

행정중심복합도시 주요 하천구간에 대한 하상변동 실태분석과 수위유지시설의 설치에 따른 장기 예측

Riverbed Change Analysis and Long-term Prediction for the Major River Sections of Multifunctional Administrative City

신광섭*, 정상만**, 이삼희***, 이주헌****, 허준호*****

Kwang Seob Shin, Sang Man Jeong, Sam Hee Lee, Joo Heon Lee, June Ho Heo

요 지

본 연구에서는 행정중심복합도시 예정 및 주변지역의 금강과 미호천 일부 구간을 대상으로 하상변동의 실태 분석과 수위유지시설 설치에 따른 장기 예측을 실시하였다. 1988년, 2002년 및 2007년의 횡단자료를 이용하여 대상구간의 종방향 하상변동 실태를 분석한 결과 금강과 미호천 구간 모두 2007년 최심하상고는 1988년에 비해 심한 저하가 발생된 반면 2002년에 비해서는 미소한 변화가 발생되었다.

수위유지시설 설치에 따른 하상변동 장기 예측을 수행하기 위하여 본 연구에서는 미육군 공병단에서 개발한 1차원 모형인 HEC-RAS 4.0 모형을 적용하였다. 고정상 모형의 수행을 통하여 수면고의 이상치를 보정(calibration)하였으며, 1988년과 2002년 횡단자료를 사용하여 이동상 모형에서의 검정(verification)을 실시하였다. 2007년을 기준으로 하여 2017년까지 향후 10년간 수위유지시설의 설치 높이에 따른 시나리오별 하상변동을 예측한 결과 미호천 대상구간은 그 영향이 미미하였으나 금강 대상구간은 수위유지시설의 높이가 높을수록 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 수위유지시설의 설치 높이가 7m일 경우 금강 대상구간은 설치하지 않을 경우보다 미호천합류점 상류부근에서 1.59m의 퇴적이 발생할 것으로 모의되었으며, 수위유지시설 하류부근에서 1.98m의 침식이 발생할 것으로 모의되었다.

핵심용어 : HEC-RAS 4.0, 하상변동, 최심하상고

1. 서 론

현재 행정중심복합도시 예정 지역을 포함한 주변지역의 수변경관 개선과 친수공간 조성을 위하여 금남교 하류 1.16km 지점에 수위유지시설을 설치하는 것을 고려하고 있다. 이러한 수위유지시설은 하천을 횡단하는 구조물로서 하상의 인위적인 변화를 유발하여 흐름이나 유사량을 변화시키며, 이로 인해 하상의 동적평형상태를 복원하는 과정에서 침식과 퇴적이 반복적으로 이루어져 하상변동이 발생하게 된다. 하천구간 내의 하상변동을 분석하고 예측하는 일은 하천관리 연구 분야의 기본이며, 구조물 건설에 따른 영향평가와 치수계획 면에서 매우 중요하다.

여기서는 행정중심복합도시 예정 및 주변지역의 금강과 미호천 일부 구간을 대상으로 과거 횡단자료를 이용하여 하상변동 실태를 분석하고 미육군 공병단에서 개발한 1차원 모형인 HEC-RAS 4.0 모형을 적용하여 수위

* 정회원·공주대학교대학원 건설환경공학과 석사과정E-mail : ksshin@kongju.ac.kr

** 정회원·교신저자공주대학교 건설환경공학부 교수E-mail : smjeong@kongju.ac.kr

*** 정회원·한국건설기술연구원 하천·해안연구실 책임연구원E-mail : samhee.lee@kict.re.kr

**** 정회원·충북대학교 사회기반시스템공학과 부교수E-mail : leejh@joongbu.ac.kr

***** 공주대학교대학원 건설환경공학과 석사과정E-mail : diaza@kongju.ac.kr

유지시설의 설치 높이에 따른 장기 하상변동을 예측함으로써 효율적인 하천관리와 적절한 수위유지시설 규모를 결정하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 대상구간의 하상변동 실태분석

하상변동 실태분석을 위한 대상구간은 그림 1에서 보는 바와 같이 행정중심복합도시 예정 및 주변지역의 금강과 미호천의 일부 구간으로 선정하였다. 금강 대상구간은 부강수위표에서 공주수위표까지 27.28km이며, 미호천 대상구간은 석화수위표에서 미호천 하구까지 9.84km이다. 대상구간의 수변경관 개선을 위해 설치를 고려중인 수위유지시설의 위치는 금남교 하류 1.16km 지점이다.



그림 1. 대상구간 위치도

대상구간의 하상변동 실태분석을 위하여 “금강수계 종합정비계획(건설부, 1988)”, “금강수계 하천정비기본계획(건설교통부, 2002)” 및 “행정중심복합도시 금강 및 미호천 하상변동 조사(한국토지공사, 2007)”의 횡단자료를 이용하였다. 분석 결과 금강과 미호천 구간 모두 2007년 최심하상고는 1988년에 비해 심한 저하가 발생된 반면 2002년에 비해서는 미소한 변화가 발생되었다. 1988년에 비해 심한 하상저하가 발생한 이유는 1990년대에 이루어진 골재채취에 의한 것이라고 판단되며, 금강과 미호천의 과거 하상변동 실태분석 결과는 각각 그림 2 및 그림 3과 같다.

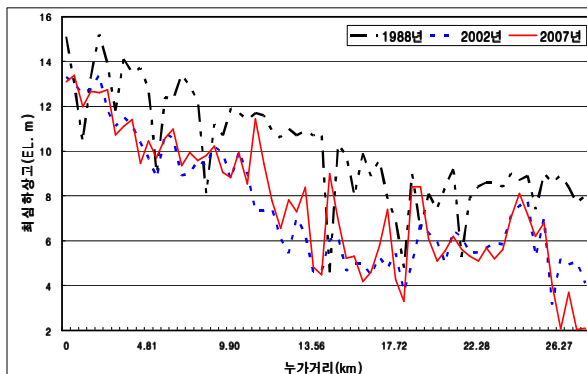


그림 2. 하상변동 실태분석(금강)

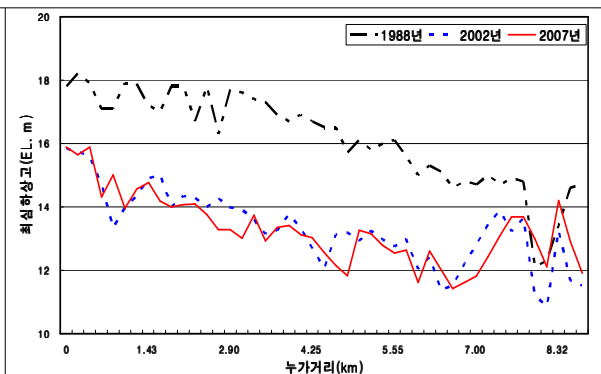


그림 3. 하상변동 실태분석(미호천)

3. HEC-RAS 4.0의 보정 및 검정

3.1 고정상 보정

고정상 모형의 수행을 통하여 수면고의 이상치를 보정(calibration)하였으며, 이러한 고정상 보정은 조도계수 값을 보정하기 위한 목적으로 수행하였다. 조도계수는 “금강수계 종합정비계획(건설부, 1988)” 보고서의 값을 초기 값으로 사용하여 수면고를 계산한 뒤 실측 수위와 비교하여 가장 적당한 조도계수 값을 선정하였다. 고정상 보정을 위한 유량자료는 수위가 고수부지고 이상으로 형성된 1997년의 유량자료를 이용하였으며, 모형의 보정 결과 조도계수는 표 1에서 보는 바와 같이 실측 수위에 보다 근접한 0.029를 적용하였다.

표 1. 고정상 보정 결과

구 분		최소유량	만제유량	최대유량
금남교 실측 수위(EL. m)		11.81	14.07	16.49
계산 수위 (EL. m)	n=0.027	11.43	13.95	16.21
	n=0.029	11.44	14.14	16.42

3.2 이동상 검정

이동상 모형에서의 검정(verification)을 위하여 1988년 및 2002년 횡단자료를 사용하였다. 1988년의 횡단면을 초기단면으로 하여 2001년까지 골재채취를 고려한 경우와 고려하지 않는 경우에 각각 하상변동을 모의한 후 2002년 실측자료와 비교하였다. 비교 결과 그림 4 및 그림 5에서 보는 바와 같이 골재채취를 고려하지 않은 자연 상태에서의 하상고는 금강과 미호천 모두 거의 일치하는 것으로 나타났으며, 골재채취를 고려한 경우 일부 구간에서 차이가 발생하나 전반적인 경향은 비슷한 것으로 나타났다. 골재채취를 고려한 경우 금강과 미호천 최심하상고의 계산치와 실측치의 결정계수(R^2)가 각각 0.84와 0.81로 나타나 장래 하상변동을 예측함에 있어 HEC-RAS 4.0을 적용하는 것이 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그림 6과 그림 7은 각각 금강과 미호천의 선형 회귀분석 결과를 나타낸다.

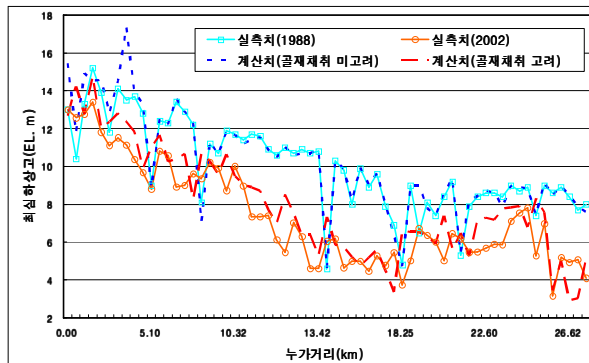


그림 4. 하상변동 분석(금강)

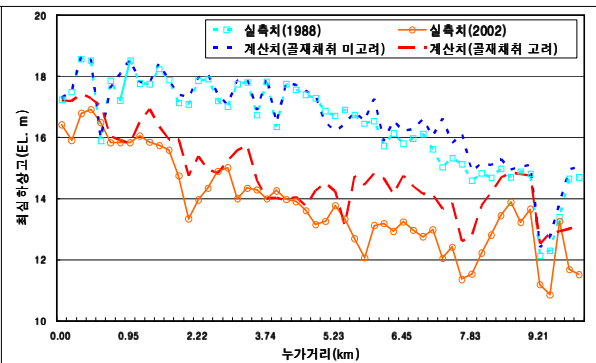


그림 5. 하상변동 분석(미호천)

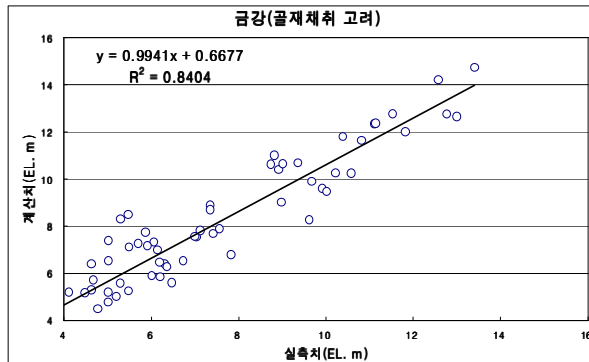


그림 6. 회귀분석 결과(금강)

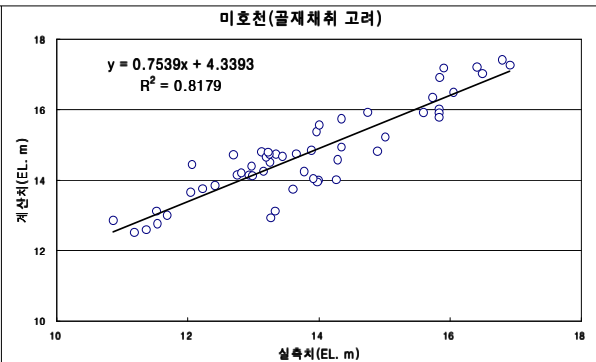


그림 7. 회귀분석 결과(미호천)

4. 수위유지시설 설치에 따른 하상변동 장기 예측

4.1 입력자료의 구축

수위유지시설의 설치에 따른 하상변동 장기 예측을 위한 하상자료는 “행정중심복합도시 금강 및 미호천 하상변동 조사(한국토지공사, 2007)”의 단면별 하상자료 조사 자료를 이용하였으며, 조도계수는 모형의 보정 결과에서 산정된 0.029를 적용하였다. 그리고 유량자료는 공주수위표 24개년, 석화수위표 40개년간의 유황분석 결과를 바탕으로 비유량법으로 추정하여 산정하였으며, 2007년을 기준으로 2017년까지 향후 10년간 준 시계열적인 장기 하상변동을 예측하였다. 금강과 미호천에서 지류하천의 측방유입 유량은 각각 공주수위표와 석화수위표를 기준으로 비유량을 이용하여 산정하였다. 그림 8과 그림 9는 각각 공주수위표와 석화수위표 지점의 유황곡선을 나타낸다.

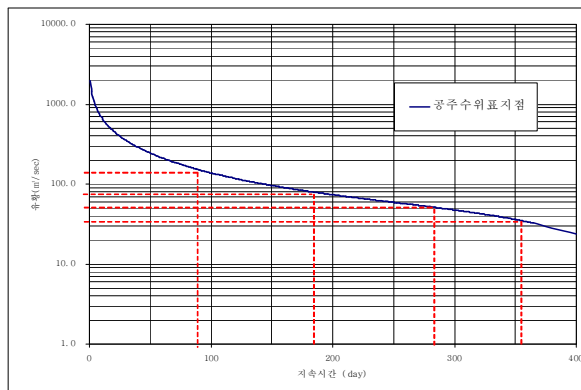


그림 8. 유황곡선(공주수위표)

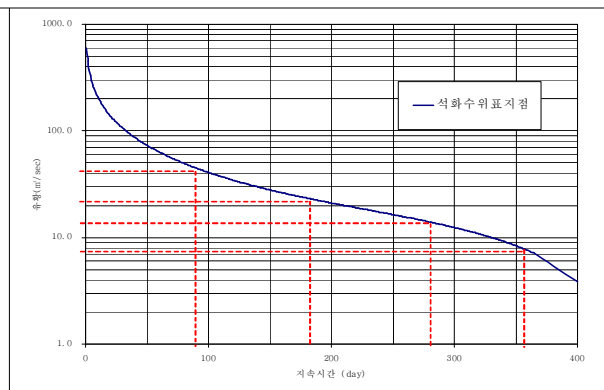


그림 9. 유황곡선(석화수위표)

4.2 시나리오별 수위유지시설 높이

행정중심복합도시 예정 지역을 포함한 주변지역의 수변경관 개선과 친수공간 조성 그리고 쾌적한 환경조성 등을 위하여 금남교 하류 1.16km 지점에 수위유지시설을 설치하는 것을 고려하고 있다. 본 연구에서는 금남교 하류 1.16km 지점의 평수위(9.66 EL. m)를 기준으로 수위유지시설의 설치 높이에 따른 장기 하상변동을 예측하였으며, 수위유지시설의 설치 높이별 시나리오는 표 2와 같다. “행정중심복합도시 금강 및 미호천 하상변동 조사(한국토지공사, 2007)”에 의하면 수위유지시설의 높이가 7m까지는 수위상승으로 인한 제방월류의 위험이 없는 것으로 분석되었기 때문에 본 연구에서는 각 시나리오의 설치 높이를 7m 이하로 설정하였다.

표 2. 수위유지시설의 높이별 시나리오

시나리오	높이(m)	마루고(EL. m)	비고
CASE 1	0	-	평수위 (9.66 EL. m)
CASE 2	2	11.66	
CASE 3	4	13.66	
CASE 4	6	15.66	
CASE 5	7	16.66	

4.3 시나리오별 하상변동 장기 예측

CASE 1(미설치)의 경우 2007년을 기준으로 하여 2017년까지 향후 10년간 하상변동을 예측한 결과 금강 대상구간은 최심하상고를 기준으로 미호천합류점과 공주대교 하류부근에서 각각 가장 많은 퇴적(4.08m)과 침식(-1.28m)이 발생할 것으로 모의되었으며, 미호천 대상구간은 조천합류점과 연기천합류점 하류부근에서 각각 가장 많은 퇴적(0.26m)과 침식(-0.22m)이 발생할 것으로 모의되었다.

수위유지시설의 설치 높이에 따른 시나리오별 장기 하상변동을 예측하여 CASE 1(미설치)의 경우와 비교한 결과 미호천 대상구간은 그 영향이 미미하였으나 금강 대상구간은 수위유지시설의 높이가 높을수록 많은 영향

을 미치는 것으로 나타났다. 금강 대상구간은 모의 조건이 CASE 2(설치 높이=2m)와 CASE 3(설치 높이=4m)의 경우 CASE 1(미설치)의 경우와 많은 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으며, 이에 반해 CASE 4(설치 높이=6m)와 CASE 5(설치 높이=7m)의 경우는 상대적으로 많은 차이를 보였다. 그림 10에서 보는 바와 같이 모의 조건이 CASE 5(설치 높이=7m)일 경우 금강 대상구간은 최심하상고를 기준으로 CASE 1(미설치)의 경우보다 미호천합류점 상류부근에서 1.59m의 퇴적이 발생할 것으로 모의되었으며, 수위유지시설 하류부근에서 1.98m의 침식이 발생할 것으로 모의되었다. 전반적으로 수위유지시설의 높이가 높아질수록 상류는 퇴적의 경향이 강해지는 것으로 나타났으며, 하류는 침식의 경향이 강해지는 것으로 나타났다.

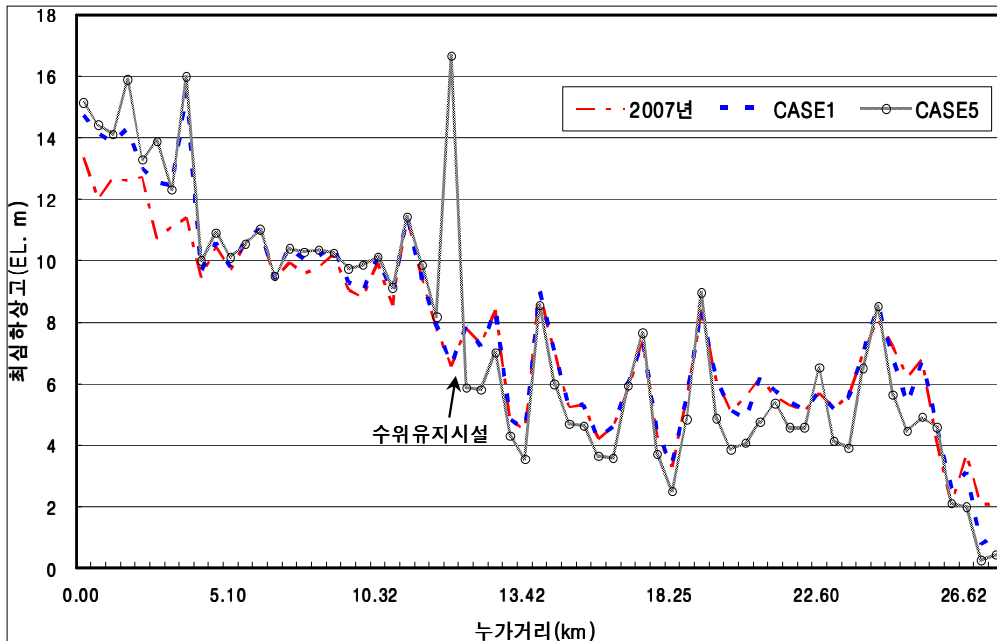


그림 10. 시나리오별 장기 하상변동 예측 결과(금강)

5. 결론

본 연구에서는 행정중심복합도시 예정 및 주변지역의 주요 하천구간을 대상으로 하상변동 실태분석을 실시하고 수위유지시설의 설치 높이에 따른 장기 하상변동을 예측하고자 하였다. 하상변동 장기 예측을 위해 1차원 HEC-RAS 4.0을 적용하였으며, 대상구간의 과거 횡단자료를 이용하여 이동상 모형에서의 검정을 실시한 결과 하상고의 실측치와 계산치가 양호하게 일치하였다. 대상구간의 하상변동 실태분석 결과 금강과 미호천 구간 모두 2007년 최심하상고는 1988년에 비해 심한 하상저하가 발생되었는데 이는 1990년대에 이루어진 골재채취 등 인위적인 변동요인에 의한 것이라고 판단된다.

수위유지시설의 설치 높이에 따른 장기 하상변동을 예측한 결과 미호천 대상구간은 그 영향이 미미하였으나 금강 대상구간은 수위유지시설의 높이가 높을수록 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 수위유지시설의 설치 높이가 7m일 경우 금강 대상구간은 설치하지 않을 경우보다 미호천합류점 상류부근에서 1.59m의 퇴적이 발생할 것으로 모의되었으며, 수위유지시설 하류부근에서 1.98m의 침식이 발생할 것으로 모의되었다. 수위유지시설을 기준으로 하류에 많은 침식이 발생할 것으로 모의되었는데 이는 수위유지시설이 상류로부터의 유입유사를 차단하기 때문이라고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 건설부(1988). 금강수계 종합정비계획.
2. 건설교통부(2002). 금강수계 하천정비기본계획.
3. 한국토지공사(2007). 행정중심복합도시 금강 및 미호천 하상변동조사.