

# 자연형 하천설계에 적용된 호안공법의 적합성 평가

## Suitability Assessment of Bank Revetments Applied to Close-to-Nature River Design

박남희\*, 정장면\*\*, 김철\*\*\*

Nam-Hee Park, Jang-Myean Jeong, Chul Kim

### 요 지

우리나라에서 많은 하천정비사업이 이루어지고 있으며 하천정비사업을 위해 하천설계가 실시되고 있다. 하천설계시 호안 설계가 중요한 비중을 차지하고 있으나 현재까지 설계된 사업에서 적절한 호안공법이 선정되었는지는 검증이 되지 않고 있다.

따라서 하천설계에 적용된 호안공법의 적합성을 평가할 필요가 있으며, 이에 따라 본 연구에서는 자연형 하천설계에 적용된 호안공법의 적합성을 평가하였다.

평가방법은 편익(B)/비용(C)방법을 사용하였다. 편익평가방법은 기존의 호안을 평가하는데 사용되는 방법을 기본으로하여 약간의 수정을 가하여 사용하였다. 평가항목은 수리적안정성, 환경생태성, 어메니티의 항목으로 되어 있고 각 항목은 몇 개의 소항목으로 구성되어 각 항목별로 평가점수를 부여한다. 다음 하천의 위치에 따라 도시, 농촌, 산지로 분류하여 위치별 가중치를 도입한다. 편익을 하천위치에 따라 3가지 항목평가 점수와 가중치를 곱한 값을 더하여 산정하였다. 비용은 호안시공비와 재료비의 합으로 산정하고 5단계로 등급을 나누었다. 최종적으로 계산된 편익과 비용을 이용하여 호안의 경제성을 평가하였다.

평가에 이용된 하천은 하천분류별로 각각 몇 개씩 선정하였으며 하천보고서를 이용하여 평가하였다. 평가결과는 각 하천별로 점수화할 수 있으며 따라서 호안설계점수를 상대적으로 비교할 수 있다. 호안공법별로 평가한 결과 식생매트를 사용한 호안의 경제성이 가장 좋으며 방틀공법을 사용한 호안의 경제성이 가장 나쁜 것으로 나타났다.

본 연구의 평가방법은 호안을 설계할 때 가장 적절한 호안공법을 선정하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

**핵심용어 : 자연형하천, 호안공법, 호안평가, 수리적안정성, 환경생태성, 어메니티, 편익, 비용**

### 1. 서론

하천복원 사업의 목적은 하천의 서식처가 복원되어 하천의 생태시스템이 제기능을 할 수 있도록 만드는 것이고, 지역민과 더불어 여가 및 생태체험 공간으로서의 물환경욕구를 충족시켜주는 것이다. 이러한 목적으로 많은 하천정비사업이 이루어지고 있으며 현재까지 설계된 사업에서 적절한 호안공법이 선정되었는지는 검증이 되지 않고 있다.

하천설계에 적용된 호안공법의 적합성을 평가할 필요가 있으며, 이에 따라 본 연구에서는 자연

\* 정회원·호남대학교 산업기술연구소 E-mail : [name1004@dreamwiz.com](mailto:name1004@dreamwiz.com)  
\*\* 정회원·호남대학교 토목환경공학과 박사과정 E-mail : [opnyty2002@nate.com](mailto:opnyty2002@nate.com)  
\*\*\* 정회원·호남대학교 토목환경공학과 교수 E-mail : [kuchul@honam.ac.kr](mailto:kuchul@honam.ac.kr)

형 하천설계에 적용된 호안공법의 적합성을 평가하였다.

광주천, 동운천, 평우천, 풍영정천, 보성강, 화순천, 안성천, 금호강, 관문천, 도림천 등 25개 보고서에 적용하였다.

## 2. 호안평가방법

### 2.1 호안평가 항목

호안의 평가항목을 수리적안정성, 생태성, 어메니티의 항목으로 나누어 평가하였다. 수리적안정성의 소항목은 유선형태, 하상경사, 유속, 비탈경사, 소류력비의 5가지이다. 환경생태성의 소항목은 호안재료, 호안식생, 고수부지의 토지이용, 고수부지의 식생 등 5가지로 구성하였고, 어메니티의 소항목은 호안경관 피복상태, 고수부지의 토지이용, 제내지토지이용 등 4가지로 구성하였다.

점수 배점 방법은 수리적 안정성의 경우 수리적안정성이 매우 높으면 1점, 매우 나쁘면 5점을 주었고, 나머지 항목도 동일한 방법으로 점수를 부여하였다.

표 1에 호안평가항목과 평가기준을 나타내었고, 평가항목에 따라 설계보고서에서 평가할 수 있는 요소를 나타내었다.

표 1. 호안평가항목

평가항목		평가기준	보고서 평가요소
수리적 안정성	유선형태	시수부, 직선부, 수충부로 분류	평면도
	하상경사	1/3000이하~ 1/100 이상까지 5단계로 구분	하상경사
	유속	설계홍수시 유속을 1.0m/s이하 ~3.0m/s이상까지 5단계로 구분	HEC-RAS 결과
	비탈경사	호안의 경사를 1:3이하~직립까지 5단계로 구분	계획호안도면
	소류력비	허용소류력과 계산소류력비, 2.5 이상~1.0 이하 5단계로 구분	계산소류력, HEC-RAS 결과
환 경 생태성	호안재료	고수/저수호안 재료의 인공화 정도를 5단계로 구분	계획호안도면
	호안식생	고수/저수호안 자연식생군락 정도를 5단계로 구분	계획호안도면
	고수부지의 토지이용	고수부지 이용현황을 5단계로 구분	계획고수부지
	고수부지의 식생	고수부지 자연식생군락 정도를 5단계로 구분	계획고수부지
어메 니티	호안경관	고수/저수호안 식생 피복 정도를 5단계로 구분	계획호안
	고수부지의 토지이용	고수부지 이용현황을 5단계로 구분	계획고수부지
	제내지 토지이용	하천 주변 1km 반경의 제내지 토지이용을 5단계로 구분	평면도, 지형도
경제성	비용(Cost)	재료비와 설치비의 합을 5단계로 구분	계획

### 2.2 편익비용평가

하천의 위치를 도시, 농촌, 산지로 분류하여 각각에 대한 항목 점수에 가중치를 주어 편익(Benefit)을 산정한다. 표 2에 가중치를 나타내었다.

비용(Cost)은 호안시공비와 재료비의 합으로 산정한 값이며, 설계보고서에 호안 단가가 수록되어 있는 경우에는 단가를 이용하였고, 호안의 단가를 알 수 없는 경우 호안제품에 대해 공법별 대표 값을 조사한 값을 사용하였다. 표 3에 공법별 비용을 나타내었다. 비용의 점수는 가격이 낮으면 점수를 낮게 높으면 높게 주었다. 경제성은 최종 계산된 편익을 비용으로 나눈 값을 이용하였다.

표 2. 분류에 따른 가중치

평가항목	산지하천 가중치( $\omega_m$ )	농촌하천 가중치( $\omega_r$ )	도시하천 가중치( $\omega_u$ )
수리적안정성( $B_s$ )	0.293	0.536	0.461
환경생태성( $B_e$ )	0.574	0.308	0.209
어메너티( $B_a$ )	0.133	0.156	0.331

표 3. 공법에 따른 비용

공 법	비용(C)
식생호안	61,238
식생블럭	52,279
거석쌓기, 큰사석, 돌붙임	210,862
나무틀호안	263,255
돌망대	41,892
석축, 콘크리트	27,692

### 3. 설계보고서 평가

호안평가항목에 따라 설계보고서를 평가하였고, 그 결과 표 4에 나타내었다. 호안평가항목을 모두 추정할 수 있는 평가요소가 나와있는 보고서는 동윤천, 평우천, 풍영정천, 보성강, 화순천, 광주천, 안성천, 금호강, 안양천, 도림천 등 10개 하천이다. 이중 도시하천은 풍영정천, 광주천, 안성천, 금호강, 안양천, 도림천 등 6개 하천이고, 농촌하천은 동윤천, 평우천, 보성강, 화순천 등 4개 하천이다. 설계 보고서에 없는 평가요소는 수리적안정성 항목을 평가하는 유속과 소류력비 등 소항목이다.

표 4. 설계 보고서 평가 결과

연번	설계 보고서	설계 년도	수리적안정성					환경생태성				어메너티			평가	가격
			유선 형태	하상 경사	유속	비탈 경사	소류 력비	호안 재료	호안 식생	고수부지 토지이용	고수부지 식생	호안 경관	제외지 토지이용	제내지 토지이용		
1	동윤천	2006	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	-	○	○	○
2	평우천	2006	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	-	○	○	○
3	지장천	2006	○	○	×	○	×	○	○	-	-	○	-	○	×	×
4	풍영정천	2005	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	화정천	2005	○	×	×	○	×	○	○	-	-	○	-	×	×	×
6	함평천	2004	○	×	×	○	×	○	○	○	○	○	-	×	×	×
7	소양천	2004	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×
8	중랑천	2004	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×
9	보성강	2008	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	화순천	2005	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
11	진도천	2006	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
12	연등천	2004	○	○	×	○	×	○	○	×	×	○	○	○	○	×
13	가음정천	2006	○	○	×	○	×	○	○	○	0	○	○	○	○	○
14	광주천	2005	○	○	○	○	○	○	○	○	0	○	○	○	○	○
15	광양서천	2006	○	○	×	○	×	○	○	○	0	○	○	○	○	×
16	태화강	2004	○	○	×	○	×	○	○	×	×	○	×	×	×	×
17	덕산천	2006	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×
18	대치천	2006	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×

19	갑천	2006	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	
20	안성천	2008	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
21	금호강	2008	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22	관문천	2006	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	
23	안양천	2007	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
24	정릉천	2006	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	
25	도립천	2007	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×

#### 4. 호안평가적용

설계호안의 평가방법은 호안공법이 적용되는 지점을 기준으로 점수를 부여하였다. 설계호안 평가적용지점은 총 10개 하천의 145개 지점이다. 각 지점별로 수리적안정성, 환경생태성, 어메니티 등 3개의 항목을 평가하였고, 표 5에 도시하천, 농촌하천을 대표하는 광주천과 동운천에 대한 결과를 나타내었다.

표 5의 결과에 표 3의 가중치를 곱하여 편익을 산정하였다. 비용은 전술한 바와 같이 각 공법에 대해 점수를 부여하였고, 편익을 비용으로 나누어 편익비용을 계산하였다. 표 6에 도시하천, 농촌하천을 대표하는 광주천과 동운천에 대한 결과를 나타내었다.

표 5 호안평가적용 결과

하천명	좌안 우안	구분	수리적 안정성	환경 생태성	어메 니티	하천명	좌안 우안	구분	수리적 안정성	환경 생태성	어메 니티
동운천	좌	농촌	3.20	3.00	4.00	광주천	좌	도시	2.60	3.00	4.33
동운천	우	농촌	3.20	3.00	4.00	광주천	좌	도시	2.40	3.00	4.33
동운천	좌	농촌	3.00	3.00	4.00	광주천	좌	도시	2.40	3.00	4.33
동운천	우	농촌	3.00	3.00	4.00	광주천	좌	도시	2.20	3.00	4.00
동운천	좌	농촌	2.60	3.00	4.00	광주천	좌	도시	3.20	3.00	4.33
동운천	우	농촌	2.60	3.00	4.00	광주천	우	도시	3.20	3.00	4.33
동운천	좌	농촌	3.00	3.00	3.50	광주천	우	도시	2.80	3.00	4.33
동운천	우	농촌	3.00	3.00	3.50	광주천	우	도시	2.80	3.00	4.33
동운천	좌	농촌	2.60	3.00	3.50	광주천	우	도시	2.40	3.00	4.33
동운천	우	농촌	2.60	3.00	3.50	광주천	우	도시	2.40	3.00	4.33
동운천	우	농촌	3.00	3.00	3.50	광주천	우	도시	3.00	3.00	3.33
동운천	우	농촌	3.00	3.00	3.50	광주천	우	도시	2.80	3.00	3.33
동운천	우	농촌	2.60	3.00	3.50	광주천	좌	도시	2.60	2.50	4.00
광주천	우	도시	3.00	3.25	4.67	광주천	우	도시	2.60	2.50	4.00
광주천	좌	도시	2.60	3.25	4.67	광주천	좌	도시	3.40	3.25	4.33
광주천	우	도시	2.40	3.25	4.67	광주천	우	도시	3.40	3.25	4.00
광주천	좌	도시	3.00	2.50	3.00	광주천	우	도시	3.80	3.00	3.00
광주천	우	도시	3.00	2.50	3.33	광주천	좌	도시	3.60	3.00	3.00
광주천	좌	도시	2.60	3.00	4.00	안성천	좌	도시	2.80	3.50	2.67

표 6. 편익비용 결과

하천명	좌안 우안	구분	B	C	B/C	하천명	좌안 우안	구분	B	C	B/C
동운천	좌	농촌	3.26	5	0.7	광주천	좌	도시	3.26	5	0.7
동운천	우	농촌	3.26	3	1.1	광주천	좌	도시	3.17	5	0.6
동운천	좌	농촌	3.16	5	0.6	광주천	좌	도시	3.06	5	0.6
동운천	우	농촌	3.16	3	1.1	광주천	좌	도시	2.97	5	0.6
동운천	좌	농촌	2.94	5	0.6	광주천	좌	도시	3.54	5	0.7
동운천	우	농촌	2.94	3	1.0	광주천	우	도시	3.43	5	0.7

동윤천	좌	농촌	3.08	5	0.6	광주천	우	도시	3.35	5	0.7
동윤천	우	농촌	3.08	3	1.0	광주천	우	도시	3.35	5	0.7
동윤천	좌	농촌	2.86	5	0.6	광주천	우	도시	3.17	5	0.6
동윤천	우	농촌	2.86	3	1.0	광주천	우	도시	3.17	5	0.6
동윤천	우	농촌	3.08	3	1.0	광주천	우	도시	3.44	5	0.7
동윤천	우	농촌	3.08	3	1.0	광주천	우	도시	3.35	5	0.7
동윤천	우	농촌	2.86	3	1.0	광주천	좌	도시	2.82	5	0.6
광주천	우	도시	3.61	5	0.7	광주천	우	도시	2.82	5	0.6
광주천	좌	도시	3.42	3	1.1	광주천	좌	도시	3.57	4	0.9
광주천	우	도시	3.33	4	0.8	광주천	우	도시	3.57	4	0.9
광주천	좌	도시	2.90	5	0.6	광주천	우	도시	3.81	5	0.8
광주천	우	도시	3.01	5	0.6	광주천	좌	도시	3.61	5	0.7
광주천	좌	도시	3.15	5	0.6						

표 6의 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림은 145개 지점에 대한 편익비용을 산정한 값이며 도시 하천, 농촌하천 과 전체하천에 대해 그래프를 도시한 그림이다.

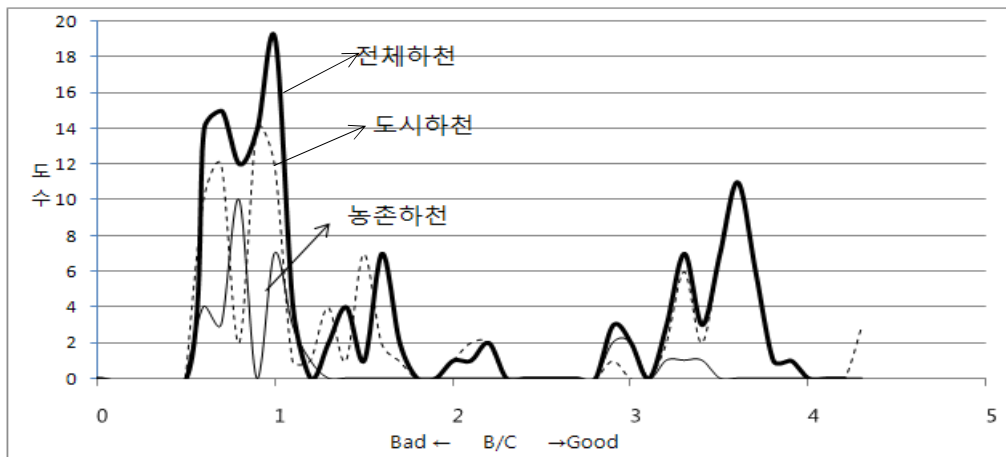


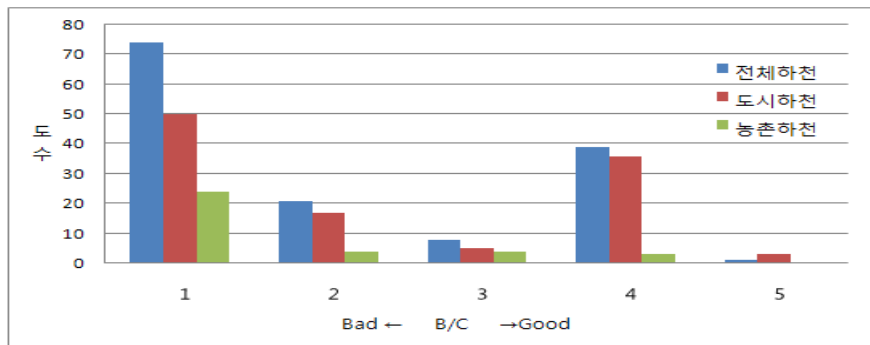
그림 1. 편익비용 결과 그래프

145개 지점의 편익비용을 1점이하, 1~2점 사이 등 5개 구간으로 나누고, 각 구간에 포함된 하천 구간의 수와 하천명을 도시하천, 농촌하천과 전체하천에 대해 표 7에 정리하였다.

표 7로부터 편익비용이 매우 좋지 않은 1점 이하는 방틀공, 거석쌓기 등의 공법이 있는데 이들 공법들은 비용이 매우 높으며, 편익비용이 양호하다고 판단되는 3점 이상은 식생블럭, 식생매트, 은제 등이 있는데 이들 공법의 설치비용은 상대적으로 적다. 금호강의 경우 편익비용 5개 구간에 모두 포함되어 있는데 이는 금호강에 사용된 호안공법은 방틀공부터 식생매트까지 많은 공법을 사용하였기 때문으로 판단된다. 따라서 편익비용의 점수는 호안의 위치보다 사용한 공법에 따라 달라짐을 알 수 있다. 그림 2에 표 7의 도표를 그래프로 나타내었다.

**표 7. 하천별 편익비용**

BC 값	도시하천		농촌하천		전체 하천	공법명
1 이하	50	광주천, 금호강, 도림천	24	동운천, 평우천, 회순천	74	방틀공, 거석쌓기
1~2	17	안성천, 금호강, 안양천	4	동운천, 평우천	21	방틀공, 거석쌓기, 스톤넬트
2~3	4	안성천, 금호강, 안양천	4	보성강	8	식생매트, 환경블럭, 아자섬유두루마리넬트
3~4	36	풍영정천, 안성천, 금호강	3	보성강	39	환경블럭, 식생매트, 은제
4~5	3	금호강	0	-	3	식생매트



**그림 2. 하천분류별 편익비용**

**5. 결론**

자연형하천 설계중 호안설계에 대해 설계의 적합성을 평가하기 위해 설계보고서의 호안공법을 평가하였다. 평가에 이용한 하천은 하천위치별로 각각 몇 개씩 선정하였다. 평가방법은 편익비용 방법을 사용하였다. 평가결과는 각 하천별로 점수화할 수 있으며, 호안설계점수를 상대적으로 비교할 수 있다.

평가 결과 편익비용이 매우 좋지 않은 호안공법은 방틀공, 거석쌓기가 있으며, 편익비용이 양호하다고 판단되는 공법은 식생블럭, 식생매트, 은제 등이 있다. 평가대상 하천의 하나인 금호강의 경우 편익비용이 5개 구간에 모두 포함되어 있는데 이는 금호강에 사용된 호안공법은 방틀공부터 식생매트까지 많은 공법을 사용하였기 때문으로 판단되므로, 편익비용의 점수는 호안의 위치보다 사용한 공법에 따라 달라짐을 알 수 있다.

결론적으로 비용이 고가인 공법을 사용한다고 해서 편익비용이 좋게 평가되지는 않는다 라는 사실을 알 수 있다. 호안 설계시 고가인 호안공법을 도입할 때 여러 가지 사항을 고려하여 사용하여야 할 것이다.

**감 사 의 글**

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06 건설핵심B01)에 의해 수행되었습니다.

**참 고 문 헌**

1. 김윤환, 박남희, 진영훈, 김철(2007), 자연친화적 하천정비를 위한 호안평가기법의 개발 및 적용, 한국수자원학회, 제40권 제12호, pp. 1007~1014.