

KCS 11 73 15 : 2020

비탈면녹화

2020년 8월 18일 개정

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

KC CODE



국토교통부



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 건설환경관리 표준시방서, 상수도공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.05)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 73 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.06)
KCS 11 73 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.07)
KCS 11 73 15 : 2020	• 단위 표기 통일 등 건설기준 코드 작성지침에 따 라 개정함	개정 (2020.08)

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

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

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 운반, 보관, 취급	2
2. 자재	2
2.1 재료	2
3. 시공	6
3.1 시공조건확인	6
3.2 시공기준	7
3.3 현장품질관리	13



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 깎기 및 쌓기 등에 의한 건설공사 비탈면이나 침식 등에 의한 자연비탈면에 대하여 인공재료나 식물재료를 이용하여 지표면의 안정과 식물군락의 조성 및 경관보전을 도모하기 위한 비탈면의 녹화공사 일반에 적용한다.
- (2) 비탈면 녹화공사는 원칙적으로 안정한 경사로 시공한 비탈면에 실시한다.
- (3) 비탈면공사 작업 중 또는 완료 후 공사비 산정을 위하여 설계 내용과 다른 경우 수급인은 관련 자료를 첨부하여 공사감독자에게 확인 요청을 하고 발주기관장이 위촉한 암판정위원회 공동조사결과에 의하여 지층경계선을 확정하여 비탈면 녹화공법을 적용하여야 한다.
- (4) 시험시공을 실시할 경우 설계도서에 의한 토질 및 토양조건, 지역조건, 기상조건, 비탈면 경사와 높이, 재료의 품질, 종자 등을 비탈면 녹화공법의 기준에 맞게 정하고, 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가에게 의뢰하여 시공한 후 공사감독자승인을 득하여 공사 시행이 되도록 하여야 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

내용 없음

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 운반, 보관, 취급

1.4.1 자재의 보관

- (1) 종자, 비료 등은 건조하고 서늘한 곳에 보관하여야 하며, 비탈면 보조자재와 보호철물류 및 기타 식생자재는 통풍이 잘되고 비나 눈을 피할 수 있는 곳에 자재별로 구분하여 보관하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 도입식물의 선정

- (1) 도입식물의 선정은 식물의 생육특성과 복원녹화의 목표, 비탈면의 토질과 경사 등 입지 조건을 고려하여 결정하되, 척박지에 잘 자라며 발아가 빠르고 뿌리 발달이 좋은 것으로 종자의 대량 구득이 용이하여야 한다.
- (2) 공법별 적용식물은 녹화복원 목표에 적합하여야 하며 외래종자와 재래종자를 적정 비율로 혼합하되 서로 경합하거나 피압되지 않는 종자배합으로 한다.
- (3) 식물군락을 파종으로 조성하고자 하는 경우 외래종자와 재래 목·초본 종자의 파종량은 환경녹화지역의 구분과 복원목표에 따라 달리 정하되, 수급인이 제출한 종자 배합 계획서에 따라 조정하도록 한다.

2.1.2 식재용 식물

- (1) 식물재료의 명칭은 우리말 관용명을 사용하되 필요한 경우 학명을 병기한다.
- (2) 지정된 규격에 합당한 것으로서 발육이 양호하고 지엽이 치밀하며, 수종별로 고유의 수형을 유지하며, 가급적 대기 중 공해물질을 정화할 수 있는 수목을 우선으로 한다.
- (3) 병충해의 피해나 손상이 없고 건전한 생육상태를 유지하여야 한다. 다만, 병충해의 감염정도가 미미하고 심각한 확산의 우려가 없는 경우에는 적절한 구제조치를 전제로 채택할 수 있다.
- (4) 활착이 용이하도록 미리 이식 또는 단근작업과 뿌리돌림을 실시하여 세근이 발달한 재배품이어야 한다. 포트, 컨테이너 등의 용기 재배품인 경우에는 지정규격에서 10% 범위까지를 기준으로 채택할 수 있다.
- (5) 자연산 굴취수목을 사용하는 경우에는 양호한 뿌리분을 갖추고 수형, 지엽, 등이 표준 이상으로 우량하며, 지정된 분의 크기 이상에 한하여 공사감독자의 승인을 얻어 채택할 수 있다.
- (6) 검사는 재배지에서의 사전검사와 지정장소 반입 후 검사로 구분하여 시행한다. 사전 검사에 합격해도 굴취, 운반 등의 취급이 나쁘거나 굴취 후 장기간이 경과한 것은 지정장소 검사에서 합격품으로 인정하지 아니한다. 다만 경우에 따라서는 재배지에서의 사전검사를 생략할 수 있으며, 야생수목은 굴취 시에 검사하여 사전검사로 대신할 수 있다.

2.1.3 지피류 및 초화류 식재

- (1) 지피류 및 초화류 소재는 종자 및 1년생, 2년생, 숙근류, 구근류 등으로 구분한다.
- (2) 종자의 규격은 중량단위의 수량과 순량을 및 발아율로, 초화류의 규격은 분얼, 포기 등으로 표시한다.
- (3) 종자는 신선하고 병충해가 없으며 잡초의 종자가 혼합되지 않고 발아율이 양호한 것 이어야 한다.
- (4) 지피류 및 초화류는 지정된 규격에 맞아야 하고 줄기, 잎, 꽃눈의 발달이 양호하며, 병충의 피해가 없고 뿌리가 충실하여 흙이 충분히 붙어 있어야 한다.

- (5) 지피류, 초화류, 야생초화류 및 습생초화류는 포트로 재배한 것을 사용하여야 하며 야생채취가 허용된 경우에는 재배품 이상의 품질을 지녀야 한다.
- (6) 분얼규격은 지정 수치의 분얼을 가져야 하며 발육상태는 균일하여야 하고 분얼되어 일정기간 성장한 것이어야 한다.

2.1.4 잔디 및 잔디종자

(1) 잔디

- ① 잔디는 일반잔디와 롤형 잔디로 구분된다. 일반잔디는 자연산 또는 재배잔디로 규격은 가로 0.3 m, 세로 0.3 m, 두께 30 mm의 것을 기준으로 하되, 반입잔디가 소규격인 경우 공사감독자와 협의하여 시공한다. 롤형 잔디는 난지형 잔디 또는 한지형 잔디를 재배한 것으로서 잔디수확기로 떼어내어 롤형태로 말은 잔디로서 규격은 1m² 이상의 것을 사용한다.
- ② 잔디의 품질은 재배품이거나 야생잔디를 채취한 것으로 구비조건은 다음과 같다.
 - 가. 잡초가 없고 지하경이 치밀하게 발달한 것이어야 한다.
 - 나. 잎이 불규칙하거나 잎 끝이 찢어지지 않은 것이어야 한다.
 - 다. 잡초가 섞이지 않고 병충해의 피해가 없는 것이어야 한다.
 - 라. 두께 및 크기가 균일하게 굴취된 것이어야 한다.
 - 마. 장기간 적재에 의해 부패되지 않은 것이어야 한다.
- ③ 현장에 도착된 잔디는 1일 이내에 식재하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 잔디종자

- ① 자생잔디는 국내 자생종 Zoysia 계통과 Poa의 잔디종자를 사용하되 공사감독자와 협의하여 종을 선택한다. 잔디종자는 2년 이내에 채취된 것으로 발아촉진 처리된 것이어야 하며 발아율 6 % 이상, 순량률 98 % 이상이어야 한다.
- ② 도입잔디는 현지의 제반 여건에 따라 공사감독자와 협의하여 종자를 선정하며 발아율 80 % 이상, 순량률 98 % 이상이어야 한다. 혼합종자를 사용할 경우에는 자재조달 계획서를 제출할 때 원산지증명과 품질보증서가 첨부되어야 하고 혼합물은 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- ③ 포복경 또는 지하경
잔디에서 흙을 털어낸 포복경 또는 지하경을 50 mm ~ 100 mm로 자른 것을 사용하되 마르거나 썩지 아니한 것을 사용한다.

2.1.5 초본류 종자 중 재래초종

- (1) 발아율 30 % 이상, 순량률 60 % 이상이어야 한다.

2.1.6 목본류 종자

- (1) 발아율 20 % 이상, 순량률 50 % 이상이어야 한다.

2.1.7 비료

- (1) 복합비료는 농림축산식품부 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하되, 사용종류는 공사감독자의 지시 및 공사시방서에 따른다.
- (2) 조경용 유기질 비료는 퇴비, 부엽토, 부숙왕겨 또는 톱밥 등의 부산물을 완전히 부숙한 부산물 비료로, 악취를 방지하거나 물리적 성상을 변화시키기 위하여 첨가제를 혼합하여 제조할 수 있으며, 유기물 함량이 25 % 이상, 유기물 대 질소의 비가 50 이하가 되어야 한다.

2.1.8 생육기반재

- (1) 유기물 함량이 건물 당 중량비로 5 % 이상, 토양경도가 24 mm 이하, 공극률이 60 % 이상이어야 한다.

2.1.9 식생기반재

- (1) 혼합종자와 비료를 포함하는 유기질 또는 무기질 토양개량제와 흙 또는 유기질이 많은 대용토를 적절히 혼합하여 만든 유기혼합토로 동식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 그 성분배합은 제조업자의 지침에 따른다.

2.1.10 농약

- (1) 농약은 농약관리법 제3조 제1항에 따라 등록된 제조업자의 제조품목 중 병충해의 증상에 적합한 것을 사용하며, 관련 부서와 협의하여 변경 사용할 수 있다.

2.1.11 살충제

- (1) 살충제는 광범위 살충제인 디프수화제를 기본 사용약제로 한다.

2.1.12 차폐수벽공사용 수목

- (1) 교목성으로 차폐특성을 갖춘 수종으로 한다.

2.1.13 식생혈공사

- (1) 소규모 식생분을 사용할 때나 식생혈공사 시 수목을 사용할 때에는 2년 이상 강건하게 육모된 것을 사용한다.

2.1.14 덮기(멀칭)재

- (1) 설계도서 및 공사감독자의 지시에 의한 품질 이상의 것을 사용한다.

2.1.15 식생상

- (1) 인조목, 통나무, 철근콘크리트, 합성수지 등을 사용하되, 각각 한국산업규격 표시품 또는 동등 이상이어야 하고, 식생이 안정적으로 유지되도록 배수를 고려하여 견고하게

제작한다.

2.1.16 각종 자재

(1) 동·식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 제조업체의 제품시방서에 따른다.

2.1.17 침식방지망

(1) 보습, 보온효과가 있고 인장강도가 높아야 하며 종자발아에 유해 되는 물질이나 병충해에 감염되지 않아야 한다.

2.1.18 격자틀 및 블록제품

(1) 접합부가 일체식으로 연결될 수 있어야 하며, 도입식물에 따른 생존조건 이상의 토층 깊이를 확보하여야 한다.

2.1.19 낙석방지망

(1) 내부식성이 있고 조립이 용이하며, 비탈면에서 발생하는 낙석에 견딜 수 있도록 충분한 강도를 가져야 한다.

2.1.20 새집붙이기 재료

(1) 가능한 자연석 및 돌 등을 사용한다.

2.1.21 물

(1) 깨끗한 시냇물이나 상수도 물을 사용하여야 하며, 오염되거나 식물생육에 유해한 물질이 섞여 있는 물을 사용해서는 안된다.

2.1.22 기타재료의 품질

(1) 설계도서 및 공사시방서에 따르며, 이를 변경·조정하고자 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 시행한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 시공 전 검토사항

(1) 토공계획 초기단계부터 비탈면의 안정을 전제로 비탈조형과 녹화계획을 수립하여 경관이 뛰어나고 지속가능하며 유지관리가 쉬운 녹화계획을 수립한다.

(2) 복원녹화목표 설정

① 비탈면의 침식과 세굴을 방지하여 비탈면의 안정과 보호를 도모하는 것을 목표로

한다.

- ② 자연과 조화되는 생태적 천이가 용이하게 이루어져 생태계 회복에 유효하고 주변 식생과 조화되는 식물군락의 조성을 목표로 한다.
- ③ 주변의 토지이용과 산림구조, 비탈면의 토질, 경사, 향 등을 고려하여 키 큰 수림형, 키 낮은 수림형, 초본주도형 군락 중 하나를 목표로 하되, 해당 지역에 적합한 자생식물을 적극 활용한다.

(3) 비탈면의 생육기반안정

- ① 비탈의 토질, 토양, 경사 등이 복원녹화의 목표로 설정된 식물군락의 생육에 적합하지 못하면 다른 표면보호공법으로의 변경을 고려하거나 식물의 생육환경을 개선 혹은 생육기반의 안정이 선행되어야 한다.
- ② 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되거나 붕괴될 우려가 있는 곳은 비탈어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈끝배수구, 암거, 유공관 등의 배수시설을 계획하여야 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 시공

(1) 시공 일반

- ① 녹화공법의 안정성 및 경제성은 물론 선정된 녹화식물의 생육과 식물군락 형성에 가장 적합한 공법을 선정하되, 동일 비탈면에는 동일 공법의 적용을 원칙으로 한다.
- ② 풍화침식으로 지반면과 유리되어 흘러내리거나, 소단분에 퇴적된 토사와 얇게 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.
- ③ 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.
- ④ 비탈면 상·하단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피해 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.
- ⑤ 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.

3.2.2 시공적기 및 부적기

- (1) 일평균 기온이 10℃ ~ 25℃일 때는 식생공사를 위한 최적기이므로 어떤 종류도 가능하다.
- (2) 25℃ 이상일 때에는 고온건조하여 해를 받기 쉬우므로 여름철 시공은 피하도록 한다. 그러나 공기의 형편에 따라 부득이 시공할 경우에는, 건조의 해를 잘 받지 않는 종류가 바람직하다. 즉, 흙쌓기 비탈면에는 줄떼공사, 식생줄떼공사, 식생매트공사가 가능하며, 땅깍기 비탈면에 대해서는 식생대공사, 부분객토식생공사, 식생매트공사 등이

사용될 수 있다.

- (3) 10 ℃ 이하에서는 동상에 의한 건조의 위험과 붕락 등을 일으키기 쉬우므로 동절기의 시공은 피하여야 한다. 그러나 공기의 형편상 부득이 시공할 경우에는 씨앗의 탈락이 적은 식생매트공사 등이 사용될 수 있다.
- (4) 때붙이기공사의 시공시기는 동절기(12월 ~ 2월)를 제외하고 연중 가능하며 3월 ~ 4월 및 10월 ~ 11월이 적기이다. 씨앗과중은 초여름(5월 ~ 6월)이 적기이나 4월 ~ 9월까지 가능하다.

3.2.3 생육기반 조성

(1) 면정리 및 고르기

① 토사지반의 면정리 및 고르기

가. 풍화침식으로 지반면과 유리되어 흘러내리거나, 소단부에 퇴적된 토사와 알갱이 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.

나. 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.

다. 비탈면 상·하단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피해 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.

라. 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.

② 암반의 면정리 및 고르기

가. 면정리 및 고르기는 토목시공면을 고려하되 주변 자연환경과 조화되는 녹화를 위하여 매끈하게 정리하지 않고 굴곡 있는 암반을 조성한다.

나. 깎기, 밧과 등에 의한 뜬돌 등을 제거한다. 단, 여러 규격의 파쇄된 돌들이 자연스럽게 쌓여서 안정되어 있을 때에는 예외로 한다.

(2) 비탈면 배수공사

① 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되어 유출되거나 붕괴의 우려가 있는 곳에서는 비탈어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈끝배수구, 암거 유공관, 배수관 설치 등의 배수시설을 설계도서에 따라 설치한다.

② 소단부는 암반비탈면이라도 생육기반재가 침식되지 않도록 횡단기울기를 두거나 배수구를 설치한다.

③ 습한 상태의 비탈면은 생육기반이 항상 흡수 포화되어 병충해 발생이 우려되고, 식물생육이 곤란하므로 종·횡단 배수구 및 배수매트, 배수망, 배수관 등을 설치하여 집수처리 한다.

④ 용수의 처리는 설계도서에 의해 지표면배수공을 설치하여야 하며, 비탈면녹화공사를 하기 위해서는 생육기반과 분리된 배수층을 조성한다.

⑤ 배수시설의 설치는 토목공사 표준일반시방서 해당 항목 및 공사시방서에 따른다.

- ⑥ 상부지반의 표면수가 비탈면으로 유입되지 않도록 산마루 측구의 형상과 위치를 정한다.
- (3) 비탈면녹화 기초
- ① 훼손된 비탈면의 생태적, 경관적 복원 및 보전을 위하여 지속적으로 식물생육이 건강하게 이루어질 수 있는 안정적인 생육환경을 조성하여야 한다.
- ② 비탈면 보강용 심박기
- 가. 비탈면에 생육기반재의 안정된 부착을 도모하기 위해 말뚝, 철근 등의 비탈심을 3개/m² ~ 4개/m² 정도로 비탈면에 연직방향으로 충분히 깊이 박아야 한다.
- 나. 비탈면에 암반이 있을 경우 암반의 절리방향 및 경사를 조사한 후 심박기 각도를 조정하여 설치하여야 한다.
- ③ 비탈면 침식방지망
- 가. 침식방지망을 사용하여 비탈면의 지표면침식방지와 종자유실방지를 통해, 발아 촉진과 활착이 되도록 시공한다.
- 나. 종자 뿔어붙이기를 시공한 뒤에 시공 비탈면 위에서 아래로 굴러 비탈면모양대로 자연스럽게 펼치도록 하고, 방지망이 팽팽해지지 않도록 주의하여 지표면과 완전히 밀착되도록 한다. 또한, 방지망은 0.1m ~ 0.2m 정도 겹치게 설치하며, 횡으로 고정 줄을 설치하고, 1m² 당 1개 이상의 고정핀을 박아서 고정한다.
- ④ 비탈면보호용 격자블록
- 가. 소형의 수로를 격자상으로 구획하여 지표수를 분산집배수함으로써 지표면 침식을 억제하고 공사 전 채집된 표토 및 생육기반재를 채워 녹화되도록 시공한다.
- 나. 격자블록을 설치할 때에는 비탈면을 평활하게 고른 다음 격자블록을 올바르게 맞물리도록 설치하여 미끄러져 내리지 않도록 올려 붙여야 한다.
- 다. 격자의 교점부분에 활동막이를 사용할 때에는 활동막이가 격자와 충분히 고정되도록 한다.
- 라. 격자내에 식재하기 위해서는 도입식물의 원활한 생육을 위하여 채집표토를 채워서 충분히 다진 후 식재하며, 채집표토가 없을 때에는 생육기반재를 채워주도록 한다.
- ⑤ 낙석방지망덮기
- 가. 비탈면에 불안정한 암괴나 돌 등이 낙석이 되어도 비탈면과 망사이로 미끄러지도록 하거나, 뜬 돌을 눌러주어 식물의 생육기반이 보전되도록 시공한다.
- 나. 암비탈면의 굴곡부에 가능한 한 밀착시켜 침식층의 퇴적이 이루어지도록 한다.
- 다. 식생녹화토 뿔어붙이기와 병행할 때에는 녹화토를 충분히 지탱할 수 있는 깊이로 고정핀 등을 박아야 한다.
- 라. 고정핀과 종·횡의 고정줄은 충분히 설치하고 고정한다.
- ⑥ 편책

가. 암반비탈면 소단부 등에 수목의 원활한 생육이 가능한 선상의 편책을 설치하고 표토 및 생육기반재를 채워 녹화되도록 시공한다.

나. 토양수분의 충분한 저장 및 배수가 용이하도록 설치한다.

⑦ 콘크리트 힘줄박기

가. 현장타설 콘크리트격자를 만들어 급경사 비탈면의 표층부 붕락을 방지하고 식물의 생육기반을 조성할 수 있도록 한다.

나. 비탈면의 조건에 따라 생육기반재의 채움깊이를 충분히 확보하여 도입식물에 의해 콘크리트면이 은폐되도록 시공한다.

⑧ 돌망태

가. 돌망태에 사용하는 철선은 아연도철선, 합성수지피복철선 및 알루미늄 도금철선이 있다.

나. 돌망태 채움재는 지름이 망눈의 최대지수보다 크고 250 mm 보다 작은 돌로서 입도가 양호하고 견고하며, 내구성이 좋아야한다.

다. 기초지반을 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 시공한다.

⑨ 기타 비탈면보호공

가. 비탈면의 지표면안정 및 보호가 되도록 시공하되 경관적 관점에서 조형적으로 시공하여야 한다.

나. 인조암붙이기는 각 기본단위가 서로 견고하게 조립하며, 원지반에도 견고히 지지하고, 조립이음부분은 제품의 바위색과 동일한 색상재료로 빠짐없이 채워 방수를 도모한다.

다. 모르타르 및 콘크리트 뿔어붙이기에는 시공면에 요철을 주어 자연미가 살아나도록하며, 10 m² 당 1개소 이상의 식생혈이 가능하도록 한다.

라. 새집붙이기 등의 식재공을 병용하기 위해서 충분한 깊이의 식혈을 확보하고, 양질의 생육기반재를 투입하여 식생의 활착을 도모한다.

마. 이암 등 불량한 비탈면에 대해서는 전문가의 자문을 거쳐 식생 및 구조물을 보호하고 암석풍화를 저감시킬 수 있는 조치를 취한다.

3.2.4 비탈면 녹화

(1) 비탈면 잔디식재

① 잔디생육에 적합한 토양의 비탈면경사가 1:1보다 완만할 때에는 비탈면을 일시에 녹화하기 위해서 흙이 붙어 있는 재배된 잔디를 사용하여 붙인다.

② 비탈면 전면(평폐) 붙이기는 줄눈을 틈새 없이 붙이고 십자줄이 형성되지 않도록 어긋나게 붙이며, 잔디 소요면적은 비탈면면적과 동일하게 적용한다.

③ 비탈면 줄떼다지기는 잔디폭이 10 cm 이상 되도록 하고, 비탈면에 10 cm 이내 간격으로 수평골을 파서 수평으로 심고 다짐을 철저히 한다.

④ 선떼붙이기는 비탈면에 일정 높이마다 수평으로 단끊기 후 되메우기한 앞면에 떼

를 세워 붙이되 흠층에 완전히 밀착되도록 달구판으로 다지기를 잘하고 줄눈이 수평이 되도록 시공하며 침하율을 감안하여 계획높이보다 덧쌓기를 하고, 부위별 때의 규격은 설계도서 및 공사감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 정한다.

- ⑤ 잔디고정은 때꽃이를 사용하여 잔디 1매당 2개 이상 견실하게 고정하며, 시공 후에는 모래나 흙으로 잔디붙임면을 얇게 덮은 후 달구판으로 고루 두들겨 다져준다.
- ⑥ 잔디판붙이기는 비탈면의 침식방지 및 활착이 용이하도록 잔디판을 비탈면에 밀착·고정한다.

(2) 종자뿌어붙이기

- ① 종자뿌어붙이기의 적용범위는 토사구간으로 하며, 리핑암구간 일부에도 비탈면을 보호하기 위하여 적용한다.
- ② 시공시기는 동절기(11월 ~ 2월)를 제외하고 연중시행 가능하나 보통 3월 ~ 6월, 8월 ~ 10월에 시행한다.
- ③ 종자뿌어붙이기를 적용할 비탈면은 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 하여야 한다.
- ④ 파종면이 건조한 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사물의 침투를 용이하게 하기 위하여 $1\text{L}/\text{m}^2 \sim 3\text{L}/\text{m}^2$ 의 물을 미리 살포한다.
- ⑤ 1m^2 당 소요되는 자재(초본류의 종자, 복합비료, 펄프 또는 화이버, 합성접착제, 색소 등)를 4L의 물에 혼합하여 살포기계를 이용, 뿌어붙이는 것을 표준으로 하며, 뿌어붙이기 후 섬유류(펄프 또는 화이버)가 비탈면 전체에 골고루 피복되어 있어야 한다.
- ⑥ 종자착지가 어려운 부분은 공사감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 적정간격으로 수평 또는 경사지게 골을 파고 시공한다.
- ⑦ 종자가 비탈면 한쪽에 치우치지 않도록 종자살포기 탱크안의 종자를 잘 섞어서 균일하게 분사한다.
- ⑧ 파종 후 침식이 우려될 때에는 비닐 등 피복재를 전면에 덮도록 하여 바람에 날리지 않도록 잘 고정한다.
- ⑨ 파종 3개월 이내에 60% 이상 발아가 되지 않거나, 일부만 발아되었을 때에는 재파종한다. 단, 10월 이후 시공할 때에는 익년 6월 초순 이전에 재파종을 결정한다.

(3) 식생혈(종자혈)

- ① 비탈면에 일정한 간격으로 구멍을 파고 식생을 도입하여 녹화되도록 시공한다.
- ② 구멍의 밑바닥에 완숙된 퇴비나 복합비료를 넣어야 하고, 그 위에 생육기반재를 충전하며 구멍의 상부에 종자를 넣고 복토한다.
- ③ 식혈지는 선정된 수목의 생육에 적합한 깊이를 확보하여야 한다.

(4) 식생판(식생반, 종자판)

- ① 생육기반재를 판상으로 만들어 표면에 종자를 붙여 놓고 비탈면의 수평구 속에 깔아 붙여 일시에 녹화되도록 시공한다.
- ② 식생판을 지반에 고정하기 위하여 때꽃이 2개 이상을 사용하고, 필요시 새끼 등을 띄워 고정한다.

- ③ 비탈면의 상부부터 순차적으로 하향하여 수평구에 배열한다.
 - ④ 식생판 부착 시 지반과 틈이 생기지 않도록 생육기반재를 채워서 밀착시킨다.
- (5) 식생대(종자대)
- ① 띠모양의 일정규격 식생대에 종자와 비료 등을 부착시켜 비탈면에 일정한 간격으로 설치하여 녹화되도록 시공한다.
 - ② 식생기지가 지표면보다 약간 나오도록 하고, 종자가 표면의 내측에 위치하도록 놓는다.
- (6) 식생자루(종자자루)
- ① 생육기반 및 종자를 자루에 담아 비탈면에 판 수평구속에 넣어 붙여 일시적으로 녹화되도록 시공한다.
 - ② 자루를 넣을 구멍은 규정된 깊이로 파고, 알아서 자루가 떠오르지 않도록 하며, 틈 사이는 흙으로 채우고 자루 밑에 고품비료를 시비한다.
 - ③ 자루의 고정을 위해 경질제, 염화비닐 U철선(길이 25 cm) 등의 띠꽂이, 혹은 맹아력, 발근력이 좋은 목본류의 가지로 된 띠꽂이를 1자루에 1본 ~ 2본을 사용한다.
- (7) 식생매트(종자매트)
- ① 면상의 매트에 종자를 붙여 비탈면에 포설, 부착하여 일시적인 조기녹화를 도모하도록 시공한다.
 - ② 비탈면을 평평하게 끝손질한 후 띠꽂이 등을 꽂아 주어 떠오르거나 바람에 날리지 않도록 밀착한다.
 - ③ 비탈면 상부 0.2 m 이상을 흙으로 덮고 단부를 흙 속에 묻어 넣어 비탈면 어깨로부터 물의 침투를 방지한다.
 - ④ 긴 매트류로 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔고, 흙쌓기 비탈면을 다지고 붙일 때에는 수평으로 깔며, 양단을 50 mm 이상 중첩한다.
- (8) 식생기반재 뿔어붙이기(종비토 뿔어붙이기)
- ① 식물의 자연생육이 곤란한 비탈면에 일정한 품질로 제조된 생육기반재에 종자를 섞어 조기에 경관적인 녹화와 생태적 복원 및 보전을 도모하도록 시공한다.
 - ② 비탈면이 특히 건조하거나 이물질이 붙어 있을 때에는 살수를 시행한 후 시공한다.
 - ③ 분사붙이기를 할 때에는 설계도서에 의해 시공 전 재료배합관리실험을 반드시 실시한다.
 - ④ 암반비탈면을 시공할 때에는 전면피복녹화를 지양하고 균열과 요철에 따른 자연스런 부분녹화를 시행하여 주변식생과 조화를 이룰 수 있도록 한다.
 - ⑤ 암반의 균열간격이 클수록 시공두께를 두껍게 조절한다.
 - ⑥ 암반의 돌출부 및 수직, 역경사비탈면은 녹화시공을 지양하고 움푹 파인 곳을 집중적으로 시공한다.
 - ⑦ 식생기반재의 뿔어붙이기 두께는 얇은 식생기반재와 두꺼운 식생기반재 뿔어붙이기로 구분한다. 식생기반재의 뿔어붙이기 두께는 일반적으로 암각기면의 구배 및 배양토 성질에 따라 상이하나 건식에 의한 두꺼운 식생기반재를 뿔어붙이는 경우

보통 1:0.5 전후하여 두께는 0.1 m ~ 0.15 m를 기준으로 하되, 압질 및 발과면의 절리방향 등에 따라 증감하여 시공할 수 있다.

- ⑧ 건식 식생기반재 뿔어붙이기를 할 때는 뿔어붙이기면과 노즐을 1 m 이상 떨어진 곳에서 뿔어붙이기를 하고, 비탈면 상부에서 하부로 진행하여야 하며, 뿔어붙이기 최소 두께는 설계두께의 80 % 이상이어야 한다.
 - ⑨ 면정리가 완료된 상태에서 부착망은 낙석을 방지하고, 특수배양토의 부착을 용이 하도록 설치하되 앵커핀, 철망, 철선, 착지핀 등을 이용하여 결속 작업을 견고하게 하여야 한다.
 - ⑩ 시공 후 검사는 500 m² 당 1개소 이상의 측정구를 설치하여 조사하며, 측정이 곤란할 경우에는 시공투입량으로 대신할 수 있다.
 - ⑪ 생육판정은 피복률과 성립본수로 하되 피복률은 경사도 및 종자배합에 따라 조정하여야 하며, 55° 이상은 60 % 이상, 45° ~ 55° 는 80 % 이상, 45° 미만은 100 %로 하고, 목본류를 배합할 때에는 각 기준에 70 %를 적용한다. 또한, 성립본수는 초본류만 배합할 때에는 300 본/m² 이상으로 하며, 목본류를 배합할 때에는 초본류와 목본류의 합계가 200 본/m² 이상으로 한다.
 - ⑫ 생육판정시기는 시공 후 180일 후를 기준으로 하는 것을 원칙으로 하되 목본종 위주로 녹화한 경우 잠재발아를 고려하여 기준의 70 %를 적용하여 판단하고, 10월 이후에 시공할 때에는 익년 6월 ~ 7월 초순으로 한다.
- (9) 거적덮기공법
- ① 비탈면 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 한다.
 - ② 종자뿔어붙이기를 실시 후 그 위에 벧짚으로 짠 거적을 비탈면 전체에 균일하게 덮는 공법과 식생용지에 종자와 비료를 접착시킨 후 벧짚을 입힌 제품을 비탈면 전체에 덮는 공법이 있다.
 - ③ 벧짚 거적이 바람에 날리지 않도록 고정핀으로 고정하고 설계도서에 의거 적용한다.
 - ④ 벧짚 거적을 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔면서 양단이 50 mm 이상 중첩되게 한다.

3.3 현장품질관리

3.3.1 비탈면의 유지관리

(1) 적용범위

비탈면에 도입된 식물을 지속적으로 건강하게 생육시켜 복원목표에 조속히 접근시킴으로써 주변식생과 조화되는 생태적 경관을 완성시키기 위한 식생관리에 적용한다.

(2) 재료일반

- ① 멀칭재는 설계도서 및 공사감독자의 지시에 의한 품질이상의 것을 사용한다.
- ② 비료는 농촌진흥청 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하되, 사용종류는 공사시방서 및 공사감독자의 지시에 따른다.

(3) 시공일반

- ① 비탈면녹화공사는 비탈면 조건 및 지역, 기후상황에 따라 설계도서에 의해 멀칭 및 관수, 시비 등을 준공시점까지 시행하여야 한다.
- ② 지역적 특성 및 복원목표에 따라 설계도서 또는 공사감독자의 지시에 따라 풀베기 등을 시행할 수 있다.
- ③ 복원목표에 따라 별도의 식생관리계획 및 공사감독자 지시에 따라 추가 보식을 시행할 수 있다.
- ④ 식생천이를 고려한 유지관리를 실시하여야 한다.
- ⑤ 풀베기는 필요부분만 시행하고, 천이를 진행시켜 수림화시킴으로써 식생의 다양성을 증진시키고 동물서식지로의 다양한 식생층을 확보하도록 한다.
- ⑥ 광범위한 풀베기보다는 일부분을 남겨 소형동물의 피난처를 제공한다.
- ⑦ 풀베기는 시기별로 중복되지 않도록 하여 곤충들의 생활에 피해를 최소화하여야 한다.
- ⑧ 겨울철 풀베기는 곤충의 월동에 영향을 미치지 않도록 자제하며 지역과 대상종에 따라 곤충의 산란기와 유충기, 가수면기 등에는 풀베기를 피한다.
- ⑨ 낙엽 등의 부엽토는 토양 생태계를 활성화시키고 토양을 건강하게 하므로 유효하게 이용한다.
- ⑩ 광범위한 제초제의 사용은 자제하고 물리적인 풀베기를 시행하는 것이 바람직하다.

집필위원

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

자문위원

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

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

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

중앙건설기술심의위원회

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

국토교통부

성명	소속	성명	소속
박명주	기술혁신과	양성모	기술혁신과
유진욱	기술혁신과		

KCS 11 73 15 : 2020

비탈면 녹화

2020년 8월 18일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

관련단체 한국시설안전공단

52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)

Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr

<http://www.kistec.or.kr>

작성기관 한국시설안전공단

52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)

Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr

<http://www.kistec.or.kr>

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

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