 잔토처리를 따른다.

### 2.3.2 준비 배수

- (1) 용지가 아닌 부근 일반토지에 배수되어 민원이 발생할 경우에는 수급인이 책임을 지고 조치해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.2.2)를 따른다.

### 2.3.3 나무베기와 뿌리제거

#### (1) 나무베기와 뿌리제거 일반

- ① 수급인은 깎기 또는 썬기의 시공에 앞서 깎기부, 토취장 또는 썬기부를 공사기준에 따라 나무베기와 뿌리제거를 해야 한다.
- ② 나무베기와 뿌리제거로 제거된 토사를 공제하여 토량배분 계획을 세우지 않으면 썬기 토량에 부족이 생길 우려가 있으므로 주의해야 한다.

#### (2) 나무베기와 뿌리제거 범위 및 깊이

나무베기와 뿌리제거를 해야 할 범위는 공사기준에 따라 수행해야 한다. 공사기준에 특별히 규정하지 않은 경우에는 깎기 비탈면의 어깨나 썬기 비탈면의 끝에서 1m 떨어진 선 이내의 폭과 전 공사구간의 연장으로 한다.

#### (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 05 별개제근 및 표토제거 (3.3.1)을 따른다.

#### (4) 나무베기와 뿌리제거 시의 표토 처리

- ① 표토는 지정된 구역에서 깎아내고 이물질과 섞이지 않도록 해야 한다. 이때 젖어있는 표토는 깎아내지 않도록 해야 한다.
- ② 비탈면 떼붙이기 등에 사용할 수 있는 표토는 승인된 깊이까지 조심스럽게 깎아서 직접 사용할 곳에서 사용하거나 일정한 장소에 보관해야 한다.
- ③ 유용표토는 나무뿌리, 돌 및 기타의 유해물을 함유해서는 안 되므로 유용표토 깎기 시에는 이들 부적절한 재료와 혼합되지 않도록 조심스럽게 작업해야 한다.
- ④ 토취장과 썬기에 사용되는 깎기 부분의 초목은 깎기 작업에 앞서서 나무베기와 뿌리제거를 행하여 나무뿌리 및 표토부근의 유기질토와 같이 제거한다.

#### (5) 나무베기와 뿌리제거 재료 처분

- ① 수급인은 나무베기와 뿌리제거 후, 발생량이 방대하여 반출해야 할 경우나 썬기 쉬운 물질은 관계법령에 따라 처리계획을 수립하여 관계 행정 기관과 협의한 후 공사 감독자/감리원에게 처리계획서를 제출하고 처리해야 한다.
- ② 나무베기와 뿌리제거에 의해 발생한 재료를 처리할 때에는 민원이 발생하지 않도록 해야 하며 민원이 발생할 경우에는 우선 수급인 부담으로 조치해야 한다.
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 05 별개제근 및 표토제거 (3.3)을 따른다.

#### (6) 나무베기와 뿌리제거 마무리

- ① 나무베기와 뿌리제거 작업으로 생긴 모든 구멍은 썬기를 하기 전에 적합한 재료로 되메우기를 한 후 소정의 기준에 따라 다져야 한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 05 별개제근 및 표토제거 (3.3)을 따른다.

### 2.3.4 구조물 및 지장물 제거

KCS 11 20 05 별개제근 및 표토제거 (3.3.2)를 따른다.

## 토공사

### 2.3.5 지반조사

#### (1) 깎기부 지반조사

- ① 수급인은 토공사 시공계획에 따라 깎기작업을 하기 전에 비탈면 기울기, 소단, 비탈면 보호 공사, 비탈면 보강공사, 배수공사 등의 적절성을 확인하기 위하여 시추조사 및 원 위치 시험을 시행한 후 토질 및 암석시험을 시행하고 이에 따라 깎기공사를 해야한다.
- ② 수급인은 깎기의 시공으로 인해 비탈면의 활동 및 붕괴의 위험이 있는 경우나 깎기 상부의 자연 비탈면에 산사태발생이 우려되는 경우에는 적절한 비탈면 기울기의 결정과 대책검토를 위해 필요한 조사 및 시험을 추가적으로 수행하고 안정성 검토를 한 후 시공해야 한다.

#### (2) 쌓기부 지반조사

- ① 수급인은 토공사 시공계획에 따라 쌓기작업을 하기 전에 지반조건을 판단하기 위하여 시추 및 필요한 시험을 수행한 후 이에 따라 쌓기공사를 시공해야 한다.
- ② 지진 시 액상화 가능성이 있는 사질토층이나 연약지반의 경우에는 설계도서에 준하되 별도로 충분한 조사가 필요한 경우에는 공사 감독자/감리원과 협의한 후 시행해야 한다.

### 2.3.6 시공방법 변경

KCS 10 10 05 공사일반 (1.14.3)을 따른다.

### 2.3.7 흙운반

- (1) 수급인은 토공사 시공계획에 따라 흙운반 작업을 해야 하며 운반거리 등을 변경하고자 할 때에는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시행해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 30 사토 및 잔토처리 (3.3)을 따른다.

### 2.3.8 원지반 안정처리

KCS 47 10 25 토공사 (2.2.3)을 따른다.

## 3. 쌓기

### 3.1 일반사항

#### 3.1.1 적용범위

- ① 이 절은 철도건설 시 깎기, 토취장 깎기, 구조물 터파기, 터널 굴착 등에서 발생한 재료를 사용하여 설계도서에 따라 선형, 기울기, 높이에 일치되도록 하부노반과 상부노반을 완성시키기 위한 쌓기 하는 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사를 따른다.

### 3.1.2 쌓기 구분

KCS 47 10 25 토공사 (3.1.2)를 따른다.

### 3.1.3 쌓기 준비공사

KCS 47 10 25 토공사 (3.1.3)을 따른다.

## 3.2 재료

### 3.2.1 쌓기 재료의 일반사항

- (1) KCS 47 10 25 토공사 (3.2.1)을 따른다.
- (2) 안정처리공법은 시멘트, 역청제, 석회 등과 같은 첨가제를 사용하는 방법과 강열건조, 정적다짐, 다른 흙과 혼합, 호층 쌓기 등과 같이 첨가제를 사용하지 않는 방법이 있다. 일반적인 안정처리 공법의 종류별 내용은 <표 3.2-1>과 같다.

표 3.2-1 일반적인 안정처리 공법

안정 공법	안정처리 개요	적용성
시멘트 혼합	포틀랜드 시멘트, 고로시멘트를 첨가하여, 토립자를 결합시킨다. 또, 컨시스턴시를 개량한다.	범용성이 있고, 적용실례 많고 신뢰도가 크다.
석회 혼합	생석회, 소석회 또는 플라이애시를 혼합한 것을 첨가하고, 화학반응에 따라, 함수비 저하와 컨시스턴시 개선으로 시공성을 향상	범용성이 있고 고함수비 흙에 적용실례가 많다.
생석회 말뚝	토취장에 미리 타설하여, 지반의 함수비를 저하 시켜 토취하고, 시공성을 향상시킨다. 깎기 흙의 유용에는 효과적	혼합설비가 필요 없고 공기 단축이 가능하다.
역청제 혼합	아스팔트 유제를 단독 또는 시멘트를 병용하여 혼합해야 한다. 설비시공관리가 필요, 토립자의 점착력을 증가시키고 함께 내수성을 향상시킨다.	저함수비 흙에 적용.
고분자 제 혼합	고분자 등, 화학성 재료를 혼합하여 재료의 성질을 개선해야 한다.	비용이 고가.
혼합	양질의 흙을 혼합하여 부적합한 흙을 개선해야 한다.	혼합설비를 필요로 하고 충분한 시공관리가 필요.
샌드 위치	불량토와 양질토를 번갈아 쌓기하고, 안정과 강도증가를 피해야 한다. 고함수비 흙과 모래층의 호층(互層)실시예가 많다.	시공이 복잡하며 충분한 시공관리가 필요하다.

## 토공사

### 3.2.2 강화노반 재료

KCS 47 10 25 토공사 (3.2.2)를 따른다.

### 3.2.3 쌓기 재료로 이용되는 산업부산물

KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (2.1.3)을 따른다.

### 3.2.4 암석 쌓기

KCS 47 10 25 토공사 (3.2.5)를 따른다.

## 3.3 시공

### 3.3.1 쌓기의 시공

KCS 47 10 25 토공사 (3.3.1)을 따른다.

### 3.3.2 강화노반 시공

KCS 47 10 25 토공사 (3.3.2)를 따른다.

### 3.3.3 암석 쌓기

- (1) 수급인은 쌓기 재료로서 암버력을 사용하는 경우 안정한 쌓기가 되도록 시공방법, 층두께 및 다지기 등 작업계획을 작성하여 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 사용해야 한다.
- (2) 수급인은 암버력으로 쌓기하는 경우 반드시 시험구간을 설정하고 시험 결과치를 산출한 성과표를 시방규정과 비교하여 현장여건에 맞게 작성하여 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시공해야 한다.
- (3) 암버력과 기타 재료를 동시에 포설해야 할 경우에는 암버력은 외측에, 기타 재료는 중앙부에 포설해야 한다.
- (4) 지질공학적 조건에 따라 암석이 물을 함유할 때는 그 강도가 낮아지는 것이 일반적이므로 물을 뿌려 다지는 경우에는 가능한 한 적게 사용해야 한다.
- (5) 쌓기 시험시공에 사용되는 장비는 다음과 같다.
  - ① 펴고르기 작업용 도저(Dozer)
  - ② 100kN 이상 진동로울러
  - ③ 굴착장비 백호우(시험굴 굴착시)
  - ④ 살수 작업용 살수차량(살수용량 100kN)
  - ⑤ 수준측량기 1세트
  - ⑥ 시험굴 체적 산출을 위한 비닐

- ⑦ 메스실린더(1,000cc)
- ⑧ 적재용 차량(150 ~ 320kN)

(6) 쌓기 시공시험 진행순서는 다음과 같다.

- ① 쌓기 시공시험장 조성공사 완료 후 공사 감독자/감리원으로부터 승인을 얻는다.
- ② 덤프트럭을 이용하여 깎기 지역으로부터 발생된 암재료의 적재 작업을 한다.
- ③ 불도저를 이용하여 축조재료에 대한 퍼고르기를 시행한다.
- ④ 퍼고르기 작업 후 정확한 쌓기시험장 경계 측량을 한다.
- ⑤ 2.0m×1.5m 간격으로 수준측량을 실시한다(살수 지역 15개 지점, 비살수지역 15개 지점을 적색 페인트로 표시하고, 수준측량 작업시 지반의 정확한 표고측정을 위하여 450mm×450mm의 철판을 스타프 하단부에 부착하여 측정작업을 실시한다).
- ⑥ 수준측량 완료 후 진동로울러를 각 열별로 2회, 4회, 6회, 8회, 10회 및 그 이상의 다지기작업을 시행한다.
- ⑦ 각 2회 다지기작업 후 전과 동일한 지점(적색 페인트 부분)에 대하여 수준측량을 실시한다.
- ⑧ 10회 다지기작업 및 수준측량 완료 후 살수 지역 중앙부, 비살수지역 중앙부 지점에서 지름 1.5m, 심도 800mm 정도의 시험굴(Test Pit)을 실시한다.
- ⑨ 쌓기 시공시험 과정에서 확인된 포설두께, 살수 다지기효과, 다지기회수, 침하량, 침하율(압축률), 현장밀도 및 입도분석을 하여 가장 합리적이고 경제적인 방법을 결정한다.

(7) 암벼력으로 시공되는 쌓기부의 마지막 층은 작은 돌조각 등을 두어 공극을 충분히 차단할 수 있도록 메워야 한다.

(8) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.3.17)을 따른다.

### 3.3.4 경사지 쌓기(층따기)

KCS 47 10 25 토공사 (3.3.3)을 따른다.

### 3.3.5 쌓기 작업 중의 배수

- (1) 작업 중 쌓기부 하단에 내부 및 외부로부터 유출·입되는 유출·입수의 처리를 위하여 임시 배수로 또는 설계도서에 표시된 측구를 설치하여 유출·입수가 원활하게 배수될 수 있도록 해야 한다.
- (2) 종단의 기울기가 급하거나, 횡단면의 기울기가 한쪽으로 치우쳐 시공될 경우, 또는 깎기부에서 집수된 표면수가 쌓기부 노면으로 유입되어 방류될 경우, 유입수는 표면수보다 그 양이 많고, 유속도 빠르다. 따라서 이러한 유입수가 가장 취약한 부분인 쌓기 비탈면으로 유출될 경우, 비탈면은 세굴 또는 붕괴되므로 이러한 집중적인 유입에 따른 문제를 막기 위해서는 임시 배수로를 길 어깨에 설치하여 집수토록 한 후 임시 도수로로 유출시키는 것이 효과적이다.
- (3) 쌓기 작업으로 인하여 인근 전답, 비닐하우스, 주거지 등에 영향을 주지 않도록 사전에 배수 조치에 대한 유의가 필요하다.

## 토공사

- (4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.3.12, 3.3.13)을 따른다.

### 3.3.6 깔기

- (1) 설계도서에 명시되지 않은 경우 일반적으로 상부노반 및 하부노반 쌓기를 위해 다져진 후 한 층의 두께는 300mm를 초과하지 않도록 해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.3.11)을 따른다.

### 3.3.7 쌓기면 운반로

- (1) 토공사 마무리면을 운반로로 사용할 경우에는 사전에 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.3.15)를 따른다.

### 3.3.8 사토 및 잔토처리

- (1) 깎기 작업에서 발생한 토량 중 쌓기에 부적합한 재료이거나 유용하고 남은 재료는 설계도서에서 승인된 장소에 사토하거나 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 처리해야 한다.
- (2) 처분방법으로는 쌓기구간에서 균일하게 폭을 확장하거나 비탈면의 기울기를 완화시키는 방법과 일정한 장소에 모아서 버리는 방법이 있으며 공사 감독자/감리원의 승인하는 방법을 따라야 하며 이 경우 반드시 경제성에 대해서도 함께 검토해야 한다.
- (3) 특히 암 사토의 경우에는 수급인이 임의대로 암사토를 외부로 반출하는 것을 절대 금지하며 반드시 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 조치해야 한다.

### 3.3.9 되메우기

- (1) 되메우기 부위가 쌓기부 내에 위치하여 철도하중의 영향을 받는 경우에는 뒤채우기와 동등한 수준으로 시공해야 한다.
- (2) 되메우기에 사용되는 재료 및 다짐기는 설계도서 또는 공사 감독자/감리원의 승인에 따라야 한다.
- (3) 수급인은 구조물의 인접부위에 되메우기를 한 후 다짐이 필요한 경우에는 구조물의 손상이 되지 않도록 장비 및 시공방법을 결정하고 구조물 주위를 다짐해야 한다.
- (4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 25 (3.3.2)를 따른다.

### 3.3.10 뒤채우기

- (1) 뒤채움재료는 시공 전에 사용재료의 품질시험성과를 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 받은 후 사용해야 한다. 또한 재료를 포설하기 전 구조물의 벽면에 200mm 마다 층 두께를

표시하여 층 다짐상태를 확인할 수 있도록 하고 다짐 완성 후 1층의 두께가 200mm 이내가 되도록 층 다짐을 실시한다.

(2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움 (3.3.3)을 따른다.

### 3.3.11 방치기간

KCS 47 10 25 토공사 (3.3.6)을 따른다.

### 3.3.12 품질관리

(1) 석회안정처리

- ① 석회안정처리는 원지반에 석회를 첨가 혼합하여 다짐함으로써 흙의 성질을 개량 강화하는 공법을 말한다.
- ② 석회의 품질 : 안정처리용 석회는 입상 생석회로 KS L 9501에 규정된 양질의 입상 공업용 석회로서 2호품 이상의 것으로 30mm 이하로 해야 한다.
- ③ 배합시험 : 원지반의 자연 흙 및 생석회처리 흙에 있어서 미리 다음의 실내시험을 하여 적정한 석회 첨가량과 처리효과를 확인해야 한다.

가. 물리시험 : 함수비(KS F 2306)

- 입도분포시험(KS F 2302)

- 액성소성시험(KS F2303)

나. 다짐시험: KS F 2312(D다짐)

다. 강도시험: 노상토 지지력비(CBR)시험(KS F 2320)

- ④ 배합시험으로 구한 석회의 적정 첨가량 - 배합시험에 의해 구해진 석회의 적정 첨가량은 공시체의 강도가 다음의 값을 만족 하는 것으로 해야 한다.

수침 CBR	□	ML, CL	: 30% 이상
		석탄회, 응회암, 풍화토 등	: 15% 이상

- ⑤ 배합설계 : 생석회 첨가량의 현지 배합설계는 배합시험으로 구해진 적정첨가량(%)에 현장 조건을 고려한 안전율로서 첨가량을 1% 가하는 것으로 해야 한다.

⑥ 시공

가. 혼합방식 : 안정처리는 노상(路上)혼합방식에 의해 시공하는 것으로 해야 한다.

나. 안정처리용 기계 : 파서 일구기(Scarify), 분쇄, 혼합, 고르기에 사용하는 기계는 개량두께에 대하여 충분한 능력을 갖고, 잘게 흙을 깨서 균질한 혼합이 가능한 스테빌라이저(Stabilizer)를 선정해야 한다.

다. 다짐기계 : 다짐에 사용하는 기계는 안정처리 흙의 성상에 적합하고 소정의 지반반력 계수가 얻어지는 능력의 타이어 로울러를 선정해야 한다.

라. 반응시간 : 혼합하고 고르기한 처리 흙은 생석회의 반응시간을 고려해야 한다.

## 토공사

- ⑦ 효과의 확인 : 이 시공에 우선하여, 안정처리구간의 원지반의 일부 또는 동일조건외의 지반에 이 시공과 동일조건에 의한 시험시공을 하고 안정처리 원지반이 강화노반의 안정에 필요한 원지반 및 상부노반 조건인 것을 확인해야 한다.
- ⑧ 안전관리 : 생석회는 위험물의 지정을 받고 있는 물질이므로 보관, 취급 등에 상당한 주의를 기해야 한다. 공사의 계획 시에는 보관량과 작업능력의 균형, 분진 발생의 방호, 인체보호 등의 안전관리에 미리 충분한 배려를 해야만 한다.
- ⑨ 품질관리 : 시공시의 품질관리는 <표 3.3-1>에 의한 것으로 해야 한다.

**표 3.3-1 관리항목과 빈도**

관리항목	빈도
파서 일구기 깊이, 분쇄도	1일 1회
첨가량과 혼합의 정도	오전 1회, 오후 1회
Ev2	연장 50m마다 1개소
마무리 높이	20~40m에 1개소

주) 지지강성시험은 전압완료 3일후에 실시해야 한다.

### (2) 시멘트 안정처리

- ① 시멘트 안정처리는 원지반흙에 시멘트를 첨가, 혼합하여 다짐함으로써 원지반 흙의 성질을 안정, 강화하는 공법을 말한다.
- ② 시멘트의 종류 안정처리에 사용하는 시멘트는 포틀랜드 시멘트를 표준으로 하고, 필요시 특수시멘트를 사용할 수 있다.
- ③ 배합시험 : 다음의 실내시험을 하고 적정한 시멘트 첨가량과 처리효과를 확인해야만 한다.
  - 가. 물리시험 : 함수비 KS F 2306  
입도분포 KS F 2302  
액소성시험 KS F 2303, 2304
  - 나. 유기물 함유량시험 : ASTM 2974(필요시만 시험)  
배합시험에 유기물 함유량 시험이 포함되어 있는 것은, 흙중의 유기물은 시멘트의 칼슘이온과 결합하여 시멘트 안정처리에 유해하기 때문이지만 그 외의 조건이 양호하다면 0.5%~2.0%까지 허용할 수 있다.  
더욱 유해한 것은 포도당(Glucose), 핵산(Nucleic Acid)과 같은 저분자 유기물이다. 이것들의 함유량이 0.1% 이상 되면 시멘트 안정처리의 효과가 얻어지지 않는다고 한다.
  - 다. 다짐시험 : KS F 2312 D다짐
  - 라. 일축압축시험 : KS F 2314
- ④ 배합시험으로 구간 시멘트의 적정첨가량 : 배합시험으로 구한 시멘트의 적정첨가량은 일축압축시험의 수침 일축압축강도가 980kN/m<sup>2</sup>로 되는 시멘트 첨가량으로 해야 한다.
- ⑤ 배합설계 : 시멘트 첨가량의 현지 배합설계는 배합시험으로 구한 적정첨가량(%)으로 해야 한다.

⑥ 시공

- 가. 혼합방식 : 안정처리는 노상(路上) 혼합방식에 의해 시공하는 것으로 해야 한다.
- 나. 안정처리용 기계 : 파서 일구기, 분쇄, 혼합, 고르기에 사용하는 기계는 개량두께에 대하여 충분한 능력을 갖고 잘게 흙을 깨서 균질한 혼합이 가능한 스테빌라이저를 선정해야 한다.
- 다. 다짐용 기계 : 다짐에 사용하는 기계는 안정처리 흙의 성질에 적합하고, 시멘트 첨가 혼합 후 2시간 이내에 다짐을 완료하여 소정의 지반반력계수가 얻어지는 능력의 롤러를 선정해야 한다.
- 라. 표면보호 : 시멘트 안정처리층의 표면은 마무리 직후에 역청재료를 0.5~1.0 l/m<sup>2</sup>정도 살포하여 실(Seal)처리하고, 본바닥의 경우는 그 위에 거친 모래를 살포해야 한다. 깎기인 경우에는 배수층의 모래를 소정의 두께로 살포하여 다짐해야 한다.

⑦ 효과의 확인 : 이 시공에 우선하여 안정처리 구간의 원지반의 일부 또는 동일조건외 지반에 이 시공과 동일조건에 의한 시험시공을 하고, 안정처리 원 지반은 강화노반의 안정에 필요한 원지반 및 상부노반 조건을 확인해야 한다.

⑧ 품질관리 : 시공시의 품질관리는 석회안정처리와 같이 적용해야 한다.

(3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사(3.3.7)을 따른다.

**3.3.13 침하계측**

(1) 침하계측의 목적

KCS 47 10 25 토공사(3.3.8(1))을 따른다.

(2) 침하계측 개소 및 간격

- ① 지표 침하는 쌓기 구간은 50m 간격으로, 부등침하가 우려되는 개소는 25m 간격으로 측정해야 한다.
- ② 깎기부의 경우 기본적으로 50m 간격으로 측정하고 원지반 조건이 양호한 개소의 경우 공사 감독자/감리원과 협의하여 간격을 조정할 수 있다.
- ③ 원지반 침하는 100m 간격으로 측정해야 한다. 다만, 원지반 지질조건 등을 고려하여 원지반침하가 우려되지 않는 구간의 경우 이를 조정할 수 있다.
- ④ 부등침하가 우려되는 개소는 추가로 지표침하를 측정해야 한다. 부등침하 우려개소로는 연약지반, 절성경계부, 과거 유수의 흔적이 있는 개소, 임시 도로, 폐광 등이 있다. 편질 편성구간 등 비대칭 토공구조로 횡단면상에서 부등침하가 우려되는 개소의 경우 토공 어깨부에서 추가로 침하를 측정해야 한다.
- ⑤ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 10 15 시공중 지반계측(1.3.7)을 따른다.

(3) 계측기간 빈도

KCS 47 10 25 토공사(3.3.8(2))을 따른다.

## 토공사

### 3.3.14 현장관리

- (1) 쌓기 작업 중에는 쌓기 면을 항상 배수가 잘 되는 상태로 유지해야 한다.
- (2) 비가 오는 즉시 작업을 개시할 필요가 있을 때에는 강우 전에 미리 폴리에틸렌 등의 보호막으로 작업 면을 덮어서 우수의 침입을 막아야 한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사(3.3.9)를 따른다.

## 4. 깎기

### 4.1 일반사항

#### 4.1.1 깎기 구분

- (1) 깎기 공사는 지반조건 및 현장조건에 따라 일반적으로 불도저 깎기, 발파 깎기 등으로 구분한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 00 토공사, KCS 47 10 25 토공사를 따른다.

#### 4.1.2 토사, 리핑암 및 발파암 판별

- (1) 설계 시 지층이 분류된 경우에는 설계에 따라야 한다.
- (2) 수급인은 깎기 작업 중이나 완료 후에 공사비 산정을 위하여 지층을 분류할 경우 선로 횡단도와 토공사 입적표 등의 관련 자료를 첨부하여 공사감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.
- (3) 공사 감독자/감리원은 수급인이 제출한 토질별 수량계산내역을 수급인과 공동으로 확인하여 승인해야 하며 제출자료 및 육안확인으로 판단이 어려운 경우에는 유압식 리퍼에 의한 시험 시공을 하거나 전문가의 검토의견서를 참조한 후 결정해야 한다.

#### 4.1.3 깎기 준비공사

- (1) 작업계획
  - ① 깎기공사는 나무베기와 뿌리제거, 기존구조물 및 지장물의 철거, 기준틀 설치, 외부 유입수 차단, 원지반 안정처리 등의 준비공사가 완전히 이루어진 후에 시행해야 한다.
  - ② 시공전 설계도서에서 확인시추를 명기한 구간에 대해서는 공사 전 확인시추와 필요시 원위치시험 및 역학시험을 실시해야 한다.
  - ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사(4.3.1)을 따른다.
- (2) 배수
  - ① 깎기 하는 장소에는 유입 또는 침출하는 지표수와 지하수가 고이지 않도록 적절한 배수시설로 배수시켜야 하며, 깎기 면의 마무리 작업 시 지하수와 강수 등이 노반부에 침투할 가능성이 많으므로 배수가 잘되고 양호한 상태의 토공사 마무리 면을 유지할 수 있도록 배수

시설을 해야 한다.

- ② 깎기 장소에 물이 고이지 않도록 공정의 진척과 더불어 임시 배수시설을 이동시키고, 지하수 및 침투수의 차단을 위하여 측구를 깊게 파서 흙의 함수비를 낮출 수 있도록 해야 한다.

## 4.2 재료

### 4.2.1 깎기 재료 활용

KCS 47 10 25 토공사 (4.2.1)을 따른다.

## 4.3 시공

### 4.3.1 깎기 시공일반

KCS 47 10 25 토공사 (4.3.1)을 따른다.

### 4.3.2 깎기부의 시공기면

- (1) 원지반이 암인 경우

암깎기 시공 시에는 토공사 계획고를 넘어서 암깎기를 하지 않도록 해야 한다. 부득이 마무리면을 넘어서 암깎기를 하였거나 발파 시 요철이 생긴 경우에는 물이 고이지 않도록 콘크리트로 되메우기하여 평탄하게 마무리 해야 한다.

- (2) 원지반이 암 이외인 경우

원지반의 토질이 토사와 암으로 서로 다른 경우에는 그 경계부에 1:4정도의 기울기를 가지는 접속구간을 가지도록 시공해야 한다.

- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사 (4.3.2), KCS 11 20 10 땅깎기(절토) (3.3.1)을 따른다.

### 4.3.3 비탈면 기울기

KCS 11 20 10 땅깎기(절토) (3.3.6)을 따른다.

### 4.3.4 암깎기 발파

- (1) 일반사항

- ① 천공 및 발파작업은 일정한 자격조건을 구비하고 충분한 경험을 가진 기능공 및 기술자에 따라 수행되며 각종 구조물 및 시설물이나 종업원에 대한 안전은 전적으로 수급인의 책임이며 화약의 보관, 운반, 취급 등에 관한 관계법령을 준수해야 한다.
- ② 암 발파 시에는 비산거리(예로서, 약 200m) 밖으로 깃발을 세워 보행자나 인근 주민에게 알리고 발파 직전 통고하여 주의하도록 한다.
- ③ 불발된 구멍이나 잔류화약이 있을 경우에는 압축공기 또는 물을 써서 회수해야 하며 회수가 불가능할 경우에는 순폭 시키거나 그 구멍으로부터 600mm 이상 떨어진 곳에 천공 및

## 토공사

발파를 하여 회수하도록 한다.

- ④ 비탈면의 발파는 선균열(Pre-Splitting)공법, 쿠션 발파(Cushion Blasting) 등의 제어발파 공법을 이용하여 암반의 강도저하를 방지하며 평탄하고 여굴이 적은 비탈면이 완성되도록 해야 한다.
- ⑤ 구조물 인접지역이나 기존 철도 확장부 등 발파 시 진동이나 비석에 따라 안전 저해가 우려되는 경우에는 미진동 발파공법이나 브레이커 및 무진동 파쇄공법에 따라 암깎기를 해야 한다.
- ⑥ 미진동 발파공법을 적용할 때에는 사전에 시험발파 및 진동측정을 실시하여 보안물건에 대한 안전성을 확인한 후 발파작업을 수행해야 한다.
- ⑦ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.1.2)를 따른다.

### (2) 발파계획

KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3.6)을 따른다.

### (3) 시험발파

KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3.20)을 따른다.

### (4) 일반 발파공법

- ① 일반 발파로 인하여 기존 구조물이나 시설물, 가축 또는 주민들에게 진동 및 소음으로 인한 피해가 예상되는 경우에는 현장에 적합한 진동 및 소음피해 방지계획서를 제출하여 공사 감독자/감리원의 확인을 받은 후 암발파를 시행해야 한다.
- ② 구조물의 인접지역, 기존 도로의 확장부, 민가 등 발파 시 진동이나 비석에 따라 안전사고가 우려되는 경우에는 설계기준과 시험발파 결과에 따라 적절한 발파공법을 선정하여 발파작업을 시행해야 한다.
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3.24)를 따른다.

### (5) 제어발파공법

제어발파공법 적용범위는 보안 물건에 대한 소음, 진동 기준치와 이격거리에 따른 지발 당 허용장약량 등을 고려하여 적절한 제어발파공법을 적용할 수 있다.

### (6) 암파쇄 굴착공법

- ① 미진동 파쇄기(화공품)에 의한 공법 적용 범위는 보안시설물에 대한 소음, 진동 기준치에 의하여 일반 발파공법이나 제어발파공법을 적용할 수 없는 지역에 제한적으로 적용한다
- ② 미진동 파쇄기 진동특성은 일반폭약과 다르므로 브레이커공법을 병행하여 집토 및 적재를 해야 한다.
- ③ 암파쇄 굴착공법의 적용을 위한 천공작업을 시작하기 전에 수급인은 천공의 간격과 깊이, 사용할 약품의 종류, 장약방법 및 점화순서를 표시한 계획서를 공사 감독자/감리원에 제출해야 한다.
- ④ 수급인은 시험발파 구간을 설정, 천공의 간격과 깊이, 장약 등을 변화시켜가면서 시험을 시행한 후 가장 합리적이고 안전한 방법을 택하여 공사감독자/감리원의 승인을 받아 시행해

야 한다.

(7) 브레이커 및 무진동 파쇄공법

- ① 무진동 파쇄공법의 천공배치, 방향, 길이 등은 설계도서에 따라야하며, 시험파쇄를 시행하여 공사감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시공해야 한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3)을 따른다.

(8) 선균열공법

- 가. 설계도서에 별도로 규정되어 있지 않은 현장에서의 비탈면 암깍기 발파는 비탈면의 기울기가 형성되는 암반에 손상이 적은 발파공법이나 선균열공법(P/S 발파)을 사용해야 한다.
- 나. 선균열공법을 시행할 경우 수급인은 천공작업 전에 천공의 간격과 깊이, 사용할 화약류(폭약, 뇌관, 도화선 등)의 종류, 장약 방법 및 점화순서를 표시한 발파 계획서를 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 얻어야 하며 이때 비탈면의 천공각도는 비탈면의 기울기와 같아야 한다.
- 다. 공사 감독자/감리원은 수급인으로 하여금 시험구간을 설정하여 천공의 간격과 깊이, 장약 등을 변화시켜가면서 수회의 시험발파를 수행하게 한 후 가장 합리적이고 경제적인 발파 방법을 결정하도록 해야 한다.
- 라. 1회 작업으로 소요깊이까지 선균열할 수 없는 경우에는 소단을 형성하여 다음 층을 천공하는데 필요한 발판으로 이용할 수 있으며 이때 소단의 폭은 600mm를 넘지 못하며 소단을 형성하더라도 비탈면 기울기는 횡단면도나 기타 단면에 표시된 기울기와 일치해야 한다.
- 마. 선균열공법의 기준은 다음과 같다.
  - 바. 사전에 결정된 깊이만큼 천공한다.
  - 사. 사전에 결정된 깊이의 증가는 100mm를 넘지 못한다.
  - 아. 천공의 최대지름은 90mm를 넘지 못한다.
  - 자. 천공의 간격은 450mm 이상, 1m 미만이어야 한다.
  - 차. 장약방법은 1개 공씩 건너 띄어 적정발파가 되도록 장약하고 폭약의 규격은 통상적으로 공극계수(천공지름/장약지름)이 150~180%이어야 한다.
  - 카. 폭약을 장전한 후에는 반드시 모래로 만들어진 매지를 공구까지 채워야 한다.
  - 타. 선균열 시 장약공은 순발뇌관을 사용하여 동시에 발파시켜야 하며 발파공해(발파진동, 발파소음, 비석, 폭풍압 등)의 허용범위 내에서 실시되어야 한다.
- ② 선균열된 법면은 중앙부의 본 발파 전에 완성되며 만일 부득이한 사정으로 선균열 부분과 중앙부 본 발파부분을 동시에 발파시킬 필요가 있을 경우에는 지연뇌관을 사용하여 선균열 부분이 먼저 발파되도록 해야 한다.
- ③ 완성된 선균열 비탈면은 모양이 균일해야 하며 흐트러진 암 부스러기는 깨끗하게 정리해야 한다.

(9) 미진동 발파공법

- ① 목장, 축사 등으로 인해 소음, 진동을 최소화해야 하거나 중요시설물 부근에서 암반 및 기

## 토공사

타 기본 구조물을 발파하여 파쇄작업을 시행할 경우에는 미진동 발파공법으로 시공해야 한다.

- ② 미진동 발파를 선정할 때에는 동일 조건에서 지발 당 장약량이 가장 적고 발파과정에서 자유면의 수가 가장 많은 안전한 발파공법을 선택해야 한다.
- ③ 미진동 발파를 위한 천공작업을 시작하기 전에 수급인은 천공의 간격과 깊이, 사용할 화약의 종류, 장약방법 및 점화순서를 표시한 발파계획서를 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 얻어야 한다.
- ④ 수급인은 시험발파 구간을 설정하고 천공의 간격과 깊이 및 장약량 등을 변화시켜가면서 시험발파를 실시하여 가장 합리적이고 안전한 발파형식(Pattern)을 선택하도록 하고 그 결과를 제출하여 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.
- ⑤ 발파 후 완성된 경사면은 모양이 균일하도록 하며 흐트러진 암 부스러기는 깨끗하게 정리해야 한다.
- ⑥ 수급인은 발파 시 반드시 비산방지용 덮개를 설치한 후 주위에 알리고, 안전하다고 인정될 때 발파를 실시해야 한다.
- ⑦ 수급인은 민원발생을 대비하여 발파 전 주변건물 등의 상태를 파악할 수 있도록 비디오 촬영 등의 조치사항을 취해야 한다.

(10) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3)을 따른다.

### 4.3.5 불량토 제거

KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3), KCS 47 10 25 토공사 (4.3.3)을 따른다.

### 4.3.6 사토 및 잔토 처리

(1) 사토장은 산간 구릉지나 경사지, 저습지 등 지형지질학적으로 불량한 장소에 설치되는 경우가 많고 시공 중이나 시공 후에 우수로 인한 토사의 유출 및 붕괴의 위험이 있기 때문에 다음 사항을 고려해야 한다.

- ① 사전 배수나 기존수로에 대한 대책
- ② 옹벽에 의한 토류공사나 비탈면 보호공사 및 보강공사
- ③ 사토로 인한 환경영향 대책 등 충분한 방재대책을 검토하여 사토장의 안정성을 도모하고 개인 소유재산의 피해를 미연에 방지

(2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 30 사토 및 잔토처리 (3.3)을 따른다.

### 4.3.7 재료의 활용

KCS 11 20 10 땅깍기(절토) (3.3.2)를 따른다.

### 4.3.8 여굴

(1) 설계도서에 명시되어 있거나 공사 감독자/감리원이 승인한 선형, 기울기 및 범위를 초과하여

깎기를 하였을 경우 수급인은 자기부담으로 여굴된 곳을 승인된 재료로 되메우기 하여 다지거나 보강한 후 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.

- (2) 여굴된 지반이 암반일 경우에는 본 기준 (4.3.2 (1))을 참조하여 조치해야 한다.

#### 4.3.9 측구 터파기

- (1) 측구 터파기에서 발생한 재료는 쌓기나 기타 설계도서에 명시된 목적에 최대한 활용해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깎기(절토) (3.3.5)를 따른다.

#### 4.3.10 토취장

- (1) 수급인은 또한 설계도서에서 지정한 곳이나 공사 감독자/감리원의 사전 승인을 얻은 토취장 이외의 장소에서 깎기를 할 경우 사전조사와 경제성을 비교하여 토취장 사용 승인 신청서를 공사 감독자/감리원에게 미리 제출하고 서면으로 승인을 받아야 한다.
- (2) 토취장 사용 승인 신청서에는 토취장의 위치, 제거해야 할 표토의 두께, 사용할 재료의 종류 및 양, 지반조사 및 시험성과, 쌓기 할 장소까지의 평균 운반거리 등을 기재해야 하며, 필요시에는 제반 허가 관련 서류 등을 제출해야 한다.
- (3) 토취장에서 깎기작업 중 토질이 시험성과와 현저히 차이가 발생하거나 쌓기 재료로 부적합하다고 판단될 경우에는 그 사유를 서면으로 공사 감독자/감리원에게 보고하여 승인을 얻은 후 토취장을 변경할 수 있고, 이때 운반거리 또한 별도로 산정할 수 있다.
- (4) 하상을 토취장으로 사용할 경우에는 관계법령에 따라 관할 하천관리청의 허가를 얻어야 한다.
- (5) 토취장이나 채석장의 사용이 완료되면 수급인은 자기 부담으로 토취장이나 채석장뿐만 아니라 공사 중 점유했던 주변시설까지도 깨끗이 정리해야 하며 배수시설이 필요한 경우에는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 조치해야 한다.
- (6) 수급인은 토취장이나 채석장의 개발 허가관서에서 승인한 원상복구 및 조경 등의 의무나 토취장 깎기로 조성된 비탈면의 안정, 운반로로 이용한 다른 도로의 보수 및 정비 의무를 충실히 이행하여 차후 분쟁의 요인을 없애야 하며 이러한 의무사항을 완료하였다는 증명서를 발급받아 그 사본을 공사 감독자/감리원에게 제출해야 한다.
- (7) 토취장에는 반드시 침사지 및 차량 세륜대를 설치기준에 따라 설치해야 한다.
- (8) 토취장에서 분진 비산우려 등이 있을 경우 방진막을 설치하여 분진의 흩날림을 방지하여야 한다.
- (9) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깎기(절토) (3.3.12)를 따른다.

## 토공사

### 4.3.11 기존 선로 확장 및 깎기

KCS 47 10 25 토공사(4.3.4), KCS 47 10 80 운행선 근접공사(7.)을 따른다.

### 4.3.12 시공 중 표면수, 침출수 처리 및 노면 보호

- (1) 시공 중 표면수나 침출수에 의해 비탈면이 세굴 또는 붕괴될 우려가 있는 경우에는 비탈면 배수시설을 깎기작업 진행과 동시에 설치하거나 임시 배수시설을 설치해야 한다.

### 4.3.13 깎기 토공사 마무리

- (1) 깎기의 토공사 마무리면 및 비탈면은 설계도서 또는 시방규정에 제시된 선형과 기울기에 일치하도록 말끔히 정돈해야 하며 기준선 이하에 있는 자연 상태를 이완시키지 않도록 해야 한다.
- (2) 발파로 인하여 균열이 발생한 상태에서 그대로 모암에 붙어 있는 부석은 인력 또는 장비를 동원하여 완전히 제거해야 한다.
- (3) 암반이 아닌 깎기 구간의 비탈면은 자연사면과의 경계부에서 둥글게 마무리(Rounding)를 해야 하며, 깎기 구간과 쌓기 구간이 교차하는 지점의 비탈면은 그 기울기를 조정하여 서로 겹치게 하거나 자연지반에 완만히 붙게 함으로써 뚜렷한 꺾임부가 생기지 않도록 해야 한다.

### 4.3.14 품질관리

- (1) 깎기 시 비탈면의 기울기는 설계도서에 제시된 기울기보다 가파르게 시공되어서는 안 된다.
- (2) 수급인은 깎기 시공 상태의 품질 및 규격에 대한 검사를 실시하여 이상이 없을 경우에 공사감독자/감리원의 승인을 받은 후 다음 단계의 작업을 수행해야 한다.
- (3) 공사 감독자/감리원이 건설공사 시공물의 품질 확보여부를 확인하기 위하여 외부에 의뢰하거나 직접 검사시험을 실시할 경우에 수급인은 그 지시에 따라야 하며 검사결과 불합격으로 판정된 경우에는 재시공 또는 보완시공 후에 재검사를 하여 승인을 받아야 한다.
- (4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사(4.3.5)를 따른다.

### 4.3.15 현장관리

- (1) 깎기공사 기간 중에는 항상 배수가 원활하게 이루어지도록 노면을 현장관리 해야 하며 깎기 구간과 쌓기 구간의 경계부에는 측구나 도수로를 설치하여 세굴을 방지해야 한다.
- (2) 깎기 마무리면이 토사로 이루어져 있을 경우에는 우기 및 동절기에 차량통행을 제한하거나 일정구간으로 유도하여 노면의 훼손을 최소화해야 한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깎기(절토) (3.5)를 따른다.

## 5. 흙다지기

### 5.1 일반사항

#### 5.1.1 적용범위

- ① 이 기준은 노반의 다짐공사에서 적정한 다짐도를 얻을 때 까지 다짐하는 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사(5.)를 따른다.

#### 5.1.2 참조규격

KS F 2310 도로의 평판 재하 시험방법  
 KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법  
 KS F 2312 흙의 다짐 시험방법  
 DIN 18 134 평판재하시험에 의한 흙의 변형 및 강도특성 결정방법

#### 5.1.3 제출물

- (1) KCS 47 10 05 노반공사 일반사항 (2)를 따라 시공계획서를 작성하여 제출해야 한다.
- (2) 다음사항을 추가로 제출해야 한다.  
 흙다지기에 대한 시험시공계획서

### 5.2 재료

본 기준 KCS 47 10 25 토공사(3.2.1)을 따른다.

### 5.3 시공

#### 5.3.1 시험시공

- (1) 수급인은 다지기작업에 앞서 쌓기 재료별로 사용할 다지기장비, 다지기방법, 시공관리 체계 등에 대한 계획서를 제출하고 공사 감독자/감리원의 입회하에 다지기 시험시공을 실시해야 한다.
- (2) 시험시공 결과, 한 층의 다지기두께 기준을 조정하는 것이 다지기작업 보다 효율적이며 유리하다고 판단될 경우에는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 이를 조정할 수 있다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사(5.3.1)을 따른다.

#### 5.3.2 다지기 구분

- (1) 하부노반, 상부노반다지기, 강화노반 다지기로 구분한다.

## 토공사

(2) 다짐 마무리 두께는 KCS 47 10 25 토공사 (3.3.7)을 따른다.

### 5.3.3 다지기 범위

- (1) 쌓기 작업 시 시공기면은 물론 쌓기 비탈면도 소정의 다지기 정도에 도달할 때까지 고르게 다져야 한다.
- (2) 깎기부 노반의 지정된 깊이와 횡방향으로의 깎기와 쌓기 접속부 및 종방향으로의 쌓기와 깎기 접속부 등도 소정의 다지기 정도에 도달할 때까지 고르게 다져야 한다.

### 5.3.4 다지기 장비

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (2.2.1)을 따른다.

표 5.3-1 흙의 종류에 따른 다지기 장비의 적합성



## 토공사

장비명		규격(kN)	유효다지기 폭(m)	표준 다지기속도 (km/h)
로드 로울러	머캐덤 로울러	60 ~ 80	0.7	1.5 ~ 2.0
		80 ~ 100	0.8	
		100 ~ 120	0.8	
		120 ~ 150	0.9	
	탠덤 로울러	60 ~ 80	1.1	2.0
		80 ~ 100	1.1	
100 ~ 130		1.2		
타이어 로울러		50 ~ 90	1.4	2.5
		80 ~ 150	1.8	
		120 ~ 250	2.0	
진동 로울러		15	0.7	1.0
		25	0.7	
		44	0.8	
진동 콤팩터		05	0.4	0.6
		16	0.9	0.8

### 5.3.5 품질관리

- (1) 다지기작업의 품질관리를 위해서는 사용되는 재료가 규정된 재료를 만족하는지를 확인해야 하며 다지기장비, 다지기두께, 다지기횟수, 다짐함수비 등이 규정된 다지기 정도를 만족하는 지 확인해야 한다.
- (2) 수급인은 이를 위해 공사 감독자/감리원의 입회하에 다지기 매 층마다 다지기 정도를 확인할 수 있는 현장 밀도 실험 등을 수행하여 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 다음 단계의 흙 다지기 작업을 수행해야 한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 20 흙쌓기(성토) (3.5.1)을 따른다.

## 6. 구조물 접속부

### 6.1 일반사항

#### 6.1.1 적용범위

- ① 이 절은 쌓기가 선로횡단 지하구조물 또는 교대 등에 접하는 개소에 대하여 설치되는 구조물 접속부 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사 (6.)을 따른다.

#### 6.1.2 참조규격

KS F 2302 흙의 입도 시험 방법

KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법

- KS F 2312 흙의 다짐시험 방법
- KS F 2340 잔골재 및 사질토의 모래 당량 시험 방법
- KS F 2508 로스엔젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모시험
- KS F 2575 굵은골재중 편장석 함유량시험 방법
- DIN 18 134 평판재하시험에 의한 흙의 변형 및 강도특성 결정방법

### 6.1.3 제출물

KCS 47 10 25 토공사 (6.1.2)를 따른다.

## 6.2 재료

### 6.2.1 구조물접속부 뒤채움 재료

- (1) 구조물접속부 뒤채움 재료는 압축성이 작고 입도분포가 양호한 재료를 사용하며, 견고하고 내구적인 부순돌, 자갈, 모래 및 공사 감독자/감리원이 승인한 재료를 사용해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사 (6.2.1)을 따른다.

### 6.2.2 장비

- (1) 구조물 접속부 뒤채움에 대한 다짐장비는 구조물에 손상을 주거나 해로운 영향을 주는 장비는 사용하여서는 안 되며, 반드시 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.
- (2) 수급인은 구조물 접속부 뒤채움 작업 중 장비로 인하여 구조물에 손상을 입히지 않도록 주의해야 한다.

### 6.2.3 자재품질관리

구조물 접속부 뒤채움 재료의 품질관리 요건은 <표 6.2-1>와 같다.

표 6.2-1 구조물 접속부 뒤채움 재료 품질관리 요건

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
뒤채움 재료	입도	KS F 2302	재질 변화시 마다	
	경도 및 내구성	KS F 2508		LA마모시험
	편평도	KS F 2575		측정기준=3:1
	모래당량	KS F 2340		

## 6.3 시공

### 6.3.1 시공조건 확인

## 토공사

- (1) 명시된 경계선, 표고 및 기준면 등을 확인해야 한다.
- (2) 구조물의 시공완료 후 뒤채움 시작 전에 구조물의 벽면에 200mm 간격으로 층두께를 표시하여 층다짐 두께를 관리할 수 있도록 해야 한다

### 6.3.2 시공기준

- (1) 재료가 충분히 혼합되고 수분조정이 된 후에 도면에 명시된 대로 정확하게 시공해서 고르고 전폭에 걸쳐 명시된 밀도로 다져야 한다. 시공 중에 생긴 연약부는 수급인의 부담으로 제거하고 승인받은 재료로 메운 뒤 다시 다져야 한다.
- (2) 뒤채움 할 때에는 수평하중이 새로 설치한 구조물이나 구조물 설비, 관로 등의 일부에 작용하여 손상을 주지 않도록 해야 하며, 콘크리트 강도를 고려하여 시공시기를 결정해야 한다.
- (3) 사력이 혼합된 흙 또는 암버력을 되메우기 재료로 사용하는 경우에는 간극이 생겨 재료의 안정을 해치지 않도록 해야 한다.
- (4) 암거나 지하구조물 되메우기를 시행할 때에는 양측에서 수평하게 실시하여 편압이 걸리지 않도록 해야 한다.
- (5) 구조물 접촉부 뒤채움에 대한 다짐기준은 KCS 47 10 25 토공사 (4.3.5)를 따른다.

### 6.3.3 현장품질관리

- (1) 대형장비로 다짐이 어려운 경우 공사 감독자/감리원의 승인을 받아 1층 다짐완료 후 두께 150mm 이하로 소형 진동로울러 또는 램머를 이용하여 다짐을 실시해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 47 10 25 토공사 (6.3.2)를 따른다.

## 7. 보강토 옹벽공사

### 7.1 일반사항

#### 7.1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 블록 또는 콘크리트 패널 형태의 전면벽체(Facing)와 토목섬유 또는 금속성의 보강재를 사용하는 보강토 옹벽의 재료 및 시공에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 00 옹벽공사를 따른다.

#### 7.1.2 참조규격

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (1.2)를 따른다.

#### 7.1.3 시공 전 검토사항

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.1.2)를 따른다.

## 7.2 재료

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (2.1)을 따른다.

## 7.3 시공

### 7.3.1 사전조사

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.1.1)을 따른다.

### 7.3.2 터파기

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.2)를 따른다.

### 7.3.3 기초공

- (1) 보강토 옹벽 전면블록 또는 콘크리트 패널의 설치를 위한 기초는 설계도서에 명시된 방법에 따라 잡석기초 또는 압축강도 16MPa 이상의 무근콘크리트로 시공하며, 설계도서에 명시된 경우에는 철근콘크리트 기초로 시공할 수 있다.
- (2) 잡석기초로 시공하는 경우에는 KS F 2312의 E 다짐방법으로 구한 최대건조밀도의 95% 이상으로 다져야 한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.3)을 따른다.

### 7.3.4 기준틀 설치

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.4)를 따른다.

### 7.3.5 전면블록 및 콘크리트 패널의 설치

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.5)를 따른다.

### 7.3.6 뒤채움 및 다짐

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.6)을 따른다.

### 7.3.7 보강재 설치

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.7)을 따른다.

### 7.3.8 배수공

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.3.8)을 따른다.

## 토공사

### 7.4 품질 관리

KCS 11 80 10 보강토 옹벽 (3.6)을 따른다.

## 8. 옹벽공사

### 8.1 일반사항

#### 8.1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 깎기 및 쌓기 공사의 옹벽구조물 시공에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 사항은 별도로 정한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 00 옹벽공사, KCS 47 10 25 토공사를 따른다.

#### 8.1.2 옹벽의 종류

- (1) 본 기준에 적용되는 옹벽은 철근 콘크리트 구조형식으로 현장에서 콘크리트를 직접 타설하는 옹벽에 대하여 적용한다.
- (2) 옹벽은 중력식 옹벽, 반중력식 옹벽, 캔틸레버식 옹벽, 부벽식 옹벽, U형식 및 박스형식 옹벽 등으로 구분하며, 현장여건에 맞는 특수한 옹벽이나 구조의 것을 적용할 수 있다.
- (3) 프리캐스트 방식의 조립식 옹벽이나 보강토 옹벽 등 기성제품을 활용하는 형식의 옹벽은 업체로부터 공급원 승인서류를 제출받아 공사 감독자/감리원의 승인을 받아 적용한다.

#### 8.1.3 준비공사

- (1) 수급인은 설계도 및 설계도서 내용을 파악하여 현장조건에 적합성을 검토한 후 시공해야 한다.
- (2) 옹벽 설치위치의 지반조건 및 유입되는 침투수 조건을 조사 확인해야 한다.
- (3) 선로 중심을 기준하여 옹벽위치 및 높이 기준점을 설치해야 한다.

### 8.2 재료

KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽 (2.)를 따른다.

### 8.3 시공

#### 8.3.1 터파기 및 지지력 확인

- (1) 벽체배면지반의 비탈면이 시공도 중에 붕괴되는 일이 없도록 안전한 경사각을 두어 터파기

를 해야 한다. 터파기 경사각은 철도설계기준의 터파기 기준으로 한다.

- (2) 경사지반상의 터파기시 경사면을 따라서 그 경사도와 평행하게 옹벽을 설치하게 되면, 저면 경사측을 따라 활동력이 작용하게 되어 위험하다. 따라서 이 경우에는 <그림 8.3-1>과 같이 저판을 계단식으로 시공토록 터파기를 해야 한다. 부득이한 경우 약간의 경사를 붙일 수 있으나 15/100를 초과해서는 안 된다.

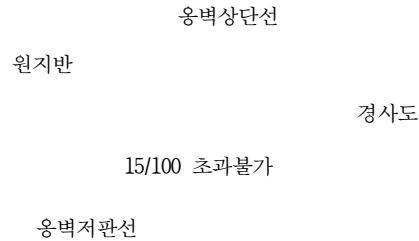


그림 8.3-1 경사지반의 터파기

- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽 (3.3.1)을 따른다.

### 8.3.2 거푸집 설치

- (1) 수급인은 옹벽거푸집을 기준점으로부터 정확하게 설치하고 공사 감독자/감리원의 확인을 받아야 한다.
- (2) 거푸집설치는 콘크리트 타설 중 콘크리트 중량으로 거푸집이 변형되지 않도록 조임재를 견고하게 설치해야 한다.

### 8.3.3 콘크리트

KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽 (3.3)을 따른다.

### 8.3.4 철근

KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽 (3.3.15)를 따른다.

### 8.3.5 배수

- (1) 배수공사의 재료는 양질의 조약돌 또는 깬잡석 등을 사용한다.
- (2) 배수대책
  - ① 뒤채움 흙이 사질토인 경우는 지름 60 ~ 100mm의 경질 염화비닐관이나 기타재료로 형성된 물구멍을 용이하게 배수할 수 있는 높이에서 배수공의 면적을 합하여 2 ~ 4m<sup>2</sup>에 한 개씩 설치하거나 파이프를 옹벽의 길이 방향으로 매설하여 배수를 유도해야 하며 옹벽 뒷면의 물구멍 주변에는 필터의 역할을 할 수 있는 자갈 또는 쇄석을 채워서 토사가 물구멍을

## 토공사

막는 일이 없도록 해야 한다.

- ② 뒤채움흙이 세립토를 함유한 경우는 배수 시설과 더불어 옹벽의 뒷면에 필터재를 설치하여 배수층을 형성해야 하며 배수층으로는 통상 벽 안쪽 전면에 걸쳐 두께 300mm 정도의 자갈 또는 쇠석층을 두되 배면토에 대한 필터층으로의 조건이 만족되도록 입도배합을 해야 한다. 또한 배수층 하단에 배수관을 설치하고 안전한 위치로 배수되도록 하며 유하된 물이 기초 슬래브 바닥에 정체되어 흙을 연화시키지 않도록 그 주변을 불투수층으로 차단해야 한다.

### (3) 배수구멍의 청소

배수구멍은 콘크리트 타설 도중 시멘트풀이나 모르타르의 투입으로 폐쇄되는 경우가 많다. 따라서 벽체 거푸집 해체 직후에 반드시 강봉과 해머를 준비하여 공내의 경화된 모르타르 등을 깨끗이 청소해야 한다.

- (4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽 (3.3.9)를 따른다.

## 8.3.6 뒤채움

- (1) 깎기와 쌓기를 균형 시키는 현장에서 뒤채움재료는 본 기준 「3. 쌓기 3.3.10 뒤채우기」의 기준을 만족해야 하고 설계에서 가정한 재료보다도 불량한 재료가 들어가지 않도록 충분히 주의해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 05 되메우기 및 뒤채움(3.3.3)을 따른다.

## 9. 가설 흙막이공사

### 9.1 가설 흙막이공사 공통사항

#### 9.1.1 일반사항

##### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 철도노반 가설 흙막이공사와 가설 흙막이공사 계측관리에 적용하며 포함되는 공종은 다음과 같다.

가. 경사굴착공법

나. 흙막이 벽체공(엄지말뚝과 흙막이판, 강널말뚝, CIP, SCW, 지하연속벽)

다. 지보공(띠장, 버팀보, 지반앵커, 록볼트, 네일)

라. 굴착보조공법(JSP, LW, SGR)

마. 계측관리

- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사를 따른다.

##### (2) 참조규격

- ① 한국산업규격(KS)

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(1.2)를 따른다.

② 관련 시방서

가. 가설공사 표준시방서(2006)

나. 건설공사 및 유지관리계측 표준시방서(2008)

(3) 제출물

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(1.4)를 따른다

**9.1.2 재료**

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(2.)를 따른다.

**9.1.3 시공**

(1) 일반사항

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.1)을 따른다.

(2) 시공준비

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.2)를 따른다.

(3) 줄파기

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.3)을 따른다.

(4) 잔토처리

- ① 사토장의 위치 및 사토처리 방법은 해당 관리청과 협의하여 승인을 받은 후 시행하도록 한다.
- ② 잔토 운반 중 낙토, 낙석으로 인한 공로상의 피해가 없도록 하며 도시 교통의 피해를 극소화하도록 제반 조치를 강구하도록 한다.
- ③ 잔토 운반로를 현장 조건에 맞추어 계획하되, 잔토 운반 차량의 하중이나 진동에 직접영향을 받는 지하 매설물의 유무를 확인하고 이를 보호조치 해야 한다.
- ④ 사토 운반 차량의 진동, 소음의 공해를 극소화하도록 조치하고 인근 주민의 협조와 동의를 얻도록 한다.
- ⑤ 도로상에서 작업 시는 보행자 및 교통 장애를 유발하지 않도록 교통정리원을 주재시키며, 작업장 내 표지판 및 교통안내판을 설치하여 안전사고가 발생되지 않도록 해야 한다.

(5) 배수

- ① 터파기 작업장 내에는 배수를 해야 한다.
- ② 굴착 중 공사장 외로 배출되는 물에 토사가 동시에 유출되지 않도록 침사조를 통과시켜 하수도로 방출해야 한다.
- ③ 굴착이 완료될 무렵에는 필요에 따라 토관을 부설하고, 그 주변을 잔돌, 자갈 등으로 메우며, 그 하부에 집수정을 설치하여 배수한다.

## 토공사

- ④ 집수정을 폐지할 때는 잡석, 콘크리트 등으로 메우고, 그라우팅 하여 지하수의 유동을 방지해야 한다.

### 9.2 사면굴착

#### 9.2.1 일반사항

- (1) 이 기준은 지하 구조물 설치를 위하여 경사로 굴착하는 경우에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사를 따른다.

#### 9.2.2 시공

- (1) 사면 상부의 상단 가까이에 배수로를 설치하여 경사면의 상부로부터 물이 유입되는 것을 방지해야 하며, 경사면 하부에는 집수구를 설치한다.
- (2) 사면의 존치기간 중에는 관측 및 계측을 철저히 하여 사면파괴가 일어나지 않도록 적절한 보호조치를 하고, 이상이 생겼을 때에는 신속하게 적절한 조치를 취한다.
- (3) 사면 상단에 설계 시 고려된 상재하중 이상의 하중이 가해지지 않도록 한다.
- (4) 사면내의 토사가 이완되어 흘러내리거나 빗물에 씻겨 손실될 우려가 있을 때는 표면을 피복해야 한다.
- (5) 사면굴착으로 횡방향 변위가 발생할 수 있는 범위 내에서는 말뚝이나 콘크리트를 선 시공하여서는 안 된다.
- (6) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 20 10 땅깁기(절토) (3.3.6)을 따른다.

### 9.3 엄지말뚝과 흙막이판

#### 9.3.1 일반사항

- (1) 이 기준은 엄지말뚝과 흙막이판으로 구성된 흙막이 벽에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사를 따른다.

#### 9.3.2 재료

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (2.2)를 따른다.

#### 9.3.3 시공

- (1) 엄지말뚝  
엄지말뚝 인발시 주면 지반에 지장을 주지 않도록 실시한다. 엄지말뚝을 제거한 다음 구멍은 모래 등으로 잘 메운다.

(2) 흠막이판

- ① 지하수가 유출될 때에는 흠막이판의 배면에 부직포를 대고, 지반이 약할 경우에는 소일시멘트로 뒤채움 할 수 있다.
- ② 흠막이판 설치 후 전면에 철선으로 봉하여 흠막이판의 이탈을 방지해야 한다.
- ③ 강재토류판은 상, 하 요철로 맞물리게 시공되어 배면 토사의 유출을 방지할 수 있으므로 부직포를 설치하지 않을 수 있다.
- ④ 강재토류판 설치 후 전면에 T자 부속재 또는 클립형 부속재를 체결하여 흠막이판의 이탈을 방지해야한다.

(3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흠막이공사 (3.6)을 따른다.

## 9.4 널말뚝

### 9.4.1 일반사항

- (1) 이 기준은 강널말뚝과 나무 널말뚝 흠막이 벽에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 50 20 널말뚝, KCS 21 30 00 가설흠막이공사를 따른다.

### 9.4.2 재료

KCS 21 30 00 가설흠막이공사 (2.3)을 따른다.

### 9.4.3 시공

(1) 강널말뚝 공법

KCS 21 30 00 가설흠막이공사 (3.5), KCS 11 50 20 널말뚝 (3.4)를 따른다.

- ① 강널말뚝의 운반 및 보관  
KCS 21 30 00 가설흠막이공사 (3.1.1)을 따른다.
  - ② 강널말뚝 시공기계
    - 가. 해머
      - (가) 해머는 암반향타 공법에 적합한 드롭해머를 사용해야 한다.
      - (나) 해머는 강널말뚝 무게의 2 ~ 3배로 하고, 낙하높이는 1 ~ 2m로 한다.
      - (다) 바이브로 해머를 사용 할 수 있다.
    - 나. 물분사 공법(Water Jet)
      - (가) 자갈층이나 암반에서 말뚝박기를 쉽게 하기 위하여 또 주변에 대한 진동 소음을 저감하기 위하여 물분사 공법을 사용한다.
      - (나) 분사구의 개수와 압력은 말뚝 주변의 물질을 충분히 절삭 할 수 있어야 한다.
      - (다) 분사구가 막히거나 작동이 안 될 경우에는 즉시 보수 또는 보강해야 한다.
- 다. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 50 20 널말뚝 (3.1)을 따른다.

## 토공사

### ③ 강널말뚝 시공

#### 가. 시험항타

KCS 11 50 20 널말뚝 (3.4.2)를 따른다.

#### 나. 용접 및 절단

##### (가) 일반 사항

KCS 11 50 20 널말뚝 (3.4)를 따른다.

##### (나) 용접준비

- ㉠ 용접하는 재편의 표면은 용접하기 전에 깨끗이 해야 한다. 특히 용접면 및 그 인접부분은 물, 녹, 도료, 슬래그 및 먼지 등이 균열의 원인이 되므로 잘 제거해야 한다.
- ㉡ 용접할 때에는 적당한 조립표, 도구, 가붙임 등으로 재편상호의 위치를 정확하게 유지해야 한다. 이 때 재편에 지나친 구속을 주는 것을 피해야 한다.
- ㉢ 맞이음 용접은 재편 단부의 밀 간격을 정확하게 유지하도록 주의하고, 현저한 오차가 없도록 해야 한다.
- ㉣ 겹이음 용접은 재편의 밀착에 주의하고, 심한 틈이 생기지 않도록 해야 한다.
- ㉤ 조립 도구를 부재에 용접할 때에는 용접부분을 될 수 있는 대로 적게 하고, 제거 시에는 이것을 떼어 낸 뒤 평활하게 해야 한다.
- ㉥ 재편 단부의 가공은 수동가스 절단 후 그라인더 등에 의한 다듬기를 하거나 또는 자동가스 절단에 의한 것으로 한다.
- ㉦ 가붙임은 될 수 있으면 최소한도로 줄이고, 본 용접의 일부가 되는 가붙임은 특히 결함이 없는 용접이어야 한다. 균열이 발생한 가붙임 부분에 본 용접을 할 때에는 밀까지 떼어낸 뒤 용접해야 한다.

##### (다) 용접작업

- ㉧ 다층 용접은 각 층에 잘 녹아 들어가도록 완전히 하고, 균열, 슬래그가 말려 들어가는 등의 결함이 생기지 않도록 특히 주의해야 한다.
- ㉨ 쇠붙이를 대는 모서리에서 끝나는 겹이음 용접은 모서리를 돌아서 연속하여 용접해야 한다.
- ㉩ 용접할 때에는 잘 녹아들어 가도록 용접전류 및 용접속도를 조정하고, 결함이 없도록 용접해야 한다. 용접 개시점에 녹아 들어가는 것이 부족하거나, 슬래그가 말려들어가거나, 크레이터(Crater)의 고르지 않은 형상과 균열에는 특히 주의해야 한다.
- ㉪ 용접부에 균열, 기포, 슬래그, 말려들어가기, 오버랩(Over Lap), 언더컷(Under Cut), 부정확한 파면 및 크레이터, 목두께 및 치수의 과부족 등의 해로운 결함이 생겼을 때에는 다시 손질해야 한다.
- ㉫ 용착금속에 균열이 생겼을 때에는 용착금속을 전 길이에 걸쳐 모재가 상하지 않도록 조심스럽게 깎아내어서 다시 용접해야 한다.

- ㉞ 용접에 따라 현저한 변형이 생겼을 때에는 공사 감독자/감리원의 지시에 따라서 다시 교정해야 한다.
- ㉟ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 50 20 널말뚝 (3.4.3)을 따른다.

(2) 나무널말뚝 공법

- ① 나무널말뚝의 깊이는 4m 이내이어야 한다.
- ② 나무널말뚝은 가지런히 줄을 맞추어 연직으로 박는다.
- ③ 나무널말뚝은 이어서 사용하지 않는다.
- ④ 나무널말뚝의 끝부분은 경사로 깎아서 박으며, 박을 때 널말뚝이 좌여서 틈이 생기지 않도록 시공한다.
- ⑤ 나무널말뚝을 박아 넣을 때에는 나무널말뚝의 머리를 철물로 보강한다.
- ⑥ 나무널말뚝 뒷면에는 토사를 충분히 충전해야 한다.

**9.5 CIP 벽체**

**9.5.1 일반사항**

이 기준은 CIP(Cast In-Place Pile) 흙막이 벽에 적용한다.

**9.5.2 재료**

- (1) 시멘트는 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트이어야 한다.
- (2) 골재는 KS F 2526에 적합한 것이어야 한다.
- (3) 콘크리트는 KS F 4009 레디믹스드 콘크리트에 적합해야 한다.
- (4) 철근은 KS D 3504에 적합한 이형철근이어야 한다.
- (5) 근입하는 강재는 KS D 3503의 SS400에 적합해야 한다.

**9.5.3 시공**

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.7.1)을 따른다.

**9.6 SCW 벽체**

**9.6.1 일반사항**

이 기준은 SCW(Soil Cement Wall) 흙막이 벽에 적용한다.

**9.6.2 재료**

- (1) 시멘트는 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트이어야 한다.
- (2) 벤토나이트의 입도는 90%가 0.850mm 보다 가늘고, 0.075mm 보다 가는 것은 80% 이상이

## 토공사

어야 한다.

- (3) 근입하는 강재는 KS D 3503의 SS400에 적합해야 한다.

### 9.6.3 시공

- (1) SCW의 시멘트 슬러리의 물-결합재비와 설계 배합비는 <표 9.6-1>을 표준으로 하되 공사 감독자/감리원의 지시에 따라 SCW 강도, 지반과 지하수의 상황에 따라서 양질의 균일한 품질을 얻을 수 있도록 결정해야 한다.

표 9.6-1 지반에 따른 SCW 배합비

토질	배합비(kg)			압축강도 (kPa)
	시멘트	벤토나이트	물	
보통 토사	400 ~ 700(550)	5 ~ 15(10)	800 ~ 1400(800)	200 ~ 800
사력토 및 풍화대	300 ~ 600(450)	10 ~ 30(15)	600 ~ 1200(600)	60 ~ 120

※ ( )안은 표준안, 물-결합재비 : 100 ~ 200%

- (2) SCW의 벽면에 강도 및 균질성에 이상이 있거나, 또는 벽면사이의 틈새로부터 누수가 있을 경우 신속하게 보수해야 한다.
- (3) SCW 시공이 완료되면 상부의 300mm는 슬라임을 제거하고 콘크리트 테두리보를 설치한다.
- (4) 띠장과 SCW 사이의 공간은 모르타르, 목재 등으로 채워야 한다.
- (5) S.C.W의 선정 및 관리시험을 행하되 다음 중 일정한 품질관리가 될 수 있도록 사전 시험계획서를 제출하여 공사 감독자/감리원의 승인을 득하고, 이 계획서에 따라 강도시험을 행한 후 결과를 정리 제출해야 한다.
- ① 시공하기 전에 원위치의 토사를 채취하여 실내시험반죽을 하는 방법(실내시험법)
  - ② 시공 시에 시료 채취봉을 소일시멘트 혼합토 중의 소정심도까지 삽입하여 시료를 채취하여 강도시험을 하는 방법(시료채취 시험법)
  - ③ 근입 시공 시에 소정의 깊이에서의 벽면에 코어를 채취하여 그 강도시험을 하는 방법(현장 코어 시험법)
  - ④ 공시체는 지름 100mm, 높이 200mm로 하고 일축압축강도의 평가는 동일 공시체 3본이상의 시험결과에 의한다.
- (6) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.7.2)를 따른다.

## 9.7 지하연속벽

### 9.7.1 일반사항

- (1) 이 기준은 현장타설 철근콘크리트 연속벽식 흙막이 벽에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.7.3)을 따른다.

### 9.7.2 재료

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.7.3)을 따른다.

### 9.7.3 시공

- (1) 철근망을 근입하기 전에 굴착심도, 수직도, 슬라임 제거 등을 재점검한 후 이상이 없도록 해야 한다.
- (2) 철근망 조립 시 구조물 슬라브 연결부는 50mm 두께의 스티로폼으로 피복해야 하며 전단철근은 심도가 정확히 일치하도록 조립되어야 한다.
- (3) 굴착이 끝난 후 안정액에는 모래분이 많이 혼합되어 있으므로 콘크리트 타설 전에 신선한 안정액과 교체한다.
- (4) 재생불능의 이수 및 공사 종료 시 이수 핏트내의 이수는 환경오염이 되지 않도록 폐기처분해야 한다.
- (5) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.7.3)을 따른다.

## 9.8 띠장

### 9.8.1 일반사항

- (1) 이 기준은 흙막이 벽에 작용하는 토압을 지보공에 전달하는 띠장에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.9)를 따른다.

### 9.8.2 재료

- (1) 띠장에 사용되는 강재는 KS D 3503의 SS400, KS D 3515의 SM400에 적합해야 한다.
- (2) 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006에 적합한 것으로 E4301 알루미늄나이트계, E4316 저수소계를 사용해야 한다.
- (3) 볼트 및 너트는 KS B 1002 및 KS B 1012의 A등급에 적합한 강재 볼트 및 너트이어야 한다.

### 9.8.3 시공

- (1) 띠장 위치에 발생하는 본 구조물의 슬래브 개구부는 보강해야 한다.
- (2) 띠장은 설계도 및 공종별 시공계획서를 따라 각 단계마다 소정의 깊이까지 굴착 후, 신속히 설치하고 과굴착을 하여서는 안 된다.
- (3) 띠장은 흙막이벽의 하중을 버팀보 또는 지반 앵커에 균등하게 전달할 수 있도록 흙막이벽과 띠장 사이를 밀착되도록 하며, 간격이 있는 경우에는 모르타르 등으로 충전하거나 철판을 용

## 토공사

접한다.

- (4) 띠장은 원칙적으로 전 구간에 걸쳐 연속재로 연결되며, 기타의 경우에는 설계도서에 준하여 시공해야 한다.
- (5) 띠장과 버팀보 혹은 지반 앵커와의 접합부분은 국부좌굴에 대하여 안전하도록 철재를 덧대어 보강한다.
- (6) 띠장의 연결보강은 도면에 명시된 대로 정확하게 시행하고 띠장의 끝부분이 캔틸레버로 되어 있는 경우에는 강재로 보강해야 한다.
- (7) 띠장에 지반 앵커를 연결하는 경우에는 2중띠장이어야 하고, 고임빼기로 지반 앵커의 천공각도와 맞추어야 한다.
- (8) 지반앵커를 지지하는 띠장에는 하향력이 작용하므로 띠장을 받치는 브라켓은 하향력에 견디게 해야 한다.
- (9) 레이커를 지지하는 띠장에는 상향력이 작용하므로 띠장의 위에 브라켓을 설치하여 상향력에 견디게 해야 한다.
- (10) 띠장은 굴착진행에 따라 일반토사에서 굴착면까지의 최대높이가 500mm 이내가 되도록 설치하고 연약지반인 경우에는 반드시 정확한 해석을 실시한 후 결정한다.
- (11) 우각부의 띠장은 경사버팀보에 의한 밀림방지를 할 수 있는 구조로 설치되어야 한다.
- (12) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.9.1)을 따른다.

## 9.9 버팀보, 까치발, 중간말뚝, 가새

### 9.9.1 일반사항

- (1) 이 기준은 강제버팀보, 버팀보 끝에 설치하는 까치발, 버팀보 지지 중간말뚝, 버팀보를 종횡으로 보강하는 가새에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.9)를 따른다.

### 9.9.2 재료

- (1) 버팀보, 까치발, 중간말뚝, 가새에 사용되는 강재는 KS D 3503의 SS400, KS D 3515의 SM400에 적합해야 한다.
- (2) 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006에 적합한 것으로 E4301 알루미늄이트계, E4316 저수소계를 사용해야 한다.
- (3) 볼트 및 너트는 KS B 1002 및 KS B 1012의 A등급에 적합한 강제 볼트 및 너트이어야 한다.

### 9.9.3 시공

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.9)를 따른다.

## 9.10 지반앵커, 타이로드

### 9.10.1 일반사항

- (1) 이 기준은 지반앵커와 타이로드에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사를 따른다.

### 9.10.2 재료

#### (1) 앵커재

- ① PS강선 및 PS강연선은 KS D 7002의 SWPC 1, SWPC 7B 및 KS D 3505에 적합해야 하고, 그 규격은 설계도서에 따른다.
- ② 앵커 헤드의 제작 및 정밀도는 공인된 제품이거나 이와 동등 이상의 제품으로 한다.
- ③ 켄기는 앵커용 PS강선 및 PS강연선의 긴장으로 파손되거나 미끄러지지 않고, 장기간 그 기능이 확보되는 제품이어야 한다.
- ④ 좌대는 KS D 3503의 SS400 또는 KS D 3515의 SM400에 적합해야 하며, 도면에 명시된 규격, 각도 및 치수로 제작되어야 한다.
- ⑤ 긴장용 잭(Jack)은 중앙공(Center Hall) 타입의 복동식으로 자동물림장치(Self Gripping Assembly)와 잭체어(Jack Chair)가 부착되어 있어야 한다.
- ⑥ 패커는 주입재 공급관에 연결하는데 적합하고, 기계 또는 다른 승인된 수단으로 팽창시킬 수 있게 구성된 팽창 단관과 주입이 완료된 후에 구멍을 차단하는 밸브를 갖추고 있어야 한다. 또한 팽창되었을 때 어느 위치에서도 1MPa까지의 압력에 누수 없이 견딜 수 있도록 천공한 구멍을 밀봉할 수 있어야 한다.
- ⑦ 자유장에 피복하는 호스는 합성수지(HDPE) 호스를 사용한다.
- ⑧ 제거식 앵커에 사용되는 부속품은 제거 시험을 마친 것이어야 한다.
- ⑨ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (2.5.1)을 따른다.

#### (2) 주입재

- ① 주입재의 압축강도는 7일 강도가 17MPa 이상, 28일 강도는 25MPa 이상이어야 한다.
- ② 시멘트, 물, 팽창제의 배합은 현장 토질조건 및 시험에 따라 정하며 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.
- ③ 조강시멘트를 사용할 경우에는 설계강도 이상의 배합비를 확인해야 한다.
- ④ 혼화제는 PS강재를 손상하지 않는 것으로, 염소, 황산염, 질산염의 유해물질이 0.1% 이상 포함되지 않아야 한다.
- ⑤ 그라우트의 블리딩률은 3시간 후 최대 2%, 24시간 후 최대 3% 이하이어야 한다.
- ⑥ 배합비를 균일하게 유지할 수 있도록 2조씩 믹서를 사용해야 한다.

## 토공사

- ⑦ 펌프는 소요배합비의 주입재를 압송할 수 있는 제품을 사용해야 한다.
- ⑧ 그라우트 호스는 최대 1MPa의 압력에 견딜 수 있는 합성수지(HDPE) 호스 제품으로, 내경 12mm, 외경 17mm 이상이어야 한다.

### 9.10.3 시공

#### (1) 공통사항

- ① 지반 앵커는 설계도면에 따라 시공하며, 그 구체적인 시공순서 및 방법 등에 대해서는 현장의 상황, 특히 지반조건을 검토하여 그에 가장 적합하게 조정하여 시공해야 한다.
- ② 지반 앵커의 정착장 선단이 인접 토지경계를 넘지 않도록 한다. 부득이하게 인접대지를 침범할 경우에는 토지소유주의 동의를 얻어야 하며, 지반 앵커가 주변건물의 기초 등에 미치는 영향을 검토하고, 이에 대한 대책을 강구해야 한다.
- ③ 연약 지반에 굴착하는 경우에는 앵커설치 전에 중앙부의 과굴착을 하여서는 안 된다.
- ④ 일반적으로 임시 앵커와 매입식 앵커를 사용하나 필요시 영구 앵커와 제거식 앵커를 시공할 수 있다.
- ⑤ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.10), KCS 11 60 00 앵커공사(3.1)을 따른다.

#### (2) 천공

- ① 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등을 충분히 조사한 후 설계 조건에 따라 천공하며, 주변 시설물에 피해를 야기하지 않도록 천공 장비의 선택에 유의해야 한다. (주변 시설물 직하에 에어식 천공기를 사용 시 직접적인 위해 요인이 된다.)
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사(3.3.1)을 따른다.

#### (3) 앵커 제작 및 설치

- ① 앵커의 제작은 시험천공으로 현장지반조건과 설계지반조건을 확인한 후에 해야 한다.
- ② 강선의 절단은 용접기를 사용하지 않으며, 설계길이(자유장+정착장)에 긴장 및 정착을 위한 여유장(1m)을 고려해야 한다.
- ③ 정착장 부위는 각 강선과 그라우팅 호스를 간격재와 클램프를 이용하여 도면에 명시된 대로 조립한다.
- ④ 자유장에 피복하는 호스는 합성수지(HDPE) 호스를 사용한다.
- ⑤ 자유장부와 정착장부의 분리지점은 꺾쇠(Steel Clamp)로 충분히 압착시킨 후, 에폭시 시멘트로 완전하게 밀폐시켜야 한다.
- ⑥ 강선을 옥외에 방치할 경우에는 지면에서 일정간격을 띄워서 보관하고 오염이나 부식 방지를 위한 조치를 취해야 한다.
- ⑦ 앵커체는 천공구멍의 중앙에 위치하도록 하여 천공완료 후 즉시 삽입하고 공벽의 붕괴우려가 있을 경우에는 케이싱을 뽑지 않은 상태에서 삽입한다.
- ⑧ 이미 조립된 강선은 휘거나 변형되지 않게 주의하고, 삽입 시 천공구멍에 손상이 가지 않도록 하면서 삽입해야 한다.

- ⑨ 제거식 앵커인 경우, 앵커 해체용 강선은 앵커 긴장용 강선과 구분되는 색상의 것을 사용하거나 혹은 표식을 실시하여 제거 시 식별이 가능하도록 해야 한다.
- ⑩ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (3.3.2)를 따른다.

(4) 그라우팅

- ① 현장제작 앵커는 자유장과 정착장으로 분리되는 지점에 패커를 밀실하게 설치해야 한다.
- ② 그라우트의 물-결합재비는 일반적으로 물-결합재비=45 ~ 50%를 사용하며, 물-결합재비를 50% 이상으로 할 경우 사전에 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.
- ③ 그라우트 압축강도는 7일 강도가 17MPa 이상, 28일 강도는 25MPa 이상 되어야 한다.
- ④ 그라우트 주입 시 구멍 내부의 슬라임 용수를 완전히 제거하고, 정착부에서 그라우팅할 때 압력은 0.5 ~ 1MPa 으로 해야 한다.
- ⑤ 가설용 앵커인 경우에는 자유장 부분의 PS강선이 부식되는 것을 방지하기 위하여, 프리스트레스를 가한 후에 실시하는 2차 주입을 하지 않아도 된다.
- ⑥ 그라우트 주입에 사용하는 장비는 다음에 적합해야 한다.
  - 가. 믹서는 2조식으로서 혼합과 주입을 각각 별도로 할 수 있어야 하고, 그라우트가 끝날 때까지 연속적으로 주입할 수 있어야 하며, 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.
  - 나. 펌프는 규정된 물-시멘트비로 혼합된 시멘트 페이스트를 원활하게 압송할 수 있어야 하며, 평균 주입압력 0.4MPa, 최대 주입압력 2MPa 를 줄 수 있으며, 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.
  - 다. 급수계량기는 주입재 혼합에 사용된 수량을 2 l /m3까지 측정할 수 있는 계량기이어야 한다.
  - 라. 주입공 연결부에 설치하는 차단밸브는 주입이 완료된 후에도 주입재가 응결할 때까지 요구된 압력을 유지할 수 있어야 한다.
  - 마. 컴프레서는 0.6MPa 이상의 압력으로 압축공기를 장비의 각 부분에 송기할 수 있어야 한다.
- ⑦ 그라우팅 품질시험은 작업개시 전에 1회 이상해야 하며, 시험항목과 시험방법은 다음과 같다.
  - 가. 블리딩 시험은 KS F 2414에 따른다.
  - 나. 블리딩 및 팽창률 시험은 KS F 2433에 따른다.
  - 다. 압축강도 시험은 KS F 2426에 따른다.
  - 라. 컨시스턴시 시험은 KS F 2432에 따른다.
- ⑧ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (3.3.3)을 따른다.

(5) 양생

그라우팅이 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생 기간이 필요하다. 이 기간 내에는 앵커에 인장 또는 충격을 가하는 일이 없도록 해야 한다. 그러나 급결재를 사용한 경우 소요강도의 80%에 도달하면(약 1일) 다음 단계의 작업을 실시한다. 필요 시 감수제를 사용할 수 있다.

(6) 긴장 및 정착

## 토공사

- ① 최초로 설치되는 앵커와 지층이 변화된 개소에서는 인장시험 또는 확인시험으로 안정성을 확인한 이후에 긴장해야 하며, 사용 중에는 정확도를 검사하여 실시해야 한다.
- ② 한 개의 앵커에 있는 개개의 강선을 개개의 긴장기로 동시에 긴장해야 하며, 강선을 각각 인장하여서는 안 된다. 불가피하게 개개의 긴장기로 동시에 긴장할 수 없을 때는 긴 강선을 먼저 긴장한다.
- ③ 긴장 시에는 띠장의 손상 발생 여부와 배면지반의 이완여부 및 주변 앵커상태를 관찰해야 한다.
- ④ 긴장력의 측정에 사용하는 계기는 공인시험기관에서 검·교정을 받은 장비이어야 한다.
- ⑤ 정착시킨 후의 앵커는 정착부의 상태, 벽체의 변형 등을 관찰해야 하며, 계측 도면에 지정된 앵커는 흠막이 해체 시까지 긴장력을 계측해야 한다.
- ⑥ 정착부의 해체는 공사기준에 따르며, 급격히 긴장력을 푸는 것을 피해야 한다.
- ⑦ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (3.3.4)를 따른다.

### (7) 현장시험

시공과 설계의 신뢰성을 확인하기 위하여 현장 인발시험 및 크리프시험을 실시할 필요가 있다.

#### ① 시험일반

- 가. 인발시험은 지반에 대한 앵커의 극한 인발력을 판정하기 위하여 시험용 앵커를 별도로 설치하고 실시한다. 본 시험의 목적은 앵커체의 설계에 사용한 토질상수 등의 가정이 타당한지 아닌지를 확인하기 위한 경우 또는 극한 인발력을 미리 알아둘 필요가 있는 경우 등에 실시한다.
- 나. 인발시험 앵커의 최저 수량은 앵커의 내용 및 기간에 따라 다르며, 계획 앵커의 배치 형상, 타설 지반의 타입이 다를 때마다 적용된다.
- 다. 인발시험용 앵커는 지반의 단위길이당 인발력을 알기 위하여 앵커강선의 파단강도보다 정착력이 더 작도록 강선길이를 실제 설계된 길이보다 짧게 하고 정착장 부분만 그라우팅하여 실시한다.
- 라. 확인시험은 실제로 사용되는 앵커가 설계 앵커력에 대해서 안전여부를 확인하기 위하여 인장시험을 실시한 이외의 앵커에 대하여 실시한다.
- 마. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (3.6.2)를 따른다.

#### ② 시험

- 가. 시험은 재하 하중, 앵커 두부 변위량, 반력장치의 변위량, 시험시간을 측정하면서 행한다.
- 나. 시험의 최대시험하중은 안전대책상의 이유에서 인장재의 항복강도(Py)의 95% 혹은 인장강도(Pu)의 80% 중 작은 쪽의 값을 한도로 하고, 경우에 따라 비례한계강도(Pp)를 상한으로 한다.
- 다. 시험은 콘크리트 타설 후, 주입재의 압축강도가 설계기준강도를 상회한 시점에서 실시한다.
- 라. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (3.6.2)를 따른다.

- (8) 앵커 해체와 인장재(P.C Strand)의 제거  
KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.10.1)을 따른다.
- (9) 타이로드  
KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.12)를 따른다.

## 9.11 록볼트

### 9.11.1 일반사항

- (1) 이 기준은 가설 흙막이에 사용되는 록볼트에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 10 록볼트를 따른다.

### 9.11.2 재료

- (1) 모든 형태의 지압판은 암반변형의 구속 및 붕괴방지 등을 위하여 각도를 조절할 수 있어야 하며, 이 조절에 의해서 암석이나 슛크리트 표면에 밀착될 수 있어야 한다.
- (2) 지압판의 치수와 두께는 강재의 강도 및 슛크리트의 강도에 적합해야 한다.
- (3) 접착재는 시멘트 페이스트나 레진계 제품을 사용할 수 있으며, 급결성이 크고 취급이 간편해야 하며 다음 사항을 만족해야 한다.
  - ① 시멘트 페이스트의 물 시멘트비는 35~40%로 하며 급결제를 첨가 할 수 있다.
  - ② 캡슐 형태의 폴리에스테르 레진(Polyester Resin)계 및 동등 이상의 재질이어야 한다.
  - ③ 용수, 염수, 약산, 알칼리성에 대하여 영향을 받지 않는 것으로 유효기간이 지난 것을 사용하지해서는 안 된다.
  - ④ 레진의 강도는 볼트의 인발저항강도보다 20% 이상 커야 한다.
  - ⑤ 발포성 레진을 사용할 때는 발포배율에 따른 접착력 감소율을 고려해야 한다.
- (4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 10 록볼트 (2.1)을 따른다.

### 9.11.3 시공

- (1) 일반사항
  - ① 록볼트의 설치간격 및 길이는 지반강도, 절리면의 간격, 방향, 면적, 사용 목적 등을 고려하여 설치해야 한다.
  - ② 천공 지름은 보통 시멘트 페이스트나 레진일 때는 ‘볼트지름+(6 ~ 8mm)’, 발포성일 때는 ‘볼트지름+(10 ~ 15mm)’로 한다.
  - ③ 천공깊이는 설계깊이에 대하여 +150mm 이내의 오차이어야 한다.
  - ④ 록볼트는 오거, 픽크해머와 드리프터 등을 이용하여, 20 ~ 30초간 회전하면서 150mm/sec 이상으로 삽입한다.
  - ⑤ 볼트 삽입 후 현장시험에 따라 경화시간을 확인해야 하며, 볼트의 조임은 경화시간이 확인

## 토공사

된 이후에 해야 한다.

- ⑥ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 10 록볼트 (3.3)을 따른다.

### (2) 현장 품질관리

- ① 시험은 사전시험과 본시험으로 구분해서 적용해야 한다.
- ② 사전시험에서 RMR III 등급 이상의 경암에서는 전형적인 록볼트 인발 도해법에 의한 설계 하중 결정이 불가능하여 하중-변위 관계곡선의 특성에 따라 설계하중 결정법이 달라져야 한다.
- ③ RMR III 등급 이하는 기존의 도해법으로 적용을 하되 변위량(12.5mm)을 동시에 만족하는 값으로 하고, 그 이상의 경암에서는 록볼트 인발의 사전 시험 시에는 강재의 항복하중( $f_u$ )과 변위량(12.5mm)를 동시에 만족하는 값을 록볼트의 허용인발하중으로 한다.
- ④ RMR III 등급 이상의 암반에서는 록볼트의 본 인발시험 시 록볼트 강재의 탄성한도를 고려하여 허용인발하중(또는 설계축력)의 80% 이내로 인발하며, 이 허용인발하중과 이에 대응하는 변위와 사전 인발시험 시 허용인발하중에 대응하는 변위와 비교하여 합부를 판정한다.
- ⑤ 단위길이당 인발저항을 알기 위해서는 볼트와 접착제의 부착 또는 접착제와 지반의 부착 강도가 볼트의 인장강도보다 작아지도록 접착부의 길이가 짧은 볼트로 인발시험을 한다.
- ⑥ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 10 록볼트 (3.6)을 따른다.

## 9.12 네일, 슛크리트

### 9.12.1 일반사항

- (1) 이 기준은 가설 흙막이에 사용되는 네일과 슛크리트에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일을 따른다.

### 9.12.2 재료

#### (1) 네일

- ① 소켓형 제거식 네일은 네일에 그리스를 이용한 부식 방지 및 제거가 용이해야 한다.
- ② 제거식 네일은 인발력에 맞게 고정자 소켓을 조절하여 설치하고, 소켓과 파이프가 완벽하게 연결되어 연결부위에 그라우트가 유입되지 않도록 되어야 한다.

- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (2.1.1)을 따른다.

#### (3) 주입재

- ① 혼화제는 무수축, 조강, 유동성을 발현할 수 있어야 하고, 공사 감독자/감리원에게 승인을 받은 후에 사용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (2.1.3)을 따른다.

#### (4) 부속부품

- ① 네일 지압관은 PL-200×200×12mm의 강관을 사용한다. 다만 구조적으로 문제가 없을 경

우에는 PL-150×150×9mm를 사용할 수 있다. 숏크리트면과 네일이 직교하지 않더라도 지압판이 숏크리트면에 밀착될 수 있는 구조라야 한다.

- ② 용접 철망은 KS D 7017에 적합한 제품을 사용하며, 숏크리트후에 옹벽이나 PS패널을 설치 설치하는 경우 소철선을 미리 조립하여 두어야 한다. 강섬유 숏크리트를 타설할 경우에는 용접 철망을 사용하지 않아도 되고 배합비는 공사 감독자/감리원과 협의하여 별도로 정할 수 있다.
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.3)을 따른다.

(5) 숏크리트

① 시멘트

시멘트 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트이어야 한다.

② 골재

가. 잔골재

잔골재는 0.1mm 이하의 세립자를 포함하지 않은 깨끗한 모래이어야 하며, 표준입도분포는 <표 9.12-1>와 같다.

표 9.12-1 잔골재의 표준입도

입도크기(mm)	15	2.5	1.2	0.6	0.3
가적 통과율(%)	95 ~ 100	80 ~ 95	50 ~ 75	30 ~ 50	12 ~ 20

나. 굵은 골재

굵은골재는 최대지름이 15 mm 이하이어야 하며, 표준입도분포는 <표 9.12-2>과 같다.

표 9.12-2 굵은 골재의 표준입도

입도크기(mm)	15	10	5	25
가적 통과율(%)	100	66 ~ 70	10 ~ 25	0

다. 잔골재와 굵은 골재는 60:40 % 비율로 혼합하되 정확한 혼합률은 현장 시험에 의한 굵은 골재, 잔골재 입도곡선을 참조하여 아래의 입도분포에 가장 근접하도록 하며, 허용범위는 <표 9.12-3>와 같다. 혼합한 입도곡선은 허용범위 이내이어야 하고, 급격한 변화가 없는 매끈한 곡선이 되어야 한다.

표 9.12-3 합성골재의 표준입도

입도크기(mm)	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	1.25
가적 통과율(%)	100	30 ~ 90	55 ~ 75	40 ~ 60	25 ~ 45	16 ~ 30	5 ~ 15	0 ~ 5

③ 혼화재

급결재는 사용 시멘트중량의 6%를 초과하지 않도록 해야 한다.

## 토공사

### ④ 배합

가. 슷크리트 배합은 <표 9.12-4>를 표준으로 한다.

표 9.12-4 슷크리트 배합 비율

종별	28일 설계기준강도 (MPa)	굵은골재 최대치수(mm)	slump범위	최대 물-시멘트비(%)
-	21	15	-	40 ~ 50

나. 슷크리트 압축강도는 24시간 이내에 8MPa 이상, 28일 설계기준강도 21MPa 이상을 유지해야 한다.

다. 슷크리트의 두께는 최소 75mm 이상을 유지해야 한다.

라. 잔골재의 표면수량은 3 ~ 6% 범위 이내이어야 한다.

### 9.12.3 시공

#### (1) 굴착면과 전면처리

- ① 각 단계별 굴착깊이는 전면이 자립할 수 있는 높이이어야 한다. 자립굴착이 불가능한 경우에는 이에 대한 대책을 사전에 강구해야 한다.
- ② 착장비는 지반교란을 최소화하는 것이어야 하고, 경사면을 매끄럽고 평탄하게 하는 것이어야 한다.
- ③ 굴착면의 연약한 부분은 표면처리를 하기 전에 제거해야 한다.
- ④ 표면처리 두께와 시공단계는 설계도서에 따른다.
- ⑤ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.3.1)을 따른다.

#### (2) 천공 및 철근삽입

- ① 천공 중 먼지가 발생하여 주변 가옥 및 건물에 피해를 줄 우려가 있을 때에는 구멍입구에 집진 장치를 해야 한다.
- ② 천공 시 1차 슷크리트의 파손으로 여굴이 발생하지 않도록 하며, 여굴이 발생하면 슷크리트로 채우는 것을 원칙으로 한다.
- ③ 천공은 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이, 방향을 만족시켜야 하며, 오차한계범위는 다음과 같다.
  - 가. 네일 위치 :  $\pm 150\text{mm}$ (수평, 수직간격)
  - 나. 네일 길이 :  $\pm 300\text{mm}$  또는 네일 전장의 1/30 이하
  - 다. 네일 경사각 :  $\pm 3^\circ$
- ④ 네일은 자체에 결함이 없어야 하며 그라우트와 부착하는 부분에서는 유해한 흙, 기름 등을 제거하고 사용한다.
- ⑤ 네일의 삽입은 소정의 위치에 정확히 실시하고 그라우트가 경화될 때 즉 재령 28일 강도의 1/2에 도달할 때까지 움직임이 없도록 주의해야 한다.
- ⑥ 네일 삽입 후 시멘트 페이스트에 의해 방식 처리될 수 있도록 일정한 두께의 그라우팅이 유지되도록 간격재를 일정간격으로 설치해야 한다. 다만, 영구 네일의 경우는 네일 본체에 에

폭시 코팅(Epoxy Coating) 혹은 이에 상응하는 방청처리를 해야 한다.

- ⑦ 네일은 이음매가 없는 한 본을 그대로 사용하는 것이 좋지만, 삽입길이가 길어 연결해야 할 경우는 커플러를 이용하여 연결하고 용접으로 연결해서는 안 된다.
- ⑧ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.3.2)를 따른다.

### (3) 그라우팅

- ① 주입방법은 주입관을 구멍바닥까지 늘어뜨려 바닥부터 실시하며 그라우팅이 차오르면 주입관을 서서히 빼내면서 굴착면 끝까지 주입한다.
- ② 지반균열이나 공극이 많으면 그라우팅재의 침투로 예정된 양보다 많이 소요되며 재주입을 해 주어야 한다.
- ③ 그라우트의 배합은 공사기준에 따르며(물-시멘트비는 35 ~ 45 % 기준) 그라우트의 품질을 충분히 만족시키고 또 시공상 무리가 생기지 않는 강도를 얻을 수 있도록 한다.
- ④ 공내에 네일을 설치하고 무압으로 그라우트재를 구멍 내부에 주입하며 케이싱을 설치한 경우에는 그라우팅 즉시 케이싱을 제거한다.
- ⑤ 현장 토질조건 및 그라우트시험에 의해 상기 배합을 공사 감독자/감리원의 승인 하에 조정할 수 있으나, 재령일수 3일 압축강도는 최소한 15.8MPa 이상, 28일 압축강도는 최소한 21MPa 이상이어야 한다.
- ⑥ 주입은 무압 또는 저압으로 토사 및 풍화암 구간에는 네일에 설치된 주입 호스를 통하여 공저면부터 1차 주입 후 일정한 시간을 두고 시행되는 2차 주입은 구멍 내의 저면부터 주입호스를 삽입하여 주입한다. 다만, 연암 이상에 설치되는 네일에서는 네일 삽입 후 외부 주입호스를 통하여 공저면부터 1, 2차 주입을 실시하여도 된다. 최종 주입 후 투입구측의 공간은 숏크리트로 공극을 채워야 한다.
- ⑦ 그라우트가 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생 기간은 최소 1주일이 소요된다. 이 기간 내에는 네일을 인장 또는 충격을 가하는 일이 없도록 해야 한다. 그러나 보통은 급결재를 사용함으로 소요강도의 80%에 도달하면 (약 1일) 다음 단계의 작업을 실시한다. 필요시 감수제를 사용한다.
- ⑧ 제거식 네일일 경우에는 네일체 덮개가 손상되지 않도록 설치한다.
- ⑨ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.3.3)을 따른다.

### (4) 숏크리트

- ① 골재저장
  - 잔골재와 굵은 골재는 분리하여 저장해야 하며, 우수로부터 보호해야 한다.
- ② 배합
  - 가. 수급인은 현장 타설 전에 공사에 사용될 것과 동일한 재료로 시험 배합을 실시하여 명시된 강도를 확인해야 하며, 시험 배합결과 및 사용 골재의 입도분포 시험 결과를 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
  - 나. 배합은 중량배합을 원칙으로 한다. 다만, 1일 작업량 500m<sup>2</sup> 미만이거나 장소가 협소한 곳에서는 체적배합이 가능하며 계량된 재료는 균등하게 혼합되도록 믹서(Mixer)를 사

## 토공사

용해야 한다.

다. 수급인은 현장조건에 따라 건식, 반습식 또는 습식 배합법을 사용할 수 있다.

### ③ 슛크리트 작업

가. 표면은 이물질이 없도록 깨끗해야 하며, 용수가 있을 경우에는 배수관을 매입하는 등 적절한 배수처리를 해야 한다.

나. 건식 슛크리트의 경우 혼합에서 뿔어붙이기까지의 시간은 15분을 초과하지 않도록 한다.

다. 슛크리트는 1차에 한하여 30mm 이상 두께로 타설하고 천공, 네일 삽입, 그라우팅 및 철망설치를 한 다음 2차에 75mm를 타설한다.

라. 노즐의 방향은 뿔어붙이기 면에 거의 직각이 되도록 유지하고, 면과의 거리는 2m 내외로 하고 압력은 0.2 ~ 0.5MPa 범위로 타설한다. 물의 압력은 이보다 0.1MPa 정도 높게 유지해야 한다.

마. 슛크리트 온도는 작업 전단계 동안 10 ~ 38℃로 유지되며, 한중 시에도 온도는 5℃ 이상이어야 한다. 표면은 젖은 상태로 7일간 유지되도록 해야 한다.

바. 용접 철망을 설치할 때의 겹침 폭은 지름 6.0×100×100mm를 사용하는 경우 100mm 이상을 원칙으로 한다.

### (5) 두부체결 및 프리스트레스 도입

① 슛크리트면에 지압관을 대고 네일의 머리에 볼트를 체결한다.

② 네일에 프리스트레스를 도입하도록 되어 있을 때는 프리스트레스는 네일별로 압력 게이지가 부착된 네일용 유압잭을 사용해야 하며, 도입시기 및 장력은 도면에 명기된 대로 시공을 해야 하며, 설계 프리스트레스력의 20%를 초과하여서는 안 된다.

③ 가설 네일에서는 2차 최종 슛크리트 타설 후 28일 압축강도가 1/2 이상 도달된 후(통상 24시간 이후) 볼트를 체결하며, 이 때 슛크리트와 지압관이 충분히 밀착되게 설치해야 한다.

④ 제거식 네일에서는 구조물이 완료되어 흠막이판에 네일의 역할이 완료되는 시점에 네일을 제거하고 공채움을 한다.

⑤ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흠막이공사(3.13.1)을 따른다.

### (6) 배수시설

① 지하수가 많이 배출되는 곳에서는 굴착지반과 슛크리트면 사이에 배수재를 설치하여 배수하는 벽면 배수시설을 해주어야 한다.

② 벽면 배수시설에서 배수재는 일반적으로 네일과 네일사이에 설계도상 지정된 간격, 폭 300 ~ 400mm 정도로 벽체 상단에서 하단까지 수직방향으로 설치하며, 벽체 하단에서는 PVC관에 연결하여 벽체 밖으로 배출되도록 한다.(다만 굴착면측으로 직접 배수를 할 경우는 지름 50mm의 배수관을 벽면적 4.5m<sup>2</sup> 당 1개소 이상 설치할 수 있다.)

③ 표면 배수시설은 굴착선에서 300mm 이상 이격시켜 자갈 배수층을 설치하거나 버림 콘크리트를 일정한 높이로 쌓아주고 그 옆 지반의 4 ~ 5m까지는 비닐이나 멤브레인 등으로 덮어서 우수가 지층으로 침투하여 굴착 배면의 붕괴를 초래하는 일이 없도록 한다.

## (7) 현장 품질관리

## ① 인발시험

- 가. 인발시험 중 풀-아웃 테스트(Pull-Out Testing)는 설계 시 가정한 단위길이당의 인발력을 확인하기 위하여 실시하며 시험용 프루프 테스트의 10% 이상 또는 지반조건에 따라 각 지반별로 희생 네일을 설치하고 실시하도록 한다.
- 나. 풀-아웃 테스트에서는 단위길이당 인발저항을 알기 위해서는 그라우트재와 지반의 부착강도가 강재의 파단강도보다 작아지도록 접착부의 길이가 짧은 네일로 인발시험을 한다.
- 다. 인발시험 중 프루프 테스트(Proof Testing)는 지층 혹은 단면이 변하는 구간에서 실제 설치된 네일에 대하여 총 시공 네일 수량의 1% 이상 실시토록 하며, 공사 감독자/감리원//감리원의 요구가 있을 경우에는 추가로 시험을 해야 한다.
- 라. 프루프 테스트의 경우는 각 층별로 시공된 네일 중 하나를 선정하여 실시하되 각 층의 네일은 서로 엇갈리게 선정하는 것이 좋다.
- 마. 인발시험 할 네일은 장비가 장착될 수 있는 크기의 네일을 선택한다. 또한 네일이 굵은 것은 삼가해야 한다.
- 바. 네일 표면의 이물질(숏크리트, 그라우트액, 먼지 등)을 완전히 제거하고, 지지할 플레이트(Plate)는 숏크리트를 완전히 제거한 후 실시해야 한다.
- 사. 인발 시 네일 표면이 미끄러지지 않도록 후미에 볼팅(Bolting) 또는 용접으로 완전히 장착되도록 한다.
- 아. 인발기는 사용 전 반드시 검측을 해야 하며, 소정의 단계에서 소정의 압력이 유지되는데 무리가 없어야 하고, 하중 측정은 보정된 압력계이거나 하중계로 측정한다.
- 자. 시험자는 시험 직전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일이 그라우팅에 대한 상대적인 변위의 발생량을 결정할 수 있는 방법을 제시해야 한다.
- 차. 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 해야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출해야 한다.
- 카. 인발위치는 지압판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 150mm 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 300mm 까지만 그라우팅을 실시한다.
- 타. 인발시험은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일 끝단의 변위에 대하여 실시한다.
- 파. 시험의 최대인장력은 네일의 항복강도 60%로 하며, 인장도입은 매 최소 2분 간격으로 시험 최대인장력의 20%씩 점진적으로 증가시키며 인장력을 도입한다.
- 하. 공사 감독자/감리원의 별도의 지시가 있는 경우나 현장조건이 열악했을 경우, 시험결과가 좋지 않았을 경우에는 추가시험을 실시해야 한다.
- 거. 풀-아웃 인발시험 결과가 설계 시에 가정한 값보다 작아지는 경우에는 시험결과에 따라 설계를 변경해야 한다.
- 너. 프루프 인발시험결과 불합격된 네일은 수평, 수직 방향에 500mm 범위 내에 추가 설치해야 한다.

## 토공사

- 다. 네일 시험이 끝난 후에는 네일 정착 지지부 주변의 돌출부는 슛크리트로 마감해야 하며, 전면판을 교체해야 한다.
- 러. 수급인은 시험 전 인발시험에 대한 시험기구의 설치 계획도면이 포함된 시험 계획서를 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 머. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.6.1)을 따른다.

### ② 그라우팅 압축강도 시험

- 가. 그라우팅 작업 시에 일축 압축강도시험용 몰드는 KS F 2801에 적합하도록 시험용 공시체를 만든 후 7일 이상 양생하여 일축압축강도 시험을 한다.
- 나. 그라우트의 품질은 28일 강도가 21MPa 이상이어야 한다.

### ③ 슛크리트 품질관리

- 가. 수급인은 뽑어붙이기 두께, 분진발생 상황, 균열발생 상황을 매일 점검하며 현장에서 채취한 시료로 <표 9.12-5>과 같이 품질관리를 시행해야 한다.

표 9.12-5 품질관리 기준

관리항목	관리내용 및 시험	빈도	비고
품질관리 "A"	스�크리트 두께의 관리 스�크리트의 부착상황 리바운드 분진발생 상황 균열발생 상황	스�크리트 시공 시에는 매일	
품질관리 "B"	스�크리트의 압축강도 시험 시공	400 m <sup>2</sup>	28일 강도
기타의 시험 및 측정	코어채취로 단기 재령 압축강도 시험	400 m <sup>2</sup>	1일, 3일 강도 및 두께

- 나. 일축강도시험용 시편제작 방법은 콘크리트 휨강도, KS F 2801에 적합한 시험용 몰드를 사용해서 양쪽 판 중 한쪽을 제거한 뒤, 반발대가 유출하도록 70° 정도로 걸치고 상부에서 하부로 뽑어 붙인 후 몰드의 윗부분을 삼각에지(Edge)로 고르고 강도시험용 공시체로 한다. 압축강도 시험은 KS F 2405에 적합하도록 실시한다. 시험재령(단기) 24시간, 3일 (장기) 28일
- 다. 시공 후의 코어 채취는 시공된 슛크리트로 부터 코어 시추머신에 의해 지름 100×200mm 또는 지름 50×100mm인 원통형 공시체를 채취한다.
  - (가) 시험 재령일수 : 28일
  - (나) 시험방법 : 채취한 코어의 강도 시험방법은 KS F 2422에 따르며, 공시체의 양단면은 시멘트 또는 파우더 캡핑처리를 해야 한다.
- 라. 불량한 슛크리트가 발견되었을 때에는 공사 감독자/감리원의 입회하에 불량부분을 제거하고 양호한 슛크리트로 대체해야 한다.

## 9.13 차수 및 지반개량공

### 9.13.1 일반사항

- (1) 이 기준은 가설 흙막이공사에 있어서 차수 및 지반개량공에 적용한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 11.연약지반처리를 따른다.

**9.13.2 재료**

- (1) 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하며, 주입효과를 높이기 위하여 도면에 표시된 때에는 마이크로 시멘트를 사용한다. 현장조건에 따라 조기강도의 실현 등을 위해 혼화제(급결제, 팽창제)를 사용할 수 있다.
- (2) 규산소다(물유리)는 비중이 1.38 이상인 3호를 사용해야 한다.
- (3) 염분 함량인 2% 이상인 지하수 또는 해수와 접촉이 예상되는 지역은 벤토나이트의 성능이 저하될 수 있으므로 염수용 벤토나이트를 사용해야 한다.

**9.13.3 시공**

(1) 일반사항

- ① 지층조건을 검토하고 시공 전에 공종별 시공계획서를 작성하며 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.
- ② 공종별 시공계획서에는 다음 사항을 포함해야 한다.
  - 가. 공사목적, 시공배치도, 시공지름, 시공길이, 사용재료 및 사용량 등
  - 나. 공사기간, 토질 조건, 시공 난이도, 휴일, 계절과 날씨에 따른 공사의 관계를 고려한 공정표
  - 다. 사용하는 기계기구의 명칭, 형식, 형상, 치수, 성능, 수량 등을 기록한 주요 기계 기구 일람표
  - 라. 공사명, 조사장소, 조사기간, 지하수위, 심도, 토층두께, 색조관찰 및 N값, 각종 토질시험 결과 값이 기입된 토질주상도
  - 마. 시공관리요령은 상세한 설명과 시공순서도에 따라 시공과정을 설명해야 한다.
  - 바. 작업체계, 안전 및 위생 등의 관리조직
  - 사. 상기 이외에 공사 감독자/감리원과 협의된 사항
- ③ 본 시공에 앞서 현장의 토질특성을 조사하고, 공사 착수 전에 작성한 주입계획의 적정성 여부와 당해 공사에 대한 최적의 효과를 기대할 수 있는 주입량을 결정하기 위하여 현장에서 시험시공을 해야 한다.
- ④ 시험시공에서는 소정의 강도 및 투수계수가 확보되는지 확인하고 주입방식(표준배합비, 주입율 등)이 적합한지를 검증하며, 보완할 사항을 점검한 후 이를 본 시공에 반영해야 한다. 본 공사의 일부 구간에 시험시공을 한 경우에는 본 주입의 일부로서 이용할 수 있다.
- ⑤ 시험결과에 따라 성과가 기대될 수 없는 경우에는 계획을 재검토하고 시험시공을 해야 한다.
- ⑥ 수급인은 주입목적을 이해하고, 그 대상지반의 상태를 파악한 후 시행해야 한다. 제반의 안전규정 및 안전법규가 준수될 수 있도록 관리해야 한다.

## 토공사

- ⑦ 인접시설물은 침하되지 않도록 해야 하며, 필요시 하부를 경사 그라우팅으로 충분히 채워야 한다.
- ⑧ 기계의 설치는 현장조건 및 작업여건을 고려하여 안전을 유지하도록 하고 적정한 배치를 해야 한다.
- ⑨ 연직성, 시공심도 등은 계측기를 이용하여 설계도면과 일치하도록 관리해야 한다.
- ⑩ 그라우팅 설비는 주변에 영향을 주지 않는 장소를 선정하고 사용 재료와 세정수가 유출되지 않도록 설치해야 한다. 또한, 설치가 완료되면 시운전을 하여 연결 상태, 각 장비의 가동 상태, 급수 및 유류 상태 등을 확인 점검하여 안전도 및 시공에 필요한 제반 사항을 확인해야 한다.
- ⑪ 플랜트 설치 후 주입호스, 장비가동용 동력선 등은 위험성을 내포하고 있으므로 작업인원 이외의 출입을 제한해야 한다.
- ⑫ 고압 또는 초고압호스 파손으로 인명피해를 줄 우려가 있으므로 주의해야 한다.
- ⑬ 설비에 연결하는 전력선의 접지봉은 1m 이상 지하에 매설해야 한다.
- ⑭ 현장에서 슬라임을 저류할 피트(Pit)가 있는 경우에는 슬라임을 12시간 이상 저류시켜 고결한 후 반출하며, 피트 용지가 없는 경우에는 샌드펌프(Sand Pump)를 투입할 수 있는 탱크(Tank)를 설치해야 한다.
- ⑮ 차수용으로 적용된 그라우팅 공법은 지하수의 유입을 방지하기 위하여 보강 후 지반의 투수계수는  $k \leq 1 \times 10^{-5}$  cm/sec를 확보해야 한다.  
변 지형이나 시설물에 변위가 없도록 수시로 점검하면서 시행한다.
- ⑯ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(2.8.2, 2.8.3)을 따른다.

### (2) JSP(Jumbo Special Pile)공법

#### ① 장비

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(2.8.4)를 따른다.

#### ② 천공 및 주입

가. 천공 및 주입의 지층별 제원은 <표 9.13-1>을 기준으로 실시한다.

표 9.13-1 지층별 제원

구분	점토층		모래층			자갈층	호박돌층
	N=0 ~ 2	N=3 ~ 5	N=0 ~ 4	N=5 ~ 15	N=16 ~ 30		
유효지름(m)	1.0	0.8	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8
روت인발속도(분/m)	7	8	7	8	9	9	9
단위분사량( l /분)	60	60	60	60	60	60	60
분사량( l /m)	462	528	462	528	594	594	594
시멘트량(kg)	351	401	351	401	451	451	451
물( l )	351	401	351	401	451	451	451
굴착공 간격(m)	0.8 ~ 0.9	0.6 ~ 0.7	1.0 ~ 1.1	0.8 ~ 0.9	0.6 ~ 0.7	0.6 ~ 0.7	0.6 ~ 0.7

- 나. 시멘트와 물의 배합은 중량 배합비로 1:1을 원칙으로 한다.
  - 다. 굴삭공에 사용하는 공사용수는 청수 또는 이수에 관계없이 압력이 4MPa 이하이어야 한다.
  - 라. JSP공은 작업 전에 로드(Rod)의 회전수 및 양관속도를 지반의 특성에 따라 맞춘 다음 굴진 용수를 시멘트 밀크로 바꾸어 토출압을 서서히 20MPa까지 높인 후, 0.6 ~ 0.7MPa 압력의 공기를 병행 공급하면서 작업을 시작한다.
  - 마. 로드의 분해 및 조립 시에는 시멘트 밀크 주입을 중지해야 한다.
  - 바. 시멘트 밀크의 분사량은 (60±5) l/min를 기준으로 한다.
  - 사. 고압분사 시 토출압은 (20±1)MPa로 한다.
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (2.8.4)를 따른다.

(3) LW(Labile Wasser glass)공법

- ① 주입재의 배합비
  - ② 천공 및 주입
    - 가. 천공 지름은 100mm, 주입방법은 1.5shot 방법으로 실시하는 것을 원칙으로 한다.
    - 나. 멘젯튜브(지름 40mm)를 300 ~ 500mm 간격으로 구멍(지름 7.5mm)을 뚫어 고무슬리브로 감고 케이싱 속에 삽입한다.
    - 다. 케이싱과 멘젯튜브 사이의 공간을 실(Seal)재로 채운 후 24시간 이상 경과후에, 굴진용 케이싱을 인발한다.
    - 라. 주입관의 상하에는 패커가 부착되어 있어야 한다.
    - 마. 주입관을 멘젯튜브 속으로 삽입하여 굴삭공의 저면까지 넣고 일정 간격으로 상향으로 올리면서 그라우팅재를 주입하며, 주입압력은 0.3 ~ 2MPa 정도로 하고, 주입 토출량은 8 ~ 16 l/min범위로 하되 원 지반을 교란시켜서는 안된다.
    - 바. 주입이 완료되면 패커 장치만 회수하고 멘젯튜브는 그대로 둔 후 다음 공으로 이동한다.
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (2.8.4)를 따른다.

(4) SGR(Space Grouting Rocket)공법

- ① 주입재의 배합비
- ② 천공 및 주입
  - 가. 소정의 심도까지 천공(지름 40.2mm)한 후, 천공 선단부에 부착한 주입장치(Rocket System)에 의한 유도공간(Space)을 형성한 후 1단계씩 상승하면서 주입한다.
  - 나. 주입방법은 2.0Shot 방법으로 실시해야 한다.
  - 다. 급결 그라우트재와 완결 그라우트재의 주입비율은 5:5를 기준으로 하고, 지층 조건에 따라 5:5 ~ 3:7로 조정할 수 있다.
  - 라. 보다 이론에 합치시킨 복합 주입방법이 되도록 순결성 그라우트재를 대상지반에 균일하게 주입하고, 계속하여 완결성 그라우트재를 주입해야 한다
  - 마. 주입순서는 평면상의 격변공(1, 3, 5, 7, 9..., 2, 4, 6, 8, 10...)의 순으로 하며, 개량범위에

## 토공사

대해서 아래쪽에서 위쪽으로 상향식 인발 주입으로 하고, 주입 1단계는 500mm를 원칙으로 한다.

바. 주입압은 저압(0.3 ~ 0.5MPa)으로 해야 하고, 원지반을 교란시키지 않아야 한다.

사. 주입 중에 이물질이 끼여 주입장치가 작동하지 않을 때에는 주입효과를 확실하게 하기 위하여 재천공하여 다시 주입해야 한다.

③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(2.8.4)를 따른다.

### 9.14 가설 흙막이 계측

#### 9.14.1 일반사항

(1) 이 기준은 가설 흙막이공사의 계측관리에 적용한다.

(2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.16)을 따른다.

#### 9.14.2 재료

해당사항 없음

#### 9.14.3 시공

(1) 공통사항

KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.16.1)을 따른다.

(2) 계측항목

① 수직파일 및 지하연속벽의 응력

② 소음과 진동

중장비 가동 및 발파작업 등으로 인한 주변건물의 소음과 진동 영향을 측정한다.

③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.16.2)를 따른다.

(3) 계측기기의 설치 및 측정 시 주의사항

① 경사계(Inclinometer)

가. 경사계관 외부의 공간을 그라우팅용 채움 재료가 용이하게 통과하기에 충분한 지름으로 천공해야 한다.

나. 천공심도는 수평변위 측정 시 기준이 될 수 있도록 지반의 변위가 없다고 판단되는 견고한 지층 내부 1.5m 이상이어야 한다.

다. 경사계관은 직교하는 2방향의 변위를 측정할 수 있는 것으로서 경사계 롤러용 홈(Key Way) 이 연속적인 이음에 따라 뒤틀리지 않고 단일 평면 내에 있도록 정확하게 연결되어야 한다.

라. 측정은 경사계관이 설치된 방향으로 직교하는 2방향에 대하여 측정해야 하며 굴착면과 경사계관의 축이 일치하지 않을 때는 보정하여 보고하며 경사계 수직도 검정후 불량할 경우 재천공하여 설치해야 한다.

마. 최대변위량은 토류벽의 강성 및 굴착심도(H)를 기준으로 설정하는 것이 가장 용이한 방법이다. 일반적으로 최대 허용변위량은 아래와 같이 정하는 것이 바람직하다.

(가) 강성 토류벽 ( $t \geq 600\text{mm}$ 인 콘크리트 연속벽) :  $0.002H$  (H : 굴착심도)

(나) 보통 토류벽 ( $t \approx 400\text{mm}$  정도인 콘크리트 연속벽) :  $0.0025H$  (H : 굴착심도)

(다) 연성 토류벽 (H-Pile과 흙막이판을 설치하는 흙막이벽) :  $0.003H$  (H : 굴착심도)

바. 인접지반의 균열방지를 위한 일자별 최대 변위변화량은 아래와 같이 허용기준을 정하도록 한다.

(가)  $\delta < 2\text{mm}$  (7일간) : 안전측

(나)  $2\text{mm} < \delta < 4\text{mm}$  (7일간) : 주의 요망

(다)  $4\text{mm} < \delta < 10\text{mm}$  (7일간) : 특별관리 요망

(라)  $10\text{mm} < \delta$  (7일간) : 시급한 대책 요망

사. 벽체 변형은 설계 시의 추정치를 근거로  $F = \text{설계 시의 추정치} / \text{실측에 의한 변형량}$ 이  $F < 0.8$  : 위험,  $0.8 < F < 1.2$  : 주의,  $F > 1.2$  : 안정으로 판단한다.

② 지하수위계(Water Level Meter), 간극수압계(Piezometer)

가. 용도에 적합한 방식을 선정하여 설치해야 한다. 지하수위계는 스텐드파이프식, 간극수압계는 전기저항식, 진동현식, Casagrande 형

나. 지하수위계는 상부를 개방하며 간극수압계는 수압계 Tip 주변을 깨끗한 모래로 채우고 그 상하부는 벤토나이트로 밀폐한다.

(4) 계측빈도

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.16.3)을 따른다.

(5) 계측위치 선정

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.16.4)를 따른다.

(6) 계측자료 수집 및 분석

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.16.5)를 따른다.

(7) 계측결과의 활용

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.16.6)을 따른다.

(8) 유의사항

- ① 계측기를 지중에 매설할 경우 지하 매설물 유무 및 설치 시의 안전 문제를 고려해야 한다.
- ② 각종 계측기기의 설치 및 초기화 작업은 굴착하기 전, 또는 부재의 변형이 발생되기 전에 완료해야 한다. 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정해야 한다.
- ③ 계측오류 또는 시공 중의 기기 파손 등으로 인한 자료 손실에 유의해야 한다.

## 9.15 해체 및 철거

### 9.15.1 일반사항

## 토공사

이 기준은 가설 흙막이 구조물의 해체 및 철거에 적용한다.

### 9.15.2 재료

해당사항 없음

### 9.15.3 시공

#### (1) 공통사항

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.17.1)을 따른다.

#### (2) 말뚝빼기

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.17.3)을 따른다.

#### (3) 매몰

KCS 21 30 00 가설흙막이공사 (3.17.2)를 따른다.

#### (4) 되메우기

- ① 되메우기 공간이 1m 이내로서 다짐이 곤란할 경우에는 사질토를 사용하여 물다짐을 하거나 소일시멘트(Soil Cement)를 사용해야 한다.
- ② 되메우기에 사용하는 흙은 공사기준에 따르며, 달리 명시가 없는 경우에는 다음에 따른다.
  - 가. 최대치수 : 100mm
  - 나. No.4체 통과량 : 25 ~ 100%
  - 다. No.200체 통과량 : 15% 이하
  - 라. 소성지수 : 10% 이하
  - 마. 수침 CBR(%) : 10% 이상
- ③ 되메우기는 전체가 균일한 다짐이 되도록 해야 한다.
- ④ 되메우기 각 층은 다짐 종료 후 공사 감독자/감리원의 검사를 받은 후, 다음 층을 시공해야 한다.
- ⑤ 면적이 좁고 층고가 낮아 로울러에 의한 다짐이 곤란한 장소에서는 래머나 진동식 다짐장비, 기타 공사 감독자/감리원의 승인을 받은 다짐 장비를 사용할 수 있다.
- ⑥ 다짐 장비를 사용할 경우에는 다짐에 의한 충격이 주변 구조물과 흙막이 벽에 직접 전달되지 않도록 해야 한다.
- ⑦ 다짐 시의 함수비는 KS F 2312에 의한 최적함수비 부근과 다짐곡선의 90% 밀도에 대응하는 습윤축 함수비 사이로 한다. 특히 우수나 지하수 유입에 따라 되메우기 흙의 함수비가 허용값을 초과하지 않도록 배수로 및 집수정 등의 배수처리를 해야 한다.
- ⑧ 버팀보(Strut) 사이를 다짐하는 경우에는 다짐에 의한 충격이나 편토압의 영향을 받지 않도록 해야 한다.
- ⑨ 버팀보 상부에서 다져지는 흙의 영향을 받게 되는 버팀보 하부와 흙막이 벽이 접한 부분의 다짐에 유의해야 하며, 다짐이 충분히 되지 않을 경우에는 소일시멘트 등으로 보강해야 한다.

⑩ 다짐도 검사는 다음에 따른다.

- 가. 다짐도 검사는 매 층당 3개소에 대해 공사 감독자/감리원이 지정하는 지점에서 해야 하며 층마다 시험 위치가 중복되지 않도록 해야 한다.
- 나. 상대 다짐도가 표준다짐의 90% 이상이 되도록 다짐관리를 해야 한다.
- 다. 되메우기의 다짐도에 미달하는 경우에는 함수비를 조절하여 재다짐하거나 공사 감독자/감리원의 지시에 따라 지반을 치환하고 다져야 한다.
- 라. 다짐도 검사는 KS F 2311의 모래 치환법(Sand Cone Method)을 적용하거나 방사능 밀도 측정기에 의한 방법으로 할 수 있다.

(5) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 21 30 00 가설흙막이공사(3.17.4)를 따른다.

## 10. 비탈면 보호공사

### 10.1 일반사항

#### 10.1.1 비탈면 보호공사의 구분

- (1) 비탈면에는 침식방지, 표층토의 강화, 암석의 풍화방지 등을 위하여 비탈면 보호공사를 실시해야 한다.
- (2) 비탈면 보호공사의 종류에는 격자블록, 네일, 록앵커, 록볼트, 식생공사, 돌붙임공사, 슛크리트공사, 돌쌓기 또는 블록쌓기공사, 낙석방지공사 등이 있다.
- (3) 비탈면 보호공사의 선택은 원지반조건, 비탈면의 규모, 기울기 등을 고려하여 가장 적절한 것을 선정해야 하며 필요시 시험 시공을 실시해야 한다.
- (4) 깎기에 의해 이루어진 비탈면을 위한 보호공사를 검토하는 경우에는 흙비탈면과 암반비탈면으로 나누어 검토해야 한다.

#### 10.1.2 준비공사

- (1) 비탈면 지하수 처리를 위해서는 유공관, 맹암거 시설 설치 등의 침출수 대책 시설을 사전에 시공해야 한다.
- (2) 수급인은 비탈면 보호공사의 시행 전에 설계 도서를 충분히 검토하여 시공기준 및 선정기준 등의 적합 여부를 확인하여 비탈면 보호공사 작업보고서를 작성하고 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시공해야 한다.

#### 10.1.3 재료

재료는 시공방법에 따라 다음 각 절에 따른다.

#### 10.1.4 시공

## 토공사

### (1) 시공일반

- ① 비탈면 보호공사는 원칙적으로 안정한 기울기로 시공한 비탈면에 실시해야 한다.
- ② 깎기 및 쌓기 설계단면의 시공이 완료되면 우수 등에 의한 유실방지, 안전, 미관 등을 고려하여 즉시 비탈면 보호공사를 실시해야 한다.
- ③ 리핑암, 발파암 등의 암반 비탈면은 주위 경관과 조화를 이루도록 식재공사를 하여 녹화해야 한다.
- ④ 쌓기를 매 층 수평으로 다지기 할 때는 비탈어깨까지 다지기장비로 규정된 소정의 다지기 정도가 되도록 다지기 해야 한다.
- ⑤ 비탈면은 쌓기가 이루어짐에 따라 바로 다지기를 하고 쌓기가 소정 높이까지 시공이 완료되면 비탈면 전체를 적절한 다지기장비를 사용하여 쌓기 본체와 동일한 정도로 다지기 해야 한다.
- ⑥ 쌓기 비탈면에 전주, 방음벽, 기구함, 기초 등을 설치하는 경우, 이를 따라 흐르는 우수에 의해 비탈면이 붕괴되지 않도록 주변을 보호해야 한다.
- ⑦ 비탈면 보호공사는 쌓기 진행공정에 따라 병행 시공하여 우수에 대한 비탈면붕괴 및 노면 유실과 민원이 생기지 않도록 하고 이러한 비탈면 보호시설을 제대로 이행치 않음으로 발생하는 모든 책임은 수급인이 져야 한다.
- ⑧ 비탈하수 및 산마루 측구 등에 관한 배수시설은 본 기준의 배수관련 내용을 참조한다.

## 10.2 격자블록

### 10.2.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 00 비탈면 보호공사를 따른다.

### 10.2.2 재료

#### (1) 콘크리트 격자블록

KCS 11 73 05 격자블록 및 (블록)붙이기 (2.1.3)을 따른다.

#### (2) 수지류 격자블록

KCS 11 73 05 격자블록 및 (블록)붙이기 (2.1.4)를 따른다.

### 10.2.3 시공

- (1) 도면에 명시된 기울기 및 면적 등을 확인해야 한다.
- (2) 비탈면의 정형 나무리는 기준틀 및 기준계를 설치하여 확인해야 하며, 기준틀 등은 시공완료 시까지 유지해야 한다.
- (3) 비탈면에 용수가 있을 때에는 배수로를 설치하여 시공면에 물이 흘러들지 않도록 해야 한다.
- (4) 비탈면의 붕괴 등이 예상되거나 비탈면에 있는 입목을 보호해야 할 경우에는 공사 감독자/감리원과 협의하여 붕괴방지 시설 또는 입목보호를 위한 조치를 취해야 한다.

- (5) 보호블록의 연결 및 조립방법은 명시된 도면에 따라 보호블록을 접합시킨 다음 앵커봉을 비탈면에 설계깊이까지 고정시켜야 한다.
- (6) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 05 격자블록 및 돌(블록)붙이기 (3.)을 따른다.

## 10.3 네일

### 10.3.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일을 따른다.

### 10.3.2 재료

- (1) 네일의 재료는 D22~D32(SD350)의 표준 이형철근 및 그에 상당하는 강봉 등의 재료를 사용한다.
- (2) 영구 구조물로서 네일을 사용할 경우 네일강재의 부식이 향후 구조체의 안정에 영향을 줄 우려가 있는 경우 코팅이나 방청처리를 한 강재를 사용하거나 설계시 부식두께를 고려해야 한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (2.1)을 따른다.

### 10.3.3 시공

#### (1) 네일

##### ① 천공 및 네일의 삽입

- 가. 천공 시에는 주변 시설물의 유동이나 지반이 심하게 교란되지 않도록 유의해야 한다.
- 나. 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등의 시설물을 충분히 조사한 후 현장조건에 맞는 천공장비를 선택하여 천공해야 한다. 통상 압축공기를 이용하는 크롤러 드릴을 이용하는 것이 효과적이거나 점성토지반이나 느슨한 매립토 지반의 경우 유압식드릴을 이용하거나 네일 전용 천공장비를 이용해야 한다.
- 다. 천공은 설계도면에 표시된 위치, 천공지름, 길이 및 방향에 따르도록 해야 하며, 천공각도는 설계각도에서  $\pm 3^\circ$  이상의 오차가 생겨서는 안 된다. 천공된 구멍은 최소한 공벽이 유지된 상태로 수 시간은 지속되어야 한다.
- 라. 천공은 지반굴착 후 바로 천공하는 방법과 굴착면의 안정을 위하여 천공 전에 숯크리트 작업을 실시한 후에 천공하는 방법이 있다. 이러한 경우에는 숯크리트의 타설 후 천공할 위치에 천공지름 정도의 패킹 등으로 막아 놓아서 천공 시에는 패킹을 제거하여 천공에 의한 숯크리트의 균열 등이 발생하지 않도록 해야 한다.
- 마. 천공이 완료된 후에는 네일을 삽입하기 전에 구멍 내부에 이물질 존재여부를 확인하여 이 물질이 남아있을 경우 반드시 공의 내부를 청소해야 한다. 공 내부의 청소시에는 공벽이 붕괴될 염려가 있으므로 절대로 물을 사용해서는 안 되며, 유압공기에 따라 이물질을 공의 끝으로 밀어내거나 갈퀴 등으로 긁어내도록 해야 한다.

## 토공사

- 바. 네일의 삽입은 소정의 위치에 정확히 삽입하고 그라우트가 정착할 때까지 이동이 생기지 않도록 주의해야 한다. 즉, 도면에 표시된 위치보다 300mm 이상 벗어나서는 안 된다.
  - 사. 네일은 이음매가 없이 한 본을 그대로 사용하는 것이 좋지만 삽입길이가 길어 어쩔 수 없이 연결을 해야 하는 경우에는 커플러 연결 또는 용접 연결을 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. 용접으로 연결할 경우에는 강재의 성질이 변화되지 않는 특수 접합용접을 하여야 한다.
  - 아. 네일은 삽입시에 천공장의 중앙에 위치하도록 하기 위하여 간격재 (Spacer)를 사용해야 하며, 간격재는 PVC 파이프를 천공경에 맞게 변형하거나 전용 간격재를 사용해야 한다. 간격재의 설치간격은 2.5m 이내로 하며 최소 2개 이상을 설치하여야 한다.
  - 자. 1, 2단계로 나누어서 슛크리트를 타설하는 경우에는 1단계 슛크리트층이 소요설계강도의 10%에 이르기 전에 플레이트와 너트를 부착해야 한다.
- ② 그라우팅
- 가. 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강 시멘트를 사용한다.
  - 나. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.3.3)을 따른다.
- ③ 부속부품
- 가. 네일 두부와 슛크리트 벽체와의 접합을 위하여 플레이트를 설치하며 치수 150×150×12mm 정도의 강판을 사용한다.
  - 나. 띠장의 역할을 하는 네일간의 횡방향 연결철근을 설치해야 하며, D16 정도의 철근 2가닥을 사용하여 네일의 상하부를 묶어 주어야 한다.
  - 다. 네일전면판 부위에는 와이어메쉬 지름 4.8×100×100mm 정도를 사용하여 전면판을 보강하는 역할을 하게 한다.
- ④ 배수시설
- KCS 11 70 05 네일 (3.3.5)를 따른다.
- ⑤ 인발시험
- KCS 11 70 05 네일 (3.4.1)을 따른다.
- ⑥ 계측관리
- 가. 경사계의 설치관리 및 측정 : 네일 보강 굴착지반의 안전성 판단여부와 시공관리를 위하여 지중 경사계를 설치하여 관리한다. 설치개소는 굴착면 전개도상에서 1단면/50m 이상씩으로 하며 단면 내에서의 설치는 2개소/비탈면폭 10m 이상씩으로 하고 단면 내 설치위치 중 굴착면 직 후방을 최우선 필수 설치위치로 한다. 현장여건에 따라 공사 감독자/감리원과 협의하여 가감할 수 있다.
    - (가) 경사계관의 공내 삽입 시에는 관내에 맑은 물을 채워서 부력에 의한 경사계관의 떠오름을 방지해야 한다.
    - (나) 경사계관은 직교하는 2방향의 변위를 측정할 수 있는 것으로서 경사계 롤러용 홈

- (Key Way)이 연속적인 이음에 따라 뒤틀리지 않고 단일평면 내에 있도록 정확하게 연결되어야 한다.
- (다) 경사계관의 여굴 채움재는 경사계관 설치지반의 강도를 고려하여 선정되어야 한다.
- (라) 여굴에 대한 그라우팅 재주입 후 경사계관 내부는 맑은 물을 이용하여 청소해야 한다.
- (마) 그라우팅 완료 후 측정관 상부에는 뚜껑(Cap)을 설치하여 흙이나 암편 등 이물질이 투입되지 않도록 보호한다.
- (바) 경사계관은 공사용 장비나 사람에 따라 훼손되지 않도록 적절한 보호장치에 따라 보호해야 한다.
- (사) 경사계의 측정을 시작하기 전에 맑은 물이 들어있는 경사계관 내에 충분히 담구어 두어서 온도에 대한 오차를 최소화해야 한다.
- (아) 측정은 경사계관이 설치된 방향으로 직교하는 2방향에 대하여 측정해야 하며 굴착면과 경사계관의 축이 일치하지 않을 때는 보정하여 보고되어야 한다.
- (자) 측정심도는 500mm 간격을 원칙으로 하되 측정된 경사각과 변위량은 공별, 심도별로 정하여 보고해야 한다.
- (차) 알루미늄관을 사용할 경우에는 관의 부식으로 인한 막힘을 방지하기 위하여 정기적으로 한달에 1회 정도 맑은 물로 청소를 해야 한다.
- (카) 경사계 설치공의 천공지름은 경사계관 삽입 후 그라우팅이 가능한 정도 이상의 지름이어야 한다.
- (타) 경사계관과 별도로 그라우팅 파이프를 삽입할 경우는 경사계관과 그라우팅 파이프의 삽입이 가능한 지름 이어야 한다.
- (파) 경사계관을 이용하여 그라우팅을 실시하고 별도의 그라우팅 파이프를 삽입할 필요가 없는 경우에는 경사계관 외부의 공간을 그라우팅용 채움재가 용이하게 통과하기 충분한 지름이어야 한다.
- (하) 천공 시에 구멍벽의 붕괴가 우려되는 지층에서는 붕괴를 방지하기 위한 케이싱을 사용하여 구멍벽을 보호해야 한다.
- (거) 천공심도는 수평변위 측정 시 기준이 될 수 있도록 지반의 변위가 없다고 판단되는 견고한 지층 내부 1.5m 이상 또는 굴착깊이 만큼의 깊이까지 천공하여 설치해야 오차를 최소로 줄일 수 있다.
- (너) 경사계관의 하부에는 슬라임 및 그라우팅 채움재의 관 내부로의 유입을 차단하기에 적합한 뚜껑을 설치하고 실리콘과 테이프를 이용하여 밀봉해야 한다.
- (더) 경사계관의 이음부는 그라우팅 채움재를 차단하기 위하여 실리콘테이프 등으로 밀봉해야 한다.
- 나. 변형률 측정계의 설치, 관리 및 측정 : 변형률계는 삽입된 네일 강재에 설치하여 변형률을 측정함으로써 네일에 발휘되는 축방향력을 구해 네일 및 보강지반의 안정성을 파악하기 위하여 설치하는 것으로 설치개소는 굴착면 전개도상에서 1단면/50m 이상씩으

## 토공사

로 하며 단면 내에서의 설치상, 중, 하단 각 네일 시공면 연장선상에서는 위험성이 높은 개소 등을 선정하기 위하여 설치간격을 조정하는 것이 효과적일 경우 현장 여건에 따라 공사 감독자/감리원과 협의하여 가감할 수 있다. 계측기 설치 및 관리 시에는 다음 사항에 유의해야 한다.

- (가) 용도에 적합한 종류의 계기를 선정해야 한다.(매설형, 표면 부착형 등)
- (나) 스트러트(Strut)에 설치할 경우 경우 잭(Jack)의 작동 전에 설치를 하여 부재에 작용되는 축력이 정확하게 전달되게 해야 한다.
- (다) V.W.Type의 변형 측정계인 경우 충격과 과전류에 민감하게 반응하므로 설치시나 관리 시 각별한 주의를 요해야 한다.
- (라) 설치지점에서 측정지점까지 케이블의 연장되어야 하는 경우 정확한 접합, 방수 및 연결부위의 파손을 방지하기 위하여 완전접합을 해야 한다.
- (마) 설치시 접착제를 사용하여 부착하며, 그 위에 방수본드를 도포하여 밀폐시킨다.
- (바) 설치위치는 네일의 상·하단 두 곳에 해야 하며, 설치간격을 매 1m마다 해주는 것이 좋다.

다. 지하 수위계의 설치, 관리 및 측정 : 지반 내 지하수위를 측정하여 지하수위 변동 및 우수침투 등의 영향에 대한 네일 보강지반의 거동 변화를 알기 위하여 설치하며 설치개소는 굴착면 전개도상에서 1단면/50m 이상씩으로 하며 단면 내에서의 설치배면 방향으로의 지하수위면 변화가 예상되는 지형에서는 배면 방향으로 2~4개소에 일정 간격으로 설치토록 한다. 전체 네일 시공면 연장선상에서는 위험성이 높은 개소 등을 선정하기 위하여 설치간격을 조정하는 것이 효과적일 경우 설치간격을 조정할 수 있으며 지하수위 존재가 전혀 우려되지 않는 경우에는 공사 감독자/감리원과 협의하여 설치하지 않을 수 있다. 설치 후 보호 캡을 씌우고 지표면으로 돌출된 파이프를 보호할 적당한 보호장치를 해야 한다.

라. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 05 네일 (3.6.3)을 따른다.

## 10.4 록앵커

### 10.4.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사의 해당사항을 따른다.

### 10.4.2 재료

- (1) 콘크리트는 KCS 47 10 60 콘크리트공사(2.)를 따른다.
- (2) 그라우팅은 네일 그라우팅 해당요건에 따른다.
- (3) 철근은 본 기준 철근의 조립 및 가공의 해당요건에 따른다.
- (4) 주름관은 내식성, 내압성, 부착력, 만족성이 좋은 재질을 사용해야 한다.
- (5) 웨지 및 나사는 핵심소재로서 품질확인을 받은 제품을 사용해야 한다.

- (6) 그라우트의 블리딩은 최대 4% 이내, 24시간 후에는 2% 이내를 사용하고, 그라우트의 7일 압축강도는 17MPa 이상이어야 하며, 물-시멘트 비는 45% 이하이어야 한다.
- (7) 앵커헤드는 순수한 열연강을 사용하여 제작해야 하며, 재료는 품질시험에 합격한 제품이어야 한다.
- (8) PS 강재의 품질관리 요건

표 10.4-1 PS강재 품질 관리 요건

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
PS강선 및 PS강연선	KS D 7002에 규정된 시험종목	KS D 7002	- 제조원마다	
PS 봉강	KS D 3505에 규정된 시험종목	KS D 3505	- 제조원마다	

- (9) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (2.1)을 따른다.

### 10.4.3 시공

- (1) 록앵커는 이중부식방지형 앵커를 사용하며, 록앵커 설치전에 비탈면의 절리방향 및 경사를 조사한 후 앵커각도를 조정하여 설치해야 한다.
- (2) 긴장잭
  - ① 긴장잭은 무게가 가볍고 작동이 간편한 것을 사용해야 한다.
  - ② 긴장잭에는 자동물림장치(Self Gripping Assembly)와 잭 체어(Jack Chair)가 부착되어 있어야 한다.
  - ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (2.3.1)을 따른다.
- (3) 그라우트 믹서
  - KCS 11 60 00 앵커공사 (2.3.2)를 따른다.
- (4) 설치
  - ① 록앵커를 시공하기 전에 강선(Strand)의 인장력 계산근거, 자유장 및 정착장의 계산근거, 인장력감소와 초기인장력, 지압판(Bearing Plate)의 적정여부 등을 확인하여 시공해야 한다.
  - ② 앵커체에 강선 삽입 시에는 강선에 이물질의 부착을 방지하기 위하여 조립대 위에서 삽입하고, 강선은 그리이스 머신(Grease Machine)으로 자유장 구간을 별려 그리이싱(Greasing)을 실시하고, 각 강선사이에는 그리이스를 충분히 충전시켜 부식을 막아야 한다.
  - ③ 슬리브(Sleeve)는 지중보 내에 설치해야 하며, 지중에서 작용하는 집중 하중을 분산시킬 수 있도록 설계서에 따라 철근을 보강해야 한다.

## 토공사

- ④ 내.외부의 그라우트 호스를 통하여 그라우팅을 실시해야 한다.
- ⑤ 기 설치된 금속 슬리브의 수직상태를 유지한 채 빔(Beam) 콘크리트를 타설해야 한다.
- ⑥ 지중보 내에 기 설치된 슬리브와 앵커체 사이의 공극에는 그라우트를 주입해야 한다.
- ⑦ 지중보의 콘크리트 양생 완료 후에 베이스 플레이트(Base Plate)를 설치해야 한다.
- ⑧ 앵커체를 설치하고, 헤드 사이의 공간에 그리이스를 주입하여 밀폐시켜야 한다.
- ⑨ 인장작업
  - 가. 헤드와 웨지(Wedge)의 설치는 충전재에 의해 더럽혀지지 않도록 반드시 콘크리트 타설 후 설치해야 한다.
  - 나. PS강선 및 PS강봉의 길이는 작업여건에 적합하게 절단해야 한다.
  - 다. 인장잭은 자동물림장치에 따라 설치해야 한다.
  - 라. 인장잭 측정기의 압력 및 신장량은 록 앵커 인장보고서에 기록해야 한다.
  - 마. 두께 2mm 강판으로 제작된 보호마개(Protection Cap)를 설치한 후 그리스를 주입해야 한다.
- ⑩ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 60 00 앵커공사 (3.3.1, 3.3.2)를 따른다.

## 10.5 록볼트

### 10.5.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 10 록볼트를 따른다.

### 10.5.2 재료

- (1) 받침판은 설계도면에 따라 설계된 면적과 강도 이상을 견딜 수 있는 동등 이상의 제품을 사용해야 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 70 10 록볼트 (2.1)을 따른다.

### 10.5.3 시공

- (1) 록볼트는 설계공경으로 천공을 한 후 록볼트를 삽입하고, 지압판을 설치한 후 수지 또는 시멘트 모르타르로 충전하여 고정시켜야 한다.
- (2) 록볼트의 배치 및 길이는 활동 암괴의 크기, 원지반의 조건 및 시공성 등을 고려하여 정한다.
- (3) 인발내력은 원지반조건, 정착재료 및 볼트길이 등을 고려하여 검토하고, 일반적인 경우 100kN 정도를 표준으로 한다.

## 10.6 식생공사

### 10.6.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 15 비탈면녹화를 따른다.

**10.6.2 재료**

(1) 떼붙임공사 재료

- ① 떼붙임공사에 이용되는 잔디는 들잔디를 사용하고 줄기 및 뿌리가 무성하며 흙이 많이 붙어 있어야 하고 고사한 것이나 썩은 것이 없어야 한다.
- ② 떼붙임공사에 이용되는 재료의 표준사용량은 <표 10.6-1>과 같다.

**표 10.6-1 떼붙임공사 재료의 표준사용량**

재료	품종	수량
잔디	들잔디	1.0m <sup>2</sup>
비료	고도화성비료 14-17-13	75.0g
떼꽃이	대나무 또는 철선재	30본
떼밥	객토	0.02m <sup>3</sup>

(2) 씨앗뿌어붙이기 재료

씨앗뿌어붙이기 공사에 이용되는 재료의 표준사용량은 <표 10.6-2>와 같다.

**표 10.6-2 씨앗뿌어붙이기 재료의 표준사용량**

재료		품종	수량
씨앗	사질토의 경우	위핑러브 그라스 켄터키 - 31 웨스큐 화이트 크로바	0.5g 20.0g 0.5g
	점성토의 경우	켄터키 - 31 웨스큐 화이트 크로바	20.0g 2.0g
비료		고도 화성비료(化成肥料) 과중용 14-17-13	75g
		고도화성비료 흡과기 객토용 14-17-13	50g
객토		점성토 분사기(Gun) 사용 흡과기 객토용	0.011m <sup>3</sup> 0.03m <sup>3</sup>
침식방지제 피복제		필요한 것을 선정	
물			3.1 l

**10.6.3 시공**

- (1) 식생공사는 시공시기에 따라 종류가 다르고 또한 사용목적에 따라 종류를 선정 할 필요가 있으나, 원칙적으로 평떼공사나 씨앗뿌어붙이기공사에 의하며 시공면적이 적은 경우, 시공시기가 부적기인 때, 기타 평떼공사나 씨앗뿌어붙이기 공사가 곤란한 경우에는 다른 식생공사에 의한다.

## 토공사

- (2) 쌓기 비탈면에 사용하는 식생공사에는 씨앗뿌어붙이기공사, 식생매트공사가 있으며 떼붙임 공사에는 식생대공사 등이 있다. 이들 중에서 쌓기 재료, 기상특성, 시공시기 등을 고려하여 선정한다. 또한 씨앗뿌어붙이기공사를 시공할 경우에는 시공 직후의 침식을 방지하기 위해 필요에 따라 침식 방지제의 사용을 고려하면 좋다.
- (3) 깎기 비탈면에 사용하는 식생공사에는 씨앗뿌어붙이기공사, 식생매트공사, 평떼공사, 식생대공사, 식생혈공사 등이 있다. 이들 중에서 원지반의 토질, 시공지, 시공시기 등을 고려하여 선정한다.
- (4) 시공적기 및 부적기는 다음과 같다.
- (5) 식생공사를 시공한 후 공용개시까지 일년 이상이 경과할 것으로 예상되는 경우에는 사전에 매년 일회 봄에 비료를 뿌리는 것을 고려하는 것이 바람직하다.
- (6) 식생공사는 비탈면 보호공사로서의 효과(비탈면 표층의 침식 등)가 있어야 하므로 면적공법에 의하는 것을 원칙으로 하지만, 시공이 곤란할 때(예를 들면, 토양경도가 높고 토양 개량을 필요로 하는 경우 등)는 필요에 따라 선적공법, 점적공법에 의하는 것으로 한다. 그러나 선적공법과 점적공법은 전면피복까지 시간이 걸리기 때문에 주의가 필요하다.
- (7) 식생공사의 종류와 개요 및 특징은 <표 10.6-3>와 같다.
- (8) 비탈면의 토질이 식생에 적합할 경우에는 비탈면에 직접 씨앗을 뿌리거나, 떼를 붙이는 식생공사를 실시하고 식생에 적합하지 않은 쌓기에 대해서는 비옥토를 객토한 후에 식생공사를 실시하며, 깎기의 경우에는 부분객토 후에 식생공사를 실시한다.
- (9) 식생공사의 종류를 선택하는 조건으로서는 비탈면의 경도를 측정해서 선택의 기준으로 한다.
- (10) 씨앗뿌어붙이기공사 B는 식생 능률이 좋아 광범위하게 사용되나, 1:1 이상의 급한기울기 비탈면, 투수성이 나쁜 토질 등에서는 사용 수량이 많아 흘러버리고 쉽고, 높이가 12m 이상의 비탈면에서는 뿌어붙이기 압력이 부족하므로 이와 같은 곳에서는 씨앗뿌어붙이기공사 A를 사용하는 것이 바람직하다.

표 10.6-3 식생공사의 종류와 개요 및 특징

종류	개요	특징
씨앗뿌어붙이기 공사A	씨앗, 비료, 흙 등의 뿌어붙일재료에 물을 가한 흙탕물 모양의 혼합물로서, 뿌어붙이기 건(Gun)을 사용해서 비탈면에 뿌어붙이는 공법이다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 깎기 비탈면에 적당하다.</li> <li>• 발아상을 두껍게 뿌어 붙일 수 가 있다.</li> <li>• 높은 곳(약 12m), 급한 기울기의 시공이 가능하다.</li> <li>• 이층 뿌어붙이기에 적합하다.</li> <li>• 도랑 객토공사를 병용할 수 있다.</li> </ul>
씨앗뿌어붙이기 공사B	씨앗, 비료, 화이바 등의 재료를 물로 분산시키고, 펌프 등의 뿌어 붙이기 기계를 사용해서 비탈면에 살포하는 공법이다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 쌓기 및 깎기 비탈면에 일반적으로 사용된다.</li> <li>• 시공 능률이 좋다.</li> <li>• 낮은 곳, 기울기가 완만한 곳에 적합하다.</li> <li>• 도랑 객토공사와 병용할 수 있다.</li> </ul>
식생 매트 공사	씨앗, 비료 등을 장착한 매트류로 비탈면을 전면피복하는 공법이다. 매트류로서는 부직 매트, 조목직포, 종이, 가마니, 벚집 등이 있다. 또한 수지네트를 병용해서 보강한 것도 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 식생이 왕성할 때까지 매트에 의한 직접 피복 효과가 있으므로 동계나 하계의 시공도 가능하다.</li> </ul>
식생 판공사	식생토 또는 니탄을 판으로 성형하고 표면에 씨앗을 심은 것을 비탈면에 일정 간격으로 수평 흠을 파서 길게 붙이는 공법이다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 객토의 효과가 있다.</li> <li>• 유기질 비료가 많으므로 효과가 길다.</li> <li>• 도랑의 간격은 500mm, 폐장은 8개/m<sup>2</sup>을 표준으로 한다.</li> </ul>
식생 망태 공사	비옥토에 씨앗을 혼합해서 망태에 넣은 것을 비탈면에 일정한 간격의 수평 흠을 파서 붙이는 공법이다. 망태에는 폴리에틸렌제 망태, 한냉사 등이 있다. 또한 흙 대신에 바미큐라이트 등을 혼입한 제품도 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 씨앗, 비옥토의 유실이 적다.</li> <li>• 유연성이 있으므로 지반에 밀착하기 쉽다.</li> <li>• 급한 기울기의 비탈면 및 동계나 하계의 시공도 가능하다.</li> <li>• 흠의 간격은 500mm, 식생망태 사용 개수는 6개/m<sup>2</sup>을 표준으로 한다.</li> </ul>
부분 객토 식생 공사	비탈면에 구멍을 파고 저부에 고품 비료를 넣은 후 객토에 화학비료 첨가제를 혼입해서 채운 뒤 씨앗을 넣고 복토, 피막 양생하는 공법이다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 깊이 객토할 수 있다.</li> <li>• 비료의 유실이 적다.</li> <li>• 깎기 비탈면이 굳은 곳에 적합하다.</li> <li>• 구멍의 수는 1m<sup>2</sup>당 18개를 표준으로 한다.</li> </ul>

## 토공사

표 10.6-3 식생공사의 종류와 개요 및 특징(계속)

종류	개요	특징
식생 줄떼 공사	씨앗 비료 등을 장착한 긴 섬유나 종이를 쌓기 비탈면에 비옥토로 덮을 때 삽입하는 공법이다. 대상 재료로서는 섬유, 벚집 등이 사용된다. 또한 씨앗 등을 봉입한 가는 자루 등도 사용된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 줄떼보다 빨리 식생 피복이 완성된다.</li> <li>• 쌓기 비탈면에 적합하다.</li> <li>• 줄의 간격은 300mm를 표준으로 한다.</li> </ul>
줄떼 공사	식생토를 사용해서 비탈 하단에서부터 줄떼의 장변을 비탈면에 따라 수평으로 펴고 흙을 씌워 두들겨 마무리 한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 쌓기 비탈면에 사용한다.</li> <li>• 비탈면에 줄떼의 망상 조직을 끼워서 안정시킨다.</li> <li>• 줄떼의 간격은 300mm를 표준으로 한다.</li> </ul>
평 떼 공사	비탈어깨로부터 떼의 긴 변을 수평방향으로 놓고 떼와 비탈면이 밀착되도록 두들겨서 시공한다. 평떼는 종횡 300mm 정도의 것을 사용해야 하며, 평떼 위에는 멧밥을 씌워야 한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 깎기의 비탈면에 일반적으로 사용한다.</li> <li>• 시공과 함께 피복되므로 침식되기 쉬운 토질에 사용한다.</li> </ul>

- (11) 이층 뽑어붙이기란 처음에 흙을 10mm 이상 뽑어붙이고 그 위에 씨앗뽑어붙이기를 실시하는 방법이며, 씨앗뽑어붙이기공사 A 또는 씨앗뽑어붙이기공사 B를 2회 뽑어붙이기하는 것은 아니다. 이와 같은 이층 뽑어붙이기는 균열이 많은 연암비탈면에 도랑이나 구멍을 파면 무너지기 쉬운 곳이나 혹은 연암 비탈면에 요철이 많고, 부분적으로 식생이 가능한 곳에 사용한다.
- (12) 한 면에 여러 가지 토질이 섞여 있는 경우에는 같은 계통의 종류로 통일하는 것이 바람직하다.
- (13) 침출수가 유입되는 곳에는 필터층, 맹암거, 돌망태공사 등을 검토할 필요가 있다.
- (14) 교량이나 지붕 등의 구조물 때문에 그늘이 지는 곳이나, 우수를 맞지 않는 곳은 식물이 생육할 수 없으므로 식생공사는 불가능하다.
- (15) 비탈면의 토질, 토양경도 또는 시공 시기가 설계 시에 충분하게 파악되지 않은 경우에는 사전에 앞서 서술된 조건에 대처할 수 있도록 여러 가지의 종류를 선택하거나 또는 도랑 객토 등의 병용을 고려하는 것이 바람직하다.
- (16) 깎기 및 쌓기의 비탈머리에는 평떼공사에 준한 머리떼를 일렬로 붙여야 한다.
- (17) 머리떼는 비탈어깨에서 내측으로 약간 경사지도록 붙이고 떼의 폭 150mm 부분을 흙으로 덮어서 떼의 뿌리가 노출되지 않도록 해야 한다.
- (18) 깎기의 경우에는 길이 150mm 이상, 쌓기의 경우에는 길이 300mm 이상의 꼬챙이를 떼 한 장에 2개 이상 꽂아야 한다.

- (19) 깎기 및 쌓기의 결도랑에는 암반인 경우 외에는 그 비탈머리에 머리떼를 입혀야 한다. 또한 필요에 따라 그 비탈면에는 평떼를 입혀야 한다.
- (20) 개천내기 독쌓기의 개천 안쪽 비탈면에는 필요에 따라 깎기 비탈면에 준하는 평떼를 입혀야 한다.
- (21) 폐입하기 후 2개월이 지난 다음 공사 감독자/감리원의 검사를 받아야 하며 고사, 탈락 및 기타 불량개소는 수급인의 부담으로 재시공해야 한다. 다만 재시공의 시기 및 방법은 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 결정해야 한다.
- (22) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 15 비탈면녹화 (3.3.2)를 따른다.

## 10.7 돌붙임

### 10.7.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 05 격자블록 및 돌(블록)붙이기를 따른다.

### 10.7.2 재료

- (1) 돌붙임용 재료로 이용되는 잡석은 깎기 또는 터널에서 발생된 경암 중 뒷길이 350mm 정도의 것으로 1m<sup>2</sup>당 15~18개를 표준으로 한다.
- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 05 격자블록 및 돌(블록)붙이기를 따른다.

### 10.7.3 시공

- (1) 돌붙임공사는 인접한 곳에서 깎기한 구간이나 터널에서 발생된 양질의 암이 많이 발생된 곳에서 사용해야 하며 타 공법과 비교한 후 경제적인 때, 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시행해야 한다.
- (2) 격자틀공사, 식생공사 등이 적당하지 않은 쌓기 재료를 사용한 곳에는 돌붙임공사를 사용한다.
- (3) 돌붙임은 메쌓기로 시행함을 원칙으로 한다.
- (4) 돌붙임용 잡석은 비탈 하단 면부터 큰 규격 순으로 돌을 붙여 시공한다.
- (5) 돌붙임면은 요철이 없도록 정리해야 하며, 잡석과 잡석사이 잡석배면은 고임돌과 뒤채우기를 충분히 하여 침하나 밀림이 일어나지 않도록 해야 한다.
- (6) 연약지반에 설치하는 돌붙임은 견고한 기초 위에 설치해야 한다.

## 10.8 슛크리트

## 토공사

### 10.8.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 10 콘크리트 뽑어 붙이기를 따른다.

### 10.8.2 재료

- (1) 모르타르의 배합은 특별히 승인하지 않은 경우 무게 배합비 1:4.5로 하고 콘크리트의 배합은 콘크리트 시방 배합기준의 해당규정에 따른다.
- (2) 슛크리트공사의 시멘트 모르타르의 물-시멘트비는 45% 이하로 한다.
- (3) 슛크리트공사에 사용하는 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트(KS L 5201)를 사용함을 원칙으로 한다.
- (4) 혼화제는 시멘트의 경화에 유해한 영향을 줄 수 있는 것을 사용해서는 안 되며 기포제, 감수제, 급결제 등은 사용에 앞서 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.
- (5) 잔골재의 입도범위는 <표 10.8-1>와 같고 조립률은 1.5~2.0의 것을 표준으로 한다.

표 10.8-1 잔골재의 입도범위

체의 크기	통과 백분율
2.5mm	100%
0.15mm	10% 이하

- (6) 잔골재는 필요에 따라 KS F 2502(골재의 체가름 시험방법), KS F 2504(잔골재의 밀도 및 흡수량 시험방법), KS F 2509(잔골재의 표면수 시험방법) 중 필요한 시험을 수행해야 한다.

### 10.8.3 시공

- (1) 모르타르 및 슛크리트에 의한 비탈면 보호공사를 암막기부에 시공하는 경우에는 슛크리트를 시공하는 표면을 잘 청소하고 뜯 돌을 제거해야 한다.
- (2) 슛크리트는 모르타르 또는 콘크리트가 균등하게 소정의 두께로 밀착 시공되도록 해야 한다.
- (3) 모르타르와 콘크리트의 배합 및 슛크리트 두께는 설계도서에 명시된 것 외에 다음의 슛크리트 공사의 해당규정에 따라야 한다.
  - ① 믹서예의 재료 투입순서는 먼저 물과 기포제를 넣고 잘 휘저어 기포를 만들고 모래의 1/2과 시멘트 및 혼화제를 투입한 후 모래의 남은 1/2을 투입하여 충분히 비벼야 한다.
  - ② 슛크리트의 노즐은 시공바닥면에 가능한 직각이 되도록 하고 모르타르가 철근의 주위에 잘 부착되도록 해야 한다. 이때 노즐과 붙이기면과의 거리는 1.0m를 기준으로 한다.
  - ③ 슛크리트 압력은 0.4~0.6MPa를 표준으로 하고 시공 중 항상 일정하게 유지해야 한다.
  - ④ 슛크리트는 재료가 원지반에 밀착하도록 적절한 두께로 여러층으로 나누어 타설하고 전면 에 걸쳐서 균일하게 시공해야 한다.
  - ⑤ 슛크리트의 두께를 확인할 수 있도록 눈금을 표시한 검사판 등을 설치해야 한다.

- ⑥ 하루의 공정이 완료되거나 휴식을 할 때는 붙이기한 단부를 300mm 이상의 길이로 두께가 점차로 얇아지게 해야 하며 숏크리트를 다시 계속할 때에는 접속부를 청소하고 물을 뿌린 후 시공해야 한다.
- ⑦ 숏크리트 표면 또는 모서리의 마무리면에서는 숏크리트를 느린 속도로 타설해야 한다.
- ⑧ 시공 중에 비산한 모르타르는 시공 후 10시간 이내에 깨끗이 제거하고 뒷정리해야 한다.
- ⑨ 숏크리트 작업 중에 부근의 건조물 등을 더럽히지 않도록 사전에 충분한 보호시설을 해야 한다.
- ⑩ 추울 때 시공하는 경우에는 모르타르 또는 콘크리트의 온도가 시공시 10℃ 이상이라야 하며 물이나 골재의 가열장치 온도 등에 대하여는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.
- ⑪ 더울 때 시공하는 경우에는 모르타르 또는 콘크리트의 온도가 시공시 30℃ 이하라야 하며 뜨거운 돌담벼락 등에 시공할 때는 바닥면의 온도를 40℃ 이하로 내린 후에 시공해야 한다.
- ⑫ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 73 10 콘크리트 뽑어붙이기 (3.3.1)을 따른다.

## 10.9 돌쌓기

### 10.9.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기 용벽을 따른다.

### 10.9.2 재료

#### (1) 석재

KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기용 벽 (2.1)을 따른다.

#### (2) 뒤채움돌

KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기용 벽 (2.1)을 따른다.

#### (3) 모르타르

- ① 쌓기용 모르타르는 용적배합비가 1:3인 것을 사용하며 소정의 반죽질기(Consistency)를 얻을 수 있도록 균일하게 비빈 것이어야 한다.
- ② 모르타르 잔골재의 최대치수는 표면접합부에 사용하는 것은 2mm 석재공간을 메우는데 사용하는 것은 5mm로 한다.
- ③ 물을 가한 후 45분이 경과한 모르타르는 사용할 수 없다.

(4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기용 벽 (2.1)을 따른다.

### 10.9.3 시공

#### (1) 시공조건 확인

- ① 명시된 경계선, 표고 및 기준면 등을 확인해야 한다.
- ② 돌쌓기면 정리 상태 등을 확인해야 한다.

#### (2) 작업준비

## 토공사

- ① 돌쌓기를 할 때는 쌓기할 전면 및 뒤채움 면에 기준틀을 설치하고 공사 감독자/감리원의 검사를 받아야 한다.
- ② 사용할 모든 석재는 작업 전에 물로 깨끗이 씻어야 하며 될 수 있는 대로 다량의 돌을 현장에 준비하여 마음대로 골라 쓸 수 있게 한다.

### (3) 시공기준

- ① 기준틀에 줄을 수평으로 띄우고 미리 시공한 기초 위에 거의 같은 높이를 유지하면서 쌓아야 한다.
- ② 뒤채움용 콘크리트의 배합은 설계서에 따른다.
- ③ 기온이 빙점 이하로 내려갈 때와 수중에서는 돌쌓기 작업을 할 수 없다.
- ④ 각종 돌쌓기용 돌의 1m<sup>2</sup>당 표준 갯수는 <표 10.9-1>과 같다. 단 도면에 별도로 명시되어 있는 경우는 다음의 수량을 변경할 수 있다.

표 10.9-1 돌쌓기용 돌의 1m<sup>2</sup>당 표준 개수

뒷길이 종류	250mm	300mm	350mm	450mm	550mm	650mm	750mm
건춧돌	32	23	16	11	8	6	4
괘돌	33	24	17	12	9	6	4
호박돌 및 야면석	-	28	23	16	11	-	-

- ⑤ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기용벽 (3.3)을 따른다.

### (4) 메쌓기

- ① 메쌓기로 쌓을 때는 돌의 접촉면 마찰을 크게 하여 외력에 대해 충분히 견디도록 접촉 전면(합단)과 끝고임돌 배고임돌 등을 주의하여 쌓아야 하며, 먼저 배고임돌을 고여 큰돌을 고정시켜 그 공간을 잔돌로 채우며 넓고 큰 돌을 골라 끝고임돌로 하고 다시 그 공간을 잔돌로 채워야 한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기용벽 (3.3.6)을 따른다.

### (5) 찰쌓기

- ① 콘크리트가 굳기 전에 너무 높이 쌓으면 무너질 가능성이 있으므로 공사 감독자/감리원의 특별지시가 없는 한 하루에 1.2m 이상 쌓아서는 안 된다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 80 25 돌(블록)쌓기용벽 (3.3.5)를 따른다.

### (6) 자연석 쌓기

- ① 터널굴착으로 발생하는 양질의 암을 이용하여 터널 입.출구부 비탈면 보호 및 경관조성에 적용한다.
- ② 기초부분은 터파기한 지면을 다지거나 콘크리트 기초를 한다.
- ③ 크고 작은 암을 서로 어울리게 배석하여 쌓되 전체적으로 하부의 돌을 상부의 돌보다 큰 것

을 쓰며 석재의 노출면은 자연상태의 면이 보이게 하고 서로 맞닿는 면은 잘 물려지는 돌을 골라 쌓는다.

- ④ 뒷부분에는 고임돌 및 뒤택움돌을 써서 튼튼하게 쌓아야 하며, 필요에 따라 중간에 뒷길이가 600~900mm 정도의 돌을 맞물려 쌓아 붕괴를 방지한다.
- ⑤ 가로쌓기
  - 가. 자연석을 약간 경사진 수직면으로 쌓을 때에는 설계서 및 공사시방에 따라 석재면을 경사지게 하거나 약간씩 들여쌓되, 돌을 기초 또는 하부돌에 안정되게 맞물리고 고임돌과 뒤택움콘크리트 등을 처넣어 흔들리거나 무너지지 않게 쌓는다.
  - 나. 상,하, 좌,우의 석재는 크기, 면, 모양새가 서로 잘 어울리고 돌틈이 크게 나지 않게 하며 잔돌을 끼우는 일이 적도록 가로로 길게 놓아 쌓는다.
- ⑥ 세워쌓기
  - 가. 자연석을 줄지어 세워놓고 돌 주위는 뒤택움돌, 고임돌, 받침돌 또는 콘크리트를 채워 견고하게 설치한다.
  - 나. 좌,우 돌의 겹치기, 띄기 등은 도면에 따라 전체가 조화되게 배열한 다음 흠을 필요한 높이까지 채워 다진다.
  - 다. 둘째단 돌의 밑부분은 하부석의 윗부분 뒤에 약간 걸리게 세워놓고 주위는 흠을 채워 다진다.
  - 라. 이와 같이 다음의 돌은 둘째단의 돌 뒤에 걸리게 세워놓고 흠을 채우며 소정 높이까지 쌓는다.
  - 마. 돌쌓기가 완료되면 뒤에 흠을 채워 다지며 지면 고르기를 하여 마무리한다.
- ⑦ 돌틈식재
  - 가. 자연석쌓기의 단조로움과 돌 사이의 공간을 메우기 위하여 관목류, 초화류 등 각각의 생육환경에 적합한 위치를 선정한다.
  - 나. 돌 틈에 식재한 조경식물의 생장에 적합한 양질의 토양을 조성하고 수분이 유지될 수 있도록 한다.
  - 다. 돌틈식재는 자연석 쌓기와 병행하여 시공하는 것을 원칙으로 하며 기타사항은 설계서 및 공사기준에 따른다.

## 10.10 낙석방지공사

### 10.10.1 일반사항

이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 75 00 낙석·토석 대책시설을 따른다.

### 10.10.2 재료

- (1) 벽재로 사용되는 평강의 재질은 KS D 3502(열간 압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차) 또는 이와 동등 이상의 것이라야 하고 로프의 재질은 KS D 3514(와이어로프) 또는 이와 동등 이상의 것이라야 한다.

## 토공사

- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 75 00 낙석·토석 대책시설을 따른다.

### 10.10.3 시공

- (1) 지주의 상단부는 일정길이가 노반측으로 휘도록 제작하여 낙석이 노반측으로 떨어지는 것을 예방할 수 있는 구조로 한다.
- (2) 지주의 기초상단부(지면)와 철망하단부 사이는 유지보수를 위해 일정간격(300mm)을 띄어 설치한다.
- (3) 낙석방지책은 1m당 충격하중 25kN/m에 견딜 수 있게 설계하여 시공한 후 깨끗이 정리해야 한다.
- (4) 공사완료 후 잔토처리는 현장 내에 처리하고 주위를 깨끗이 정리해야 한다.
- (5) 와이어로프는 팽팽하게 당겨 견고하게 설치해야 한다.
- (6) 수급인은 반드시 낙석 방지망의 설치 위치와 범위를 현장실정에 적합하도록 검토하여 공사 감독자/감리원과 사전 협의를 거친 후 낙석방지망을 설치해야 한다.
- (7) 낙석 방지망은 보호시설로서 낙석의 위치에너지에 필요한 힘을 견딜 수 있어야 한다.
- (8) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 75 00 낙석·토석 대책시설을 따른다.

## 11. 연약지반처리

### 11.1 일반사항

- (1) 쌓기할 기초지반이 연약하여 지지력이 부족하거나 과도한 침하를 초래할 것으로 판단될 때에는 적절한 연약지반 대책공법을 적용하여 시공해야 한다.
- (2) 연약지반 대책공법에는 여러 종류의 공법이 있으나 이들 대책공법은 활동과괴의 방지를 주목적으로 하는 것, 침하에 대한 대책을 주목적으로 하는 것, 양자를 병용하는 것 등으로 나누어질 수 있으며 각각의 현장조건 및 목적에 따라 적절하고 경제적인 방법을 선택해야 한다.
- (3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 05 연약지반개량공사를 따른다.

### 11.2 재료

- (1) 연약지반의 종류, 두께, 물리적 성질 및 역학적 특성이 광범위하고 공기, 경제성, 시공성, 현장 여건 등이 다양하기 때문에 연약지반 처리공사에 사용되는 재료를 구체적으로 명시할 수는 없으나 설계도서에 사용 재료의 품질기준이 규정되어 있지 않을 경우에는 각 공법별 품질기준을 표준으로 전문가의 검토 및 확인을 거쳐 공사 감독자/감리원의 승인을 얻은 후에 선정해야 한다.

- (2) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 05 연약지반개량공사 (2)를 따른다.

### 11.3 시공

- (1) 연약지반에 대한 설계는 예비설계의 성격을 지니고 있으므로 시공 시 계측 또는 현장 조사를 면밀히 하고 필요시에는 시추조사 등의 정밀조사를 통하여 현지여건에 적합한 연약지반 개량공법이 선정되도록 해야 한다.
- (2) 연약지반 처리공사를 시공할 때에는 설계도서 및 공사 감독자/감리원의 승인에 따라 계측기를 매설하고 계측 성과분석을 통하여 침하관리와 안정관리를 병행하여 수행해야 한다.
- (3) 계측 성과의 분석은 이론적 지식과 풍부한 경험을 보유한 기술자에 따라 수행되어야 하며, 계측 결과 연약지반 처리공사의 변경이 필요한 경우에는 이를 공사 감독자/감리원에게 보고하여 승인을 얻은 후에 시행해야 한다.
- (4) 연약지반의 표면은 소형장비를 사용하여 원지반이 교란되지 않도록 정지해야 하며, 지표면을 일정한 기울기로 유지시켜 샌드매트로 부터 배수가 용이하게 이루어질 수 있도록 해야 한다.
- (5) 연약지반의 침하를 촉진시키기 위하여 연직 배수공사를 시공할 때에는 연약지반의 교란을 최소화해야 한다.
- (6) 시공 장비의 규격 및 사양에 대하여는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어야 한다.
- (7) 계측에 의해 특이한 거동이 관측되고 활동파괴의 징조가 보일 때에는 즉각 공사를 중단하고 그 원인을 충분히 조사한 후 신속히 대책을 세워야 한다. 이때 대책공법으로는 기본적으로 상재하중의 경감 및 압성토로 한다.

### 11.4 굴착치환공법

#### 11.4.1 일반사항

- (1) 적용범위
 

이 절은 지표면 가까이 위치한 연약층을 굴착하여 제거하고, 그 부분에 양질의 재료를 되메우기 하는 공사에 적용하며, 이 공법은 소규모 개량공사 지역에 적합하다.
- (2) 제출물
  - ① 작업절차서
  - ② 검사 및 시험계획서
  - ③ 시공계획서

다음사항이 추가로 포함되어야 한다.

가. 굴착계획 : 굴착장비를 선정하고 굴착단계를 계획한다.

나. 치환계획 : 평면상 및 심도에 따라 단계별로 치환을 계획한다.

## 토공사

다. 굴착토 및 치환재료의 운송계획 : 운반장비를 선정하고 굴착토 처리장, 치환할 재료의 토취장 선정 및 하치장 등을 계획한다.

라. 다짐계획 : 다짐 장비, 다짐 순서 및 다짐도 시험방법 등을 계획한다.

마. 환경오염 : 수중공사에서는 오탉으로 인한 피해를 조사하고 이에 대한 대책을 마련해야 한다.

(3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 05 연약지반개량공사를 따른다.

### 11.4.2 재료

#### (1) 치환재료

① 암벽력, 쇄석 등을 사용할 경우 성토고, 연약층의 두께, 구조물의 종류 및 지하수위 등을 고려하여 충분한 지지력을 확보할 수 있는 양질의 재료를 사용해야 하며, 설계 요구조건을 충족시킬 수 있어야 한다.

#### (2) 토질조사 시험의 종류와 빈도

공사기준의 규정하는 바에 따르며, 조사 시 시험결과는 시공 전 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 10 치환공 (2.)를 따른다.

### 11.4.3 시공

#### (1) 시공기준

① 연약층의 일부 또는 전부를 굴착 제거하여 양질토로 치환한다.

② 연약층의 두께를 감안하여 지지력기준, 공기, 경제성 및 시공성 등을 감안하여 전체 굴착치환 또는 상층부 일부를 제거 치환하고 복합지반으로 안정처리하여 침하시키는 방안을 비교검토 후 시행한다.

## 11.5 강제치환공법

### 11.5.1 일반사항

#### (1) 적용범위

강제치환공법은 연약지반 상에 양질토를 재하하거나 폭발에 의한 하중으로 기초지반의 전단 파괴를 일으켜 연약지반을 주위로 배제하고, 양질토로 대체함으로써 치환을 도모하는 공법에 적용한다.

#### (2) 제출물

① 작업절차서

② 검사 및 시험계획서

③ 시공계획서

다음사항이 추가로 포함되어야 한다.

- 가. 시공 준비 : 지표면 또는 지중의 장애물의 제거와 지표면의 정리
- 나. 쌓기 계획 : 쌓기 재료의 현장반입계획, 전체 쌓기 범위를 정하고 이어 단계별 쌓기 범위를 계획한다. 쌓기 중에 지반의 소성유동이 과다하게 일어나지 않도록 유의해야 한다.
- 다. 연약지반의 전단파괴로 밀려난 흙의 조치계획을 수립한다.

## 11.5.2 재료

KCS 11 30 10 치환공 (2.)를 따른다.

## 11.5.3 시공

KCS 11 30 10 치환공 (4.2)를 따른다.

## 11.6 샌드드레인

### 11.6.1 일반사항

#### (1) 적용범위

이 절은 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 모래 배수기등을 설치하는 연직배수공사에 적용한다.

#### (2) 제출물

##### ① 작업절차서

계측계획이 추가로 포함되어야 한다.

##### ② 검사 및 시험계획서

##### ③ 시공계획서

다음사항이 추가로 포함되어야 한다.

- 가. 케이싱 타입 심도
- 나. 투입된 모래량
- 다. 샌드드레인의 시공위치, 소요시간, 길이, 기타 시공에 관한 제 기록
- 라. 시공관리 계측 계기의 기록
- 마. 타설기계 운전원 및 시공책임 기사
- 바. 타입직전의 지반고

(3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선형채하를 따른다.

### 11.6.2 재료

#### (1) 모래

① 샌드드레인에 사용하는 모래는 다음 요건을 만족해야 한다.

- 가. 0.075mm 통과량 : 3% 이하
- 나. D85 : 1~8mm

## 토공사

다. D15 : 0.1~0.9mm

라. 투수계수 :  $1.0 \times 10^{-2}$ mm/sec 이상

이때, D85 및 D15는 각각 입경가적곡선에 있어서 통과중량 백분율이 85% 및 15%에 해당하는 재료의 입경을 말한다.

### (2) 장비

- ① 샌드드레인공법에 사용되는 기계는 타입길이 및 투입재료의 양을 기록할 수 있는 장치를 준비해야 하며 시공에 앞서 시험시공을 실시하고, 시공심도의 결정 및 관입 능력을 확인한다. 자동기록계 및 버킷(Bucket)의 용량에 대해 공사 감독자/감리원의 검사를 받아야 한다.
- ② 케이싱 심도계, 케이싱 경사계, 진동모터(Vibro Motor)의 전류계 등은 자동 기록 장치에 의해 연속적으로 기록할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행제하 (2.1)을 따른다.

## 11.6.3 시공

### (1) 작업준비

샌드드레인을 시공할 경우에는 시공장비 주위에 충분한 양의 모래를 확보해야 한다.

### (2) 시공기준

- ① 샌드드레인은 본 시공에 앞서 노선 연장 100m 마다 3개소 이상 시험시공을 실시하여, 설계심도와 지층조건, 해머모터의 전류값 변화를 충분히 파악해야 한다.
- ② 케이싱은 설계관입심도까지 관입해야 하나, 시험시공이나 별도 조사를 통해 점성토층 분포 깊이와 설계관입 심도의 차이가 확인될 경우에는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어 케이싱 관입 심도를 단축하거나 연장할 수 있다.
- ③ 샌드드레인의 타설방향은 후진으로 한다.
- ④ 샌드드레인의 타설은 횡방향 타설 루우프를 1사이클(Cycle)로 한다.
- ⑤ 샌드드레인의 시공 시 계측기기가 고장이 났을 경우에는 시공을 중지해야 하며, 리더(Leader)로 케이싱의 연직도를 체크한 후 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.
- ⑥ 케이싱의 관입을 촉진시키기 위하여 준비한 워터 젯(Water Jet)은 상부 모래층에 대해서만 사용할 수 있으며 사용 전에 반드시 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.

(3) 추가 토질조사에 따라 시공위치, 심도, 간격, 공법 등의 변경이 불가피하다고 판단될 경우에는 공사 감독자/감리원에게 즉시 보고해야 한다.

(4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행제하 (3.1)을 따른다.

## 11.7 페이퍼드레인공법

### 11.7.1 일반사항

#### (1) 적용범위

① 이 절은 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 설치하는 페이퍼드레인(Paper Drain) 연직배수공사에 적용한다.

② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하(3.1.3)을 따른다.

(2) 참조규격

KS K ISO 9864 지오신세틱스—지오텍스타일 및 관련제품의 단위 면적당 질량 측정 시험 방법

KS K ISO 10319 지오신세틱스— 광폭 인장 강도 시험

KS K ISO 11058 지오텍스타일 및 관련 제품—수직 투수성 시험 방법

KS K ISO 12956 지오텍스타일 및 관련 제품—유효 구멍 크기 측정

(3) 제출물

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하(3.1.3)을 따른다.

**11.7.2 재료**

(1) 토목섬유 연직배수재

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하(3.1.3)을 따른다.

(2) 장비

① 페이퍼드레인공에 사용되는 기계는 타입길이 및 투입재료의 양을 기록할 수 있는 장치를 준비해야 한다. 또한, 시공에 앞서 시험시공을 실시하고 시공 심도의 결정 및 관입 능력을 확인하며, 자동기록계의 정도에 대해 공사 감독자/감리원의 검사를 받아야 한다.

② 수급인은 토목섬유 연직배수재의 효율적인 타입을 위하여 다음 사항을 고려하여 타입기를 선정해야 한다.

가. 초 연약지반에서의 주행성이 용이해야 한다.

나. 타입력이 양호해야 한다.

다. 스미어 존(Smear Zone)을 최소화 할 수 있도록 가능한 정적인 타입방식의 최소 케이싱 단면적을 보유해야 한다.

(3) 자재품질관리

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하(3.1.3)을 따른다.

**11.7.3 시공**

(1) 시공기준

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하(3.1.3)을 따른다.

**11.8 팩드레인공법**

**11.8.1 일반사항**

## 토공사

### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 설치하는 팩 드레인(Pack Drain) 연직배수공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하 (3.1.2)를 따른다.

### (2) 제출물

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하 (3.1.2)를 따른다.

## 11.8.2 재료

### (1) 모래

이 기준의 3.1.1 샌드드레인공법을 따르며, 인공모래의 사용 여부는 공사감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.

### (2) 팩드레인의 품질기준

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하 (3.1.2)를 따른다.

### (3) 장비

팩드레인공법에 사용되는 기계는 타입길이 및 투입재료의 양을 기록할 수 있는 장치를 준비해야 한다. 또한 시공에 앞서 시험시공을 실시하고 시공 심도의 결정 및 관입 능력을 확인하며, 자동기록계 및 바켓(Bucket)의 용량에 대해 공사 감독자/감리원의 검사를 받아야 한다.

### (4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하 (3.1.2)를 따른다.

## 11.8.3 시공

KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하 (3.1.2)를 따른다.

## 11.9 다짐말뚝공

### 11.9.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 연약한 기초지반의 압밀촉진과 재하중의 일부를 지지시키기 위해 다짐한 모래 및 쇄석 기둥을 설치하는 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공을 따른다.

#### (2) 제출물

- ① 작업절차서  
계측계획이 추가로 포함되어야 한다.
- ② 검사 및 시험계획서

- ③ 시공계획서
- ④ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공 (1.2)를 따른다.

### 11.9.2 재료

모래의 경우 3.1.1 샌드드레인공법을 따르며, 쇄석 사용 시에는 설계 요구조건을 충족시킬 수 있어야 한다.

### 11.9.3 시공

#### (1) 시공기준

- ① 투입재료의 치환율, 파일의 간격, 배열, 지름 및 투입량은 설계도서에 따른다.
- ② 모래다짐말뚝의 타입 시 케이싱관의 인발높이 및 재 관입깊이는 다음을 기준으로 하되, 시험시공을 통해 합리적인 대안을 마련했을 경우에는 공사 감독자/감리원의 승인을 얻어 이를 대신 적용할 수 있다.
  - 가. 심도가 6m 이상인 경우
    - (가) 케이싱관의 인발높이 : 3.0m
    - (나) 재 관입 깊이 : 2.0m
  - 나. 심도가 6m 이하인 경우
    - (가) 케이싱관의 인발높이 : 1.5m
    - (나) 재 관입 깊이 : 1.0m
  - 다. 케이싱 내부에 채워진 재료의 높이와 케이싱 선단부의 차이는 1.5m 이상을 유지해야 한다.
  - 라. 케이싱 내부의 재료투입은 3.1.1 샌드드레인공법을 따른다.

## 11.10 샌드매트 깔기공법

### 11.10.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 연약지반 상에 쌓기 작업을 하기 위한 작업차량의 주행성과 지지력을 확보하고, 지하수 및 연약층 상부의 배수를 원활히 할 목적으로 모래 등의 재료를 포설하는 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공을 따른다.

#### (2) 제출물

- ① 작업절차서
  - 계측계획이 추가로 포함되어야 한다.
- ② 검사 및 시험계획서
- ③ 토목섬유에 대한 제품자료

## 토공사

- ④ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (1.2)를 따른다.

### 11.10.2 재료

#### (1) 샌드매트

- ① 배수거리가 길거나 투수성이 불량한 재료를 사용할 경우에는 지하배수공이나 법면 끝부분에 쇠석 등을 이용한 필터층을 설치해야 하며 비교적 투수성이 좋지 않은 재료일 경우에는 지하배수공의 간격을 좁혀 사용해야 한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (2.1)을 따른다.

### 11.10.3 시공

#### (1) 시공기준

- ① 샌드매트는 「표층지반의 콘관입저항치(qc)에 의한 방법」과 최소 배수 단면 결정에 필요한 「동수경사차에 의한 방법」으로 구한 소요두께를 고르게 포설해야 하며, 지반의 불균일로 인한 단절부가 없도록 해야 한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (3.1)을 따른다.

## 11.11 선행재하공법(프리로딩공법)

### 11.11.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 연약지반 상에 포장 및 구조물 시공 후 잔류 침하를 경감시키기 위해 연약지반 상에 계획 쌓기 하중 이상의 쌓기를 실시하는 과재하중(Surcharge)공법과 구조물 시공에 앞서 미리 쌓기를 실시하는 프리로딩(Pre-Loading)공법에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하를 따른다.

#### (2) 제출물

##### ① 작업절차서

다음사항이 추가로 포함되어야 한다.

- 가. 쌓기 재료조달계획
- 나. 단계 쌓기 계획
- 다. 침하관리계획
- 라. 안정관리계획
- 마. 측량계획

#### (3) 검사 및 시험계획서

#### (4) 시공계획서

### 11.11.2 재료

본 기준의 3.1 사항을 따른다.

### 11.11.3 시공

#### (1) 시공기준

- ① 선행재하공법 시공에 따른 지반의 침하관리 및 안정관리는 11.19 계층관리를 따른다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하 (3.2)를 따른다.

## 11.12 동다짐공법 및 동치환공법

### 11.12.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 무거운 추를 크레인 또는 타워 등의 특별한 장치를 사용하여 높은 곳으로부터 자유낙하시켜 지표면에 충격을 가함으로써 발생하는 충격에너지가 지반의 심층까지 다짐효과를 일으켜 지반의 강도를 증대시키는 동다짐공법과 지반의 강도를 증대시키기 위해 쇄석 또는 모래, 자갈 등의 재료를 직접 타격함으로써 지중에 큰 지름의 말뚝을 형성시키는 동치환공법에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공을 따른다.

#### (2) 제출물

- ① 작업절차서
  - ② 검사 및 시험계획서
  - ③ 시공계획서
- 다음사항이 추가로 포함되어야 한다.

##### 가. 동다짐계획서

###### (가) 장비운용계획

장비의 성능점검과 이동방법을 정한다.

###### (나) 다짐계획

추의 무게, 낙하높이, 타격의 차수 및 횟수

###### (다) 다짐의 순서

수평방향 및 연직방향으로 입체식 다짐순서도를 작성한다.

###### (라) 주변시설 안전대책

##### 나. 안정관리계획서

##### 다. 계층계획서

#### (3) 품질요구사항

##### ① 시험시공

지반상태, 시공조건, 개량목적에 따라 설계에서 계획된 시험시공은 공사 감독자/감리원의 승인을 받은 후 실시한다. 시험시공에는 다음 사항을 포함해야 한다.

## 토공사

- ② 낙하단계와 단계별 낙하에너지의 크기
- ③ 낙하지점의 배치와 낙하순서
- ④ 정치시간

### 11.12.2 재료

#### (1) 동치환공

치환 재료로는 모래, 자갈 또는 쇠석을 이용하며, 이물질이 섞이지 않도록 운반 및 이동 시 품질관리를 철저히 실시해야 한다.

### 11.12.3 시공

#### (1) 동다짐공법

- ① 동다짐공법은 지중에 충격하중을 가하여 수평방향의 인장응력을 발생시킴으로써 수직방향의 균열로 간극수압이 소산되어 지반의 압축을 촉진시키도록 시공해야 한다.
- ② 시공관리사항
  - 가. 진동의 유해영향
  - 나. 지반의 표고측정
  - 다. 간극수압측정
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공(3.5.3)을 따른다.

#### (2) 동치환공

시공 일반사항은 3.5 동다짐공법을 따르며, 기타사항은 해당 공사기준을 따른다.

## 11.13 바이브로플로테이션공법(Vibrofloatation공법)

### 11.13.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 물을 가압 분사하여 지반을 굴착하고 여기에 모래를 채워 모래말뚝을 조성하는 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공을 따른다.

#### (2) 참조규격

KS F 2302 흙의 입도 시험 방법

#### (3) 제출물

- ① 작업절차서
- ② 검사 및 시험계획서
- ③ 시공계획서
  - 다음사항이 추가로 포함되어야 한다.
  - 가. 굴착 계획

- 굴착장비의 성능, 굴착간격, 굴착 순서
- 나. 모래투입계획
  - 운송로, 야적위치, 투입량, 투입순서, 투입방법, 치환율
- 다. 다짐계획
  - 다짐방법(물 또는 에어공급), 다짐장비 운용
- ④ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공 (3.4)를 따른다.

### 11.13.2 재료

#### (1) 재료일반

- ① 모래는 3.1.1 샌드드레인공법의 해당요건에 따른다.
- ② 세립분(Fines, 점토 및 실트)의 함유량은 모래말뚝에 양호한 배수효과를 기대할 경우에는 5% 이하이어야 하고, 그렇지 않은 경우라도 15%를 초과해서는 안 된다. 실트의 크기는 KS F 2302에서 정한 크기를 따른다.
- ③ 혼합골재를 사용할 경우 입도 및 품질은 공사기준에서 규정하는 바에 따른다.

#### (2) 장비

지반굴착장비는 자동기록장치가 부착된 것을 사용해야 한다.

### 11.13.3 시공

#### (1) 시공기준

- (2) 모래말뚝의 배치와 크기는 물론 시공범위, 치환율, 모래투입량, 개량강도에 대해서는 설계도면이나 공사기준에서 정한 바를 따라야 한다.

#### (3) 시공관리사항

- ① 지반의 표고측정
  - KCS 11 30 35 다짐공 (3.4)를 따른다.
- ② 환경영향
  - KCS 11 30 35 다짐공 (3.4)를 따른다.
- ③ 말뚝의 연직성
- ④ 기타 공사 감독자/감리원의 지시사항
  - KCS 11 30 35 다짐공 (3.4)를 따른다.

- (4) 다음의 경우에는 수정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사 감독자/감리원에게 보고하고 승인을 받아 시행토록 한다.

- ① 설계도면 또는 공사기준에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
- ② 말뚝이 절단된 경우 또는 모래량이 부족한 경우
- ③ 말뚝의 위치가 허용범위를 초과한 경우

- (5) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 35 다짐공 (3.4)를 따른다.

## 11.14 약액주입공

### 11.14.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 절은 지중에 주입관을 삽입, 화학액(Chemical Grout)을 지중에 압송하여 지반을 고결하는 것으로 지반의 불투수화 또는 강도증대를 목적으로 행하는 공사에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 30 고결공을 따른다.

#### (2) 제출물

- ① 작업절차서
- ② 검사 및 시험계획서
- ③ 시공계획서  
다음사항이 추가로 포함되어야 한다.
  - 가. 지반보강 책임기술자 및 기능책임자
  - 나. 시공장비의 제원 및 순서
  - 다. 동원 인원계획
  - 라. 예정공정표
  - 마. 사전조사 항목 및 방법
  - 바. 사용재료 및 배합표
  - 사. 가설 상세 계획서
  - 아. 시공에 따른 굴착면 안정, 침하량 예측계산서
  - 자. 굴착 토사 및 슬라임 처리방법

#### ④ 시험주입계획서

- 시험주입 계획서는 다음 사항에 유의하여 작성해야 한다.
- 가. 시험주입은 보강 범위의 지반에서 실시한다.
  - 나. 주입 전, 후의 지반에 대하여 주입효과를 확인할 수 있는 방법을 마련한다.
  - 다. 주입상황을 파악하기 위하여 주입량, 주입압은 자동기록 장치(예: 디지털화된 장치)에 의해 기록한다.
  - 라. 시험주입공의 배치, 1회의 인발간격 및 급결제와 완결제의 비율
  - 마. 시험주입에 사용된 재료량, 주입시간, 형성된 고결체의 치수
  - 바. 기타 개량 목적에 필요한 사항

#### ⑤ 시험주입보고서

- 시험주입 종료 후 사용 재료량, 주입시간, 시험기록 등을 정리하여 주입효과가 확인된 기술적 의견을 첨부하여 공사 감독자/감리원에게 제출한다.

#### (3) 품질요구사항

- ① 작업책임자

작업책임자는 주입공법의 기술과 시공법에 대하여 충분한 지식과 경험을 가지고 있는 사람이어야 한다.

② 시험주입시공

가. 시공 전 개량목적별로(차수 또는 지반보강) 효과를 확인하고 주입계획, 시공관리계획 상 필요로 하는 자료를 구하기 위하여 시험 주입을 공사 감독자/감리원 입회하에 실시해야 한다.

나. 시험주입시는 「(4)조」에 의거 계획서를 작성하여 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.

다. 시험주입 종료 후 「(5)조」에 의거 보고서를 공사 감독자/감리원에게 제출해야 한다.

라. 시험주입 보고서 검토 결과에 따라 시공 계획서를 확정해야 한다.

### 11.14.2 재료

(1) 사용재료

- ① 물유리계 : 알칼리계, 비알칼리계, 특수실리카계, 기.액반응계
- ② 고분자계 : 크롬리그닌계, 아크릴아미드계, 요소계, 우레탄계
- ③ 모든 재료는 요구되는 품질을 만족하면서 지반환경을 오염시키지 않는 재료이어야 한다.

(2) 장비

① 천공기

주입천공은 150m 이상 천공 능력의 로타리식을 표준으로 하되, 공벽 붕괴방지 및 현장 특수 조건에 따라 퍼커션식 천공기도 공사 감독자/감리원의 사전 승인하에 사용할 수 있다.

② 주입플랜트

가. 주입펌프는 주입도중에 압력변화가 적은 2련 이상의 피스톤식 또는 플린저식으로 토출압력 2MPa 이상의 토출량 20 l /min 이상인 것이라야 하며, 사고 시를 대비하여 동일한 성능의 예비 펌프를 반드시 대기시켜야 한다.

나. 그라우트 믹서는 회전수 150rpm 이상 토출관지름 50mm 이상, 한 개 탱크용량은 200 l 이상의 두 개 탱크의 교반장치로서, 흡입구 연결부에는 적절한 스크린을 설치하고, 토출구에는 토출량 조절 밸브가 부착된 것이라야 한다.

③ 접속배관 및 호수

주입 펌프에 적합한 구경의 것으로서 펌프의 토출압력에서 변형되거나 팽창되지 않는 것이라야 한다.

④ 주입기, 주입관 및 팩커

가. 주입기는 주입관 인발이 신속 정확하게 수행될 수 있는 유압 구동식이라야 한다.

나. 더블팩커는 2MPa 이하의 주입 압력에서 안전하게 기능을 발휘할 수 있는 것이라야 한다.

⑤ 유량계 및 압력계

가. 유량계 및 압력계는 승인된 것으로서 접속 배관경에 적합한 연결 구경을 갖추어야 한다.

## 토공사

- 나. 유량계와 압력계는 주입 펌프와 주입기 사이에 설치하되 유량계를 주입관 측에 설치해야 한다.
- 다. 압력계는 2MPa 이상의 주입압력이 측정 가능한 것으로서 오차가 5% 이하의 정밀도를 갖춘 것이라야 한다.
- 라. 유량 및 압력기록기기는 자동 기록이 될 수 있어야 한다.
- 마. 플랜트 설치 위치는 주입 작업이 효율적으로 수행되도록 주입 장소의 중앙부에 설치(반지름 50m 이내)해야 하며, 주입공의 위치 보다 5m 이상 되는 상부에는 설치할 수 없다. 플랜트의 설치 수는 투입장비의 규모 및 수량과 작업능률, 공기 등을 고려하여 가장 효율적인 시공이 되도록 균형있게 설치한다.

### ⑥ 배관

#### 가. 급수배관

- (가) 주입공의 천공용수 및 주입용수 공급을 위한 급수배관은 급수펌프 저수탱크 및 급수관으로 구성된다.
- (나) 급수펌프는 천공 및 주입용수 공급에 충분한 용량을 갖춘 것으로 청정한 수원부근에 설치해야 한다.
- (다) 저수탱크는 급수펌프의 작동이 정지되어도 10분 이상 용수를 공급할 수 있는 용량을 갖춘 것으로서 동력 없이 중력 수도차로서 용수 공급이 가능한 높이에 설치한다.
- (라) 급수관은 급수 펌프, 저수탱크 및 작업장을 연결하여 설치하되 작업장에 설치되는 급수관에는 매 20m 마다 T관을 접속시켜 밸브를 설치함으로써 각 작업개소에의 연결이 용이하도록 해야 한다.

#### 나. 주입배관

주입펌프에서 주입장소 사이에 설치되는 주입배관은 매 20m 마다 밸브가 달린 T관을 설치함으로써 주입이 완료된 배관 구간에서의 주입재의 침착(沈着) 및 고결(固結) 방지를 위해 즉각 청수로써 관내 세척을 실시할 수 있도록 해야 한다.

### ⑦ 천공장비

천공비트는 설계서에 명시된 비트 또는 공사 감독자/감리원이 승인한 비트를 사용해야 한다. 천공로드 및 비트에는 그리스 또는 윤활유 등 유류가 도포되어서는 안 된다.

### (3) 자재품질관리

- ① 수급인은 착공 전 재료시험 결과에 의한 배합 설계표를 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 받아야 하며, 공사에 필요한 기자재 반입 시 일체의 기자재에 대하여 공사 감독자/감리원의 지시 및 검수 하에 현장에 투입해야 한다.
- ② 시공도중 재료의 변동이 있을 때는 「(1)조」에 따라야 한다.
- ③ 재료의 사용량, 주입량은 그 수량을 확인할 수 있는 자료를 공사 감독자/감리원에게 제출해야 한다.

### 11.14.3 시공

(1) 작업준비

- ① 수급인은 시공의 정확성과 연속성을 달성하도록 작업장 환경, 장비 운용 등을 철저히 준비해야 한다.
- ② 수급인은 착공 전 다음과 같은 작업 환경에 대한 조사와 준비를 해야 한다.
  - 가. 작업장 위치 및 가용면적
  - 나. 장비의 반입과 반출 조건
  - 다. 교통현황과 통제
  - 라. 민원발생 요인
  - 마. 기존시설물의 구조 및 특성
  - 바. 공사용수 및 전력 공급원
  - 사. 사용수 배수 위치 및 조건
- ③ 수급인은 착공 전 시공에 필요한 제반사항을 종업원이 쉽게 인지할 수 있도록 다음 사항을 도표화 하여 배치해야 한다.
  - 가. 지층의 구성상태(주상도)
  - 나. 각 지층별 지반 특성
- ④ 수급인은 공사가 주위 시설물이나 지반에 미치는 영향을 신속히 파악할 수 있도록 사전 계측 점을 설치하고 초기 값을 측정해 두어야 한다.
- ⑤ 기계기구의 설치는 현장조건, 작업여건 등을 고려하여 안전을 유지하도록 하고 적절한 배치를 해야 한다.

(2) 시공기준

- ① 시공의 진행
- ② 할렬주입으로 인하여 수압파쇄 현상(Hydro-Fracturing), 지반용기 현상 등이 일어나지 않도록 주입압, 약액농도, 주입률 등을 검토해야 하며, 현장에서 시험주입 시공을 거쳐 약액 주입 본 시공을 해야 한다.
- ③ 현탁액의 경우 원활한 침투주입이 될 수 있도록 하기 위해서는 주입 대상지반에 적합한 주입재 선정(적정 비표면적)이 되어야 한다.
- ④ 시공관리
  - 가. 재료는 설계에서 지정하고 시험시공으로 확인된 재료를 사용해야 하며 충분한 양을 확보하여 공사 진행에 차질이 없도록 해야 할 뿐만 아니라 잘 보관하여 보관 도중 품질이 저하되어서는 안 된다.
- ⑤ 천공 및 시공
  - 가. 천공은 BX 규격 이상의 천공지름으로 천공하며, 수직정도를 유지해야 한다. 또한 주입 도중에는 주입구멍과 근접한 위치에서는 다른 천공 작업을 하지 않도록 해야 한다.
  - 나. 주입은 정해진 방법을 준수하여 시행하고 주입압력 관리를 철저히 하여 사고가 유발되지 않도록 해야 한다.

(3) 현장품질관리

## 토공사

- ① 필히 자동기록 장비를 사용하여 주입량 및 주입압 관리를 해야 한다.
- ② 현장에서 시공도중 여러 가지 필요한 자료를 수집하여 서류 작성에 시공기록을 이용해야 한다.
- ③ 관리시험은 코어를 채취하여 압축강도 및 투수시험을 실시해야 하며, 시험빈도는 토질별, 근입길이 별로 정해야 하며, 그 빈도는 공사 감독자/감리원의 승인을 받아야 한다.
- ④ 근입길이 부족하거나 겹치기 치수의 부족 또는 압축강도 및 투수계수의 관리시험 결과가 표준치에 미달되어 치수의 효과가 미흡할 경우에는 재시공한다.
- ⑤ 시공도중 또는 시공 후 보일링, 용기 등의 발생여부에 대하여 수시로 공사 감독자/감리원의 검사를 받아야 한다.

### (4) 현장 뒷정리

- ① 작업 종료 시 사용 기구를 정리하고 당일의 재료 사용량 및 잔량을 확인한다.
- ② 주입공사 전 공정을 종료하였을 경우에는 기계류에 남은 재료 및 주입재의 반납, 현장정리 완료 후 철수한다.
- ③ 작업 시 생기는 슬라임은 일정한 장소에 가 적치시켜 탈수, 고화 시킨다.

(5) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 30 고결공 (3.)을 따른다.

## 11.15 표층안정처리공

### 11.15.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 연약지반 중 천층에 적용하여 처리하는 안정처리공법에 적용한다.
- ② 이 기준은 연약한 기초지반의 흙과 샌드매트층 모래의 혼합을 방지하고 시공장비의 주행성(Trafficability)을 확보하며, 부등침하 또는 연약지반의 활동방지를 위하여 기초지반에 토목섬유매트를 설치하는 공사에 적용한다.
- ③ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (1.1)을 따른다.

#### (2) 참조규격

- ① KS K ISO 11058 지오텍스타일 및 관련 제품—수직 투수성 측정
- ② KS K 0210 섬유 제품의 혼용률 시험 방법 — 섬유 혼용률
- ③ KS L 5201 포틀랜드시멘트
- ④ KS L 5210 고로 슬래그시멘트
- ⑤ KS L 9501 공업용 석회
- ⑥ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (1.3)을 따른다.

#### (3) 제출물

- ① 작업절차서  
다음사항이 추가로 포함되어야 한다.  
가. 준비 : 지표면 정리 작업을 정한다.

- 나. 배합방법 : 지반상태, 개량대상면적의 크기, 운반로 등 현장조건을 고려하여 배합위치, 작업장비, 배합형식, 개량 처리할 범위, 혼합비율 등을 정해야 한다.
- 다. 다짐 : 첨가제를 원지반 토사와 혼합한 후 또는 혼합토사를 포설한 후 가벼운 다짐장비로 다지고 지지력이 허용되는 범위에서 다짐장비의 하중을 단계적으로 증가시키도록 한다. 이 경우 다짐의 시기, 다짐장비의 선정, 다짐의 확인 방법을 정해야 한다.
- 라. 양생 : 양생은 일반 콘크리트에 준하여 실시하고 양생온도는 4~10℃ 이상을 유지하고, 혼합 완료 후 일주일 이내에 장비 진입을 해서는 안 된다.
- 마. 표토층 처리 : 표토층이 훼손된 경우나, 탄화작용을 억제하기 위하여 지표면에 물을 뿌려야 한다.
- 바. 매트와 접합, 깔기 방법, 장비투입 계획, 공정 및 품질관리에 관한 사항을 명시해야 한다.

- ② 검사 및 시험계획서
- ③ 시공계획서
- ④ 제품자료

(4) 품질요구사항

- ① 시공 중 공사기간의 압력, 유량, 교반날개의 회전수, 전류차, 관입인발속도 및 심도, 개량제의 토출량을 계기에 의해 확인해야 한다.
- ② 대상지역에서 풀이나 나무뿌리가 있는 경우 4-2 공사준비, 3.3 나무베기와 뿌리 제거에 따라 사전에 이를 제거해야 하며, 시공장소에 물이 고여 있는 경우 시공에 지장이 없도록 배수 처리한다.
- ③ 시험시공이 필요한 경우에는 별도의 규정에 따라야 한다.
- ④ 안정처리제의 종류 및 배합계획에 대하여는 설계서나 별도 규정에 따른다.

**11.15.2 재료**

(1) 안정처리 재료

- ① 고결공법에 사용되는 첨가제로써 시멘트, 석회 등이 있으며 첨가제의 선택은 설계서 및 공사기준에서 지정한 것이어야 한다.
  - 가. 포틀랜드시멘트는 KS L 5201 또는 동등이상의 제품이어야 한다.
  - 나. 고로슬래그시멘트는 KS L 5210 또는 동등이상의 제품이어야 한다.
  - 다. 공업용 석회는 KS L 9501 또는 동등이상의 제품이어야 한다.
  - 라. 기타 용액형 물유리계, 복합형 물유리계, 특수실리카계에서 사용되는 첨가제(혼화제 등)는 공사기준에서 규정하는 바에 따른다.

(2) 토목섬유매트

- ① 토목섬유매트의 재료 선택은 인장강도 값을 기준으로 하며, 설계 시 사용하는 토목섬유매트의 인장강도 값은 매트와 쌓기의 재료가 일체 거동하는 것으로 보고 매트의 연신 변형률 5~10%일 때의 값을 사용한다.

## 토공사

- ② 토목섬유 매트는 상당시간 햇볕에 노출되어도 강도와 변형률에 변화가 없는 재료를 선택해야 한다.
- ③ 토목섬유의 품질기준 : <표 11.15-1> 참조

표 11.15-1 토목섬유매트의 품질기준

구분	인장강도 (kN/25.4mm)	인장신도(%)	붕합강도 (kN/25.4mm)	투수계수 (mm/sec)
폴리프로필렌 매트	50 이상	10~30	붕합직각 방향, 원단강도의 50% 이상	$\alpha \times 10^{-1}$ $\sim \alpha \times 10^{-3}$ ( $\alpha = 1 \sim 9$ )
폴리에스터 매트	100 이상			
	150 이상			
	200 이상			
	300 이상			

### (3) 자재품질관리

토목섬유 품질관리 요건 : <표 11.15-2> 참조

표 11.15-2 토목섬유매트의 품질관리 요건

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
토목섬유 (연약지반 MAT)	인장강도 및 신도	KS K ISO 10319	매 20,000m <sup>2</sup> 마다	
	붕합강도	KS K ISO 10321		
	투수	KS K ISO 11058		
	혼용율	KS K 0210		
	재질	KS K 0210		

(4) 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (2)를 따른다.

## 11.15.3 시공

### (1) 작업준비

- ① 공사착수 전에 배합시험을 실시해야 하며, 배합시험은 3종 이상의 혼합비율을 선정하여 실시한다. 배합시험의 방법은 공사 감독자/감리원의 지시에 따른다. 배합시험결과는 다음 사항을 제시해야 한다.
- 가. 시료의 함수비
  - 나. 다짐
  - 다. 양생조건
  - 라. 시료의 강도
- ② 공사를 착수하기 전에 설계도면과 공사기준 또는 배합시험에서 얻은 결과를 토대로 시공 계획서를 작성, 공사 감독자/감리원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

### (2) 안정처리공법

- ① 혼합정밀도  
토사의 분쇄크기는 지름이 50mm 이상의 흙덩어리가 전체의 20% 이하이어야 하고, 입경의 최대크기는 100mm 이하이어야 한다.
- ② 안전 및 환경영향  
혼합토사의 평균 강도는 요구된 기준강도 이상이어야 한다
- ③ 대상토와 안정처리제와의 혼합 흔적이 없고 안정처리제의 색이 눈에 띄지 않을 때까지 충분히 혼합시킨다.
- ④ 다짐이 필요한 경우에는 다음에 따라야 한다.  
가. 한층 및 완성두께가 300mm 이하가 되도록 고르게 깔고 충분히 다짐을 실시해야 한다.  
나. 다짐을 행하지 않을 때에는 안정처리토에 공동이 생기지 않도록 포설작업을 시행해야 한다.
- ⑤ 다짐, 포설작업 완료 후에는 소정의 강도가 얻어질 때까지 양생을 실시해야 한다.
- ⑥ 양생할 때에는 급격한 건조에 주의하고, 중하중의 통과를 가능한 한 피해야 한다.

(3) 토목섬유매트 설치

- ① 공장제작시 매트는 겹침을 50mm 이상으로 하고 4선 봉제를 한다. 이때 1롤(Roll)의 제작크기는 시공에 편리하고 시공의 목적을 달성할 수 있도록 한다.
- ② 현장 깔기 시 매트의 접합은 겹침 폭을 400mm 이상으로 현장에서 고장력섬제사로 꿰매거나, 공장제작시와 동일한 현장봉제를 하여 봉합강도가 원재료의 인장강도 이상이어야 한다.
- ③ 매트의 깔기 방향은 섬유강도가 큰 방향을 차량진행방향의 직각이 되도록 하여 전단과괴를 방지해야 한다.(방향에 따라 섬유강도가 다를 수 있음)
- ④ 매트 깔기 후에는 단계 쌓기를 하여 집중하중이 한 곳에 편중하는 것을 방지해야 한다.
- ⑤ 매트는 시공 중 자외선에 장기간 노출 시 인장강도를 상실할 우려가 있으므로, 매트 설치 후 10일 이내에 초기 쌓기를 하여 자외선으로부터 보호해야 한다.
- ⑥ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 15 수평배수공 (3.2)를 따른다.

**11.16 심정공법**

**11.16.1 일반사항**

(1) 적용범위

- ① 이 기준은 지반을 굴착하여 지중에 우물을 설치, 중력에 따라 지반 내의 지하수가 우물내부로 흘러 들어오면 이를 양수기로 양수함으로써 지하수위를 목표지점까지 저하시켜 침하를 촉진시키는 공법으로, 개량대상지역의 투수계수가 비교적 큰 사질토 지반에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 25 지하수위 저하공을 따른다.

(2) 제출물

## 토공사

- ① 작업절차서  
다음사항이 추가로 포함되어야 한다.
  - 가. 외측강관의 관입방법
  - 나. 강관 내부의 굴착방법
  - 다. 내측강관 설치
  - 라. 필터용 모래의 재료시험과 충전방식
  - 마. 배수대책
  - 바. 환경영향관리대책
- ② 검사 및 시험계획서
- ③ 시공계획서

### 11.16.2 재료

#### (1) 필터재료

필터막의 재료로 쓰이는 모래는 설계서에 제시된 시방에 맞는 것으로서 투수성이 좋아야 하며 다음의 입경한계에 드는 것이라야 한다.

$$5 \times S_{15} \leq S_{F.15} \leq 2 \times S_{85}$$

S15, S85 : 원지반 토사의 통과 백분율 15% 또는 85%의 입경

SF.15 : 필터재의 통과백분율 15%의 입경

### 11.16.3 시공

#### (1) 시공기준

- ① 지하수위저하공법 실시에 앞서 사전에 주변 환경을 확인하고 시공계획서 제출시 그 내용을 포함하여 작성한다.
- ② 배수설비는 용수량을 충분히 배수할 수 있는 능력을 가짐과 동시에 펌프 등이 정상적으로 가동하고 있는가를 필히 확인해야 한다. 또한 예측하지 못한 사태에 대비하는 대책을 강구해 두어야 한다.
- ③ 수급인은 배수 시 침사지를 경유하여 배수에 포함된 침전물이 충분히 가라앉은 후 가장 가까운 수로, 하천 또는 하수도, 관거 등에 방류하되 사전에 당해 시설물 혹은 관리자의 허가를 취득해야 한다
- ④ 배수로를 설치하는 경우 굴착면의 배수가 양호하게 해야 한다.
- ⑤ 슈(Shoe)의 설치는 웰(Well)용 강관의 배수용 구멍을 뚫은 후 강관 내로부터 끈이나 형접 조각 등 시공에 방해가 될 수 있는 이물질 제거 후 공사 감독자/감리원에게 보고한다.
- ⑥ 수중펌프는 자동제어 방식의 것을 사용해야 한다.
- ⑦ 펌프는 원칙적으로 연속 가동해야 하나 펌프의 성능, 현장의 조건에 따라 조정할 수 있는데 지하수위의 재상승으로 인한 피해유무를 검토하여 조치를 취해야 한다. 또한 지하수위 저하에 따라 생태계에 미치는 영향을 검토하고 필요시 그 대책을 세워 공사 감독자/감리원의 지시에 따른다.

⑧ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 25 지하수위 저하공 (3.2)를 따른다.

(2) 현장품질관리

시공 중 가장 유의해야 할 것은 배수상태의 확인이다. 이를 위하여 다음 사항을 관리한다.

① 내외측 강관의 깊이

② 필터용 모래의 투입량

외부강관을 인발할 때 충전된 모래가 강관을 따라 올라오는 경우가 발생하는데, 이 때에는 필터층에 물을 붓거나, 강관에 약간의 진동을 가하면서 서서히 인발한다. 또한 강관의 부피만큼 공동이 생기는 경우 지표면에서 지속적으로 모래를 공급하여 충전시켜 주어야 한다.

③ 양수량 또는 우물내의 수위측정

지하수의 수위를 확인하기 위하여 시간별로 양수량 또는 우물내의 수위를 측정한다. 일반적으로 투수계수가 큰 지반에서는 양수량을 측정하고, 투수계수가 작으면 우물내의 수위를 측정한다.

④ 지하수위 또는 간극수압의 측정

지반의 층 분포가 일정치 않으므로 필요 시 마다 우물과 우물사이에서 간극수압 및 지하수위를 측정하고 기록관리 한다.

**11.17 웰포인트공법**

**11.17.1 일반사항**

(1) 적용범위

① 이 기준은 강관의 선단에 웰포인트를 부착하여 지주에 관입한 다음 관 내부를 진공화 함으로써 간극수의 집수효과를 높이는 공법으로 사질토 지반에 적용한다.

② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 25 지하수위 저하공을 따른다.

(2) 제출물

① 작업절차서

② 검사 및 시험계획서

③ 시공계획서

④ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 25 지하수위 저하공 (1.2)를 따른다.

**11.17.2 재료**

해당내용 없음

**11.17.3 시공**

(1) 시공기준

① 웰포인트 타입에 있어서는 그 주위에 지름 150~250mm 정도의 샌드필터를 연속해서 형성시켜야하며 이때 반드시 컷터 또는 충분한 워터제트를 사용하고 샌드필터의 상단에는

## 토공사

적절한 기밀재(점토 등)를 사용하여 기밀 시켜야 한다.

- ② 배수에 의한 효과를 조사할 필요가 있는 경우에는 공사 감독자/감리원의 지시에 따라 검수 우물을 설치하고 검측 기록을 공사 감독자/감리원에게 보고해야 한다.
- ③ 웰포인트의 시공간격은 용수량이 많은 경우와 투수성이 작은 지층에서는 좁게 하는데 보통 0.5~2.0m 정도이다.
- ④ 실 양정이 5~7m이므로 이보다 깊은 굴착면의 경우에는 다단식으로 해야 하며, 이 경우 상하계통은 별도의 것으로 한다.
- ⑤ 투수성이 큰 지층에서는 흡수 능력이 부족하여 예정대로 주위가 저하되지 않는 경우가 있으므로 펌프 및 헤더파이프(Header Pipe)의 용량에는 충분한 여유를 보여야 한다.
- ⑥ 필터재의 틈 메우기는 웰포인트를 설치한 그 상태에서 수시로 씻어낼 수가 있어야 한다.
- ⑦ 웰포인트는 라이저파이프에 접속된 조인트 자체를 노즐로 하여 수사(水射)로서 땅속에 200~250mm의 구멍을 뚫고 포인트를 소정의 깊이에 설치하게 되며, 이 때 압력은 모래층에서 0.4MPa, 점성토에서는 0.7MPa이다.
- ⑧ 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 30 25 지하수위 저하공(3.2)를 따른다.

### (2) 현장품질관리

- ① 웰포인트의 길이 및 간격
- ② 필터용 모래의 투입량
- ③ 각종 작업장비의 성능점검
- ④ 양수량, 지하수위 및 간극수압측정
- ⑤ 배수관 내 압력측정
- ⑥ 기타 공사 감독자/감리원의 지시사항

## 11.18 진공심정공법

### 11.18.1 일반사항

#### (1) 적용범위

이 기준은 강제배수공법의 일종으로 스트레이너를 두른 강관을 지중에 굴삭한구멍에 세워 박고, 그 주변에 필터재료를 채우며, 강관 속에는 1대의 회전축 둘레에 여러 대의 펌프를 종으로 붙인 것을 삽입하여 설치한 후 점토를 사용하여 주변을 충분히 메우고 작동시키는 공사에 적용한다.

#### (2) 제출물

- ① 작업절차서
- ② 검사 및 시험계획서
- ③ 시공계획서

### 11.18.2 재료

해당내용 없음

### 11.18.3 시공

#### (1) 시공기준

- ① 설치 가능한 크기는 지름 150~600mm, 깊이 8~124m 정도이지만, 일반적으로 지름 150~350mm, 깊이 20~40m 정도이다.
- ② 진공심정의 사용 시에는 배수량을 항상 일정하게 해야 하며, 공기가 유입되지 않도록 주위를 점토로 잘 메워야 한다.
- ③ 배수량이 감소되었을 경우에는 우물 내의 수위점검과 펌프, 스트레이너를 씻어야 한다.

## 11.19 계측관리

### 11.19.1 일반사항

#### (1) 적용범위

- ① 이 기준은 연약지반공사에서 쌓기 체체와 구조물의 안정성 등에 관한 계측 및 계측결과의 관리에 적용한다.
- ② 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 10 15 시공중 지반계측을 따른다.

#### (2) 제출물

- ① 침하관리 계획서
- ② 안정관리 계획서
- ③ 계측 계획서
- ④ 계측기록 결과 및 분석 자료
  - 가. 계측결과는 지체 없이 보고해야 한다. 또한 현저히 큰 변위가 발생하는 경우나, 변위속도가 기준 값 이상이거나 수렴하지 않는 경우에는 즉시 공사 감독자/감리원에게 보고하고, 대책을 수립해야 한다.
  - 나. 수급인은 시공 중 계측뿐만 아니라 공사기간 중 모든 계측기록 결과와 성과분석 자료 등을 종합 정리하여 공사 감독자/감리원에게 제출해야 한다.
- ⑤ 기타 공사 감독자/감리원이 요구하는 자료

#### (3) 품질요구사항

- ① 수급인은 설계서에 표기된 계측기기를 구비하고, 공사 감독자/감리원의 입회하에 전문기술자에 의해 지정된 위치에 계측기기를 설치해야 한다.
- ② 수급인은 계측기기를 유지 관리하여 계측자료 수집에 차질이 없도록 해야 하며, 계측에 대한 기록결과의 성과분석 등은 전문기술자에 의뢰하여 실시해야 한다.
- ③ 설계내용과 계측성과의 분석결과가 상이하여 설계변경이 필요한 경우에는 이를 공사 감독자/감리원에게 보고하고 승인을 받아야 한다.

#### (4) 운송, 보관 및 취급

- ① 계측기기를 설치하거나 운반 시에는 파손이 생기지 않도록 신중히 취급해야 하며, 계측기

## 토공사

기의 매설은 계측기기가 손상을 입었을 때에도 계측성과의 이용에 지장이 없도록 공사 감독자/감리원과 협의하여 일정량을 추가 매설해야 한다.

- ② 계측기기는 제체하중의 재하 전, 또는 구조물의 구축 전에 설치해야 한다.
- ③ 공사가 완료된 후에도 측정이 가능한 계측기기는 보존하여 유지관리 시 활용할 수 있도록 해야 한다. 따라서 계측기기는 횡단면상의 노반 양 끝단 사면부 시작부분 등 열차운행 및 각종 시설물에 저촉되지 않은 곳에 선정하도록 해야 한다.
- ④ 교대의 측방유동 등을 관측하기 위한 계측기기는 완공 후에도 보존하여 유지관리에 활용할 수 있도록 해야 한다.

### (5) 계측

- ① 계측은 시공의 안정성을 확보하고 조기에 자료를 수집하여 설계 및 시공에 반영함으로써 경제적이고 안전한 시공이 될 수 있도록 실시해야 한다.
- ② 계측항목
  - 가. 지표 및 지중침하, 수평변위 측정
  - 나. 쌓기 비탈면의 경사도 측정
  - 다. 지하수위 측정
  - 라. 간극수압 측정
  - 마. 토압측정
- ③ 공사단계별 계측빈도는 최소한 <표 11.19-1>를 표준으로 하며, 계측목적 및 현장 여건을 고려하여 공사 감독자/감리원의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다.

표 11.19-1 계측빈도와 기간

측정항목	쌓는 도중, 쌓기 후 1개월까지	쌓기 후 1~3개월까지	쌓기 후 3개월 이후	준공 후
지반침하량, 지중횡변위량, 간극수압, 지하수위	2회/1주 이상	1회/1주	1회/2주	1회/3개월
기타항목	계측목적에 따라 조절, 필요구간 실시간 자동계측			

\* 항목별 계측기

- ① 지반침하량 : 지표침하판, 층별침하계, 전단면침하계, 수평경사계 등 연직변위 측정 계기
  - ② 지중 횡변위량 : 수평변위계, 경사계, 변위말뚝 등 횡변위 측정 및 추정용 계기
  - ③ 간극수압, 지하수위 : 간극수압계, 지하수위계, 스탠드파이프, 관측정 등 수위측정 계기
- ④ 계측기기는 계측의 목적과 정도, 측정기간, 예상변화량 등을 고려하여 현장조건에 가장 적절한 것을 선정해야 한다.
    - 가. 지표침하판 : 지표침하판은 쌓기의 속도관리, 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용되며, 대상이 되는 지점의 전침하량을 측정한다.
    - 나. 층별침하계 : 층별침하계는 지표침하판과 같이 쌓기의 속도관리, 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용하며 쌓기층이나 포장층에 서로 다른 층이 있을 경우 각각의 침하량을

측정할 수 있다. 특히, 연약층이 두꺼운 경우에는 심부 각층의 침하량을 측정하여 심부의 지반거동을 파악한다.

- 다. 경사계 : 경사계는 쌓기의 속도관리, 지중의 측방 이동량을 확인하고, 쌓기 비탈면 하부 지반의 수평변위를 측정한다.
- 라. 토압계 : 토압계는 쌓기 하중에 의한 연직방향의 토압을 측정한다.
- 마. 간극 수압계 : 간극수압계는 쌓기의 하중에 의한 간극수압의 증감을 측정한다. 간극수압의 증감의 측정결과로 연약지반의 처리효과와 침하상태 등을 확인한다.
- 바. 지하 수위계 : 지하수위계는 쌓기의 하중과 연직배수공에 의한 지하수위의 변화를 측정하며, 관측정이나 스탠드 파이프 내 지하수위의 변동사항을 측정하는데 이용한다.

⑤ 계측관리

KCS 11 10 15 시공중 지반계측 (1.3.10)을 따른다.

⑥ 침하관리

- 가. 쌓기부 및 구조물의 하중에 의해 발생하는 연약지반 각층의 압밀진행 상황을 조사해야 하며, 실측 침하량에 적합한 곡선식을 도출하여 앞으로의 침하를 추정된 후 당초설계와 불일치할 경우 시공에 반영해야 하며, 이들의 변위에 대하여 세심한 주의를 하여 침하관리를 해야 한다.
- 나. 수급인은 설계서에 따라 표면 침하판, 층별침하계, 경사계, 간극수압계, 지하수위계 등을 매설한 후에 <표 4-11-6>의 빈도에 따라 측정하고 성과를 분석해야 한다.
- 다. 수급인은 선행재하 후 구조물 터파기, 단계별 쌓기의 압밀 후 작업개시 등 주요 작업시기에 대하여는 공사 감독자/감리원에게 계측결과를 제출하여 승인을 받아야 한다.

⑦ 안정관리

- 가. 수급인은 계측성과 분석 이외에도 쌓기 주변의 측구, 연약지반의 표면, 수평변위말뚝, 쌓기면과 비탈면 등의 균열 또는 변형 발생 여부에 대한 육안관찰을 정기 및 수시로 실시하여 연약지반의 활동파괴를 사전에 예방해야 한다.
- 나. 이 기준에 언급하지 않은 내용은 KCS 11 10 15 시공중 지반계측 (1.3.11)을 따른다.

## 12. 토석류 대책시설

### 12.1 일반사항

#### 12.1.1 적용범위

- (1) 토석류로 인한 시설물의 피해를 방지 또는 저감시키기 위한 토석류 대책시설의 시공은 건설공사 비탈면 표준시방서(국토교통부, 2011)의 규정에 따른다.

## 토공사

집필위원	분야	성명	소속	직급
제정(2011년)	사업책임자	유호식	(주)유신	부회장
	총괄간사	황선근	한국철도기술연구원	책임연구원
	철도분야간사	김동희	(주)도화엔지니어링	부회장
	구조분야간사	박성국	수성엔지니어링	부사장
	제1장 총칙	김동희	(주)도화엔지니어링	부회장
		유호식	(주)유신	부회장
	제2장 공사환경 및 안전관리	전서용	(주)일신이앤씨	부사장
	제3장 측량 및 지반조사	강휴택	(주)동부엔지니어링	전무
		고태훈	한국철도기술연구원	선임연구원
		김기석	(주)희송지오택	대표이사
		김홍택	홍익대학교	교수
		남순성	(주)이제이텍	회장
		목영진	경희대학교	교수
		백세환	도화지질	대표이사
		이우진	고려대학교	교수
	이창경	군산대학교	교수	
제4장 토공사	구기욱	(주)선진엔지니어링	부사장	
	구용희	(주)서영엔지니어링	부사장	
	김경모	보강기술(주)	연구소장	
	박종면	(주)지승컨설턴트	대표이사	
	이봉렬	(주)시지이앤씨	전무	
	이성진	한국철도기술연구원	선임연구원	
	이승래	KAIST	교수	
	장찬수	(주)지오그룹이엔지	회장	
	채영수	수원대학교	교수	
	최찬용	한국철도기술연구원	선임연구원	
제5장 구조물 기초공사	황선근	한국철도기술연구원	책임연구원	
	김범주	동국대학교	교수	
	남현우	(주)서영엔지니어링	전무	
	이수형	한국철도기술연구원	선임연구원	
	이원제	로드테스트코리아	대표이사	
	이장덕	(주)파일테크	전무	
	이재환	(주)서영엔지니어링	부장	
	정상섬	연세대학교	교수	
	조천환	삼성건설	지반마스타	

집필위원	분야	성명	소속	직급
제정(2011년)	제6장 콘크리트 공사	김은겸	서울과학기술대학교	교수
		박성국	수성엔지니어링	부사장
		정해문	한국도로공사	수석연구원
	제7장 구교 및 배수공사	김남훈 유양규 임영수	(주)서영엔지니어링	상무
			태평이앤씨 (주)서영엔지니어링	대표이사 전무
	제8장 강교 제작 및 가설	김선원 김우종 박영석 배두병 이창근 정경섭 조재병 주환중 황원섭	BNSE 엔지니어	대표이사
			(주)DM엔지니어링	대표이사
			명지대학교	교수
			국민대학교	교수
			한국도로공사	차장
			충북대학교	교수
			경기대학교	교수
			(주)교량과고속철도	대표이사
인하대학교			교수	
제9장 콘크리트 교량공사			김은겸 김형목 방윤석 변윤주 서석구 정휘석	서울과학기술대학교
	(주)대한컨설팅	전무이사		
	전무이사	전무이사		
	(주)동부엔지니어링	부사장		
	(주)동호	부사장		
	(주)서영엔지니어링 (주)유신	부사장		
제10장 터널공사	김승렬 문상조 박광준 박인준 신희순 유광호 이준석 전석원 정경환 황제돈	(주)에스코컨설팅	대표이사	
		(주)유신	부사장	
		(주)대정컨설팅	대표이사	
		한서대학교	교수	
		한국지질자원연구원	책임연구원	
		수원대학교	교수	
		한국철도기술연구원	책임연구원	
		서울대학교	교수	
		동아지질	대표이사	
		(주)에스코컨설팅	사장	
제11장 정거장 공사	이덕영	(주)유신	부사장	
제12장 운행선 근접공사	전서용	(주)일신이앤씨	부사장	
제13장 기타공사	구기욱	(주)선진엔지니어링	부사장	

토공사

장별 집필위원	분야	성명	분야	성명
제정(2011년)	<b>제1장 총칙</b>	김동희	<b>제5장 구조물 기초공사</b>	조천환
	1-1 공사일반	김동희, 유호식	5-1 기초공사 일반	조천환, 정상섭
	1-2 공사관리	김동희, 유호식	5-2 공사준비	조천환, 정상섭
			5-3 얇은기초	이수형, 이장덕
	<b>제2장 공사환경 및 안전관리</b>	전서용	5-4 기성말뚝기초	이원제, 김범주
	2-1 환경관리	전서용	5-5 현장타설말뚝기초	이재환, 남현우
	2-2 안전관리	전서용		
	<b>제3장 측량 및 지반조사</b>	김홍택	<b>제6장 콘크리트 공사</b>	김은겸
	3-1 측량	이창경	6-1 콘크리트 공사 일반	박성국, 정해문
	3-2 지반조사	김홍택, 김기석	6-2 일반콘크리트	박성국, 정해문
		강휴택, 고태훈	6-3 철근의 가공 및 조립	박성국
		남순성, 백세환	6-4 거푸집 및 동바리	박성국
		목영진, 이우진	6-5 매스콘크리트	정해문
	<b>제4장 토공사</b>	채영수	6-6 서중콘크리트	정해문
	4-1 토공사 일반	구응회	6-7 한중콘크리트	정해문
	4-2 공사준비	구응회	6-8 고유동 콘크리트	정해문
	4-3 쌓기	최찬용, 황선근	6-9 고강도 콘크리트	정해문
	4-4 깎기	이승래	6-10 수중콘크리트	정해문
	4-5 흙다지기	구기욱	6-11 솟크리트	김은겸
	4-6 구조물 접속부	구기욱	6-12 프리스트레스트 콘크리트	김은겸
	4-7 보강토 옹벽공사	김경모	6-13 합성콘크리트 구조	김은겸
	4-8 옹벽공사	박종면, 이봉열	6-14 공장제품	김은겸
	4-9 가설 흙막이 공사	장찬수, 이봉열	<b>제7장 구교 및 배수공사</b>	임영수
	4-10 비탈면 보호공사	이성진	7-1 공사일반	임영수
	4-11 연약지반처리	채영수	7-2 공사준비	김남훈
			7-3 철근콘크리트 구교공사	김남훈
			7-4 배수구조물공사	유양규

장별 집필위원	분야	성명	분야	성명
제정(2011년)	<b>제8장 강교 제작 및 가설</b>	박영석	<b>제11장 정거장 공사</b>	이덕영
	8-1 제작 일반	박영석	11-1 정거장공사 일반	이덕영
	8-2 강재	정경섭	11-2 공사준비	이덕영
	8-3 제작	배두병	11-3 정거장 부지조성공사	이덕영
	8-4 용접	조재병, 황원섭	11-4 정거장 개량공사	이덕영
	8-5 볼트접합	조재병	11-5 고가 정거장	이덕영
	8-6 강교도장	조재병, 이창근	11-6 지하정거장	이덕영
	8-7 조립 및 설치	김우중, 주환중	11-7 승강장	이덕영
	8-8 상부 슬래브	김선원	11-8 포장	이덕영
	<b>제9장 콘크리트 교량공사</b>	심중성	11-9 화물적하장	이덕영
	9-1 교량상부 가설공법	정휘석, 방윤석, 서석구	11-10 여객통로	이덕영
	9-2 교량부속시설공사	변운주	11-11 역광장	이덕영
	9-3 교량하부공사	김은겸, 김형목	<b>제12장 운행선 근접공사</b>	전서용
	<b>제10장 터널공사</b>	김승렬	12-1 운행선 근접공사	전서용
	10-1 총칙	김승렬	12-2 공사준비	전서용
	10-2 시공계획	황제돈	12-3 방호설비	전서용
	10-3 조사 및 측량	신희순	12-4 지하매설물	전서용
	10-4 터널굴착	박광준	12-5 건축한계	전서용
	10-5 터널지보재	문상조	12-6 전철구간 고압전선	전서용
	10-6 콘크리트라이닝	이준석	12-7 운행선근접 토공사	전서용
	10-7 배수 및 방수	유광호	12-8 운행선근접 교량공사	전서용
	10-8 보조공법	박광준	12-9 터널근접공사	전서용
	10-9 터널계측	박인준	12-10 사고시 긴급조치	전서용
	10-10 갱구부, 연직갱 및 경사갱	전석원	<b>제13장 기타공사</b>	구기욱
	10-11 TBM 터널	정경환	13-1 방음벽	구기욱
	10-12 개착터널	황제돈	13-2 전기설비 부대공사	구기욱
			13-3 포장공사	구기욱

## 토공사

집필위원	분야	성명	소속	직급
개정(2013년)	사업책임자	김병석	한국건설기술연구원	선임본부장
	분야연계조정	김수삼	LH공사 토지구택연구원	원장
	총괄간사	강재윤	한국건설기술연구원	수석연구원
	노반분야	사공명	한국철도기술연구원	책임연구원
		이성혁	한국철도기술연구원	책임연구원
		이진욱	한국철도기술연구원	책임연구원
	교량분야	김병석	한국건설기술연구원	선임본부장
		곽종원	한국건설기술연구원	연구위원
		박성용	한국건설기술연구원	연구위원
		강재윤	한국건설기술연구원	수석연구원
		곽임중	한국건설기술연구원	수석연구원
		조근희	한국건설기술연구원	수석연구원
		진원중	한국건설기술연구원	수석연구원
		윤혜진	한국건설기술연구원	전임연구원
		김성일	한국철도기술연구원	책임연구원
	터널분야	이성원	한국건설기술연구원	연구위원
		백용	한국건설기술연구원	연구위원
		김창용	한국건설기술연구원	연구위원
		김진환	한국건설기술연구원	전임연구원
류혜림		한국건설기술연구원	전임연구원	
김선홍		(주)유신	상무	
김기림		(주)유신	부장	
백종현		신발파기술사사무소	사장	
한동훈		신발파기술사사무소	이사	
제정(2018년)	통합코드 편집	황선근	한국철도기술연구원	책임연구원
	통합코드 편집	표석훈	한국철도기술연구원	선임연구원
개정(2021)		이상현	국가철도공단	부장

자문위원	분야	성명	소속
제정(2011년)	총칙, 공사환경 및 안전관리	고동춘	서현기술단
		김봉섭	국토교통부
	측량 및 지반조사	김기창	현대건설
		한춘득	한국해양과학기술
	토공사	정재민	코오롱건설
	기타공사	최승룡	동부엔지니어링
	구조물 기초공사	권순섭	남광토건
		정현철	에스코아이에스티
	콘크리트공사	고영만	하이콘엔지니어링
		손희중	(주)도화엔지니어링
	구교 및 배수공사	김대상	한국철도기술연구원
		김종수	평산에스아이
	강교 제작 및 가설	오민수	청석엔지니어링
		이희현	CTC
	콘크리트 교량공사	강윤식	선구엔지니어링
		김선곤	현대산업개발
	터널공사	김경호	한진중공업
		김승철	삼성건설
	정거장 공사 운행선 근접공사	모충선	한국철도공사
		최훈주	유신코퍼레이션
개정(2013년)	노반분야	강보순	배재대학교
		권순섭	남광토건
		나상주	서현기술단
		목영진	경희대학교
		배용득	동명기술공단
		신민호	한국철도기술연구원
		교량분야	강형택
	김남일		벽산엔지니어링
	김동희		도화엔지니어링
	김연태		서울과학기술대학교
	박용걸		서울과학기술대학교
	방운석		동부엔지니어링
	배두병		국민대학교
	배용득	동명기술공단	
변형균	BN테크대표		
서석구	서영엔지니어링		
엄영호	동명기술공단		

## 토공사

자문위원	분야	성명	소속	
개정(2013년)	교량분야	정찬묵	우송대학교	
		정휘석	(주)유신	
		조국환	서울과학기술대학교	
		한영철	신성엔지니어링	
	터널분야	김양균	코오롱건설	
		김오경	동부건설	
		양형식	전남대학교	
		이용기	제일엔지니어링	
		이재국	경동기술공사	
		정명근	에스코컨설팅	
		최형빈	하이enc	
		구용회	서영엔지니어링	
	개정(2015년)	노반분야	이진욱	한국철도기술연구원
			황선근	한국철도기술연구원
구용회			서영엔지니어링	
교량분야		배강민	동명기술공단	
		성근열	케이알티씨	
		이승원	경북대학교	
		이재훈	영남대학교	
		유성원	우석대학교	
		최홍식	충청대학교	
터널분야		김삼환	호서대학교	
	김홍문	평화엔지니어링		
방수분야	김영근	한국건설생활환경시험연구원		
	이병덕	도로교통연구원		
	이용종	쌍용양회기술연구소		
개정(2021)	철도계획	이덕영	(주)유신	
	토목구조	최성균	삼안	
	토질및기초	박치면	에스코컨설팅	
	토질및기초	황선근	한국철도기술연구원	

국가건설기준센터및건설기준위원회

<2021>

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	구자안	한국철도공사
구재동	한국건설기술연구원	김명철	동부엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	김병석	한국건설기술연구원
김나은	한국건설기술연구원	김재복	태조엔지니어링
김태송	한국건설기술연구원	김충언	삼현 피에프
김희석	한국건설기술연구원	김행배	(주)동명
류상훈	한국건설기술연구원	박찬민	코비코리아
소병진	한국건설기술연구원	배두병	국민대학교
원훈일	한국건설기술연구원	송종걸	강원대학교
이승환	한국건설기술연구원	엄종욱	케이에스엠기술
이용수	한국건설기술연구원	오명석	서영엔지니어링
이용준	한국건설기술연구원	이동호	케이알티씨
주영경	한국건설기술연구원	이승찬	경남도청
최봉혁	한국건설기술연구원	이진욱	한국철도기술연구원
허원호	한국건설기술연구원	이찬우	한국철도기술연구원
		이호용	이레이앤씨
		정지영	우리이엔지
		정혁상	동양대학교
		최상철	한국건설관리공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
제정(2011년)	박용걸	서울과학기술대학교
	신민호	한국철도기술연구원
	정찬목	우송대학교
	엄영호	동명
	이상희	(주)EDCM
	성배경	일신하이텍
	유성진	동남이엔씨
	김영덕	관동대

토공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
개정(2013년)	권순섭	(주)선구엔지니어링
	나상주	(주) 서현기술단
	황선근	한국철도기술연구원
	차철준	한국시설안전공단
	주영해	한국토지주택공사
	김숙자	계룡시청
	안상로	한국시설안전공단
	유경수	(주)동명기술공단
	김동춘	한국산업안전보건공단
개정(2015년)	이한승	한양대학교
	박의수	희림종합건축
	진상윤	성균관대학교
	성순경	가천대학교
	김승철	(주)한화건설
	김만철	한국철도기술연구원
	이동호	국가철도공단
개정(2021년)	권혁기	국토안전관리원
	김대상	한국철도기술연구원
	김성보	충북대학교
	김연규	(주)도화엔지니어링
	김효승	국가철도공단
	류은영	(주)태암엔지니어링

국토교통부

성명	소속	성명	소속
김민태	국토교통부 철도건설과	문재웅	국토교통부 철도건설과
이상욱	국토교통부 철도건설과		

철도건설공사 전문시방서  
KRACS 47 10 25 : 2021

## 토공사

---

2021년 4월 12일 개정

국토교통부

관련단체 국가철도공단  
34618 대전광역시 동구 중앙로 242 국가철도공단  
☎ 1588-7270  
<http://www.krnetwork.or.kr>

(작성기관) 한국철도기술연구원  
16105 경기도 의왕시 철도박물관로 176 한국철도기술연구원  
☎ 031-460-5000  
<http://www.krri.re.kr>

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