

하천공사에 있어 식생호안공법 적용을 위한 설계개선방안 모색



황 경 우

(주)삼안 전무이사, 수자원개발기술사
khwang@samaneng.com



전 세 진

(주)도화 상무이사, 수자원개발기술사
jsj324@dohwa.co.kr



강 향 훈

부산지방국토관리청 하천국, 시설주사
kchmj@mltm.go.kr



손 원 식

부산지방국토관리청 하천국, 시설주사
space@mltm.go.kr

1. 서론

현재 국내 하천공사에 있어 매우 다양한 호안공법이 적용되고 있으나, 설계자의 경험, 발주처의 판단 등에 의해 그 공법이 결정되고 있는 실정이다. 최근 들어 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 친환경적이며, 경제성, 수리적 안정성 등이 우수한 매트리스형

돌망태가 많이 사용되었다. 그러나 최근 돌망태용 석재가 고갈되고, 석재원 개발로 또다른 환경문제가 제기되면서 일부에서는 식생매트호안과 친환경적으로 개량한 콘크리트블록을 일부 적용 중에 있다.

이러한 친환경 호안공법 적용시, 마땅한 설계기준이나 설계법이 정립되어 있지 못함에 따라 공법선택에 대한 이견이 발생하는 등 논란의 여지가 되고 있다.

신정민 등(2008)의 연구에 의하면 하천시설물 공사비 중 호안공의 비중이 항구복구공사의 경우 27%, 수해복구공사의 경우 12%를 차지하는 것으로 나타났다. 이렇게 하천 공사비에 큰 비중을 차지하는 호안공의 설계시 적용의 일관성이나 기준이 없을 경우 공사비의 낭비도 우려된다.

이에 본고에서는 현행 호안설계방법의 문제점을 제시하고, 보다 변별력있는 식생호안공법 선정을 위한 단기적인 설계방법 개선안을 제시함으로써 현장에서 즉시 활용가능토록 제안을 하고자 한다.

2. 호안의 특징 및 설계고려사항

2.1 호안의 정의

하천설계기준에 의하면 호안은 제방 또는 하안을 유수에 의한 파괴와 침식으로 부터 직접보호하기 위해 제방 앞비탈면에 설치하는 구조물로 정의하고 있다.

2.2 호안의 특징

호안은 호안머리보호공, 비탈보호공, 기초공, 밀다

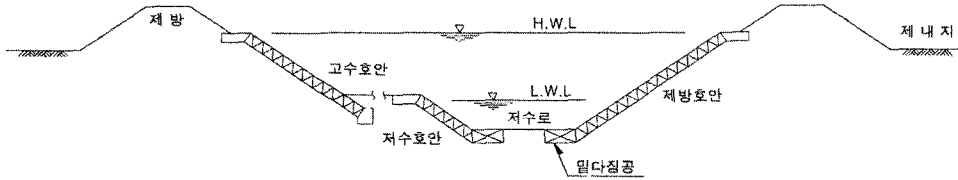


그림 1. 호안의 설치위치별 종류

침공 등으로 구성되며, 설치위치에 따라서는 고수호안, 저수호안, 제방호안 등으로 구분하고 있다.

2.3 호안설계시 고려사항

하천설계기준(2005)에 보면 “호안설계시 이론적 계산만에 의하여 호안을 직접 설계하는 것은 현재의 국내 기술수준으로는 어려우며 이론의 한계를 감안하여 경험과 이론의 양면을 고찰하여 설계하여야 한다.”라고 제시하고 있는바 너무 이론적인 면에 치우쳐 설계를 수행하는 것은 아직까지 한계가 있음을 표현하고 있다.

호안설계시에는 침식방지기능과 자연환경보전 및 복원, 친수기능 확보 등 중요요소를 고려하여야 하며, 이와 같은 호안의 기능발휘를 위하여 구조적 안정성, 시공성, 경제성, 유지관리 등을 고려토록 하고 있다.

3. 현행 호안설계방법

현행 호안설계시 그 기준으로는 하천설계기준, 하천공사설계실무요령 등이 있다. 상기 기준에서는 개념적인 기준과 최소한의 기준만을 제시하였을 뿐, 호안별 선택기준이나, 호안선택의 우선순위 등 구체적인 설계기준이나 지침은 제시되지 않고 있다.

3.1 하천설계기준·해설

현행 하천설계기준에서의 호안설계법은 개념적인 설계기준과 경험적인 방법으로 표 1과 같이 호안공법

표 1. 비탈경사의 표준

비탈덧기의 구조		비탈덧기의연직높이(m)	최소비탈경사
식생공		사면안정 규모	1 : 2.0
돌 쌓기	찰쌓기	3 이상 ~ 5 미만	1 : 0.5
		3 미만	1 : 0.3
콘크리트블록쌓기	매쌓기	3 미만	1 : 1.0
돌 붙임	찰쌓기	-	1 : 1.5
콘크리트블록붙임	매쌓기	3 미만	1 : 2.0
콘크리트방틀		-	1 : 1.5
돌망태붙임		3 이상	1 : 2.0
콘크리트붙임		3 미만	1 : 1.5

별 비탈높이, 최소비탈경사 등 최소한도의 기준만을 제시하고 있다.

3.2 하천공사설계실무요령

하천공사설계실무요령도 하천설계기준에 준하여 작성되어 있으며, 개념적인 설계기준과 경험적인 방법 및 호안공법별 비탈높이 최소비탈경사 등 최소한도의 기준뿐만 아니라 비탈덧기공의 선정기준 중 안정성 평가항목이 다음과 같이 추가로 제시되어 있다.

1) 유속을 기준으로 한 평가항목

표 2. 하안공법의 허용유속

공법의 종류	허용유속(m/s)	비 고
1. 목초류 파종	1.8	
2. 모래 및 목초류	3.7	
3. 코아를 및 갈대류	2.0	
4. 무생명의 쉼단	2.5~3.0	
5. 생명의 쉼단	3.0~3.5	
6. 버드나무삽목 및 쇄석	3.0~5.0	

※ 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 2권(환경부, 건설기술연구원, 1999)

2) 소류력을 기준으로 한 평가항목

표 3. 호안의 종류별 허용 소류력(Schoklitsch)

호안의 종류	허용소류력 (kg/m ²)	호안의 종류	허용소류력 (kg/m ²)
평 때	2.0	돌붙임 (비탈 1:1, 두께 0.3m)	16.0
바자안의 굽은 모래	1.0	큰사석	24.0
바자안의 자갈	1.5	돌쌓기(메쌓기)	60.0
바지(流水에 並行) 혹은 비스듬할 때)	6.0	콘크리트벽	60.0
섬 호안	7.0	틀 공	150까지

표 4. 하안공법의 허용소류력 (단위:N/m²,(kg/m²))

공법의 종류	시공직후	시공후 1년	시공후 2년	시공후 3년
1.초본류(목초류)	10(1.0)	30(3.0)	30(3.0)	30(3.0)
2.버드나무가지덮기	50(5.1)	150(15.3)	300(30.6)	300(30.6)
3.돌붙기 및 버드나무삽목	75(7.7)	100(10.2)	300(30.6)	350(35.7)

※ 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 2권 (환경부, 건설기술연구원, 1999)

3) 기타 조건을 기준으로 한 평가항목

적용 현장의 수리·수문 특성을 고려하여 보다 객관적인 평가를 할 수 있도록 안정성 등 7개 항목을 평가항목으로 제시하고 있으나 아직까지 실제 적용이나, 객관적인 평가에는 한계가 있는 실정이다.

4. 현행 호안설계의 문제점

현행호안설계의 문제점은 주로 설계기준상에 구체적인 선정기준이 모호하거나, 설계에 필요한 검증자

료가 부족한 경우, 호안이나 설치지점의 특성을 반영하지 못하고 설계방식이 일관되게 적용되어 발생하는 경우가 대부분이다.

문제점내용설계기준상의 문제호안공법 적용에 대한 객관적이고 구체적인 선정기준이 없어, 발주처의 판단, 설계자 경험 등 주관적인 판단에 의해 공법이 결정되고 있으며, 주로 소류력 검토를 통해 공법을 결정하나 수층부, 비수층부 등 구간별 적용 방법 등에 대한 구체적인 설계기법의 개발이 미흡한 실정이다. 식생 호안공법에 대한 검증자료 미흡물망대, 콘크리트 블록 등에 비하여 평때, 식생매트 등의 공법은 시공실적이 적고 모니터링 자료가 없어 허용소류력과 내구성, 토질에 따른 적용성 등의 검증자료가 없어 공법별 특성과 장·단점 등은 공법개발자가 제시하는 자료에 의존하고 있다.

식생 활착 전·후의 허용소류력이 다르기 때문에 시공시기에 따라 피해 발생 가능성과 책임문제가 따를 수 있고, 침수나 탁수에 대한 생존정도 및 내수성에 대한 자료가 없어 설계시 적용을 기피하는 경향이 있다. 호안설계시 과도한 빈도의 홍수량 선정호안의 수명은 수년~30년 정도인데 반해 하천제방설계시 계획홍수량 빈도인 50~200년 빈도를 동일하게 적용하고 있으며 고수 및 저수호안에 적용하는 대상홍수빈도로 수리특성을 고려하면 달라져야 할 것이다. 호안의 동일한 안전을 적용호안은 제방이나 하안을 보호하는 기능을 갖고 있으나 유실시 1차적 피해로 나타나는 제방이나 배수통문과 같이 절대 안전이 요구되는 시설물은 아니다. 고수호안이나 제방호안의 경우

표 5. 호안공법선정시 평가항목

평가항목	평가기준	비 고
안정성	홍수시 발생하는 하도내 유속 및 소류력에 견딜수 있는 내구성 판단	하천유속, 소류력
경제성	단위면적(m ²)당 공사비를 산정하여 경제성 비교	동일조건 비교
시공성	재료 취득의 용이성 및 시공방법의 간편성과 외부조건에 영향을 받는 정도를 판단	객관성 확보가 어려움
친환경	상하천환경 및 생태계 복원에 유리한 재료와 공법을 사용하는지 여부	객관성 확보가 어려움
경관성	호안이 주변경관과 조화를 이루고 미관이 수려한지 여부에 대한 시각적 척도를 마련	객관성 확보가 어려움
유지관리	유지관리가 용이한지 여부와 별도의 주기적인 유지관리의 필요성 등을 판단	객관성 확보가 어려움
범용성	호안공법으로 일반화되어 널리 사용되는 공법인지의 여부	특허유무, 시공실적 등

문제점	내 용
설계기준상의 문제	호안공법 적용에 대한 객관적이고 구체적인 선정기준이 없어, 발주처의 판단, 설계자 경험 등 주관적인 판단에 의해 공법이 결정되고 있으며, 주로 소류력 검토를 통해 공법을 결정하나 수총부, 비수총부 등 구간별 적용 방법 등에 대한 구체적인 설계기법의 개발이 미흡한 실정이다.
식생 호안공법에 대한 검증자료 미흡	돌망태, 콘크리트 블록 등에 비하여 평대, 식생매트 등의 공법은 시공실적이 적고 모니터링 자료가 없어 대하용 소류력과 내구성, 토질에 따른 적용성 등의 검증자료가 없어 공법별 특성과 장·단점 등은 공법개발자가 제시하는 자료에 의존하고 있다. 식생 활착 전·후의 허용소류력이 다르기 때문에 시공시기에 따라 피해 발생 가능성과 책임문제가 따를 수 있고, 침수나 탁수에 대한 생존정도 및 내수성에 대한 자료가 없어 설계시 적용을 기피하는 경향이 있다.
호안설계시 과도한 빈도의 홍수량 선정	호안의 수명은 수년~30년 정도인데 반해 하천제방설계시 계획홍수량 빈도인 50~200년 빈도를 동일하게 적용하고 있으며 고수 및 저수호안에 적용하는 대상홍수빈도로 수리특성을 고려하면 달라져야 할 것이다.
호안의 동일한 안전율 적용	호안은 제방이나 하안을 보호하는 기능을 갖고 있으나 유실시 1차적 피해로 나타나는 제방이나 배수통문과 같이 절대 안전이 요구되는 시설물은 아니다. 고수호안이나 제방호안의 경우 파손은 제방에 직접적인 영향으로 나타나지만, 저수호안의 경미한 파손의 경우 제방안전에는 문제가 없으므로 안전율을 다르게 적용할 수도 있을 것이다. 또한 대하천과 소하천에 같은 유속과 소류력이 발생할 경우 동일하게 호안공법을 적용하고 있어 소하천에서는 호안의 규모가 너무 크게 적용되고 있다. 홍수지속시간, 토질상태 등에 따라 호안설계시 구분하여 적용할 수 있는 안전율 설정이 필요하다.
설치높이별 호안공법 설계기준 미흡	자연형호안공법이 도입되면서 다양한 공법이 개발되어 설계시 선택의 범위가 넓어졌다. 하천의 수리특성으로 볼 때 유수와 접촉이 많은 호안 하단부는 경질성호안, 상단부는 연질성호안(식생 등)으로 구분한 복합호안공법 적용이 가능할 것으로 판단되나, 마땅한 선정기준과 설계기법에 대한 연구가 없는 실정이다.
호안공법별 설치구간 선정기준 미흡	수총부와 유속 등 하천의 수리특성을 고려하여 호안공법의 종류를 선정함에 있어 구간의 설정기준이 모호하다.
경계부처리	하차발생이 빈번한 호안 경계부 처리에 대한 기준이 없다.
호안공의 배면 토사 및 식생환경을 고려한 호안공법선정	동일한 수리적인 특성을 가진 하천제방의 동일한 호안공이라고 할지라도 호안공 배면의 토사에 따라 호안의 안정성이 달라질 수 있으며, 식생호안의 경우 식생의 생육환경에 따라 호안의 내력이 달라진다.

파손은 제방에 직접적인 영향으로 나타나지만, 저수 호안의 경미한 파손의 경우 제방안전에는 문제가 없으므로 안전율을 다르게 적용할 수도 있을 것이다.

또한 대하천과 소하천에 같은 유속과 소류력이 발생할 경우 동일하게 호안공법을 적용하고 있어 소하천에서는 호안의 규모가 너무 크게 적용되고 있다. 홍수지속시간, 토질상태 등에 따라 호안설계시 구분하여 적용할 수 있는 안전율 설정이 필요하다. 설치 높이별 호안공법 설계기준 미흡자연형호안공법이 도입되면서 다양한 공법이 개발되어 설계시 선택의 범위가 넓어졌다. 하천의 수리특성으로 볼 때 유수와 접촉이 많은 호안 하단부는 경질성호안, 상단부는 연질성호안(식생 등)으로 구분한 복합호안공법 적용이 가능할 것으로 판단되나, 마땅한 선정기준과 설계기법에 대한 연구가 없는 실정이다. 호안공법별 설치구

간 선정기준 미흡수총부와 유속 등 하천의 수리특성을 고려하여 호안공법의 종류를 선정함에 있어 구간의 설정기준이 모호하다. 경계부 처리하차발생이 빈번한 호안 경계부 처리에 대한 기준이 없다. 호안공의 배면 토사 및 식생환경을 고려한 호안공법선정동일한 수리적인 특성을 가진 하천제방의 동일한 호안공이라고 할지라도 호안공 배면의 토사에 따라 호안의 안정성이 달라질 수 있으며, 식생호안의 경우 식생의 생육환경에 따라 호안의 내력이 달라진다.

5. 식생호안설계 개선방법

호안공법선정을 위한 안정성검토 방법을 개선하기 위해서는 장기적으로는 호안에 작용하는 메카니즘에

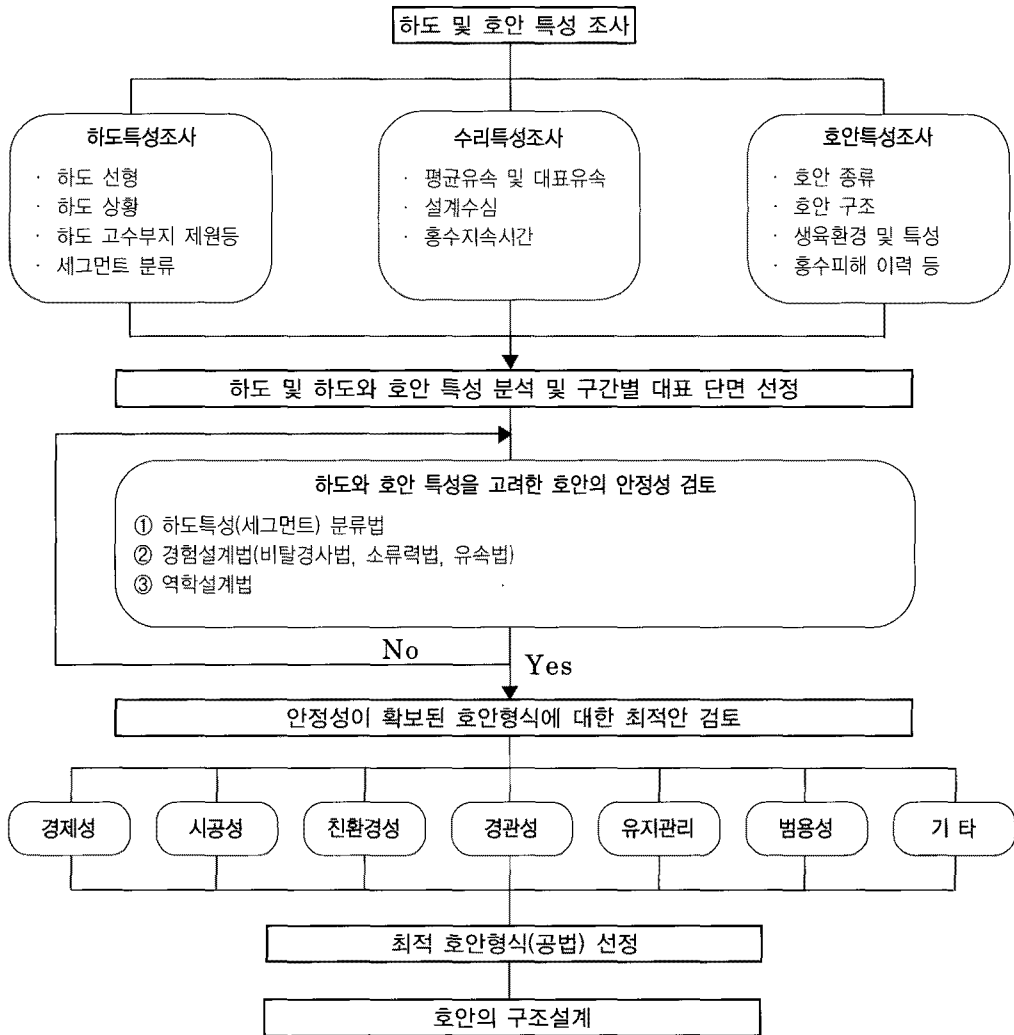


그림 2. 호안의 설계순서

따른 수리적, 생물학적 특성을 연구하여 각 현장특성에 맞는 호안공법을 선정할 수 있도록 해야 하나 우선 단계적인 개선방향으로 그림 2와 같은 설계방법을 제안한다.

5.1 하도 및 호안특성 조사

하상경사, 하상재료대표입경, 하상구성물질, 사행, 침식현황, 저수로 깊이 등과 같은 하도특성을 조사한

다. 하도특성(세그먼트)을 분석하되 호안공법선정에는 참고 자료로만 활용한다.

수리특성조사시 호안종류에 따라 저수부와 고수부를 구분하여 호안설치지점의 평균유속(V_m)을 산정하거나, 간편법으로 대표유속($V_o = \alpha V_m$)을 구하고, 만곡, 설계수심을 고려하여 조사한다. 대표유속은 정밀한 분석이 필요한 곳에서는 2차원 또는 3차원수치해석을 실시하여 산정할 수도 있다.

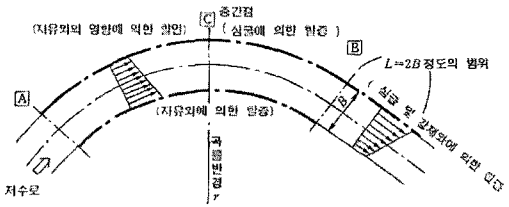


그림 3. 이동상 저수로의 보정

표 6. 보정계수(α)

구 분	α	비 고
직선부에서 사주발생 하도구간	$1 + \frac{\Delta Z}{2H_d}, (\alpha \leq 2)$	H_d : 계획홍수위 - 평균하상고
만곡부	외 측 $1 + \frac{\Delta Z}{2H_d} + \frac{B}{2r}, (\alpha \leq 2)$	ΔZ : 평균하상고 - 최심하상고
	내 측 $1 + \frac{B}{2r}, (\alpha \leq 1.6)$	B : 하폭(저수로폭) r : 곡률반경

호안의 종류, 구조, 재료의 안정성, 토양조건, 식생 생육환경 등 호안특성과 주변의 기설 호안의 홍수피해 이력도 조사한다. 하천식생의 특성조사는 「하천식물자료집(환경부G-7연구사업)」등 기존 자료를 활용할 수도 있다.

5.2 호안의 안정성 검토

하도특성(세그먼트)분류법, 경험설계법, 역학계산법으로 구분하여 검토하고, 검토 후 경험법으로 호안

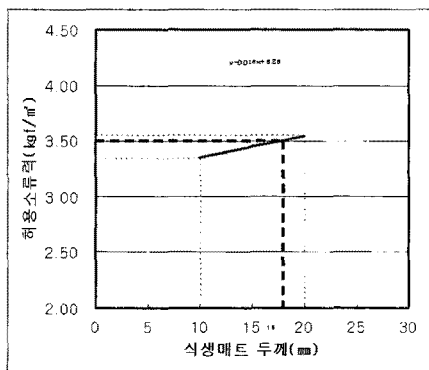


그림 4. 식생매트-허용소류력관계곡선

표 7. 식생호안선정시 수리적 기준 (수평상태, 홍수초기, 식생활착 1년 후)

구 분	허용소류력(kg/m ²)	허용대표유속(m/s)	비 고
식 생 호 안	2.0	2.0	
식생매트호안	3.5	4.3매트	18mm+식생

주) 1. 식생매트호안은 18mm를 기준한 값으로, 18mm 미만 두께의 재품을 사용시 기준은 <그림 4>식생매트 - 허용소류력 관계곡선, <그림 5> 식생매트-허용유속관계곡선으로부터 추출 사용할 수 있다.

주) 2. 식생매트호안에서 경질성호안으로 공법이 변화되는 경계는 식생매트(18mm)를 적용.

공법을 선정하되 하도특성(세그먼트)분류법, 역학계산법은 참고자료로 활용한다.

식생호안 및 식생매트호안의 허용소류력, 허용대표유속은 표 7을 만족하는지 검토하고, 허용대표유속은 홍수지속시간 감소요소와 비탈경사보정 및 식생의 활착상태에 따른 안전율을 고려 한다.

5.3 호안형식 선정

최적 호안형식의 선정은 아래의 사항을 고려하여 결정하는 것이 바람직하겠다.

- ① 식생호안공법과 식생매트호안공법 적용시 비탈경사는 1:2이상이어야 한다.
- ② 저수호안의 경우 하안 및 제방방호선을 설정하여 하안 및 제방안전에 문제가 없을 경우에만 식생호안, 식생매트호안을 적용한다.
- ③ 식생호안 및 식생매트호안의 식생활착에 따른

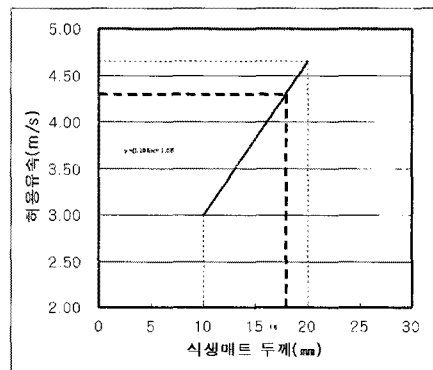


그림 5. 식생매트-허용유속관계곡선

안전계수는 현재 국내 하천관리의 수준을 고려하여 식물이 빈약한 상태 값인 1.5를 적용한다.

- ④ 종합적으로 평가하여 식생호안, 식생매트호안, 경질성호안 순으로 우선선정하고, 식생매트호안 공법 중 소류력과 유속 검토결과가 하나는 OK, 하나는 NG로 나타날 경우에는 경질성호안과 연결성 호안을 복합한 공법으로 설계한다.
- ⑤ 식생 및 식생매트호안이 수리학적 안정성 검토 결과 안전하다고 평가된 경우에도 경제성, 시공성, 친환경성, 경관성, 유지관리 범용성, 기타 항목에 대해 현장조건에 부합하는지 객관적으로 평가하여 호안형식을 결정한다.
- ⑥ 연결성 호안이 수리적으로 안전하여도 석산 등이 가까워 매트리스형 돌망태 등 경질성호안의 설치 가격이 연결성호안보다 저렴하거나 다른 충분한 선정 이유가 있는 경우에는 경질성 호안을 적용한다.

5.4 호안의 구조설계

가. 호안설치 구간

소류력 검토, 역학적 검토, 하도분류별 공법선정 등을 통해 공법의 변화구간에서는 일정구간(약 40m 내외)을 천이구간으로 하여 2개 공법 중 안정성이 높은 공법을 적용한다.

배수통문, 보, 낙차공, 교량 등 횡단시설물이 설치되는 곳은 해당 구조물 외곽에서 상·하류측으로 일정구간은 경질성호안을 설치한다.

- 대규모 하천(국가하천, 지방하천) : 상하류 각각 20m이상

- 소규모 하천(소하천) : 상하류 각각 10m이상

수충부와 비수충부를 구분하여 수충부는 전구간 경질성 호안을 설치하고, 비수충부 구간에 대해서만 안정성 검토를 실시하여 안정성이 확보된 경우 연결성 호안을 설치한다.

나. 호안설치 높이

식생호안 설치구간은 제방의 앞비탈 기슭보호와 식물생육을 고려하여 「상시수위(또는 평수위) + 파랑고 + 여유고(0.5m이상)」아래 부분은 경질성호안(돌망태, 석재, 콘크리트블록 등)을 설치하여야 하며 가능한 한 밀다짐공과 같은 공법을 적용한다.

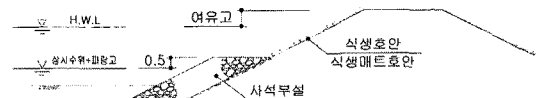
안정성 검토결과 복합호안공법을 적용하는 경우에는 홍수예경보에서 사용하는 경보수위(계획홍수량의 100분의 70에 해당하는 유량이 흐를 때 수위)에 해당하는 수위선 하단부는 경질성 호안(돌망태, 호안블록, 돌붙임 등), 상단부는 연결성호안(식생매트)을 설치하는 것으로 한다. 단, 100분의 70에 해당하는 유량을 산정하기 곤란한 경우에는 계획홍수량이 유하는 통수단면적의 100분의 70에 해당하는 수위를 구하여 적용한다. 복합호안의 설치 높이에 대해서도 향후 모니터링 등을 통해 조정되어야 할 것이다.

다. 비탈사면의 축제재료를 고려한 호안공법의 선정
SM(입도가 불량한 실트질모래), SC(입도가 불량한 점토질 모래)는 축제재료가 유수에 직접 맞닿아 비탈면 골패임, 사면포락·세굴 또는 토사흡출의 우려가 크므로 식생호안공법을 신중하게 선정하고 필요시 토사유출방지대책을 수립한다.

SP(입도가 불량한 모래, 자갈질모래), SW(입도가



(a) 돌망태공



(b) 사석공

그림 6. 식생호안 설치 표준 단면도

좋은 모래, 자갈질모래), GP(입도가 불량한 자갈, 모래섞인 자갈), GW(입도가 좋은 자갈, 모래섞인 자갈)인 토양은 식생 발아 및 생육장에 우려가 높은바 유의하여 식생호안공법을 선정하고, 필요시 점토질이 많은 양질의 토사로 흙덮기(복토)를 시행한다.

라. 식생의 생육환경을 고려한 공법 선정

호안이 수리, 역학적으로 안정성을 확보하여도 식생매트의 재료나 식생이 생육할 수 있는 환경조건(토양, 자연, 기상 등)과 경제성, 시공성, 유지관리 등 제반조건을 만족해야 하므로 현장조건에 따른 적용성을 검토하여 공법을 최종 결정한다.

6. 결론

현행 호안설계에 있어 호안공법 선정기준과 그에 따른 문제점을 제시하고, 그 개선방안을 모색하였다. 식생호안공법 선정기준 개선방안은 기존의 단순하고 획일적인 선정기준의 문제점을 개선하고자 하도 및 호안의 특성을 조사하여 설계에 반영하고, 호안의 안전성 평가방법을 방법별로 구분하여 산정한 후 그 채택방법을 제시하였다. 식생호안공법과 식생매트호안공법 적용시 유의사항 및 우선순위 선정방안을 제시하였으며, 호안의 구조설계방법으로 호안의 설치구간, 높이 설정방법과 비탈사면 축제재료와 식생의 생육환경을 고려한 공법 선정방안을 제시하였다.

식생 및 식생매트 호안은 그 특성이 다양하고, 현재의 기술수준으로 설계에 필요한 모든 메카니즘을 해석하기에는 한계가 있는바 지속적인 연구와 개발을 통해 계속 수정 보완되어야 할 것이다. 특히 공법별 허용유속과 허용소류력에 대한 검증, 수리특성 변화에 대한 대응능력, 내침수, 내침식성과 토양조건 등, 생육조건에 따른 공법별 설치가능 여부 등에 대해 장기적으로 개선·보완 되어야 할 것이다.

참고문헌

- 건설교통부, 2006, 하천공사설계실무요령, 건설교통부.
- 다자연형하천공법, 1995, 해강 부설해강기술개발연구소.
- 신정민, 우성권, 이시욱, 김옥기, 2008, 하천시설물 공사의 기획단계 개략공사비 산정체계 개발, 대한토목학회 논문집, Vol.28 No.3D, pp. 371-381.
- 우효섭, 2006, 하천수리학, 청문각.
- 이원환, 1989, 수리학, 문운당.
- 전세진, 2007, 국내제방설계현황 및 문제점, 도시홍수재해관리기술세미나(제18회).
- 하천공사표준시방서, 1994, 건설부.
- 한국건설교통기술평가원, 2004, 하천제방관련 선진기술개발, 건설교통부.
- 한국건설기술연구원, 1999, 국내여건에 맞는 자연형하천공법개발, 환경부.
- 한국수자원학회, 2005, 하천설계기준·해설.
- 한국수자원학회, 2007, 하천공사표준시방서(안).
- 한국지반공학회, 1998, 토목섬유, 구미서관.
- 행정자치부, 2000, 자연형하천공법 재해특성분석에 관한 연구.
- 建設省 河川局治水課, 1996, 河道計劃策定手引き(案).
- 國土開發研究센터, 1999, 護岸の 力學設計法, 山海堂.
- 國土建設研究所, 2002, 河川堤防の 構造檢討の手引き.
- 國土技術研究會, 2003, 河道計劃檢討 の 手引き, 山海堂.
- 山本晃一, 2003, 護岸・水制の 計劃・設計, 山海堂.
- 日本河川協會, 1997, 河川砂防技術基準 同解説, 建設省 河川局 監修.
- Colbond, 2001, designing With Enkamat.
- J.A.Van Herpen, 1997, Enkamat Design Manual, Akzo Nobel Geosynthetics. 🌿