오산천 하천환경 정비사업의 수리학적 모니터링

The Hydraulical Monitoring of Osancheon River Environment Improvement Works

김서준*, 김지혜**, 홍상진***, 윤병만****

Seojun Kim, Jihye Kim, Sangjin Hong, Byungman Yoon

요 지

최근 하천의 치수, 이수적인 기능뿐만 아니라 자연 친화적인 하천을 조성하려는 노력들을 많이 하고 있다. 하지만 복원사업을 위한 설계 및 평가 기준이 명확히 정립되지 못하여 치수안전성 및 하도안정성에 대한 평가가 이루어지지 못하고 있다. 따라서 복원 기법에 대한 복원 전, 중, 후의 모니터링을 통하여 복원 후의 하천 변화를 예측하고, 실제 사업 시행 후 장기간의 모니터링을 통해서 적용 기법이 안정화 되어가는지에 대한 평가가 반드시 필요하다.

이에 본 연구에서는 2001년에 시작하여 2006년 12월에 복원 사업이 완료된 오산천 하천환경 정비사업에 대한 수리학적 모니터링을 수행하여 복원 후에 대한 하천 변화를 살펴보았다. 오산천의 경우 정비사업에 따른 공사 전, 중, 후에 대한 모니터링이 과거에 수행되었지만 단기간의 모니터링이었기 때문에 하천의 안정화 과정을 확인하기에는 많이 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 과거 모니터링 자료를 기초로 하여 하천복원의 목적에 부합하도록 하천이 적응관리 되고 있는지 여부를 확인하기 위해 수리학적 모니터링을 하였다. 수리학적 모니터링은 과거 수리· 수문 자료를 바탕으로 호안 변화에 따른 하상 및 하도 변화와 하천 구조물의 영향 분석에 초점을 맞추어 수행하였다. 본 연구에서 검토된 사항을 바탕으로 향후 하천의 수리학적 모니터링을 위한 지표 마련에 도움이 될 것으로 기대된다.

핵심용어 : 복원하천, 수리학적 모니터링, 조사항목

1. 서 론

최근 하천의 치수, 이수적인 기능뿐만 아니라 자연 친화적인 하천을 조성하려는 노력들이 각 지자체를 중심으로 활발히 진행 중에 있다. 하지만 하천 복원사업을 위한 하천 정비 기준이 명확히 정립되어 있지 않을 뿐만 아니라 하천의 유지관리를 위한 기준도 마련되어 있지 않기 때문에 사업 후의 적응관리에 대한 평가를 위한 모니터링은 반드시 필요하다. 하지만 하천 정비 후의 성과를 정확히 분석하고 그 목표를 달성하였는지에 대한 평가는 아직까지 미흡한 실정이므로 자연형 하천에 대한 복원 기술은 설계·시공 후 원래의 목표에 대한 달성여부를 검토하고 하천 정비 후 정확한 변화 상태를 확인하여야 한다. 또한 적용된 공법에 대한 타당성을 분석하기 위한 각 분야별 세부평가 기준도 마련되어야 한다(김석규, 2003).

본 연구에서는 복원 사업 후의 평가기준 마련을 위해 2006년에 완료된 오산천 하천환경정비사업에 대해 3년의 시간이 지난 후 수리학적 모니터링을 실시하여 사업 목적에 부합하도록 하천이 적응되고 있는지를 평가하고, 평가요소를 찾아내어 향후 복원하천의 수리학적 모니터링의 기준을 마련하고자 한다.

* 정회원·명지대학교 토목환경공학과 박사과정·E-mail:seojuny@paran.com

** 정회원·명지대학교 토목환경공학과 석사과정·E-mail:heaven769@hanmail.net

*** 정회원·명지대학교 토목환경공학과 석사과정·E-mail:milopita@paran.com

**** 정회원·명지대학교 토목환경공학과 교수·E-mail: bmyoon@mju.ac.kr

2. 모니터링 대상구간

본 연구의 대상구간은 안성천 유역의 주요 지류인 오산천의 상류를 대상으로 하였다. 오산천은 경기도 용인시 기흥저수지 아래에서 시작되어 화성시와 오산시를 거쳐 평택시의 진위천과 합류하는 총연장 15.3km의 국가하천으로써 그동안 하천 주변의 도시화로 인해 자연적 형태가 많이 훼손되었으며, 최상류에 위치한 기흥저수지 및 지류 하천의 오염으로 수질이 많이 악화되었다. 본 연구의 대상구간은 그림 1과 같이 오산천의 상류에 위치한 금반교에서부터 서수원-오산간 고속도로까지 구간이다. 대상구간에 대한 수리·수문량 자료를 분석한 결과 2006년에 대상구간 하류단 기준으로 50년 빈도에 해당하는 약 500cms의 홍수량이 발생하였기 때문에, 사업 시행 후 하도내에 많은 변화를 주었을 것으로 판단된다. 그림 2와 3은 1권역에 대해 100년 빈도 설계홍수량 유하시 유속분포와 수위분포를 2차원 수치모의를 통해 계산한 결과이다.

그림 1. 모니터링 대상구간

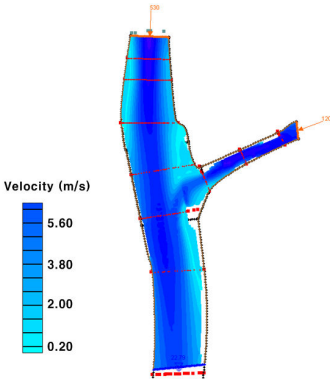


그림 2. 유속분포

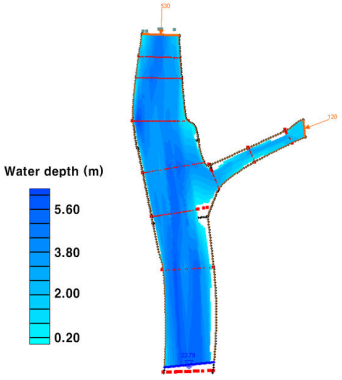


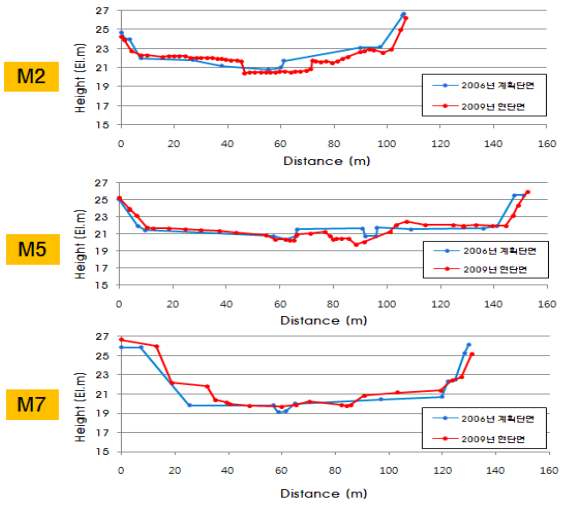
그림 3. 수위분포

3. 수리모니터링 항목

본 연구에서는 하천 복원 사업 후 대상구간에 대해 하상재료 및 하상변동 분석, 호안의 수리적 안정성 평가를 위해 수리학적 모니터링을 수행하였다.

3.1 하상재료 및 하상변동 분석

기존의 하상재료와 하도변화를 관찰함으로써 하도안정성을 평가하여 보았다. 2006년 홍수 후 돌붙임 시공이 되지 않은 부분은 세굴이 상당부분 발생하였고, 유속이 감소하는 좌안 쪽으로 사질토가 퇴적되었다.



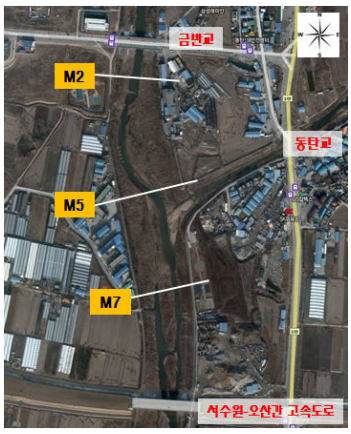


그림 4. 하도변화 분석

그림 4와 같이 대상구간 상류 좌안은 많은 퇴적이 진행 된 상태이고, M2 단면의 주하도 변화를 관찰하면 우안으로 이동되어있는 것을 확인할 수 있다. 그리고 중앙부에 유입되는 신리천 지류의 영향으로 합류부에 많은 퇴적이 진행되고 있다. M7 단면의 중앙부에 위치한 WAND는 식생 활착뿐만 아니라 나무도 자라고 있기 때문에 자체 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.

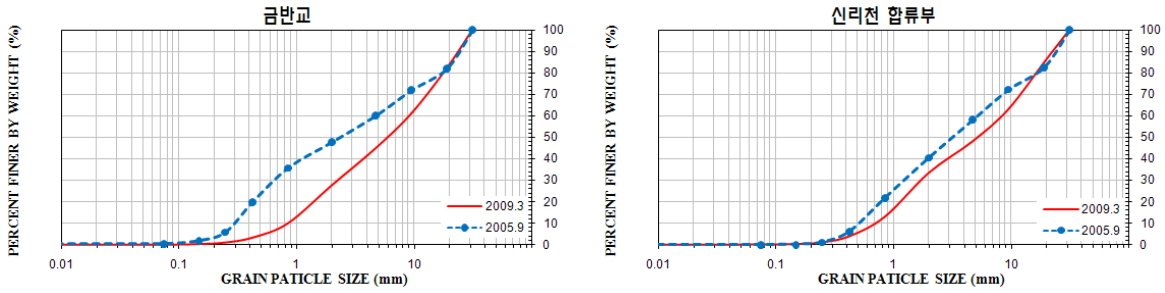


그림 5. 대상구간의 복원 후 하상재료 변화

3.2 호안의 수리적 안정성 평가

대상구간에는 식물자생용 돌붙임 호안과 식물재 호안이 시공되었다. 돌붙이 호안은 비교적 빠른 유속에 견딜 수 있도록 설계되었으며, 식물재 호안은 식물 활착을 위한 시간이 필요하므로 가능하면 흐름이 느린 곳에 설계하는 것이 바람직하다. 흐름특성 분석과 횡단면 측량을 통해서 ECORIVER21 연구단에서 제안한 호안 평가 지표를 이용하여 호안의 수리적 안정성 평가(표. 1)를 수행하였다.

(a) 식물자생용 돌붙임 호안

(b) 식물재 호안

그림 6. 대상구간의 호안 정비 현황

표 1. 호안의 수리적 안정성 평가지표

등 급	점 수	구 분	수리안정성
Ⅰ	1.0≤Ⅰ≤1.8	매우우수	홍수시도 매우 안정적
Ⅱ	1.8≤Ⅱ≤2.6	우수	환경적으로 우수하지만 제한요소가 있음
Ⅲ	2.6≤Ⅲ≤3.4	조금불량	홍수시 약간의 불안요소가 있음
Ⅳ	3.4≤Ⅳ≤4.2	불량	홍수시 불안요소가 있음
Ⅴ	4.2≤Ⅴ≤5.0	매우불량	홍수시 매우 불안

대상구간의 호안은 대부분 정비가 되지 않은 상태에서 식생이 자라있었고, 제방과 저수호안 모두 구속되지 않은 상태로 쉽게 침식이 가능한 상태였다. 그 중 직선부와 사수부에 설치된 호안의 수리적 안정성을 평가하였다. 100년빈도 홍수시 돌붙임 호안의 접근 유속은 1.3m/s이고, 식물재 호안의 접근 유속은 0.7m/s로 분석

되었다. 하상경사는 돌붙임 호안의 경우 1/950이었고, 식물재 호안의 경우는 1/1,400이었다. 평가 결과 두 호안 모두 수리적으로 안정하게 설계 된 것으로 판단된다.

표 1. 호안의 수리적 안정성 평가지표(계속)

평가항목	평가내용	평가방법	평가기준	점 수	돌붙임 호안	식물재 호안
유선형태	유선과의 관계	현장에서 목측조사	사수부	1	1	3
			직선부	2		
			수충부	3		
하상경사	하상경사 정도	보고서와 현장조사	1/3,000 이하	1	2	3
			1/1,000~1/3,000이하	2		
			1/400~1/1,000이하	3		
			1/100~1/400이하	4		
			1/100이하	5		
유 속	계획홍수시 유속	보고서	1.0m/s 이하	1	1	3
			1.0m/s~2.0m/s	2		
			2.0m/s~3.0m/s	3		
			3.0m/s이상	5		
비탈경사	호안의 비탈경사	현장조사	1:3 이하	1	1	3
			1: 2~1: 3	2		
			1: 1~1: 2	3		
			1: 0.3~1: 1	4		
			직립	5		
소류력비	허용소류력 /계산소류력		2.5이상	1	3	1
			2.0~2.5	2		
			1.5~2.0	3		
			1.0~1.5	4		
			1.0 이하	5		
평 균					1.6	2.6

4. 결론

자연형 하천정비 사업 시행 후에 수리학적 모니터링을 수행하여 적응관리에 대하여 평가하여 보았다. 평가 결과 문제점은 공사 직후 홍수로 인해 식생이 활착되지 않은 부분의 침식이 두드러졌으며, 수충부에 설치한 경사식수제는 50년 빈도 홍수에 파괴 되었고, 합류부 직상류 좌안에 많은 양의 사질토가 퇴적되어 흐름을 방해하고 있었다. 복원을 위해 적용된 식물재 호안과 돌붙인 호안 기법에 대한 수리적 안정성 평가 결과 적용 기법은 타당한 것으로 판단되었으며, WAND 설치 후 식생이 활착되어 본래 적용 목적에 부합하도록 유지되고 있었다. 따라서 하천복원 후 하천의 치수안정성과 하도안정성을 평가하는 것은 복원하천의 적응관리를 위해 필수적이며 이를 위해서는 앞으로 지속적인 모니터링을 수행하여야 할 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

김윤환, 박남희, 진영훈, 김철.(2007).“자연 친화적 하천정비를 위한 호안평가기법의 개발 및 적용 ”. 한국수자원학회 논문집. Vol.40. No.12

한국건설기술연구원.(1999) “국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”

건설교통부,(2001).“자연 친화적 하천정비개발 보고서”