

호안평가방법에 대한 비교 연구

Comparative Study of Stream Evaluation Technique

박남희*, 김윤환**, 김철***

Nam-Hee Park, Yun-Hwan Kim, Chul Kim

요 지

자연과 함께하는 하천복원기술개발에 관한 연구의 일환으로 호안평가기법을 개발하였는데 평가항목은 수리안정성, 생태성 및 어메니티로 구성되어 있다. 개발된 방법과 외국의 호안평가방법을 비교하기 위하여 일본과 미국의 방법을 선택하였다. 세가지 방법들의 세부적인 평가항목들의 유사성은 많지 않았으며, 그 이유는 평가의 관점이 각각 상이하기 때문이다. 미국의 방법은 어메니티는 거의 고려하지 않았으며 일본의 방법은 호안구조물의 파괴에 초점을 맞춘 방법이다. 세가지 방법의 평가항목을 수리적 안정성, 생태성 및 어메니티의 대항목을 분류하고 각 항목마다 몇 개의 소항목으로 구성하고 각 소항목마다 1점에서 5점까지 점수를 부여하였다. 점수가 낮을 수록 좋은 평가가 되도록 배정하였다. 광주천의 한지점의 조사결과를 각각의 방법에 맞춰 점수를 계산한 결과 연구팀의 방법은 2.19점, 미국방법은 2.71점, 일본의 방법은 2.11점으로 평가되었다.

평가항목의 중복성이 많지 않았지만 평가결과는 점수의 차이가 크지 않음을 알 수 있었다. 각 방법의 소항목들을 자세히 검토하여 연구팀의 평가방법을 보완하는 연구가 필요할 것이며 평가방법이 확립되면 기존호안을 평가하여 호안공사 우선순위를 정하는데 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

핵심용어 : 하천복원, 하천평가, 수리안정성, 생태성, 어메니티, 광주천

1. 서론

하천은 이수기능과 치수기능에 환경기능을 포함한다. 개발시대의 호안은 홍수로부터 제방을 보호하기 위한 치수를 주요한 목적으로 강도가 높은 콘크리트 호안을 많이 사용하였고, 만곡부 하천을 직선화하였으며, 고수부지를 주차장 시설로 이용함으로써 하천의 환경기능을 고려하지 않는 공사가 대부분을 차지하였다.

하천환경의 훼손은 하천이 갖는 고유한 생태적 기능의 저하를 초래하였고 하천의 수질오염은 물론, 생태계 기반요소로서 하천식생과 하천에 서식하는 어류와 조류의 서식밀도와 종 다양성이 감소되기에 이르러 생물의 서식처로서의 하천의 기능도 쇠퇴하게 되었다.

이러한 이유로 하천의 생태적 기능에 대한 보전과 복원의 필요성과 관심이 높아지고 하천공간의 다양한 이용에 대한 시민들의 욕구가 점차 증가하면서 최근 조성되고 있는 거의 대부분의 하천 정비사업은 친환경적 정비방식의 도입과 생태적 복원 등이 시도되고 있으며 자연형 하천공법에 의한 하천정비방식이 전국적으로 확산되었다. 자연형 하천정비로 인해 다양한 호안공법을 적용하고 있으나, 각 하천에 적합한 호안공법을 적용하였는지는 미지수이다.

본 연구에서는 호안평가방법으로서 자연과 함께하는 하천복원 기술개발에 관한 연구에서 개발

* 정희원 호남대학교 산업기술연구소 연구원 · E-mail : name1004@dreamwiz.com

** 정희원 호남대학교 토목환경공학과 박사과정 · E-mail : cfkyh@lycos.co.kr

*** 정희원 호남대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : kuchul@dreamwiz.com

된 방법과 일본과 미국의 방법을 선택하여 소항목별로 비교하고, 각 방법을 실제하천에 적용하였다. 본 연구의 결과를 이용하여 기존호안에 대한 호안평가를 실시하고, 그에 따라 호안공사의 우선순위를 결정하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

2. 호안평가방법

2.1 연구팀의 방법

자연과 함께하는 하천복원기술개발에 관한 연구의 일환으로 호안평가기법을 개발(2007)하였는데 호안의 평가항목을 수리안정성, 생태성 및 어메니티 3개 대항목으로 나누었다. 수리안정성의 평가항목은 유선형태, 하상경사, 유속, 비탈경사, 소류력의 5가지이며, 생태성은 호안공, 수로의 굴곡, 여울, 생태의 회복상태, 횡구조물 등 5가지 평가항목으로 구성하였고, 어메니티 평가항목은 제외지이용현황과 체내지토지이용, 수질, 수량의 4가지 평가항목으로 구성하였다.

각 소항목마다 1점에서 5점까지 점수를 부여하였고 점수가 낮을수록 좋은 평가가 되도록 배정하였다.

2.2 일본방법

大塚 正(2002)은 기후현의 다자연형하천을 평가하는 방법에 대해 연구하였다. 이 방법에서는 평가항목을 구조의 기능유지, 식물의 생육생식환경창출, 친수이용 등 3개 대항목으로 나누었으며 각 항목과 세부 항목들을 <표 1>에 나타내었다. 구조의 기능유지는 7개의 소항목, 식물의 생육생식환경 창출은 6개 소항목, 친수이용은 4개의 소항목으로 나누었다. 각 소항목은 어떤 소항목은 1점에서 3점까지, 어떤 소항목은 1점에서 4점까지 점수를 부여하였고 점수가 높을수록 좋은 평가가 되도록 배정하였다.

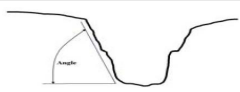
2.2 미국방법

미국 North Carolina 주립대학교(2006)에서 개발한 호안평가방법은 하천복구작업을 위해 Rogen(1996)이 처음 개발한 BEHI(Bank Erosion Hazard Index)를 수정하여 만든 것이다. 미국방법은 <표 2>에 나타내었으며 안정성, 수변식생, 홍수터와 홍수터토양의 조건 등 3개 대항목으로 나누어 평가하며 각 소항목을 1점에서 4점까지 점수를 부여하고 점수가 높을수록 좋은 평가가 되도록 배정하였다.

<표 1> 일본방법

평가항목		평가방법	조사방법
구 조 의 능 지	1. 홍수 등에 대한 피해, 파손 유무	기능유지 피해상황을 3단계로 구분해 수치화한다.	구간 전체를 목측에 의해 조사한다.
	2. 시공장소 상하류 세굴의 유무		
	3. 시공장소 전면 세굴의 유무		
	4. 호안밖의 흡출의 유무		
	5. 근교공의 붕괴, 변형의 유무		
	6. 향후파손의 가능성		
	7. 호안표면의 식생기반(복토 등)	식생 기반의 회복도를 4 단계로 수치화한다.	평균적 장소에서 목측에 의해 조사한다.
식 물 의 육 생 생 식 환 경 창 출	1. 식피도	비율을 4 단계에서 수치화한다.	평균적 장소에서 목측에 의해 조사한다.
	2. 식재대상종의 비율		
	3. 귀화율		
	4. 초본과 목본의 비율		
	5. 수변 식생의 비율		
	6. 상하류 식생의 연속성 유무	종단적인 연속의 유무를 4단계로 수치화한다.	구간 전체를 목측에 의해 조사한다.
친 수 이 용	1. 시공장소의 경관	친수, 이용의 목적달성과 주변과의 조화 상황을 3단계로 수치화한다.	구간 전체를 목측에 의해 조사한다.
	2. 주변환경의 조화		
	3. 이용의 안전성		
	4. 이용목적의 적합		

<표 2> 미국 방법

평가부분		점수	평가지표	
안전성	제방높이비율	제방높이/수위	4	1.0~1.2
			3	1.2~1.5
			2	1.5~2.0
			1	>2.0
	뿌리깊이비율	뿌리깊이/제방높이	4	0.6~1.0
			3	0.4~0.6
			2	0.2~0.4
			1	<0.2
	뿌리밀도 (%)	뿌리깊이비율×밀도	4	60~100
			3	40~60
			2	40~20
			1	<20
	제방각도 (°)		4	<60
			3	60~80
			2	80~90
1			>90	
표면보호 (침식보호) (%)	침식보호를 위해 여러 재료(식생, 자갈, 인조재료)의 피복 비율	4	60~100	
		3	40~60	
		2	40~20	
		1	<20	
하도흐름중심(Near Bank Stress)	제방과 흐름의 중심선 거리	4	Low 제방과 멀	
		3	Moderate 보통	
		2	High 제방과 가까움	
		1	Very High 제방과 매우 가까움	
수변식생	종의다양성	하천횡단 식생조사 (4개 지점 평균)	4	식생종이 3종> 30%이상, 식생종이 5종>20%
			3	최소목본 1종과 초본1종>30%이거나 식생종이 4종>20%
			2	최소목본 1종과 초본 1종>10%
			1	나무가 없음>10%
	식재 건강성	식재한 나무, 관목, 버드나무류 꺾꽂이의 건강성	4	녹색 튼튼한 잎
			3	노련인 새로운 성장을 방해하는 잎
			2	갈색잎
			1	완벽히 죽음
	재생율	자연적인 재생 식물	4	목본 식생이 전체 식생의 20%이상
			3	목본 식생이 전체 식생의 10~20%
			2	목본 식생이 전체 식생의 1~10%이상
			1	목본 자연적인 재생 나무가 없음
	침입한 외래종 비율		4	식생의 외래종 복개율 5% 이하
			3	식생의 외래종 복개율 5~20%
			2	식생의 외래종 복개율 20~50%
1			식생의 외래종 복개율 50% 이상	
하천제방뿌리 질량	2m 폭으로 자른 단면	4	85% 이상	
		3	60~85%	
		2	30~60%	
		1	30% 이하	
홍수터와 홍수터 토양의 조건	홍수터 연결	홍수시 홍수터로 유입통로의 양호 정도	4	홍수위가 홍수터 유입높이보다 높고 틈이 없음
			3	홍수위가 홍수터 유입높이보다 높고 틈이 조금 있음
			2	홍수터에 유입할 수 없고 틈이 없음
			1	홍수터에 유입할 수 없고 틈이 있음
	식생 버퍼폭	식생으로 홍수터가 덮여있음 주차장, 도로, 잔디, 농작물과 같은 인간의 행동	4	버퍼폭이 50feet 이상 인간의 행동이 많지 않음
			3	버퍼폭이 25~50feet 인간의 행동이 조금 있음
			2	버퍼폭이 10~25feet 인간의 행동이 상당히 있음
			1	버퍼폭이 10feet 이하 인간의 행동으로 수변식생이 없음
	홍수터 서식처	홍수터에 습지가 섞인 서식처	4	습지와 비습지가 섞인 서식처, 용덩가 있음
			3	습지와 비습지가 섞인 서식처, 용덩가 없음
			2	습지와 비습지중 한개인 서식처, 용덩가 있음
			1	습지와 비습지가 한개인 서식처, 용덩가 없음
	홍수터 침식	침식정도	4	홍수터 침식의 증가가 없음
			3	홍수터 침식이 조금 있음
			2	홍수터 침식이 적당히 있음
1			홍수터 침식이 상당히 있음	
토양의 특성과 뿌리 매개물	토양이 뿌리가 잘 자랄 수 있는 매개물의 정도	4	토양의 85% 이상	
		3	토양의 65~85%	
		2	토양의 65~35%	
		1	토양의 35% 이하	
나지	노출율	4	토양표면이 10% 이하 노출	
		3	토양표면이 10~20% 토출	
		2	토양표면이 20~50% 노출	
		1	토양표면이 50%이상 노출	

<표 3> 호안평가비교표

평가 관점	연구 팀			미국			일본	
	평가항목	평가내용	점수	평가항목	평가내용	점수	평가내용	점수
수리 안정성	유선형태	유선과의 관계	3	하도흐름증심	제방과 흐름의 중심선 거리	2.33		
	하상경사	하상경사경도	3					
	유속	대상유속	3					
	비탈경사	저수호안의 경사	2	제방각도(°)	제방의 경사	1		
	소류력	허용소류력/요구소류력	2					
				제방높이/비율	제방높이/수위	5		
				뿌리깊이/비율	뿌리깊이/제방높이	5		
				뿌리밀도(%)	뿌리깊이/비율×밀도			
				표면보호(침식보호)(%)	침식보호를 위해 여러재료(식생, 자갈, 인조재료)의 피복 비율	1	호안표면의 식생기반(복토 등)	2.33
				홍수터 침식	침식정도	1		
				홍수터 연결	홍수시 홍수터로 유입통로의 양호 정도	3.67		
							호안밖의 흡출의 유무	1
						근고공의 붕괴, 변형의 유무	1	
						향후파손의 가능성	1	
						홍수에 대한 피해, 파손 유무	1	
						시공장소 상하류 세굴의 유무	1	
						시공장소 전면 세굴의 유무	1	
생태성	호안공	호안공의 종류 및 인공화정도	2					
	수로의 굴곡	저수로 사행정도	1					
	여울	물 흐름의 다양성	3					
	생태의 회복상태	호안의 회복상태	2.5	식생 비피복	식생으로 홍수터가 덮여있는 폭	3.67	식피도	3.67
	횡구조물	어류이동 방해정도	2					
				종의다양성	하천횡단 식생조사	3.67	식재대상종의 비율	2.33
				식재 건강성	식재한 식생의 건강성	1		
				재생율	자연적인 재생 식물	1		
				침입한 외래종 비율		2.33	귀화율	
				하천제방뿌리 질량	2m 폭으로 자른 단면			
			홍수터 서식처	홍수터에 습지가 섞인 서식처	5			
			토양의 특성과 뿌리 매개물	토양이 뿌리가 잘 자랄 수 있는 매개물의 정도				
						수생의 비율	3.67	
						상하류 식생의 연속성 유무	2.33	
						초본과 목본의 비율	3.67	
어업니	제외지 이용현황	고수부지이용현황	2.5					
	제내지 토지이용	지배적인 토지이용의 인공화정도	2					
	수질	수질에 의한 물의색깔	2					
	수량	인간활동을 위한 유지유량감(수면폭/하폭)	1					
				나지	노출율	5		
						시공장소의 경관	3	
						이용의 안전성	1	
						이용목적의 적합	1	
						주변환경과의 조화	3	
환산 합			2.19			2.71		2.11

3. 비교분석

세가지 호안평가방법을 비교하여 <표 3>에 나타내었다. 표에서 보면 수리안정성 항목부분은 유선형태, 비탈경사 등 2가지 소항목이 연구팀과 미국방법에서 공통이며 일본방법과 공통 소항목은 없다.

생태성 항목에서는 피복상태가 공통 소항목으로 포함되어 있으며 식피도, 귀화율, 종의 다양성 등 3가지 소항목은 일본과 미국평가방법의 공통항목이다.

세가지 호안평가방법에 대한 분석을 위해 광주천 설화교 하류 500m 구간을 조사하였으며 점수배점 방법은 연구팀의 점수배점인 1점에서 5점을 사용하였으며 매우 좋으면 1점을 아주 나쁘면 5점을 주었고 일본과 미국방법도 연구팀의 점수기준에 맞도록 점수를 조정하였다. 광주천 설화교의 호안평가 결과 연구팀은 2.19점, 미국방법은 2.71점, 일본방법은 2.11점을 나타내었으며, 평가항목의 중복성이 많지 않았지만 평가결과 점수의 차이가 크지 않음을 알 수 있었다.

4. 결론

연구팀의 호안평가방법과 일본과 미국의 호안평가방법을 비교한 결과 평가항목의 중복성이 많지 않았으며, 그 이유는 평가의 관점이 각각 상이하기 때문이다. 미국방법은 어메니티는 거의 고려하지 않고 안정성과 자연성을 고려하였고, 일본방법은 안정성을 호안구조물의 파괴에 초점을 맞추었다. 세가지 호안평가를 실제하천에 적용한 결과 연구팀방법은 2.19점, 미국방법은 2.17점, 일본방법은 2.11점으로 평가되어 비슷한 결과를 얻었다.

세가지 호안평가의 소항목들을 자세히 검토하여 연구팀 방법을 보완하는 연구가 필요하며, 평가방법을 보완하는 연구가 필요할 것이다.

감 사 의 글

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

참 고 문 헌

1. 광주광역시(2002). 광주천 자연환경 복원사업(양림교~광천제2교) 실시설계보고서.
2. 광주광역시(2006). 광주천 자연형 하천정화사업 실시설계보고서.
3. 광주광역시(2000). 광주천 하천정비 기본계획 재정비.
4. 광주광역시(1991). 광주천 하천정비 기본계획.
5. 박남희, 김윤환, 진영훈, 김 철(2007). “광주천에 대한 호안평가기법 개발 및 적용.” 한국수자원학회학술발표회, pp.1108-1107.
6. 大塚 正, 2002. 「自然を生かした川づくり」に關す研究報告：岐阜県における多自然型川づくりの評價について.
7. NC Clean Water Quality Group, 2006. Stream Restoration Evaluation Assessment Form.