

KCS 51 60 10 : 2023

하천 호안

2023년 9월 1일 개정

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

KC CODE



환경부



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 코드로 통합 정비한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
하천공사 표준시방서	• 하천공사 표준시방서 제정	제정 (1980.7)
하천공사 표준시방서	• 시공방법과 신자재 등에 관한 내용 추가 및 하천 환경관리시설분야의 내용 신설	개정 (1994.7)
하천공사 표준시방서	• 시공기법과 신자재 등에 관한 사항 추가 및 공통 공사, 하상정리공사, 환경친화적인 자연형하천 공사 등의 내용 신설	개정 (1999.1)
하천공사 표준시방서	• 각종 법령, 기준, 고시 등의 개정사항 적용 및 국내외 시공기법, 신재료, 환경친화적 자연형하천공사 시공과 유지관리 보완	개정 (2007.12)
KCS 51 60 10 : 2016	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 "건설공사기준 코드체계"전환에 따른 건설기준을 코드로 정비	제정 (2016.6)
KCS 51 60 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정	개정 (2018.7)
KCS 51 60 10 : 2023	• 국가건설기준 코드 작성 지침에 따라 개정함.	개정 (2023.9)

제 정 : 1980년 7월

개 정 : 2023년 9월 1일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 환경부 하천계획과

관련단체 : 한국수자원학회, 한국하천협회

작성기관 : 한국하천협회

- 이 기준에 대하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일자를 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고기준	1
1.2.1 관련법규	1
1.2.2 관련기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	2
1.5 공사기록서류	2
2. 자재	2
2.1 재료	2
2.1.1 밀다짐공사	2
2.1.2 비탈멈춤공사	10
2.1.3 비탈덮기공사	10
2.2 자재품질관리	11
3. 시공	12
3.1 시공기준	12
3.1.1 밀다짐공사	12
3.1.2 비탈멈춤공사	15
3.1.3 비탈덮기공사	18

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 밑다짐, 비탈멈춤, 비탈덮기 등을 포함하는 하천 호안 공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련법규

- 건설기술 진흥법 시행규칙
- 수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률
- 자연재해대책법
- 지속가능한 기반시설관리기본법
- 하천법

1.2.2 관련기준

- KDS 11 70 00 비탈면 설계기준
- KDS 51 00 00 하천설계기준
- KCS 34 50 05 조경공사 표준시방서
- KCS 51 70 20 하천 복원공간 및 시설
- KS F 1519 목재의 제재 치수
- KS F 2518 석재의 흡수율 및 비중 시험 방법
- KS F 2519 석재의 압축강도 시험 방법
- KS K 0210 섬유 제품의 혼용률 시험 방법~섬유혼용률
- KS K 0514 천의 질량 측정 방법: 작은 시험편법
- KS K 0520 텍스타일(천의인장성질) 인장강도 및 신도측정: 그레브법
- KS K 0706 천의 내후도 시험법(가속 내후 시험법)
- KS K 0743 지오텍스타일의 절단강도 및 신도 시험방법(그레브법)
- KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험 방법
- KS F 4208 콘크리트 널말뚝
- 비탈면 녹화설계 및 시공지침(국토교통부, 2009)

1.3 용어의 정의

- 호안(revetment) : 유수가 하안의 침식, 붕괴를 일으키는 장소에 횡방향 침식을 방지하기 위하여 하안에 따라 유수 방향으로 설치된 시설
- 밑다짐(foot compaction) : 비탈멈춤 앞쪽 하상에 설치하여 하상세굴을 방지하고 기초와 비탈덮기를 보호하기 위하여 설치하는 것
- 바닥다짐용 매트(foot protection mat) : 유수에 의한 기초지반의 유실과 세굴을 방지하기 위하여 포설하는 매트
- 필터용 매트(filter mat) : 침출수는 배수하고 토립자가 흡출하는 것은 방지하기 위해 설

치하는 매트

- 비탈멈춤(lower-slope retaining) : 비탈덮기를 지지하고 침하, 세굴 등을 막기 위해 비탈덮기 밑부분에 설치하는 시설물
- 기초 잡석(foundation rubble) : 비탈멈춤공의 침하를 방지하고, 비탈멈춤공 설치면을 정연하게 하기 위하여 비탈멈춤공 콘크리트 하부에 부설하는 잡석
- 채움재(backfill material) : 비탈멈춤공 설치 후 비탈멈춤공의 안정을 도모키 위하여 비탈멈춤공 블록의 틈새에 채우는 자갈
- 비탈덮기(slope cover) : 유수, 유목 등에 대해 제방 또는 하안의 비탈면을 보호하기 위해 비탈면에 설치하는 시설물
- 비탈머리 보호공(protection for top of slope) : 호안 비탈머리에 설치하여 유수로부터 보호하기 위한 시설
- 턱 공(end sill) : 비탈면의 안정 또는 수방 활동의 편의를 위해 비탈면 중간에 수평으로 단(턱)을 설치하는 시설
- 뒷채움 사석(backfill riprap) : 비탈덮기공(호안블록, 전석쌓기, 돌쌓기, 돌붙임 등) 배면에 사용하는 크기 직경 약 50 mm~150 mm 정도인 조약돌로 배수 또는 필터 역할을 하는 사석
- 마감공(descend slope toe) : 비탈덮기의 상하류 끝부분에 설치하여 비탈면 호안을 보호하는 시설

1.4 제출물

- (1) 건설업자가 수행할 모든 시험에 대한 시험보고서를 제출해야 하며, 시험보고서는 해당시험 기술자가 서명과 날인을 하여야 한다.
- (2) 수급인은 현장에 반입된 모든 호안 밑다짐 재료의 종류와 수량 및 시험성과표와 확인서 등을 기재한 서류를 제출하여야 한다.
- (3) 수급인은 지반조건과 매트리스의 설치 목적에 가장 적합한 재질과 규격의 매트를 선정하여, 그 제품 목록과 견본 및 시험 성과표를 사전에 승인을 받아야 하며 현장에 반입된 매트리스제품은 해당 KS규격에 합치한다는 것을 증명하는 제품증명서나 시험 보고서 또는 유사한 확인서를 제출하여야 한다.

1.5 공사기록서류

- (1) 수급인은 선정된 비탈덮기 재료의 표본시료를 제출하여야 한다.
- (2) 건설업자가 수행할 모든 시험에 대한 시험보고서를 제출해야 하며, 시험보고서는 해당시험 기술자가 서명과 날인을 하여야 한다.
- (3) 현장에서 반입된 모든 비탈덮기 재료의 종류와 수량을 기재한 서류를 제출하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 밑다짐공사

(1) 방틀공사

- ① 방틀공사에 사용되는 목재는 KCS 34 50 15(2.1.2)을 따른다.
- ② 목재는 균열, 부패 등이 없어야 하며 대기 중에서 내구력이 있고 용도에 적합한 강도의 품질을 갖춘 것을 사용하여야 한다.
- ③ 휨응력을 받는 부분은 특히 균열 등의 흠이 없는 재료를 사용하여 구조적인 결함이 없도록 하여야 한다.
- ④ 방틀에 사용되는 목재의 제재치수는 도면의 표기에 의하며 그 규격은 KS F 1519에 따른다.
- ⑤ 볼트, 너트는 내식성 자재를 사용하여야 한다.
- ⑥ 방부처리한 목재는 충분히 건조한 후 사용하여야 한다.
- ⑦ 목재의 외형에 구조적 결함을 유발하는 갈라짐 등이 없어야 하며 볼트 구멍의 가공부위에 균열이 없어야 한다.

(2) 돌망태(타원형, 이불형, 매트리스형, 계비온 웅벽)

- ① 돌망태의 품질은 한국철망공업협동조합의 단체표준인 SPS-D KWNC-004-0702에 따른다.
- ② 돌망태 속에 사용되는 돌의 조건과 채움량 기준은 다음과 같다(표 2.1-1 및 그림 2.1-1 참조).
가. 채움돌의 크기는 망눈의 최소 치수보다 크고 망태 최소직경 또는 두께의 1/2보다 작은 것을 사용한다.

나. 돌의 재질은 비중이 2.5 이상이어야 한다.

다. 돌의 형상은 평평하거나 가늘어서는 안 된다.

라. 돌망태에 사용하는 돌은 견고하고 내구적인 것을 사용해야 하며 승인된 골재원에서 채취한 것으로 가.의 범위 내에서 입도를 적당히 조절하여야 한다.

표 2.1-1 돌망태별 돌채움량(m³ / m²)

종류	돌망태 종류별 돌채움량 (m ³ / m ²)															
	규격(cm)		20	30	32	40	42	45	48	50	55	60	64	70	80	90
원형							0.29		0.32	0.36	0.39					
반원형							0.26		0.30	0.33	0.38		0.47	0.55	0.62	0.69
타원형				0.27			0.30		0.34	-	0.41		0.48	0.55	0.62	0.69
이불형			0.31	0.38	0.40			0.46	0.48		0.58	0.61				
매트리스형	0.20	0.30		0.40					0.50		0.60					

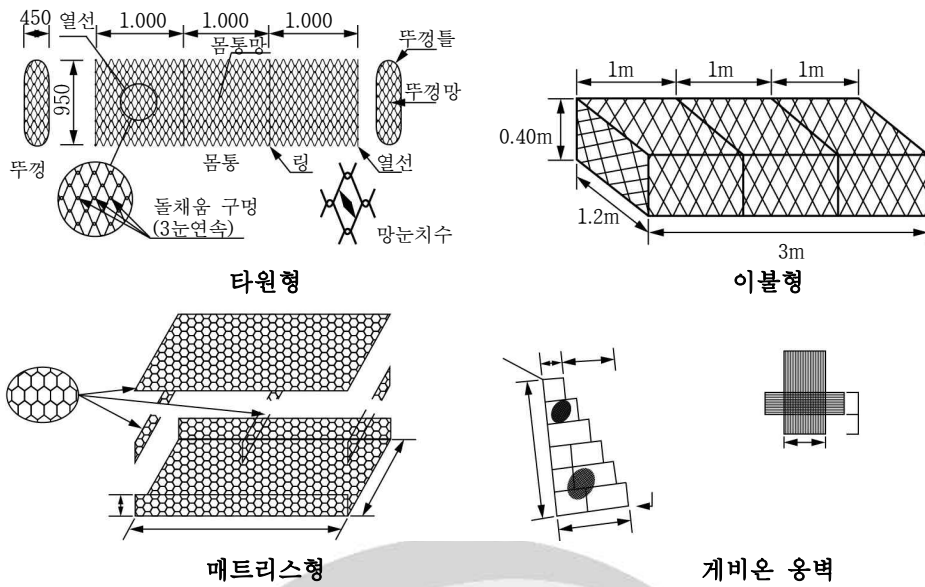


그림 2.1-1 돌망태 종류

③ 돌망태의 철선

가. 돌망태에 사용하는 철선은 장기적 내구성 확보를 위한 방청처리방법에 따라 크게 3가지로 구분하며, 표 2.1-2과 같다. 철선을 설치하고자 하는 현장을 환경에 따라서 적합한 것을 선택하며, 그 내용은 다음과 같다.

(가) 아연도금

㉔ 가장 보편적으로 사용하는 방청방법이며, 산성도(pH) 7~10범위에서 안정하며, 이 범위를 벗어나면 합성수지 피복망을 적용한다.

(나) 아연~알루미늄도금

㉕ 95%의 아연과 5% 정도의 알루미늄으로 도금 방청하는 방법이며, 순수 아연도금 철망보다 약 1.5~4배 정도 내구성이 높다.

(다) 아연도금~합성수지 피복

㉖ 부식에 대한 저항성이 가장 높으며, 매우 열악한 환경조건에 적용한다. 염분이 많은 소금물이나 pH가 7~10범위를 초과한 경우에도 사용이 가능하다. 동절기 제설작업에 사용하는 염화칼슘에 장시간 노출되는 지역에도 사용이 가능하다.

표 2.1-2 돌망태의 철선

주 재료	종류
아연도철선	원형, 타원형, 사각형
합성수지 피복 철선	
알루미늄 도금 철선	

(3) 석재

① 수급인은 석재 확보 계획서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

- ② 석재는 그 용도에 적합한 강도의 내구성을 가지고 있는 양질의 것으로 풍화하여 변색하거나 변질하는 광물 등을 포함해서는 안 된다.
- ③ 석재는 암석의 종류, 형상, 물리적 성질에 따라 분류하며 용도에 적합하도록 선택하여 사용하여야 한다.
- ④ 석재는 가는 금, 떨어짐 및 흠집 등의 결함이 없어야 한다. 석재는 화강암류, 안산암류, 현무암류 등으로 KS F 2519 에 따라 평가된 압축강도 50 MPa이상이고, KS F 2518 에 따라 평가된 흡수율은 5 % 이하이며 비중은 약 2.5 이상이어야 한다.
- ⑤ 수급인은 반입 석재의 압축강도, 흡수율 등의 시험을 실시하여야 한다.
- ⑥ 수급인은 현장에 반입된 석재에 대하여 구비요건에 부합되는지 공사감독자의 검수를 받아야 한다.
- ⑦ 공사에 사용할 석재는 얇지 않고 가늘고 길지 않으며, 풍화 또는 동결현상으로 인해 부서질 우려가 없는 것이어야 한다.
- ⑧ 석재는 원석(모암)에서 파쇄된 것으로 부설 후 석재 상호간의 조립율이 양호한 것이어야 한다.
- ⑨ 돌 재료의 분류는 다음을 기준으로 한다.
 - 가. 모암(母岩)
 - (가) 석산에 자연상태로 있는 암
 - 나. 원석(原石)
 - (가) 모암에서 1차 파쇄된 암석
 - 다. 건설공사용 석재
 - (가) 용도에 적합한 강도를 갖고 균열이나 결점이 없고 질이 좋은 치밀한 것이며, 풍화나 동결의 해를 받지 않는 것
 - 라. 다듬돌(切石)
 - (가) 각석(角石) 또는 주석(柱石)과 같이 일정한 규격으로 다듬어진 것
 - 마. 막다듬돌(荒切石)
 - (가) 다듬돌의 규격 치수로 가공을 하기 위해 필요한 여분의 치수를 가진 돌
 - 바. 견치돌(間知石)
 - (가) 형상은 재두각추체(裁頭角錐體)에 가깝고 전면은 거의 평면을 이루며 대략 정사각형으로서 뒷길이, 접측면의 폭(合端), 뒷면(後面) 등이 규격화 된 돌. 4방락(四方落) 또는 2방락(二方落)의 것이 있으며 접측면의 폭은 전면 1변의 길이의 1/10 이상으로 접측면의 길이는 1변의 평균 길이의 1/2 이상인 돌
 - 사. 깎돌(割石)
 - (가) 견치돌에 준한 재두방추형(裁頭方錐形)으로서 견치돌보다 치수가 불규칙하고 일반적으로 뒷면이 없는 돌로서 접측면이 폭과 길이는 각각 전면의 일변의 평균길이의 약 1/20 과 1/3 이 되는 돌
 - 아. 깎잡석(雜割石)
 - (가) 원석을 깎 돌로서 전면의 변의 평균 길이는 뒷길이의 약 2/3 되는 돌

자. 사석(捨石)

(가) 막 깬돌 중에서 유수에 견딜 수 있는 중량을 가진 큰 돌

차. 잡석(雜石)

(가) 지름 10 cm ~ 30 cm 정도로 크고 작은 크기로 섞여 있으며 형상이 고르지 못한 돌

카. 전석(轉石)

(가) 1개의 크기가 0.5 m³ 이상 되는 석괴

타. 야면석(野面石)

(가) 표면을 가공하지 않은 것으로 운반과 공사용으로 사용이 가능한 비교적 큰 석괴

파. 호박돌(玉石)

(가) 호박형의 천연석으로서 가공하지 않은 지름 18 cm 이상 크기의 돌

하. 부순돌(碎石)

(가) 잡석을 지름 0.5 cm ~ 10 cm 정도의 자갈 크기로 작게 깬 돌

가. 조약돌(栗石)

(가) 가공하지 않은 천연석으로서 10 cm ~ 20 cm 정도의 계란형의 돌

냐. 자갈(砂利)

(가) 천연석으로서 굵은자갈보다 알이 작고 지름 0.5 cm ~ 7.5 cm 정도의 둥근 돌

다. 굵은자갈(大砂利)

(가) 가공하지 않은 천연석으로서 지름 7.5 cm ~ 20 cm 정도의 돌

라. 력(礫)

(가) 천연적인 굵은 자갈과 작은 자갈이 고루고루 섞여져 있는 상태의 돌

마. 굵은모래(粗砂)

(가) 천연산으로서 지름 0.25 mm ~ 2 mm 정도의 알맹이의 돌

바. 잔모래(細砂)

(가) 천연산으로서 지름 0.005 mm ~ 0.25 mm 정도의 알맹이의 돌

샤. 돌가루(石粉)

(가) 돌을 부수어 가루로 만든 것

야. 고로슬래그 부순돌

(가) 제철소의 선철(銑鐵) 제조과정에서 나오는 고로슬래그를 0 mm ~ 40 mm로 파쇄 가공한 돌

자. 천연석

(가) 하천 또는 지표·지중에 분포하는 각이 없는 둥근 돌

차. 석산돌

(가) 모암을 발파하여 발생한 모가 있는 돌

⑩ 재료의 단위중량은 입경, 습윤도 등에 따라 달라지므로 시험에 의하여 결정해야 하며, 일반적인 단위중량은 표 2.1-3과 같다.

⑪ 호안 및 바닥보호용의 표면에 사용하는 석재 중 예리한 각이 있는 석재는 석산에서 별도 가공하여 반입하여야 한다.

표 2.1-3 재료의 단위중량 및 토질 분류

종별	형상	단위	중량	비고
암석	화강암	m ³	2,600 ~ 2,700 kg	자연상태
	안산암	m ³	2,300 ~ 2,710 kg	〃
	사암	m ³	2,400 ~ 2,790 kg	〃
	현무암	m ³	2,700 ~ 3,200 kg	〃
호박돌		m ³	1,800 ~ 2,000 kg	〃
자갈	건조	m ³	1,600 ~ 1,800 kg	〃
	습기	m ³	1,700 ~ 1,800 kg	〃
	포화	m ³	1,800 ~ 1,900 kg	〃
모래	건조	m ³	1,500 ~ 1,700 kg	〃
	습기	m ³	1,700 ~ 1,800 kg	〃
	포화	m ³	1,800 ~ 2,000 kg	〃
모래질흙		m ³	1,700 ~ 1,900 kg	자연상태
점질토(粘質土)	보통의 것	m ³	1,500 ~ 1,700 kg	〃
	역이섞인 것	m ³	1,600 ~ 1,800 kg	〃
	역이섞이고 습한 것	m ³	1,900 ~ 2,100 kg	〃
점토	건조	m ³	1,200 ~ 1,700 kg	〃
	습기	m ³	1,700 ~ 1,800 kg	〃
	포화	m ³	1,800 ~ 1,900 kg	〃
자갈섞인토사		m ³	1,700 ~ 2,000 kg	〃
자갈섞인모래		m ³	1,900 ~ 2,100 kg	〃
사석		m ³	2,000 kg	〃
조약돌		m ³	1,700 kg	〃
주철		m ³	7,250 kg	
스테인리스	STS304	m ³	7,930 kg	KS D 3695
	STS430	m ³	7,700 kg	KS D 3695

표 2.1-3 재료의 단위중량 및 토질 분류(계속)

종별	형상	단위	중량	비고
강·주강·단철		m ³	7,850 kg	
연철		m ³	7,800 kg	
놋쇠		m ³	8,400 kg	
구리		m ³	8,900 kg	
납(鉛)		m ³	11,400 kg	
목	생송재(生松材)	m ³	800 kg	자연상태
소나무	건재(乾材)	m ³	580 kg	
소나무(적송)	건재(乾材)	m ³	590 kg	
미송	건재(乾材)	m ³	420 ~ 700 kg	
시멘트		m ³	3,150 kg	
시멘트		m ³	1,500 kg	자연상태
철근콘크리트		m ³	2,400 kg	
콘크리트		m ³	2,300 kg	
시멘트모르타르		m ³	2,100 kg	
역청포장		m ³	2,350 kg	
역청재(방수용)		m ³	1,100 kg	
물		m ³	1,000 kg	
해수		m ³	1,030 kg	
눈	분말상(粉末狀)	m ³	160 kg	
눈	동결(凍結)	m ³	480 kg	
눈	수분포화(水分飽和)	m ³	800 kg	
고로슬래그 부순돌		m ³	1,650 ~ 1,850 kg	자연상태

주 1) 부순돌 및 조약돌 등은 모암의 암질에 따라 결정하여야 한다.

(4) 사석

- ① 사석은 상호간의 양호한 결속력을 확보하고 뒷채움재 또는 토사의 유출을 막기 위하여 적정한 입도분포를 가져야 한다. 사석의 평균입경(D50)은 소요중량 이상이고 입도

분포는 0.3D₅₀ ~ 2.0D₅₀범위 내에 있어야 한다. 사석 크기에 따른 입도분포는 표 2.1-4를 참고한다.

표 2.1-4 사석 크기와 적정 입도분포(Richardson 등, 1990)

통과백분율 (%)	입경	D ₅₀ 크기 (m)						
		0.15	0.20	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90
100~90	2.0D ₅₀	0.30	0.40	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80
85~70	1.5D ₅₀	0.225	0.30	0.45	0.68	0.9	1.125	1.35
50~30	1.0D ₅₀	0.15	0.20	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90
15~5	0.67D ₅₀	0.10	0.125	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
5~0	0.33D ₅₀	0.05	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30

② 사석을 부직포 위에 직접 부설할 경우에는 부직포가 찢어지지 않도록 조치하고, 기 설치된 구조물에 손상이 가지 않도록 부설하거나 투하하여야 한다.

(5) 블록

① 블록의 재료는 KCS 51 10 25 (2.1)를 따른다.

(6) 토목섬유매트

① 토목섬유매트는 내부 식성과 내후성이 풍부하고 투수성과 방사성이 양호해야 하며, 재질(섬유 혼용율), 무게(질량), 인장강도(절단강도) 및 신도, 봉합강도, 노후도는 각각의 품질시험 방법인 KS K 0210, KS K 0514, KS K 0520 또는 KS K 0743, KS K 0706에 따라 평가하여야 한다.

② 공장제작에 있어서는 시공에 편리하고 소요의 목적을 최대한으로 달성할 수 있도록 1롤(roll)의 크기를 결정하여야 한다.

③ 재생품은 강도 저하가 심하므로 사용해서는 안 된다.

④ 형상은 여과 성능이 탁월하여 미세립토의 유출을 방지하고 배면의 잔류수를 원활히 배수시킴과 동시에 공사 시 천공 등에 완충기능이 탁월한 제품이어야 한다.

⑤ 필터매트의 투수계수는 배면토의 투수계수를 고려하여 가급적 투수성이 좋은 제품으로 선정하여야 한다.

⑥ 인장강도는 사면의 슬라이딩에 충분히 저항하고 블록거치 시 작용하는 여러가지 힘에 견딜 수 있는 인장강도를 지녀야 한다.

⑦ 인장신도는 사면굴곡에의 적응성, 사면과 필터매트와의 일체성 증진을 위하여 가급적 신도가 큰 제품으로 선정하여야 한다.

⑧ 중량은 물리적 강도 및 적정 두께를 지니는 제품을 선정하여야 한다.

⑨ 수중포설시 즉시 가라앉아야 하고 수중에서 결합구조가 풀어지지 않아야 한다.

⑩ 매트는 직사광선에 노출되지 않도록 하며 필요시 차광막을 설치하여야 한다.

⑪ 사석 포설 전까지는 물흐름 방향으로 최소 20 cm 이상 겹침을 유지토록 하고 사석 포설이후에도 겹침부위가 벌어져 있어서는 안된다.

⑫ 시험 및 검수

가. 시험은 납품한 물품 중 임의의 부분에서 공사감독자가 채취하여 일부는 시험용으로사

- 용하며 일부는 공사감독자가 보관하며 시험빈도는 20,000 m²당 1회씩 실시하여야 한다.
- 나. 검수는 시험성적서에 부착된 시편과 납품한 물품이 동일품인지 확인하고 성능치 이상인 물품을 반입하여 사용하여야 한다.
- 다. 시험기관은 국가공인 시험기관에서의 시험을 기준으로 하여야 한다.
- ⑬ 호안용 매트 재료 품질기준은 표 2.1-5와 같다.

표 2.1-5 호안용 매트 품질기준

종류	무게(g/m ²)	인장강도		신도 (%)	봉합강도 (N)	투수계수 (cm/s)
		그래브법 (N)	광폭법 (kN/m)			
토목용 부직포	200 이상	250 이상	5 이상	50 이상	250 이상	$\alpha \times 10^{-1}$ ($\alpha=1.0\sim 9.9$)
	300 이상	500 이상	9 이상	50 이상	500 이상	
	400 이상	755 이상	13 이상	50 이상	755 이상	
	500 이상	1,000 이상	17 이상	50 이상	1,000 이상	
	700 이상	1,490 이상	25 이상	50 이상	1,490 이상	
	1,000 이상	2,234 이상	37 이상	50 이상	2,234 이상	

주1) 이 표준 이외의 것은 인수·인도 당사자 사이의 협의에 따른다
 주2) 인장 강도와 신도의 경우, 가로방향과 세로방향 모두 상기 성능 값을 만족하여야 한다.

2.1.2 비탈면층공사

(1) 목재

- ① 바자공(hurdle work), 받침, 널말뚝에 사용되는 통나무, 판재류, 각재류 등 목재류는 KCS 34 50 15 및 2.1.1 (1)을 따른다.

(2) 호안공 콘크리트

- ① 콘크리트 기초 및 널말뚝공에 사용되는 일반 재료규정은 KCS 51 10 20을 따른다.

2.1.3 비탈덮기공사

(1) 떼붙임

- ① 평떼는 재배한 잔디를 가로 30 cm×세로 30 cm 규격으로 뿌리 흙을 3 cm 이상 붙인 것을 사용하며, 줄떼는 평떼를 1/2 혹은 1/3 로 절단하여 사용하여야 한다.
- ② 잔디는 재배잔디를 사용하여야 하며 야생잔디의 경우는 재배잔디와 동등이상의 품질이어야 한다.
- ③ 잔디가 국외에서 반입되어질 경우에 국내의 기후 및 토질과 유사한 조건에서 재배된 것으로 국내 재배잔디 이상의 품질을 갖추어야 한다.
- ④ 잔디는 병충해가 없으며 타품종 및 잡초의 혼입이 없어야 한다.

- ⑤ 잔디는 지하경이 치밀하게 발달되어 서로 얽혀 있으며 잔디에 부착된 흙두께는 균일해야 하며 최소 3 cm 이상이어야 한다.
- ⑥ 품종은 들잔디(*zoysia japonica*)를 사용해야 하며 타품종을 사용할 경우에는 들잔디 이상의 품질을 갖추어야 한다.
- ⑦ 잔디는 운반 및 반입과정에서 건조 또는 부패하거나 하부흙이 털려진 것은 사용할 수 없다.
- ⑧ 잔디에 사용하는 비료는 비료공정규격 기준에 부합되는 제품이어야 한다.
- ⑨ 파종용 잔디는 2.1.3 (6)을 따른다
- (2) 돌망태(타원형, 이불형, 매트리스형, 계비온 옹벽)
 - ① 돌망태의 재료규정은 2.1.1 (2)를 따른다.
 - (3) 석재
 - ① 돌쌓기공, 돌붙임공에 사용되는 석재의 재료규정은 2.1.1 (3)을 따른다.
 - (4) 호안공 콘크리트 구조물
 - ① 호안공의 콘크리트 구조물은 비탈머리 보호공, 마감공을 포함한다.
 - ② 콘크리트 구조물의 일반 재료규정은 KCS 51 10 20을 따른다.
 - (5) 호안배면용 필터매트
 - ① 호안배면용 필터매트는 2.1.1 (6)을 따른다.
 - (6) 종자분사파종(seed spray)
 - ① 잔디 종자의 품질은 대부분 수입에 의하므로 수출업자 및 수입업자가 분석한 품질보증서가 있어야 하며, 공인기관에 의뢰하여 검사를 받아야 한다.
 - ② 잔디종자의 내용년수는 최소 2년 이내에 채취된 것으로 전년도 채취 종자를 원칙으로 한다.
 - ③ 발아율은 65 % 이상 순량율은 95 % 이상이어야 한다.
 - ④ 종자는 고유의 색깔 및 광택을 지녀야 한다.
 - ⑤ 종자검사는 종자를 검사원이 무작위로 추출하여 공인 연구기관(임업 시험장 등)에 종자감정(발아 시험 등)을 의뢰하여 검사요구 기준에 합격한 종자를 사용한다. 시료를 채취한 종자에 대해서는 검사가 끝날 때까지 봉인하여야 한다.
 - ⑥ 잔디 종자와 초화류 및 초본류 등을 혼합 배합할 수 있으며, 건강한 하천환경 유지를 위해 외래종자의 사용은 최소화해야 하고, 종자는 시공지역의 자연환경 및 수생태계 특성을 고려하여 선정하고 종자배합의 적정성 유무를 검토하여 발주기관과 협의하여 결정하여야 한다.
 - ⑦ 종자배합설계 시 양잔디와 초화류 등의 자생력(번식력, 자생능력 등)을 감안하여 배합 비율을 결정하여야 한다.
 - ⑧ 녹화 공법의 시방은 비탈면 녹화설계 및 시공지침을 따른다.

2.2. 자재품질관리

- (1) 시멘트, 목재 등과 같이 비, 바람에 의해 품질이 저하될 우려가 있는 호안용 재료는 재료보관 장소에 세심한 배려가 필요하고 골재, 석재 등과 같이 야적 상태에서 보관되는 재료는 함수량, 이물질 혼합 등을 우려하여 덮개를 하여 관리하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공기준

3.1.1 밀다짐공사

(1) 시공일반

- ① 밀다짐은 전면 세굴 시 순차적으로 수직 아래로 처지는 굴요성이 유지될 수 있어야 한다.
- ② 최대유속 시에 상류로부터 굴러 내려오는 돌에 저항할 수 있는 자중을 지녀야 하며 상호 연결체로서 강하게 유지하여야 한다.
- ③ 연속된 호안의 중간에서 부득이 도중에 구조를 변화시킬 때에는 급격한 변화를 피해 완만하게 변화시켜야 한다.
- ④ 밀다짐 하부의 토사유출을 방지할 수 있는 조치를 하여야 한다.
- ⑤ 유세에 대항하여 내구성이 커야 한다.
- ⑥ 호안 부근의 유속을 억제시킬 수 있는 적당한 조도를 가져야 한다.
- ⑦ 밀다짐과 비탈멈춤 사이에는 조약돌로 채워서 흐름을 미리 차단하여야 한다.
- ⑧ 밀다짐은 제방 및 비탈덮기의 안정에 중요한 역할을 하므로 전 구간에 원칙적으로 설치하며 다음 조건을 만족하여야 한다. 단, 하상변동조사, 현지조사, 주민탐문 등을 통하여 확인된 하천 합류부, 하폭의 급확대구간, 비수충구간 등의 지속적인 퇴적구간에는 설치하지 않을 수도 있다.

가. 소류력 및 유속에 견딜 것

나. 하상변동에 대해 순응성(굴요성)을 가질 것

다. 하천의 수리적 특성과 수생태 환경에 적합성을 가질 것

라. 시공이 용이할 것

마. 내구성이 좋을 것

- ⑨ 돌망태, 블록 등에 의한 밀다짐의 상단높이는 계획하상고 이하로 하고, 현하상고가 계획하상고 보다 낮을 경우에는 현하상고를 적용하여야 한다. 단, 저수로 폭이 좁은 하천에서는 예외로 할 수 있다.
- ⑩ 밀다짐폭은 표 3.1-1과 같으며, 밀다짐의 상단높이는 계획하상고 이하로 하여 하상에 돌출되지 않도록 하여야 한다.

표 3.1-1 밀다짐 폭

구분	계획홍수량에 대한 단면평균유속에 따른 밀다짐폭		
	2 m/s 미만	2 ~ 4 m/s	4 m/s 이상
밀다짐의 폭	2 ~ 10 m	4 ~12 m	6 m 이상

(2) 방틀공사

- ① 섯방틀공의 방틀로 사용되는 섯은 반드시 앞이 붙어 있지 않은 생생한 잡목이어야 한다.
- ② 방틀공은 급류부에서는 유실되기 쉬우며 준완류부에서도 병렬말뚝, 돌망태, 콘크리트 블록 등으로 보강하여야 한다.

- ③ 목공방틀은 부패하거나 노후화하지 않도록 저수면 이하에 시공하여야 한다.
 - ④ 목공방틀은 수중작업이 곤란하므로 배수로 또는 펌프로 배수하면서 정수 중에서 작업을 하여야 한다. 또한 깔린 큰 나무는 유향과 일치하여야 한다.
 - ⑤ 섯방틀, 목공방틀, 개량방틀, 콘크리트(또는 철재, 기타) 방틀공 등을 밀다짐으로 적용할 시는 해당구간에 대하여 수리특성과 세굴에 대한 안정성을 충분히 검토하여 적용하여야 한다.
 - ⑥ 방틀공은 하상변동이 심한 육상 및 수중에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 경관 및 환경을 고려하여 가급적 매몰부 및 수중에 설치하여야 한다.
 - ⑦ 방틀공은 철근콘크리트 혹은 목재 등으로 짜여진 방틀 안에 채움재로 발파석 등을 이용하고, 방틀은 서로 결속하는 것을 원칙으로 하며, 시공 시 미관을 고려하여 배치에 유의하여 밀착시공을 해야 하며 곡선부 및 이음부 등 밀착이 어려운 곳에는 모르타르 또는 돌쌓기 틈메우기를 하고 수층부 등에서는 찰쌓기로 할 수 있다.
- (3) 돌망태(타원형, 이불형, 매트리스형, 거비온 옹벽) 설치공사
- ① 철선돌망태는 급류하천 상류에서 전석 등의 돌이 굴러 내려올 가능성이 있는 지점에서는 철선이 절단될 우려가 있으므로 사용여부에 신중을 기하여야 한다.
 - ② 철선돌망태는 유해물이 함유되지 않는 경우에는 10년 정도 이상의 내구력을 지녀야 한다.
 - ③ 철선돌망태는 수심, 유속, 소류력을 고려해서 비탈멈춤 끝보다 근입시켜 비탈멈춤, 밀다짐의 역할을 겸하여야 한다.
 - ④ 돌망태는 시공 후, 표면 철망이 뜨지 않을 정도로 채워야 한다.
 - ⑤ 채움돌은 돌망태의 단면이 일정하도록 크고 작은 돌로 적당히 분포시켜 공극을 최소로 줄여 시공하여야 한다.
 - ⑥ 시점부는 홍수에 훼손되지 않도록 최소깊이 이상으로 근입하여 시공하여야 한다
 - ⑦ 곡선부 시공으로 부득이 간격이 발생될 경우 돌망태 간격이 최소가 되도록 길이가 작은 것으로 상·하 간의 곡선길이 차이만큼 추가 시공하도록 하고 틈이 5 cm 이상 되는 구간은 돌망태용 채움돌로 채워야 한다.
 - ⑧ 돌망태의 채움량은 망태가 기형적으로 뒤틀리거나 불록하게 되지 않도록 하여야 한다.
 - ⑨ 제방 및 비탈덮기의 밀다짐 설치방향은 유수의 직각방향으로 설치하고, 배수구조물의 유입, 출구, 보, 낙차시설 등의 하천구조물에서는 유수 방향으로 하여야 한다.
 - ⑩ 포락현상으로 인한 채움돌의 이탈 및 망태의 좌굴이 최소화 되도록 하여야 한다.
 - ⑪ 뚜껑덮기 및 이음작업 시에는 견고한 매듭으로 하여 돌망태전체의 안정을 유지할 수 있도록 하여야 한다.
 - ⑫ 망태는 도금이 훼손되지 않도록 강한 충격을 주지 않아야 한다.
 - ⑬ 돌망태 및 매트리스의 설치 지면은 다짐 및 정리를 하여 요철을 최소화한 후 설치하여야 한다.
 - ⑭ 수층부, 물에 접하는 부분, 양서류 및 파충류가 이동하는 곳은 예리한 석재의 사용을 금하거나 피복토를 부설하여 띠, 물억새 등 벼과 식물의 발아를 유도하여야 한다.
 - ⑮ 돌망태 채움재는 철망을 빠져나가지 않도록 지름이 망눈의 최대치수보다 큰 것을 사

용하되 0.25mm 보다 작은 돌로서, 입도가 양호하고 경고하며 내구성이 좋아야 한다.

- ⑩ 돌망태 채움재는 풍화에 약한 사암, 세일, 석회암과 같은 퇴적암 계열의 암석은 사용하지 않는다.

(4) 사석공사

- ① 사석의 운반 및 투하시기와 투하방법에 대하여는 사전에 공사감독자의 승인을 얻어 시행하여야 한다.
- ② 공사 착수 전에 선정시험을 실시하여 산지를 명시한 서류를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- ③ 사석은 부근 하상의 구성 재료보다 크고, 무거운 것을 적절히 사용하여야 한다.
- ④ 사석은 사석 자체의 한계 소류력이 유수의 소류력에 충분히 견뎌야 하는 중량(또는 크기)이어야 한다.
- ⑤ 사석의 인위적인 훼손방지와 원활한 유지관리를 위하여 계산된 사석의 최소안정중량이 30 kg 미만일 경우는 최소 안정중량을 30 kg으로 한다.
- ⑥ 사석시공은 특히 감조하천 구간에서는 하상변화가 심하므로 시공 전 반드시 시공측량을 실시하여 그 결과를 토대로 시공하여야 한다.
- ⑦ 자갈보호층의 두께는 150 mm 이상으로 한다.
- ⑧ 투하 사석은 계획 비탈선 내에 정확히 투하하여야 한다.
- ⑨ 사석 투하는 수중작업 시 잠수부 또는 측심기구로 투하상황을 조사하면서 시공하고, 심한 요철이 없도록 주의하여야 한다.
- ⑩ 사석투하 시 기 설치된 구조물에 손상이 가지 않도록 주의하여야 한다.
- ⑪ 표면에 노출되는 사석은 규정된 중량 이상의 것을 사용하여 홍수 시 큰 유속이나 와류에 견디도록 가능한 안정하게 부설하여야 한다.
- ⑫ 사석의 고르기는 마감면의 돌이 흔들리지 않도록 규정된 사석사이에 적합한 크기의 돌을 맞추어 튼튼하게 하여야 한다.
- ⑬ 사석은 서로 간 맞물림을 철저히 하고 표면은 잠수부를 동원하여 마무리작업을 하여야 한다.

(5) 블록공사

- ① 이 기준은 KCS 51 10 25을 따른다.

(6) 토목섬유매트 설치공사

- ① 수급인은 매트시공에 앞서 현장투입장비의 적합성, 노무자의 숙달정도 및 시공 시 사석 혹은 돌망태 투하에 따른 매트리스의 안정성을 검토하기 위해 시험포설을 실시하여야 한다.
- ② 수급인은 매트 시공의 접합방법, 포설방법, 시공장비, 계획공정 및 품질관리에 관한 사항을 명시한 시공계획서를 작성하여 승인을 받아야 한다.
- ③ 매트리스의 포설지반은 각종 장애물과 유기불순물을 제거하고 그 표면을 고른 후 매트리스를 포설하여야 한다.
- ④ 필터매트의 현장봉합은 최소 20 cm 이상을 물의 흐름 방향으로 겹침하고, 상류측이

위로 가도록 하여야 한다.

- ⑤ 필터매트를 취급 할 때는 깔고리 등 매트에 유해한 흠이 가는 도구를 사용해서는 안 되며, 필터매트를 가능한 직사광선에 노출시키지 않도록 하여야 한다.
- ⑥ 현장 부설
 - 가. 매트가 수중의 제 위치에 침하 포설된 후에도 파도나 파랑에 의한 흔들림을 방지하기 위하여 포설된 매트를 따라가며 매트 위에 사석을 군데군데 떨어뜨린다.
 - 나. 현장 시공여건에 따라 시공에 편리하고 소요의 목적을 달성할 수 있는 사항은 그 계획 및 대책을 수립하여 승인을 얻은 후 실시하여야 한다.
- ⑦ 토목섬유포설시 하천의 오염으로 화학성분 등이 섬유를 손상시킬 수가 있으므로 시공 중 하천오염에 대한 감시를 하여야 한다.

3.1.2 비탈멈춤공사

(1) 시공일반

- ① 비탈멈춤과 밑다짐이 연결되어 있으면 밑다짐이 이동함에 따라 기초가 파괴될 우려가 있으므로 완전히 분리해서 설치하여야 한다.
- ② 수심이 깊은 곳과 유속이 빠른 곳을 제외하고 밑다짐과 함께 시공하여야 한다.
- ③ 통나무를 사용할 경우는 통나무 상단의 높이를 평균저수위 이하로 시공하여야 한다.
- ④ 비탈멈춤은 비탈덧기의 종류, 하천의 경사, 수층 및 하상세굴 등을 고려하여 비탈덧기를 지지하는 구조이어야 하며, 시공직후 및 장기적인 제체 침하 시 비탈덧기의 변형을 막기 위하여 반드시 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- ⑤ 일반적으로 지반이 양호한 경우에는 직접기초로 하고, 연약지반에는 말뚝기초나 강널말뚝 등을 적용한다.
- ⑥ 기초의 바닥깊이는 중소하천의 경우 계획하상에서(현하상이 계획하상보다 깊은 경우에는 현하상에서) 0.5 m 이상, 대하천인 경우에는 1.0 m 이상을 유지되도록 하며, 다음과 같은 곳에서는 더 깊게 하여야 한다. 단, 비탈멈춤공(기초)과 밑다짐공(돌망태 등)의 병행설치 시는 근입깊이를 최소화 할 수 있다.

가. 수층부로서 깊은 세굴이 예상되는 곳

나. 보 및 낙차공, 교량 등의 상·하류

다. 첩수로, 방수로 등 하상저하가 예상되는 곳

라. 홍수 시 일시적인 세굴깊이가 1.0 m 이상인 곳

- ⑦ 기초깊이의 결정방법은 하도계획에 의해 미리 정해진 계획하상에 홍수 시 일시적 세굴깊이를 고려하여 결정하나 계획하상이 정해져 있지 않을 때나 이미 계획하상보다 현재의 하상이 낮을 때에는 현재의 하상에 일시적 세굴을 고려하여 결정할 수 있다. 이 경우 하상 재료와 유속에 따른 홍수 시 일시적 세굴깊이는 표 3.1-2를 참고하며, 소류력 검토결과와 병행하여 판단하여야 한다.

표 3.1-2 홍수 시 일시적 세굴깊이

(단위 : m)

하상 재료	홍수 시 제외지 비탈면의 유속(m/s)		
	3 이상	2 ~ 3	2 미만
조약돌 이상의 입경	1.0	0.5	-
자갈 정도의 입경	1.5	1.0	0.5
잔 자갈 정도의 입경	-	1.5	1.0

주 1) 조약돌: 10 cm < d < 15 cm, 자갈: 20 mm < d < 75 mm, 잔자갈: 2 mm < d < 15 mm

⑧ 기초의 형상은 비탈덧기의 하중을 충분히 지지할 수 있도록 장방형단면의 설치를 원칙으로 하고, 밑다짐이 설치되어 있다하여도 세굴에 의한 파괴가 예상되는 곳은 장방향의 직사각형 구조로도 할 수 있다.

⑨ 기초의 폭 및 두께는 비탈덧기의 종류, 경사, 하상특성에 따라 결정하되 최소 50 cm 이상으로 한다.

⑩ 직접기초는 무근구조를 원칙으로 하고, 연약지반에 직접기초와 강널말뚝을 병행할 때에는 주 철근을 D16, 배력근을 D13으로 하여 철근의 중심거리를 20 cm 간격으로 배근하여야 한다.

⑪ 현장타설이 곤란할 경우에는 외부에서 제작하여 설치하되 설치후의 침하 등을 고려하여 기초지면에 압석 등을 부설하고 설치한다.

(2) 비탈멈춤 기초 터파기

① 터파기 작업에서 발생하는 토량은 공사감독자의 지시에 따라 전량 제방축조 및 고수부지 조성에 유용되거나 공사감독자가 지정하는 장소에 사토시켜야 한다.

② 수급인은 터파기 작업 전에 지하매설물, 지장물 등의 조사를 실시하여 이설 및 기타계획에 대하여 공사감독자와 협의하고 터파기 공사에 지장이 없도록 모든 조치를 취하여야 한다.

③ 터파기 공정 중 기 시설물 또는 시공된 사면의 파괴 또는 붕괴현상이 발생하지 않도록 사전조사를 실시하고, 만약 그러한 현상이 발생할 우려가 있는 곳은 터파기 시공 전 혹은 시공 중에 처리해야 하며 그 결과를 공사감독자에게 통보하여야 한다.

④ 수급인은 터파기 작업이 완료된 구간에 대하여는 시공면을 측량하여 손상이 생기기 전에 후속공사를 시행하도록 사전준비를 하고 시공하여야 한다.

⑤ 터파기 작업이 완료된 후 후속공사의 지연으로 터파기 시공면이 붕괴되지 않도록 하여야 한다.

(3) 바자공(hurdle work) 설치공사

① 강도가 크지 않으므로 중·소 완류하천에 적용해야 하며, 바자공의 종류는 대나무바자, 싯바자, 싯다발바자, 판바자, 통나무바자, 말뚝바자, 철근콘크리트관(슬래브)바자가 있다.

② 비탈멈춤과 비탈덧기 사이에는 폭 0.6 m ~ 1.0 m 정도의 간격으로 바자를 설치하고 그 사이에 토사나 속채움돌을 채운다.

③ 대나무바자는 말구 7 cm ~ 9 cm의 말뚝을 약 60 cm 간격으로 박고 직경 6 cm ~ 9 cm 대나무를 사용하여 바자를 만든 것으로 그 뒤에는 버드나무를 섞은 싯을 세워서 폭

60 cm ~ 100 cm 조약돌, 자갈 등을 채우고 토사가 누출되는 것을 방지한다.

- ④ 쇠다발 바자는 약간 유속이 강한 곳에 시공되며 쇠다발은 잇을 때어난 생나무가지를 사용해야 하며 내구성이 있는 연속재를 사용하여야 한다.

(4) 기초공사

- ① 별도로 비탈 멈춤을 하지 않고 돌 붙임을 하상 아래 1 m ~ 1.5 m의 깊이에 도달시키는 경우의 기초는 받침을 사용하며 받침의 종류는 한줄받침, 멈춤말뚝받침, 외사다리받침, 멈춤말뚝사다리받침, 콘크리트받침, 사석받침, 틀 받침이 있다.
- ② 비탈 멈춤의 받침은 비탈 덮기의 종류, 높이, 하상의 지질 및 비탈경사 등을 고려하여 적절한 것을 선정하여야 한다.
- ③ 한줄받침은 굴러 내리기 쉬우므로 시공에 주의하여야 한다.
- ④ 멈춤말뚝받침에서 말뚝의 길이 및 간격은 하상 지질 및 비탈 덮기의 높이 비탈경사 등에 의해 결정하여야 한다.
- ⑤ 외사다리 받침으로 할 때는 받침목의 이음은 필히 연결목 위에 오게 하여야 한다.
- ⑥ 사다리받침의 경우 받침목의 이음은 연결목 위에 오도록 하고 전후 받침목의 이음과 같은 장소에 오지 않도록 하여 이음의 약점을 없애도록 하여야 한다.
- ⑦ 콘크리트로 하는 받침의 기초지반은 호박돌을 넣어 깔고 충분히 다져서 균일한 지지력을 갖게 한 후 시공하여야 한다.
- ⑧ 사석받침으로 할 때는 사석을 수류에 밀리지 않는 크기로 하고 사석의 선단은 가급적 큰돌로 눌러 두어야 한다. 부근의 하상 구성 재료 중에서 크고 무거운 것을 사용하면 내구성 및 굴요성면에서도 좋다.
- ⑨ 틀 받침은 상기 열거한 받침이 부적당하거나 말뚝박기 어려운 곳에 이용되며 침하 및 이동이 없도록 유의하여야 한다.

(5) 콘크리트 기초공사

- ① 무근 콘크리트 기초로서 현장타설 시공과 제품 시공 중 현장의 시공 여건에 맞는 것으로 하되 지반이 약한 곳은 원활한 시공을 위해 기초 잡석을 포설하여야 한다.
- ② 호안 설계에 의해 결정된 콘크리트기초는 기초지반 상태에 따라 호안을 완전히 지지할 수 있는 시공이 되어야 하는데 기초가 프리캐스트 콘크리트일 때는 종방향 이음부가 상호 맞물리도록 하고 현지 타설일 경우는 호안 접합부위가 균일한 면을 가지도록 주의를 기울여야 한다.
- ③ 지반이 시공 완료 후에도 잔여침하가 예상되므로 다짐에 최선을 다하고 기초가 프리캐스트 콘크리트일 경우는 종방향 이음부가 상호 맞물리도록 하여야 한다.
- ④ 기초 콘크리트의 압축강도는 KS F 2405의 시험방법에 의하여 18 MPa 이상으로 해야 하며 연약지반에서는 가급적 기초에 말뚝을 지지하여 시공한다.
- ⑤ 콘크리트 기초공법은 수중과 육상시공의 경우에 따라 기성제품 시공 및 현장타설을 결정해야 하며, 이에 따른 기초부의 잡석 또는 말뚝의 필요 여부를 결정하여야 한다. 또한 멈춤 상단의 하상에는 현장 유황을 고려한 적절한 밀다짐이 병행되어야 한다.

(6) 널말뚝공사

- ① 비탈면출 역할의 널말뚝은 강제널말뚝, 판재널말뚝, 콘크리트널말뚝 등을 사용한다.
- ② 강제널말뚝이 구조상 불안정한 경우는 강관널말뚝을 사용할 수 있다. 강널말뚝은 특히 토질관련 제반 계수가 구조에 큰 영향을 미치므로 정밀한 토질분석을 하여야 한다.
- ③ 강널판을 박을 때 연결 단부의 신축으로 경사가 발생하지 않도록 하며, 연약지반에서는 인접 널말뚝에 영향을 주지 않도록 주의하여야 한다.
- ④ 판재널말뚝공은 편리성은 있으나 재료가 쉽게 썩는 취약성이 있으므로 가설호안 또는 일시 호안용으로 사용하여야 한다.
- ⑤ 직립 콘크리트 벽체를 구축하기 위한 벽체널말뚝은 다음과 같이 시공한다.

가. 시험 및 검사, 검수

(가) 사용되는 콘크리트 널말뚝 제품은 KS F 4208을 만족하여야 한다.

(나) 제품의 외관 및 치수는 전 수량을 검사하여야 한다.

나. 벽체널말뚝의 시공

(가) 도항(H-Beam)과 도항 사이의 위치를 정확히 측정한다.

(나) 규준틀은 H-Beam으로 튼튼히 제작하여 널말뚝의 관입 도중 휘거나 밀리는 일이 없어야 한다.

(다) 관입장소 조정 시 기 관입된 널말뚝과 사이가 벌어지는 현상을 막아야 한다.

(라) 연속적인 진동 및 물분사로 말뚝끝이 소정의 위치에 정확히 도달되도록 한다.

(마) 두부 정리가 완료된 부분은 균열 부분이나 잔 부스러기를 제거하고 물로 청소한 후 cap 콘크리트를 친다.

(바) T형 널말뚝의 중심이 기울어져 있을 경우 이를 보정하여야 한다.

(사) 물림쇠는 평탄하고 균일하게 작동시켜야 한다.

(아) 구조통에 깨끗한 물을 공급하기 위하여 파이프 또는 호스 끝에 스크린을 설치하여야 한다.

(자) 지반 도달 여부는 원칙적으로 보링 등으로 측정된 지질주상도에 의하되 현 지반 여건을 고려하여야 한다.

3.1.3 비탈덮기공사**(1) 시공일반**

- ① 비탈덮기의 표면은 수류의 저항을 크게 하고 호안 각부의 세굴을 줄이기 위하여 거칠게 하되 상시수위 이하는 조도계수가 작은 블록을 사용하여야 한다.
- ② 호안의 재료 선택은 소류력, 내구성, 미관, 하천환경 및 유지관리 등이 고려되어야 한다.
- ③ 호안은 배면(제방비탈면)의 완전한 다짐이 완료된 상태에서 시공하여야 한다.
- ④ 뒷채움 재료는 여러 크기의 입자를 고루 분포시켜 적절한 입도를 유지할 수 있도록 하여야 한다.
- ⑤ 배후의 토압이나 수압에 의한 붕괴의 위험이 충분히 고려되었는가 검토하여야 한다.
- ⑥ 호안머리보호공은 그 상부에 비탈면이 있을 경우와 없을 경우 또는 턱 역할을 겸할 경우 등에 따라 호안을 효과적으로 보호할 수 있는 시설이 되도록 시공하여야 한다.

⑦ 저수호안의 범선이 심하게 만곡되어 있는 부분에서는 호안 비탈머리부분이 세굴되는 경우가 많으므로 호안머리 보호공을 설치하여야 한다.

⑧ 자연현상에 의해 품질이 변할 우려가 있는 호안용 재료의 저장은 충분한 주의를 요한다.

⑨ 상하류 마감부에 대한 안전

가. 호안 양단부에서는 세굴이 발생하는 경우가 많으므로 신설한 호안과 종래의 호안 사이에 완화구간을 두어야 하며, 이때에는 가능한 한 조도를 크게 하여야 한다.

나. 필요 시 마감공을 설치하여야 한다.

(2) 떼붙임 공사

① 떼붙임은 흠쌓기면에는 줄떼붙임, 절토면에는 평떼붙임으로 하고 떼의 구입이 어렵거나 불가능할 경우는 종자과종의 방법으로 한다.

② 시공은 가로 일렬로 늘어 붙여야 하며 평탄지에서는 보통 멧장 사이를 3 cm ~ 5 cm 띄어 붙이고 비탈면에서는 세굴 방지를 위하여 완전히 밀착하여 붙여야 한다. 다음 2열은 보통 멧장 폭(10 cm ~ 15 cm)의 2배 띄우고 붙여야 하는데 떼에 따라서는 떼장 폭만큼 붙일 수도 있다. 단, 잔디량은 붙임 전면적의 1/2 ~ 1/3 정도여야 한다.

③ 떼의 생존에 맞는 토양 및 토질을 얻기 위하여 필요한 경우 배면토사의 치환도 고려해야 하며 사면에 시공되는 점을 고려하여 양호한 떼를 선정하고 적절한 근입과 다짐 및 확실한 고정이 필요하다.

④ 평떼는 비탈면을 다진 뒤에 떼판을 이어 붙이고 다짐판이나 다짐봉으로 두드려서 비탈면과 밀착시켜야 한다.

⑤ 줄떼는 길이 30 cm, 폭 10 cm ~ 15 cm 정도의 떼를 20 cm ~ 30 cm 간격으로 떼붙임 한다.

⑥ 피토공을 하지 않을 경우 떼붙임은 비료를 주어 떼의 생육을 도와야 하며, 또한 건조기에는 물뿌리기를하여 고사(枯死)를 막고 착근(着根)이 잘 되도록 양생에 주의하여야 한다.

⑦ 붙인 떼장 사이를 비료 및 계분 등을 섞은 사질양토로 흠채움을 하고 널판지로 두들기거나 또는 롤러(100 kg/m² ~ 150 kg/m²)로 다지기를 철저히 하여야 한다.

⑧ 평탄지에서는 관계없으나, 비탈면에서 평떼시공을 할 때 떼장의 고정을 위해 대나무, 철선, 나무가지 등으로 떼꼬지(1 cm 내외 × 20 cm ~ 25 cm)를 만들어 떼장마다 박아야 한다.

⑨ 잔디 붙이기를 완료한 후 뒷정리를 하고 관수를 충분히 해야 하며 잔디 붙임 후 1주일간은 매일 관수하여야 한다.

(3) 떼관리

① 시공 직후 띠, 물억새 등과 같은 뿌리 근착이 깊고 견고하며 홍수에 유연한 다년생 식물이 군락으로 자생할 경우에는 이를 보전한다.

(4) 돌망태공(타원형, 이불형, 매트리스형, 계비온 옹벽) 설치공사

① 돌망태 설치공사는 3.1.1 (3)을 따른다.

(5) 돌쌓기 공사

① 메쌓기는 접촉면의 마찰을 크게 하여 외력에 충분히 견딜 수 있도록 하고 합단점 뒷고임을 신중히 검토하여 시공하여야 한다.

- ② 찰쌓기는 뒷채움 콘크리트가 각돌에 충분히 부착하도록 쌓고 접합이 좋도록 충분히 다져야 한다. 또 막대 등으로 줄눈을 다져 채우고 줄눈 부근에 콘크리트가 붙지 않도록 하여야 한다.
- ③ 배수공은 직경 3 cm ~ 6 cm의 PVC 파이프로서, 2 m²당 1개소 이상 설치하여야 한다. 물빼기 구멍은 상시 수위보다 높은 위치에 두며, 홍수 시에 토사가 빨려 나가지 않도록 PVC 파이프 주위에 필터재를 설치하여야 한다.
- ④ 급류하천에서 많이 발생하는 파괴형태로서 찰쌓기에서는 이음눈이 약점이 되기 때문에 채움 콘크리트 및 이음눈 모르타르를 짝 채워 시공하여야 한다.
- ⑤ 크고 작은 석재를 어울리게 배석하여 쌓되 전체적으로 하부의 돌을 상부의 돌보다 큰 것을 쓰며 석재의 노출면은 자연 상태의 면이 보이게 하고 서로 맞닿는 면은 잘 물려지는 돌을 골라서 쓴다.
- ⑥ 석축 상단 머리콘크리트(또는 상단콘크리트)는 수평으로 면을 고르게 시공하여야 한다.
- ⑦ 석축기초
- 가. 석축기초는 콘크리트를 사용하며 특수지반의 경우에는 공사감독자의 지시에 따라 기초를 변경시켜서 시공할 수 있다.
- 나. 비탈멈춤과 기초에는 규모가 큰 석재를 사용하여 안정성 있게 시공하여야 한다.
- 다. 밑돌은 특히 충분한 안전성을 갖는 것이어야 한다. 높은 돌쌓기에 있어서는 하부로 갈수록 돌의 뒷길이를 길게 한다.
- 라. 기초의 밑받침 돌은 금이 간 것(망치로 때린 것도 마찬가지)은 절대로 피하여야 한다.
- 마. 기초는 부등침하가 발생하지 않도록 견고하게 시공한다.
- 바. 하상의 세굴을 방지하기 위하여 근입을 충분히 하고 시공면을 고르게 한다.
- ⑧ 채움콘크리트
- 가. 채움콘크리트는 돌 사이에 충분히 채워지도록 잘 다져야 한다. 이 때 거치한 돌이 움직이지 않도록 주의하여야 한다.
- 나. 채움콘크리트를 다질 때, 돌의 뒷길이면과 뒤채움 사이에 거푸집을 넣고 작업하는 것은, 소요 콘크리트량을 정확히 채울 수 있는 좋은 방법이나, 거푸집을 그대로 두면 콘크리트와 뒤채움이 접촉되지 않고 절연되어 구조상 약점이 되므로 주의하여야 한다.
- 다. 찰쌓기의 콘크리트 규격은 25-15-80 이상으로 하며, 모르타르는 1:3으로 한다. 찰쌓기의 콘크리트 압축강도 시험은 KS F 2405을 따른다.
- ⑨ 뒷채움
- 가. 뒷채움 돌은 유수에 의해 사력이 빨려 나가지 않도록 대소의 것이 서로 공극을 메우는 형상과 치수의 것을 선정하도록 하여야 한다.
- 나. 암반 등을 절취하고 뒤채움을 시공하는 것은 절대로 피하여야 한다.
- ⑩ 시공상의 주의할 점은 다음과 같다.
- 가. 돌쌓기 후면에는 충분한 두께의 뒷채움을 한다.
- 나. 뒷채움 돌의 두께는 하부로 갈수록 크게 한다.

다. 호박돌쌓기는 반드시 골쌓기로 하고 한 개의 돌을 하부골 사이에 누르고 좌우는 서로 밀접하게 하며 상하좌우의 돌이 반육각형이 되게 하여 하중을 안전하게 받도록 하여야 한다.

라. 호안공의 견치돌쌓기에는 일반적으로 골쌓기로 하고 합단(合端)부는 충분히 넓게하며 각 변은 모두 밀착되도록 하여야 한다. 또 깬돌쌓기는 견치돌쌓기에 준한다.

마. 간석(間石) 및 깬 돌은 골이 물리도록 쌓아야 하며, 이음부분은 석재길이의 1/10 이상이 맞물리도록 한다.

(6) 돌붙임 공사

① 붙임돌은 반드시 서로가 완전한 접촉을 가지도록 하여야 한다.

② 붙임돌은 반드시 붙임돌의 장축방향이 비탈면에 직각되게 하여야 한다.

③ 돌붙임 비탈면은 시공 후 부등침하가 생기지 않아야 한다.

④ 본체 기초공으로 사석과 콘크리트 면을 고르게 하고, 그 위에 돌붙임을 한다.

⑤ 돌붙임의 기초지반은 유수의 침투에 의해 부등침하가 발생하지 않도록 견고하게 축조하며 깬돌을 붙이기 전에 비탈면은 돌붙임이 좋도록 법면을 골라야 한다.

⑥ 경사도가 완만한 경우에는 깬 울석 및 틈막이 자갈 등을 사용하여 뒷채움하는 메붙임을 시공한다.

⑦ 메붙임은 뒷채움 자갈을 깔고 그 위에 붙임돌을 깐 후 붙임돌 사이에 철봉으로 모래를 채운다.

⑧ 메붙임의 경우 유수에 의해 붙인 돌이나 뒷채움 자갈이 빠져나갈 염려가 있으므로 숙련된 석공으로 하여금 이음부분이 잘 맞물리도록 시공하도록 하여야 한다.

⑨ 하천의 흐름이 빠르거나 하천 경사가 급한 경우에는 콘크리트 모르타르를 써서 뒷채움을 하는 찰붙임을 시공한다.

⑩ 찰붙임에서는 붙임면을 고르게 하기 위해 기초콘크리트 위에 붙임돌을 나란히 놓고 이음부 사이를 모르타르로 채운다.

⑪ 찰붙임은 세립자갈을 세립자갈 콘크리트로 치환하고 모르타르로 눈금을 채운 다음 호박돌의 저면까지 콘크리트로 채우는 공법이며 뒷채움 콘크리트까지 하여야 한다.

⑫ 비탈뒤틀기용 깬돌붙임은 시공부위의 중요도나 현장여건을 고려하여 메붙임 또는 찰붙임으로 한다. 깬돌은 뒷길이가 35 cm 정도이며 그 이음면의 접촉면 폭은 20 cm 정도로 한다.

⑬ 적용장소는 호박돌의 채취가 곤란한 완류부와 준완류부이며 메붙임할 때의 뒷길이는 25 cm ~ 60 cm, 찰붙임 할 때의 뒷길이는 20 cm ~ 40 cm를 표준으로 한다.

⑭ 호박돌붙임은 3개의 호박돌 중심을 이으면 정삼각형이 되므로 1개의 호박돌을 6개로 둘러싸게 하는 것이며 금이간 돌이나 너무 길거나 납작한 돌은 피한다.

⑮ 기타 시공지침은 돌쌓기에 준하고 표면조도를 크게 하기 위해서는 되도록 이음줄눈의 윗바르기를 피한다.

⑯ 시공상의 주의할 점은 다음과 같다.

가. 돌붙임용 돌은 치밀, 견고하고 균열이 없는 것이라야 한다.

나. 상하류단에는 특히 돌길이가 긴 것을 사용한다.

다. 뒷채움들은 이면에서의 토압에 무관하므로 전면은 동일 두께로 하여야 한다.

라. 유속이 큰 곳의 돌붙임 호안에서는 붙임돌의 뒷길이가 큰 것을 사용토록 하여야 한다.

마. 본체와 일치되도록 하기 위하여 돌붙임을 하부의 콘크리트 타설과 병행하는 것이 좋다.

바. 콘크리트와 돌이 충분히 부착되도록 다짐 봉으로 콘크리트를 주의 깊게 다져야 한다.

사. 줄 눈은 돌붙임과 동시에 하며, 될 수 있는 대로 좁게 눌러서 마감한다.

아. 시공 시 뒷채움자갈이 붙임돌 사이에 밀착되기 어려움으로 충분한 주의를 요하며 표
면에서 잘 다져야 한다.

(7) 콘크리트 블록붙임 공사

① 이 기준은 KCS 51 10 25를 따른다.

(8) 비탈면 뒷채움 공사

① 잡석 및 하천자갈의 채움재 입경은 150 mm 이내로 입도를 고루 갖추어야 한다

② 잡석 및 자갈의 채움은 설계도에 표시된 두께로 고른 입도를 맞추어 채움을 해야 하
며 수시로 공사감독자가 검측을 할 수 있도록 하여야 한다.

③ 채움을 위한 검측은 부설에 소요된 잡석 및 자갈의 체적으로 산정한다.

(9) 호안배면용 필터매트 설치공사

① 호안배면용 필터매트는 2.1.1 (6)을 따른다.

(10) 종자분사파종 공사

① 잔디씨앗을 비료, 양생제, 기타 각종 보조재 등을 물과 섞어서 파종기계를 이용 분사
파종(seed spray)으로 시공한다.

② 시공기간은 동절기(12월 ~ 2월)를 제외하고, 연중 시행가능하나 보통 춘계는 3월 ~ 6월,
추계는 8월 ~ 10월에 시행한다.

③ 시공현장의 토양에 대한 토성, pH 혹은 토양미량 요소를 측정하여 토양개량, 시공재
료, 비료, 초장선택(2종 이상) 등의 설계사양을 결정한다. 파종지 준비는 잡석을 제외
하고 소정의 경사에 따라 가급적 평탄하게 정지한다. 경우에 따라 자연상태로 놓아둬
으로서 조건이 유리할 경우에는 그러하지 아니한다. 시공지역의 토질이 불량할 시에
는 토양개량제(석회 등) 시어나 객토 등으로 파종지의 조건을 원활하게 하여준다.

④ 비탈면이 건조되어 있는 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사부착물의 침투를 좋게
하기 위하여 m^2 당 1 l ~ 3 l 의 물을 미리 살포하여야 한다.

⑤ 비탈면의 경사가 급하여 분사 부착물이 흘러내리거나 부착력 및 침투력이 불량한 경
우는 토목섬유매트 등을 설치하여 안정된 시공을 도모하여야 한다.

⑥ 종자, 식생재료, 전착제 등을 물과 혼합하여 수압에 의하여 시공지역에 골고루 분사 파
종한다. 파종 종자선정은 지역여건에 맞는 2종류 이상의 종자를 혼합 파종하여야 한다.

⑦ 덮개(볏짚, 황마, 코아 등)는 짜임새가 튼튼하고 부식 후 유기질비료의 역할을 할 수
있어야 한다.

⑧ 덮개는 파종된 초목류의 뿌리가 활착 시까지 비탈면 세굴방지를 위하여 완전히 밀착
시켜야 한다.

- ⑨ 덮개는 고정핀(L = 20 cm ~ 30 cm) 등을 이용하여 깊숙이 고정시켜 바람 및 강수로 인한 유실을 방지하고, 유실부위는 재설치하여야 한다.
- ⑩ 파종 후 1개월 이내에 발아가 되지 않거나 전역에 고루 발아되지 않고 일부만 되었을 때는 건설업자 부담으로 재파종하여야 한다.
- ⑪ 시공 후 1주일동안 수급인은 파종전역을 관수하여야 한다.
- ⑫ 공사량 측정은 설계도에 따라서 시공되었다고 인정된 잔디파종 중 잔디씨앗이 발아된 수량에 대하여 면적(m²)으로 측정한다.
- ⑬ 파종후 공사량 측정은 설계도에 따라서 시공되었다고 인정된 잔디파종 중 파종종자 씨앗이 발아된 수량에 대하여 면적(m²)으로 측정한다.
- ⑭ 녹화 공법의 시방은 비탈면 녹화설계 및 시공지침을 따른다.

(11) 거적덮기공사

- ① 벗겨거적을 비탈면 길이에 맞게 절단한 후 펼쳐서 상·하단부는 10 cm 정도 묻어 고정하고, 좌·우 연결부는 10 cm씩 겹치게 시공하여야 한다.
- ② 거적 위는 폴리끈을 가로 3 cm 간격으로 띄운 후 4 m마다 1개소(1.5 개/m²)씩 고정핀으로 폴리끈과 거적을 고정시키고, 거적 위에는 m²당 약 2 삽 정도의 흙을 덮는다. 강풍 등이 예상되는 지역에서 거적이 날리지 않도록 더 견고하게 고정하여야 한다.
- ③ 가뭄으로 인하여 발아율이 저조하면 즉시 관수작업 계획을 세워 조치하고 지속적인 관리를 하여야 한다.

(12) 자연형 호안 설치공사

- ① 자연형 호안의 설치는 지형 조건 및 다양한 자연형에 적합한 시방이 필요하며 공사감독자는 설계도서의 내용에 부합되는 시방을 KCS 51 70 20의 항목을 검토하여 결정하여야 한다.

2023년 집필위원(전면개정)

성명	소속	성명	소속
황종훈	동부엔지니어링(주)	이병복	동부엔지니어링(주)
이승희	동부엔지니어링(주)	권용덕	동부엔지니어링(주)

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김태웅	한양대학교
김희석	한국건설기술연구원	배영상	수성엔지니어링
류상훈	한국건설기술연구원	안재현	서경대학교
안준혁	한국건설기술연구원	안희복	(주)이산
이상규	한국건설기술연구원	이규원	동부엔지니어링
이승환	한국건설기술연구원	이승오	홍익대학교
이여경	한국건설기술연구원	임인석	(주)동성엔지니어링
이용수	한국건설기술연구원	장창래	한국교통대학교
주영경	한국건설기술연구원	최병규	(주)이산
최봉혁	한국건설기술연구원	황만하	한국수자원공사
허원호	한국건설기술연구원		

(가나다 순)

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김재윤	한국수자원공사	장범수	국토안전관리원
송석근	(주)삼안	지운	한국건설기술연구원
유철상	고려대학교	최성욱	연세대학교
이종세	케이씨아이		

소관부처

성명	소속	성명	소속
김보현	하천계획과	강성안	하천계획과
정창명	하천계획과		

KCS 51 60 10 : 2023

하천 호안

2023년 9월 1일 개정

소관부서 환경부 하천계획과

관련단체 한국수자원학회

06671 서울시 서초구 효령로 237, 302호(서초동, 서초한신리빙타워)

Tel : 02-561-2732 E-mail : sujw@chol.com

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

한국하천협회

06130 서울시 강남구 테헤란로7길 22(역삼동 635-4)

Tel : 031-555-7962 E-mail : master@riverlove.or.kr

<http://www.riverlove.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>