

자연형 하천공법의 모니터링

Monitoring in Nature-Friendly River Construction Method

○김석규¹⁾, 김철²⁾

1. 서론

우리 나라의 많은 하천은 하천정비를 통해 획일적인 단면과 직강화된 하천으로 변화되어 하천이 가지고 있는 환경친화적인 기능을 상실하게 되었다. 하지만 1990년대에 들어서면서 국민의 하천환경에 대한 관심이 증대되어 인공화된 하천에 대해 원래의 자연스러운 하천상태로 되돌리고자 하는 다각적인 방법이 모색되었다. 독일의 근자연적 하천공법과 일본의 다자연형 하천공법 등을 토대로 우리나라의 자연형 하천공법은 지형적 다양성을 부여하기 위하여 여울, 어도, WAND, 하중도, 수제, 사각방틀, 횡대 등의 각종 자연친화적인 공법을 도입하고 있다. 도입된 공법에 의해 시공되어진 자연형 하천은 시공 후 발생하는 여러 가지 문제에 대한 검증과 설계시에 세운 목표에 대해서 달성여부를 검토할 필요가 있다.

하천 정비후의 성과를 정확히 분석하고 그 목표를 달성하였는가에 대한 평가는 국내에서는 매우 미흡한 실정에 있으므로 자연형 하천에 대한 복원기술은 설계·시공후 원래의 목표에 대한 달성여부를 검토하고 하천정비후 정확한 변화상태를 검토하여야 한다. 또한, 적용된 공법에 대한 타당성을 검토하여야 하고 타당성을 분석하기 위한 각 분야별 세부평가 기준도 작성할 필요가 있다.

본 연구에서는 이러한 필요성을 감안하여 경천 하천환경 정비공사를 시행함에 있어 하천환경 정비에 따른 자연적 혹은 인위적인 하상 및 하도의 변동, 구조물 공법의 수리적 특성 및 안정성, 경관의 변화, 세굴·퇴적의 변화 등을 모니터링하여 향후 하천공법 적용에 기초자료로 이용할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 수리구조물인 여울, WAND, 징검다리, 수제, 어도, 하중도, 거석 등의 시설물을 공사후 월별로 안정성 및 변형성을 조사하였고, 세굴 및 퇴적조사를 위해 세굴 및 퇴적이 발생하기 쉬운 부분을 44지점을 선정하여 정기적으로 측정함으로써 세굴 및 퇴적을 조사하였다. 또한, 공사후 횡단변화 및 사행정도를 파악하기 위하여 6지점에 대해 공사전, 공사중, 공사후로 구분하여 측량을 실시하여 횡단변화 및 사행정도를 파악하였고 전체적인 경관의 변화를 파악하기 위해 11지점에서 사진상으로 경관변화를 상황을 분석하였다.

2. 대상지역 및 모니터링 기간

본 연구의 대상 구간인 경천은 전라북도 순창읍 시가지에 접하고 있으며 조사구간은 옥천교를 시점으로 사정교를 종점으로 하는 1.5km구간이다. 조사기간은 2000년 6월 ~ 2002년 10월까지였으며, 하도는 가법계 휘어 있고, 하상경사는 비교적 완만한 형태를 보이고 있으나 대상지의 상류부인 옥천교 부근에는 약간 급한 하상경사를 보이고 있다. 저수호가 존재하는 복복단면과 복단면 횡단면의 형태를 하고 있으며 제방 및 호안구배는 모두 1:2이하로 급한 편이다.

1) 호남대학교 토목환경공학과 박사과정
2) 호남대학교 토목환경공학과 부교수

수생식물이 잘 자라고 있다. 이 수생식물들은 겨울철에는 고사하여 세굴이나 토사의 퇴적에 영향을 받지 않지만 여름철에는 무성하게 자라나 상류부분에 약간의 세굴이 발생하였다. 또한, 하중도 상류 부분에는 흐름의 영향으로 세굴되는 경향이 일부 나타난다.

(3) WAND

다양한 생물의 서식처 역할을 할 뿐만 아니라 수제나 여울과 같은 역할을 하는 WAND는 주로 상류부분에 5 ~ 10cm의 세굴이 되어 세굴소를 형성하고 있으며 WAND의 만곡부 또한 세굴이 발생하여 식생이 유실되고 있다. 반대로 하류부에는 물의 흐름에 영향을 거의 받지 않아 세굴이나 퇴적이 발생하지 않고 있다. 홍수시에는 많은 흐름이 WAND를 통과지만 평수시에는 거의 유수가 없어 부유물이 퇴적된 모습을 종종 볼 수가 있어 유지관리가 필요하다.

(4) 징검다리

사람이 좌우안을 횡단할 목적으로 활용되고 있는 징검다리는 본 대상지에 2개가 있는데 옥천교 아래에 있는 징검다리는 BOX 구조로 되어 있고 다른 하나의 징검다리는 원기둥 구조로 되어 있다. BOX 구조의 징검다리 상류부분에는 퇴적이 크게 발생하지만 하류부분에는 세굴이 발생하고 있다. 반면, 원기둥 구조로 된 징검다리는 퇴적은 없으며 세굴이 약간 있으나 각 기둥마다 각기 다른 양상을 보이고 있으므로 징검다리의 세굴 및 퇴적 현상에 대한 분석은 장기간의 모니터링이 필요하다.

(5) 어도


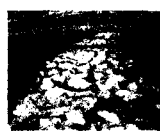







어류의 이동통로 뿐 아니라 농업용수 공급을 원활하게 하고 수경관 및 생물의 서식처 등의 복합적인 기능을 하는 어도는 홍수시를 제외하고는 흐름이 거의 없어 물이 정체되어 있고 잠공에 의해서만 물이 조금씩 흘러간다. 홍수시에는 어도 양쪽에 많은 퇴적이 있으며 어도 하류의 낙차된 부분은 세굴이 크게 발생하고 있다.

(6) 수제

물의 흐름을 조절해서 저수로의 형태를 안정시키고, 하천의 이용도를 높여 홍수 때의 위험을 줄이려고 만든 수제는 호안의 폭을 적당히 제한하고 있으며 하천 중심에 가까운 수제의 상류 부분에는 10cm정도의 세굴이 있어 세굴소를 형성하고 저수로에 가까운 부분에는 약간의 퇴적이 발생하고 있다. 또한, 초본이 자생해 구조적인 안정감을 준다.

(7) 여울

폭기작용 및 유속의 증가에 의해 용존산소의 증대, 수질개선 효과와 어류의 서식처 역할 등의 장점이 있는 여울은 깊은 곳과 낮은 곳이 구분되어 있어 다양한 물길과 낙차가 있다. 홍수후에 여울의 상·하류 양쪽 모서리 부분에는 토사의 퇴적이 발생하고 있으며, 더욱이 초본이 자생해 구조적인 안정감을 준다. 또한, 어류의 서식처 및 이동 기능을 하지만 상류에서 내려온 사토나 부유물질의 퇴적으로 인해 그 기능을 상실해 갈 수 있으므로 지속적인 관리가 필요하다. 그림3은 여울의 공사후 변화의 모습을 월별로 나타내었다.

					
2002년 1월	2002년 2월	2002년 3월	2002년 4월	2002년 5월	2002년 6월
					
2002년 7월	2002년 8월	2002년 9월			

(8) 사각방틀

저수로의 자연화를 유도하고 추이대 및 다양한 수중 생물 서식 기반을 형성하고 친수조건을 형성하는 사각방틀은 자생하는 식물에 의해서 비교적 안정적인 형상을 보이고 있고 어류의 서식처로서의 기능도 충분히 수행하고 있다. 또한, 경관적으로 매우 양호한 상태로서 대체적으로 정착되고 있음을 알 수 있다. 하지만 너

무 직선적이므로 사행을 유도하지 못하고 있으며 시간이 경과함에 따라 채움들의 유실이 일어나고 있다.

5. 퇴적·세굴

세굴 및 퇴적조사를 위해 세굴 및 퇴적이 발생하기 쉬운 부분 44지점을 선정하여 정기적으로 측정함으로써 세굴 및 퇴적을 조사하였다. 어도와 여울, 징검다리와 같은 시설물이 있는 곳은 시설물을 기준으로 잡아서 조사하였고 WAND와 같은 굴곡이 있는 지점은 눈금을 표시한 말뚝을 박아 조사하였다. 2002년 4월 ~ 2003년 2월에 걸쳐 여섯 번을 조사·비교하여 표1.에 나타내었다. 세굴 및 퇴적의 결과는 2002년 4월에 조사한 것과 2003년 2월에 조사한 것을 비교하여 그 오차를 평가하였다.

표1. 세굴, 퇴적의 결과

번호	위치	깊이 (단위 : cm)							내용 (단위 : cm)	번호	위치	깊이 (단위 : cm)							내용 (단위 : cm)
		2002년						2003년				2002년						2003년	
		4월	5월	6월	7월	8월	9월	2월				4월	5월	6월	7월	8월	9월	2월	
1	하수도	20	20	23	23	35	25	21	1 (세굴)	23	팔덕 5보	118	119	119	119	127	127	127	9 (세굴)
2	징검다리	62	65	65	64	64	62	65	3 (세굴)	24	여울	40	43	44	44	45	46	58	18 (세굴)
3	징검다리	85	84	84	87.5	90	86	86	1 (세굴)	25	여울	54	53	51	51	53	51	50	4 (퇴적)
4	징검다리	97	96	96	95	108	104	105	8 (세굴)	26	간이다리	69	69	62	62	57	59	58	11 (퇴적)
5	여울	34	34	34	34	28	27	25	11 (퇴적)	27	간이다리	110	109	105	104	94	114	96	14 (퇴적)
6	여울	34	35	37	37	43	41	40	6 (세굴)	28	간이다리	106	106	106	108	112	109	106.5	0.5 (세굴)
7	징검다리	51	52	49	49	47	46	45	6 (퇴적)	29	정기보	99	99	99	99.5	95	96.5	98	1 (퇴적)
8	징검다리	67	68	60	63	67	66	67	변동 없음	30	정기보	96	96	97	98.5	35	29	24	72 (퇴적)
9	교하보	146	146	144	144	107	106	107	39 (퇴적)	31	정기보	105	102	102	101	41	36	36.5	68.5 (퇴적)
10	교하보	128	127	129	126	108	107	108.5	19.5 (퇴적)	32	정기보	104	105	106	110	52	47	44	60 (퇴적)
11	교하보	177	177	167	177	123	118	119	58 (퇴적)	34	정기보	103	107	107	106	37	35	34	69 (퇴적)
12	교하보	191	196	197	192	145	141	140	51 (퇴적)	35	정기보	213	211	211	211	145	130	126	87 (퇴적)
13	교하보	228	228	229	229	204	203	200	28 (퇴적)	35-1	정기보	220	225	231	231	227	224	217	3 (세굴)
14	교하보	220	220	212	212	190	186	182	38 (퇴적)	36	정기보	200	200	202	202	204	204	206.5	6.5 (세굴)
15	팔덕 5보	139	139	139	139	137	139	132	7 (퇴적)	37	통나무방물공	38	37	37	37	42	36	35.5	2.5 (퇴적)
16	팔덕 5보	185	186	185	184	190	188	188.5	3.5 (세굴)	38	통나무방물공	44	43	43	43	41	40	41	3 (퇴적)
17	팔덕 5보	159	159	165	167	135	137	137.5	21.5 (퇴적)	39	통나무방물공	51	52	52	54	53	52	52.5	1.5 (세굴)
18	팔덕 5보	148	194	195	193	193	192	193	45 (세굴)										
19	팔덕 5보	152	153	152	153	151	152	152.5	0.5 (세굴)										
20	팔덕 5보	147	147	148	150	116	115	116	32 (퇴적)										
21	팔덕 5보	168	167	167	166	169	166	166	2 (퇴적)										
22	팔덕 5보	126	124	124	124	134	134	134	8 (세굴)										

6. 결론

공사전, 공사중, 공사후의 자료를 이용하여 하도변화와 수리구조물의 변화 및 세굴, 퇴적의 상황을 모니터링 수행한 결과 대홍수가 일어나지 않아 전체적으로 세굴, 퇴적은 미비하고 적용된 공법의 수리적 변화가 거의 없었다. 하지만 부분적으로 어도, 여울과 같은 구조물에는 세굴과 퇴적이 크게 발생하였다. 적용된 공법의 수리적 변화와 세굴, 퇴적 및 하도변화의 평가는 단기간의 모니터링에 의해 결과를 얻기가 적합하지 않으므로 장기적이고 지속적인 모니터링이 필요하다고 사료된다.

※ 참고문헌

1. 건설교통부, 2001, 자연 친화적 하천정비기법 개발 보고서
2. 환경부, 2001, 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발
3. 국립방재연구소, 2000, 자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(I)(II)