

하도특성량과 수치모형에 의한 하상변동 예측

윤 여 승*+ / 안 경 수**

Prediction of River-bed Change Using River Channel Characteristics and A Numerical Model

Yoon Yeo Seung*+ / Ahn Kyeong Soo**

요약 : 자연하천은 하천개수사업, 유역의 토지이용 변화, 댐 및 저수지 건설, 골재채취 등 여러 가지 요인에 의해 하상이 변동하게 된다. 이러한 하상변동은 하천정비 및 다양한 습지계획, 안정하도 유지관리를 위해 매우 중요한 사항이다. 본 연구에서는 골재채취로 인해 저하된 하상이 점차 안정화 되어가고 있는 금강 및 미호천 국가하천 구간을 대상으로 하천측량, 하상재료 채취 분석을 실시하고, 이를 토대로 하도 형성을 지배하는 하도특성량 분석과 수치모형에 의해 장래 하상변동을 예측하였다. 연구결과 하상경사 및 마찰속도 등 하도특성량을 통해 분석한 하상변동 잠재성 평가 결과와 수치모형을 이용한 하상변동 예측결과가 비슷한 경향을 나타냈으며, 금강 및 미호천은 장래 하도가 안정화될 것으로 분석되었다. 이와 같이 장래 하상의 세갈 또는 퇴적경향 등을 예측하고 그 특성을 반영하면, 치수적인 대책 수립과 수리적으로 안전한 구간에서의 식생호안 설치 등 치수적으로 안전하고 친환경적인 하천 및 습지계획이 가능할 것이다.

핵심용어 : 하상변동, 하도특성량, 마찰속도

Abstract : In natural river, river-bed change is greatly influenced by the various factors such as river improvement, change of watershed land use, construction of dam and reservoir, gravel mining, and so on. The knowledge about river-bed change in the river is essential in the river modification, wetlands plan, and maintaining stable alluvial rivers. In this study, river-bed change in the future was predicted by investigating river channel characteristics which play dominant role in the formation of channel and based on the numerical model through river survey and the grain size analysis. The Proposed investigation and model was applied to the Geum river and the Miho stream which have been experienced river degradation due to river aggregate dredging and now seams to be stable. The result of potential river-bed change which was estimated by investigating channel characteristic including slope of channel, friction velocity, and so on is similar to that which was estimated based on the numerical model. It was found that the Geum river and the Miho stream will be stable. In the future, if considering the characteristics of river channel which is estimated by the river-bed scour, sediment, and so on, it is possible that river improvement and wetland restoration plan are established stably and naturally.

Keywords : River-bed change, River channel characteristics, Friction velocity

1. 서 론

하상은 유역내 토지이용 변화, 댐 및 저수지와 같은 수공구조물 축조, 골재채취 등 인위적인 요

인이나, 대규모 산사태, 대홍수와 같은 자연적인 요인에 의해 동적 평형이 파괴되어 변동하게 된다. 또한, 하상변동은 단기적인 면에서는 하천에서의 취수, 배수 등 하천관리에 직접적인 영향을

+ Corresponding author : ysyoon@samaneng.com

* 정회원 · 인천대학교 대학원 박사과정수료

** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수

미치며, 장기적인 면에서는 하천 구조물의 안정, 홍수위 변화, 지하수위 변화 등 하천 및 유역관리에 광범위한 영향을 주고 있다.

우리나라의 경우 80년대 중반이후 하천내 토사 이송량을 초과하는 대규모 골재채취로 인해 하상이 저하되어 호안 및 교량의 교각 등 각종 시설물에 피해를 초래하고 있다. 따라서, 하도내 수리특성을 파악하여 장래 하상변동 특성을 이해하는 것은 치수, 이수, 환경적 측면에서 매우 중요하다 할 것이다. 과거 하상변동예측은 퇴적이 심하여 치수적으로 문제가 발생하는 하천에 대하여 실시하였으며, 대부분 하천측량과 하상재료 입경분석, 홍수위 변화 분석, 골재부존량 산정 등의 내용을 포함하고 있다. 최근에는 이와 같은 하상변동조사 및 예측에 관한 연구가 과거에 비해 드문 실정이며, 다양한 하천계획 및 유지관리를 위해서는 활발한 연구가 필요하다.

우리나라의 하상변동관련 연구는 남선우(1978)가 Brown 공식을 이용한 하상변동해석이 최초의 것으로 보이며, 이후 박정용(1984)와 박상덕(1989)은 각각 하상변동예측모형을 개발하여 한강 하류부의 단기 하상변동을 해석하였다. 또한 손명원(1986), 우효섭과 유권규(1991, 1993)는 대청댐 하류의 하상변동예측에 관한 연구를 수행하였다. 외국에서는 미국의 Stanley(1948)가 미국의 콜로라도강 후버댐의 축조에 따른 하류하천의 하상저하에 관한 실증적 연구를 시작하였으며, 해석적인 연구로는 De Vries(1975)가 본격적으로 시작하였고, Zhang and Kahawita(1987)는 하상상승에 대해 연구하였다. 또한 이론적 연구와 병행하여 많은 수학적 모형이 개발되고 있으며, 미공병단에서 개발한 HEC-6(Thomas and Prasuhn, 1977), TABS2(Thomas and Mcanally Jr., 1985)를 비롯하여 CHARIMA(Holly et al., 1990), FLUVIAL12(Chang, 1990a) 등이 있다.

본 연구에서는 '90년대 이후 골재채취가 시행된 금강 및 미호천을 대상으로 하상경사, 마찰속도 등 하도의 수리특성량과 수치모형을 이용하여 다음과 같이 장래하상변동을 예측하였다.

2. 하동변동 특성 분석

본 연구에서는 국내 하천 중 신뢰성 있는 하천 단면자료와 유사이동 수치모형을 위한 하상재료 및 유량, 유사량 자료가 존재하고 과거 하상변동이 크게 발생한 금강 및 미호천 구간을 대상으로 선정하였다.

2.1 하상변동예측 개요

하상계수가 큰 하천에서 각종 하천계획을 수립할 경우, 하도특성을 면밀하게 검토할 필요가 있다. 하도안정과 관련한 하도특성량으로는 하상경사, 대표입경, 저수로내 평균수심, 에너지 경사, 마찰속도, 무차원 소류력, 수면폭-수심비 및 수심-입경비 등이 있다. 하도의 안정성은 이와 같은 하도특성량을 토대로 종합적으로 평가하여야 하며, 본 연구에서는 하도특성량 중 하상경사, 마찰속도를 이용하였다.

장기하상변동 예측을 위한 수치모형은 HEC-6 모형을 이용하였으며, 수위 계산은 다음과 같은 일차원 연속방정식과 에너지 방식을 이용하여 산정한다.

$$\frac{dQ}{dx} = q_l$$

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

여기서, x 는 거리, Q 는 유량, q_l 은 단위폭당 측방 유입유량을 나타내며, WS_1 , WS_2 는 각각 하류와 상류의 수위, α_1 , α_2 는 각각 구간의 하류와 상류의 에너지 보정계수, h_e 는 에너지 손실을 나타낸다.

하상변동을 모의하기 위한 기본방정식은 다음과 같은 Exner 방정식을 이용한다.

$$\frac{\partial q_s}{\partial x} + W \cdot \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0$$

여기서, q_s 는 단위폭당 유사량, W 는 하상도의 단위 중량, η 는 임의기준면에서 하상까지의 높이 이다.

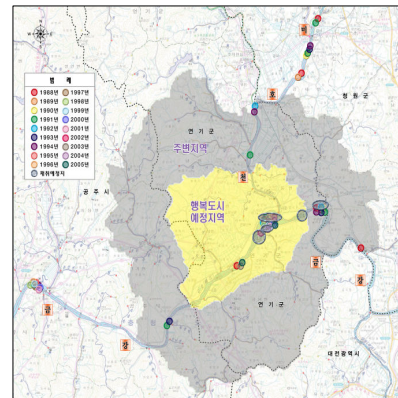
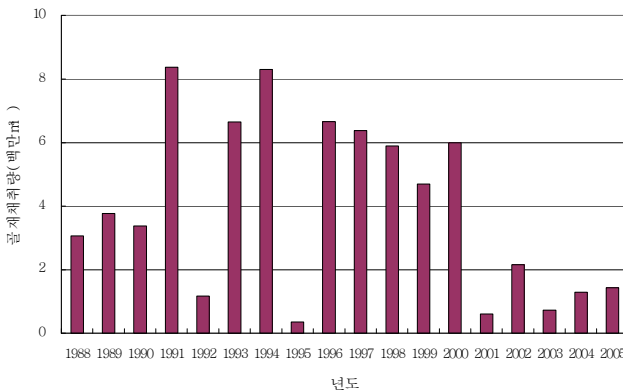
2.2 대상하천

본 연구의 대상하천은 국가하천인 금강과 미호천으로 금강은 갑천 합류점에서 공주수위표까지 약 30km, 미호천은 하구에서 석화 수위표까지 약 10km 구간이며, 대상하천 구간내 과거 하천단면은 1988년과 2002년(하천정비기본계획), 2007년(하상변동조사)의 자료가 있다. 본 연구에서는 1988년 단면자료를 이용하여 2002년 단면을 비교하여 모형을 검증하였으며, 2007년 자료를 이용하여 장래하상을 예측하였다. 또한, 본 연구 대상구간내 과거 골재채취는 1988년~2006년까지

총 7,100만 m^3 으로 연평균 약 374만 m^3 을 채취한 것으로 조사되었다.

하상자료는 '88년, '02년 하천정비기본계획시 채취한 자료가 있으며, '07년 하상변동조사시에는 종단방향 1 km 간격마다 이동사주를 중심으로 1 개 지점을 채취하는 것을 원칙으로 하고, 무제부 암벽구간으로 수변 접근이 불가능하거나 교량, 보 등의 횡단구조물에 의한 교란이 극심한 구간에서는 현장여건을 고려하여 조사 위치를 조정하였다. 하상자료 채취방법은 대상 하천인 금강 및 미호천의 하상자료가 잔자갈 이하의 모래로 구성되어 있어 부피채취법을 채택하였다.

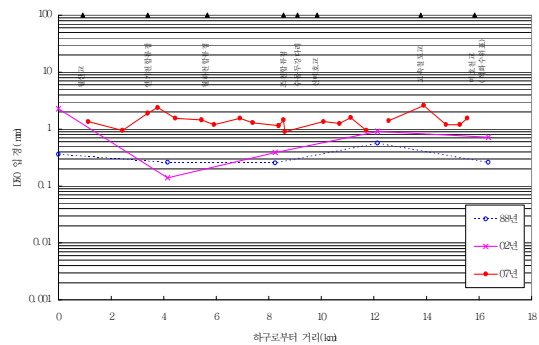
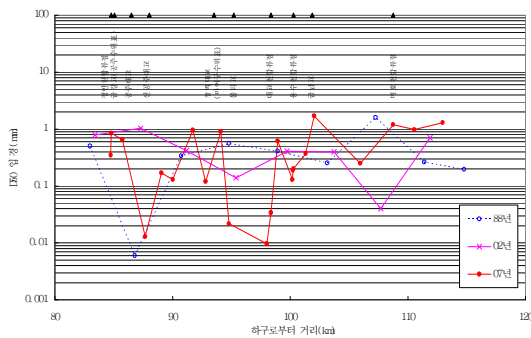
'88년 및 '02년, '07년 채취한 하상구성재료 입경의 종단적 변화는 그림 2와 같다.



(a) 연도별 골재채취 현황

(b) 골재채취 위치도

그림 1. 대상지역내 연도별 골재채취 현황



(a) 금 강

(b) 미호천

그림 2. 하상재료의 경년적 종단변화

2.3 하상변동현황

2.3.1 하상변동실태

하상변동실태를 파악하기 위해 '88년, '02년 및 '07년 측량성과를 이용하여 측점별 세굴량과 퇴적량을 분석하였다.(그림 3 참조)

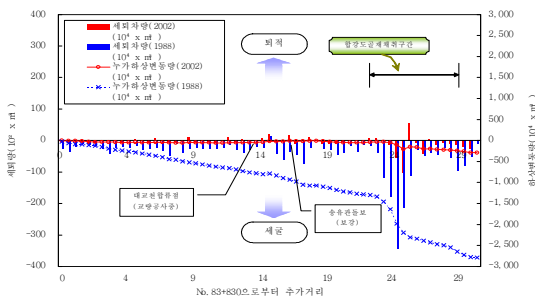
금강의 경우 '88년에 비해 약 2,800만^m의 세굴이 발생하여 하상이 평균 약 2.87m 저하되었으며, '02년에 비해서는 약 289만^m의 세굴이 발생하여 약 0.28m 저하된 것으로 나타났다. 미호천의 경우 '88년 대비 약 630만^m의 세굴이 발생하여 평균 4.31m 하상이 저하되었으며, '02년 대비 약 42만^m 세굴이 발생하여 약 0.45 m 하상이 저하된 것으로 나타났다.

특히 '02년과 비교하여 금강의 미호천 합류부와 미호천의 하구부에서 세굴이 많이 발생하였는데, 이는 금강 본류와 미호천 합류부에서의 골재채취가 원인인 것으로 조사되었다.

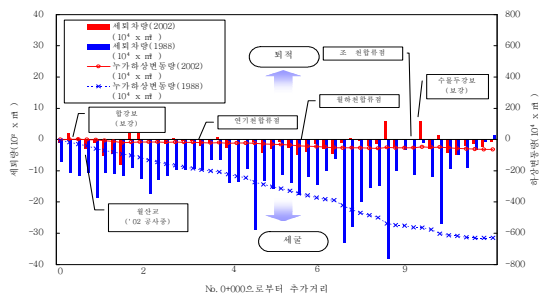
2.3.2 하상변동 특성 분석

본 연구대상 지역은 청벽대교 하류 및 불티교 상류(금강) 및 월산교 상류(미호천) 구간 등 일부 구간을 제외하고는 하천제방 구간으로 '88년 이후 하천개수공가가 거의 완료되어 하폭의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 또한, 저수로는 '88년과 비교할 때 큰 변화가 있었으며, '02년과 비교할 때 국부적인 변화만이 발생하였는데, 이러한 저수로 변화 요인은 골재채취 및 하천횡단 시설물(보, 하상유지공) 설치에 의한 영향으로 나타났다.

하상의 종단적 변화(그림 4 참조)는 전반적으로 '88년에 비해 금강 및 미호천 모두 2 m 이상 저하되었고, 일부구간에서는 4 m 이상 저하된 곳도 나타났으며, '02년과 비교해서는 대부분 미미하지만 상승하는 것으로 나타났고, 금강의 미호천 합류점 상류구간은 합강도 골재채취로 인해 하상이 저하되었다.

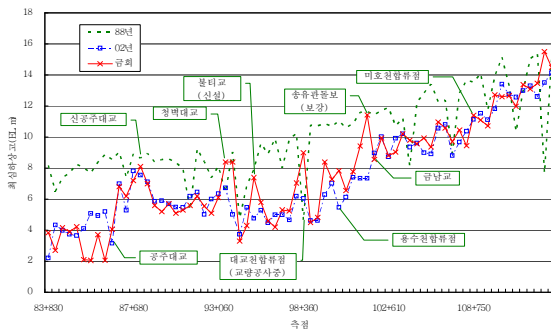


(a) 금 강

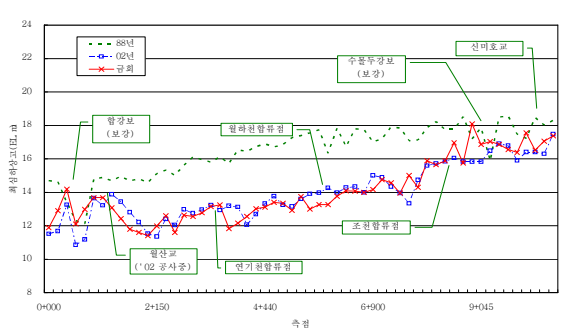


(b) 미호천

그림 3. 하상변동량 현황



(a) 금 강



(b) 미호천

그림 4. 연도별 최심하상고 변화

2.4 하도특성량에 의한 하도안정성 평가

일반적으로 하상저하에 따른 하도종단형태의 변화는 그림 5와 같이 (a)하상이 거의 평행으로 저하하는 평행저하형과 (b)하상이 상류에서 저하하기 시작하는 상류저하형으로 나눌 수 있다. 평행저하형은 대개 자연하천 중상류부 구간에서 발생하며, 상류저하형은 유사공급이 풍부한 유역에 위치한 하천의 하류부 구간과, 낙차공 및 보 등 횡단수리구조물이 설치되어 있는 지점에서 하류방향으로 상당한 구간에 걸쳐 발생한다.

연구대상하천의 하상은 일부구간을 제외하고는 그림 6과 같이 전 구간이 평행하게 저하된 것을 볼 수 있다. 이와 같은 현상은 다목적 댐 또는 농업용저수지에 의해 상류의 유사가 차단되고, 인위적인 골재채취로 인한 영향으로 판단된다.

금강과 미호천 하상경사는 경년적으로는 변화가 크지 않으나, 금강의 경우 용수천 합류점에서 청벽대교 구간은 '88년에 비해 '02년에 하상경사

가 완만해지다가, '07년에 경사가 상대적으로 급해진 것을 볼 수 있는데, 이는 금남교 하류 송유관 돌보 및 대전-당진간 고속도로교 등 일부 하천구조물의 신설에 의한 영향으로 판단된다.

미호천의 경우 하류부에서는 금강본류의 하상저하로 하상경사가 '88년에 완만하던 하상이 '02년 이후 급경사를 이루는 것을 볼 수 있으며, 특히, 월산교 상류구간은 '88년에 완만하던 하상이 '02년 이후 최심하상 경사가 역경사를 이루고 있는데, 이는 미호천 하상방지를 위해 설치한 함강보에 의해 보 설치지점을 기준으로 퇴적이 진행되어 나타난 결과이다.

이상과 같이 하상경사를 통한 금강 및 미호천의 향후 하상변동의 잠재성을 평가해 보면, 금강의 경우 공주대교 하류에서는 경사가 급해져서 세굴이 발생할 가능성이 크며, 공주대교 상류지역은 공주대교 돌보에 의해 하상경사가 완만해져 퇴적이 발생되고, 이후 청벽대교 상류지역에서 하상경사가 급해져 일부 세굴이 발생할 가능성이 큰 것

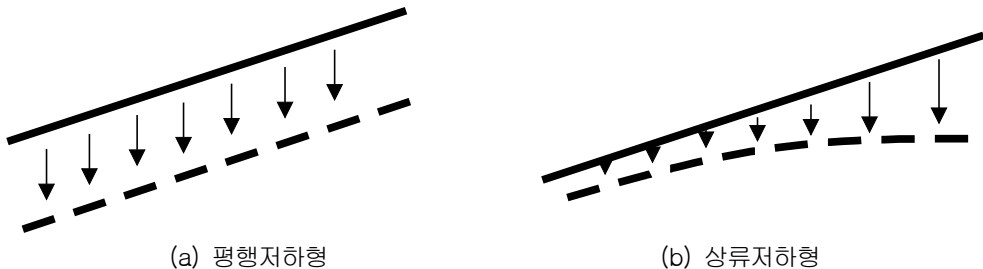


그림 5. 하상저하의 종단변화형태

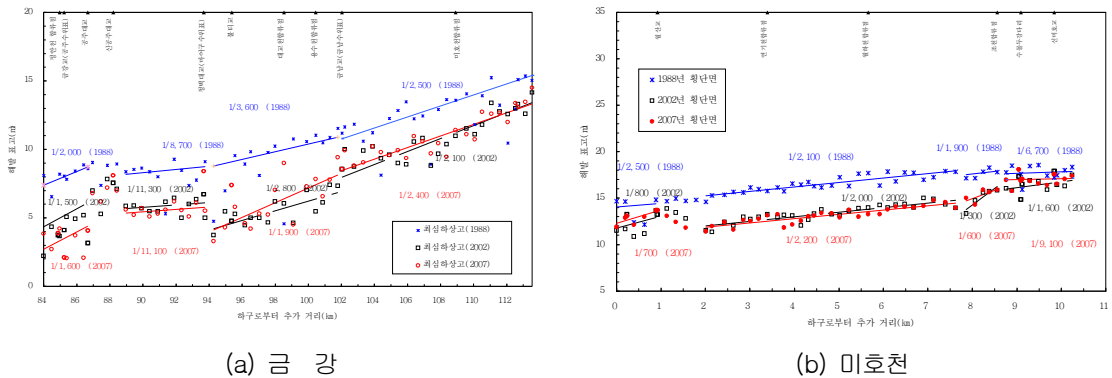
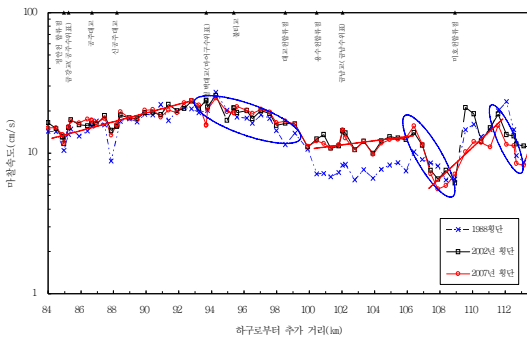
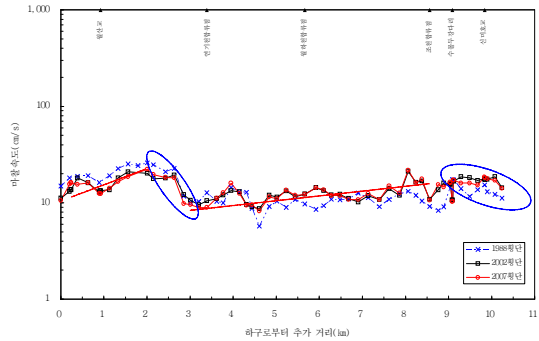


그림 6. 연도별 하상경사 변화



(a) 금 강



(b) 미호천

그림 7. 마찰속도 변화

으로 나타났다. 미호천은 전체적으로 하상경사가 완만하여 퇴적의 경향이, 하류부에서는 하상경사가 급해 세굴이 발생할 가능성이 큰 것으로 나타났다. 인위적인 골재채취가 중단되면, 금강의 하상이 상승하여 ‘88년과 같이 하상경사가 완만해질 것으로 판단된다.

마찰속도는 하천에서의 외적인 작용으로, 하도에 미칠 수 있는 잠재력으로 볼 수 있다. 금강 및 미호천의 마찰속도의 경년적 변화를 살펴보면, 그림 7에서 보는바와 같이 금강의 경우 용수천 합류점 상류구간에서는 마찰속도가 증가하고, 미호천 합류점 상류 구간은 마찰속도가 저하되고 있으며, 나머지 구간에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이는 미호천 합류점 상류구간은 골재채취로 하천의 통수단면이 넓어져 수위가 감소하여 나타난 결과로 판단되며, 반대로 용수천 합류부 상류구간은 송유관 돌보 등 신설구조물에 의해 수위가 상승되어 나타난 결과로 판단된다. 미호천의 경우 전체적으로 경년적 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

마찰속도를 이용하여 하상변동의 잠재성을 분석해 보면, 금강의 경우 미호천 합류부 구간은 마찰속도가 줄어드는 것으로 나타나 퇴적이 예상되며, 미호천 합류부에서 용수천 합류부 구간에서는 마찰속도의 변화가 없어 하상이 안정될 것으로 판단된다. 또한, 용수천 합류부에서 청벽대교 구간은 상류에서 하류로 갈수록 마찰속도가 증가하고 있어 세굴이 발생할 가능성이 크며, 그 이후 구간

은 미미하나마 퇴적할 잠재력을 지닌 것으로 평가된다.

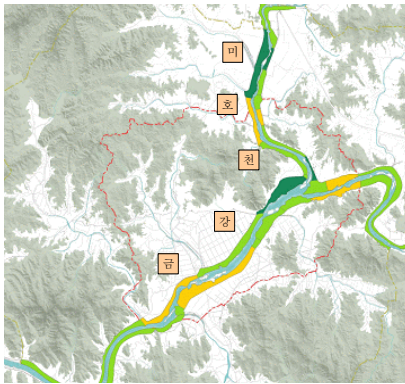
미호천의 경우 월산교 하류구간에서는 전반적으로 마찰속도가 감소하는 경향이 있어 퇴적의 성향이 나타나며, 그 이후 구간에서는 마찰속도의 증가와 감소가 반복적으로 나타나고 있으나 전반적으로 마찰속도가 감소하고 있어 미미하나마 퇴적이 지배적일 것으로 판단된다. 또한, 국지적인 세굴(상승구간) 및 퇴적(하강구간) 유발능력은 그림 7에서 공간적 위치를 파악할 수 있다.

3. 수치모형을 이용한 하상변동 예측

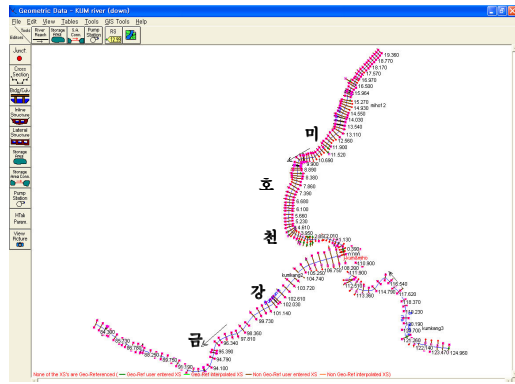
3.1 입력자료 수집 및 모형 구축

3.1.1 지형자료

수치모형을 수행하는 구간은 그림 8에서 보는 바와 같이 연구대상 구간내 하상변동 결과가 경계조건에 의한 영향을 최소화 할 수 있도록 금강은 공주수위표에서 갑천합류점(No. 85+070~126+420 : 39.92km)까지, 미호천은 하구에서 미호천교(No. 0~No. 19+530 : 19.53km) 까지 구축하였다. 모형의 횡단자료는 모형 검토정시에는 1988년 『금강수계중합정비계획, 건설부, 1988』에서 측량한 단면을 초기단면으로 이용하였으며, 장래 하상변동 예측시에는 2007년 횡단자료를 이용하였다.



(a) 하천망도



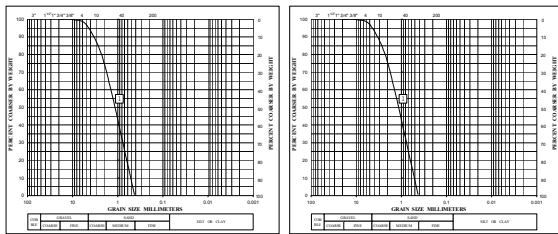
(b) 모형구축도

그림 8. 모형구축 현황

3.1.2 하상재료 및 유사량

대상하천 구간에 대한 하상재료에 대한 자료로는 '88년과 '02년 하천정비기본계획과 '07년 하상변동조사시의 분석 자료가 있다. 본 연구에서는 이동상 모형의 검토정을 위해서는 '88년 하천정비기본계획에서 채취한 하상재료 분석결과를 이용하였으며, 장래하상변동 예측시에는 '07년 채취한 분석결과를 이용하였다.

또한 본 연구 대상구간내 유사량 측정자료는



(a) 금강(공주대교)

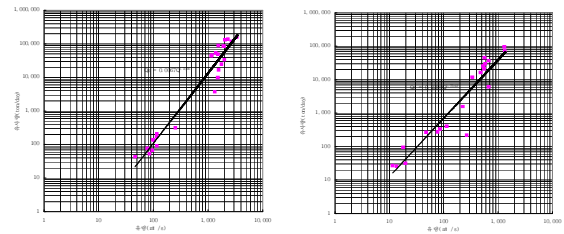
(b) 미호천

그림 9. 주요지점 하상재료 분석 결과

금강의 공주수위표 및 미호천의 석화수위표에 대해 『금강 유역조사, 2006, 건교부』와 '07년 측정된 자료가 있으며, 본 연구시 적용한 유사량 자료는 상기 보고서에서 측정된 자료를 이용하여 표 1과 같이 유량-유사량 관계식을 도출하여 유량규 모별로 적용하였다.

3.1.3 유량 자료

본 연구에서의 모의유량은 모형 검토정을 위한



(a) 공주수위표

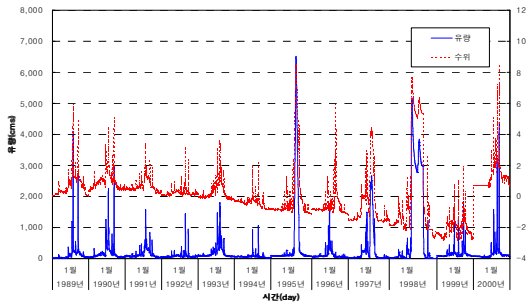
(b) 석화 수위표

그림 10. 주요지점 유량-유사량 관계곡선

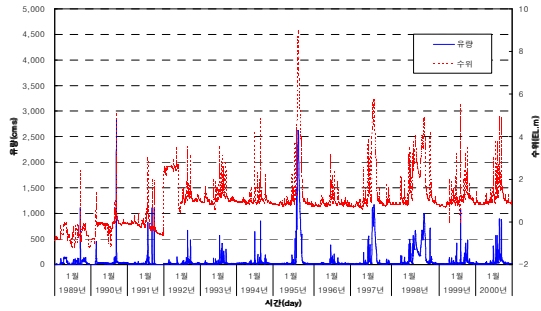
표 1. 유량-유사량 관계식

하천명	지점명	유량 - 유사량 관계식
금 강	공 주	$Q_s = 0.0067 Q^{2.1036}$
미 호 천	석 화	$Q_s = 0.2209 Q^{1.7542}$

【주】 Q_s : 총유사량, Q : 유량



(a) 공주수위표(금강)



(b) 석화 수위표(미호천)

그림 11. 수위 및 유량자료 현황(1989년 ~ 2001년)

유량과, 장래 하상변동을 위한 유량으로 구분하여 적용하였다. 모형 검·보정을 위한 유량은 1989년부터 2000년까지 공주수위표 및 석화수위표 지점의 일유량을 1일단위로 입력하였으며, 과거 대규모 홍수가 발생한 '95년, '97년, '98년의 홍수기에는 시간단위 유량을 사용하였다. 지류하천의 측방유입 유량은 미호천은 석화수위표를 기준으로 단위면적당 유량을 이용하여 산정하였으며, 금강은 공주수위표 지점을 기준으로 비유량을 이용하여 산정하였다.

장래 하상변동을 위한 모의 유량은 준시계열성을 가진 유량을 통해 실시하였다. 준시계열성 유량이란 연속적으로 변하는 1년간의 유량변동을 특정 지속기간동안 유량이 변하지 않는 불연속 유량으로 나열시켜 시계열성을 지닌 유량을 대신하는 것을 말한다. 따라서, 지속기간 및 유량조건에 따라 하상변동 형태가 달라질 수 있는데, 본 연구에서는 공주수위표 지점은 대청댐 건설이후인 1982년부터 2005년 24개년의 일유량 자료를, 미호천 석화수위표 지점은 1966년부터 2005년까지 40개년의 일유량 자료를 이용하여 분석한 일평균 유량을 이용하여 분석하였다.

3.2 모형의 적용성 검토

본 연구에서 적용 모형에 대한 보정은 고정상 모형을 수행하여 흐름모형의 매개변수 및 수면고

의 이상치를 보정한 후, 이동상 모형에서 Yang, Ackers & White, Laursen 등 3가지 공식을 이용하여 예측한 각 공식별 하상변동량과 실측치를 비교하여 검토하였다.

고정상 모형 보정을 위한 유량은 일반적으로 최소유량, 최대유량, 고수부 유량(고수부지 높이가 지 수위가 형성될 때의 유량)을 사용하며, 본 연구에서는 '97년의 유량자료를 이용하여 금강 수위표 지점의 수위자료를 이용하여 모형의 보정을 실시하였다.

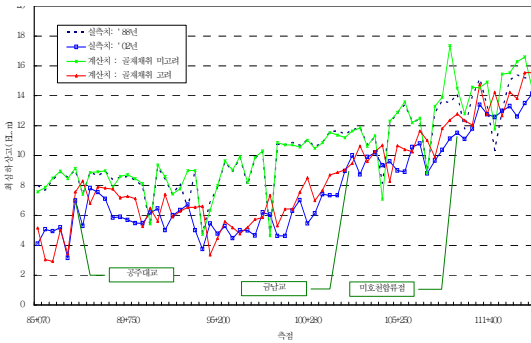
모형의 보정결과 최대유량 및 고수부유량에서는 수위가 비슷하게 형성되었고, 최소유량에서는 차이가 발생하였으나, 고수부유량 이상일 때 하상변동에 미치는 영향이 크기 때문에 조도계수는 0.029로 적용하였다.

상기한 자료와 모형보정을 실시한 후 '88년에서 '02년까지 각 방법별 하상변동 모의결과를 실측치와 비교하였다. 또한, 금회 연구대상구간이 골재채취가 많이 발생한 구간임을 감안하여 골재채취량을 고려한 경우와 골재채취량을 고려하지 않은 자연상태에서의 하상변동 결과를 검토하였다.

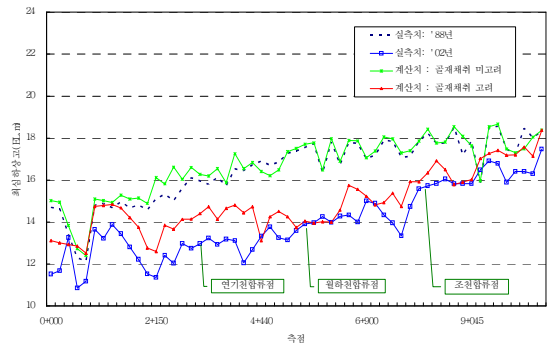
'88년에서 '02년까지 모의 결과 그림 12에서 보는바와 같이 골재채취를 고려하지 않은 자연상태에서는 실측하상고와 차이가 있으나, 골재채취를 고려할 경우 전반적인 경향은 비슷한 것으로 나타난 바, 본 모형은 장래 하상변동 예측에 적용

표 2. 고정상 모형 보정용 유량

구 분		최소유량	고수부유량	최대유량
일 자		1997.6.1	1997.7.1	1997.8.4
금남교 수위(EL.m)		11.81	14.06	16.49
금남교 유량(m ³ /sec)		260.8	1,541.1	2,887.8
산정유량 (m ³ /sec)	석화 수위표	89.7	551.6	1,081.0
	부강 수위표	152.4	874.4	1,628.6
하류경계 수위 (EL.m)		6.23	8.26	13.20
계산수위 (EL.m)	초기조도계수(0.027)	11.43	13.95	16.21
	조정조도계수(0.029)	11.44	14.14	16.42



(a) 금 강



(b) 미호천

그림 12. 대상구간 하상변동 계산치와 실측치 비교

가능한 것으로 판단된다.

3.3 장기하상 변동 예측 결과

2007년 실측된 하천단면 자료를 기준으로 향후 20년간 하상변동을 예측한 결과, 금강은 약 147만 m³ 퇴적되는 것으로 나타나 각 단면별로 평균 하상이 약 0.14 m 상승하는 것으로 나타났으며, 미호천은 약 3만 m³ 퇴적되는 것으로 나타나 현 상태와 비슷할 것으로 예측되었다. 특히, 금강의 경우 미호천 합류부 지점에서 하상의 퇴적이 크게 발생하는 것으로 나타났으며, 장래 하천 계획 및 하도 유지관리시 이러한 변동특성에 유의하여야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

하상경사 및 마찰속도 등 하도특성량과 수치모형에 의한 금강 및 미호천의 장래 하상변동예측 결과는 다음과 같다.

금강은 미호천 합류부 상류구간에서 마찰속도가 감소하는 경향이 있어 퇴적이 발생할 잠재성이 큰 것으로 나타났고, 장래 하상변동에서도 퇴적이 발생하는 것으로 나타났다. 청벽대교에서 용수천 구간에서는 마찰속도가 증가하여 세굴이 발생할 잠재성이 큰 것으로 나타났으며, 장래 하상변동 예측에서도 미미하지만 세굴이 발생하는 것으로 나타났다. 특히 미호천 합류부에서는 마찰속도의 편차가 크고 국부적인 변동성이 큰 것으로 나타났으나, 전반적으로 퇴적의 경향이 크며, 장래 하상

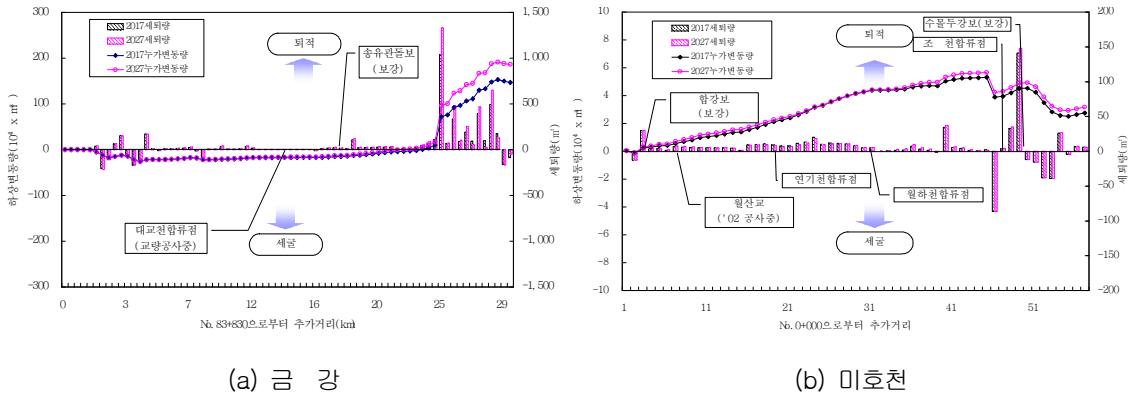


그림 13. 대상구간 장래 하상변동 예측 결과

변동예측 결과에서도 퇴적이 발생하는 것으로 분석되었다.

미호천은 수물두강보 상류구간에서 마찰속도가 감소하여 세굴이 발생할 잠재성이 큰 것으로 나타났다으며, 장기 하상변동 예측 결과에서도 세굴이 발생하는 것으로 예측되었다. 그러나 그 외 대부분이 구간에서는 미미한 퇴적이 발생할 것으로 예측되었다.

금강과 미호천의 장래 하상변동분석 결과를 종합해 볼 때 지점별로 세굴 또는 퇴적이 미미하게 발생할 것으로 예측되며, 인위적인 골재채취가 없다면 점차 하상이 안정화 될 것으로 판단된다.

이상과 같이 하도특성량과 하상변동 모의에 의한 장래 하상변동특성 분석은 하천개수계획, 습지 조성 및 복원계획, 기타 하천시설물 계획과 하천의 유지관리에 매우 중요하다. 특히, 하상의 세굴과 퇴적의 경향, 하도특성량을 고려하여 각종 계획과 유지관리를 실시할 경우 치수적으로 보강이 필요한 구간에 대한 치수대책의 수립, 하상저하로 인한 이수시설의 기능 확보, 수리적으로 안전한 구간에서의 식생호안 설치에 의한 하안의 다양성 또는 경관성 증대 등 치수, 이수적으로 안전하면서 보다 친환경적인 계획과 유지관리가 가능할 것이다.

향후에도 이와 같은 하상변동에 관한 조사와 연구가 지속적으로 이루어져 우리나라 하천의 하

도특성에 관한 기초자료가 많이 축적되고, 이를 토대로 한 하천 및 습지계획수립과 적절한 유지관리가 시행되었으면 한다.

참고 문헌

건설부, 금강수계 종합정비계획 보고서, 1988
 건설교통부, 금강수계 하천정비 기본계획 보고서, 2002
 건설교통부, 금강 유역조사 보고서, 2006
 남선우, 하천의 유사량과 하상변동에 관한 연구, 한국수문학회지, 제11권 제1호, 1978
 박상덕, 홍수과의 영향을 고려한 하상변동예측 모형, 공학박사학위논문, 연세대, 1989
 박정웅, 홍수시 하상변동에 관한 연구, 공학박사학위논문, 한양대, 1984
 손명원, 댐 건설로 인한 하도형태의 변화 -대청댐 하류구간을 사례로-, 지리학, 제33호, 1986
 우효섭, 유권규, 하상변동 예측모형의 비교분석, 한국건설기술연구원, 1991
 우효섭, 유권규, HEC-6를 이용한 대청댐 하류의 하상변동예측, 대한토목학회 논문집, 제13권 제5호, 1993
 한국수자원학회, 하천과 저수지의 세굴과 퇴적 예측, 한국수자원학회 제14회 수공학Workshop, 2005

- 한국토지공사, 행정중심복합도시 금강 및 미호천 하상변동조사 보고서, 2007
- Chang, H. H., Generalized Computer Program FLUVIAL-12 Mathematical Model for Erodible Channels, User's Manual, 1990
- De Vries, M., Solving River Problems by Hydraulic and Mathematical Models, Delft Hydraulics Laboratory, Publication No. 76II, 1975
- Holly, F. M. Jr., Yang, J. C., Schwarz, P., Schaefer, J., Hsu, S. H., and Winhelling, R., CHARIMA, Numerical Simulation of Unsteady Water and Sediment Movement in Multiply Connected Networks of Mobile-Bed Channels, IIHR Report No. 343, Iowa Inst. of Hydr. Res., Univ. of Iowa, 1990
- Staley, J. W., Retrogression on the Lower Colorado River after 1935, Transactions, ASCE, Vol.116, 1948
- Thomas, W. A. and Prasuhn, A. L., Mathematical Modeling of scour and Deposition, J. of Hyd. Eng., ASCE, Vol.103, No.HY8, 1977
- Thomas, W. A. and Mcanally Jr., W. H., User's Manual for the generalized Computer Program System Open Channel Flow and Sedimentation TABS-2, Dept. of the Army Waterways Experiment Station, US Corps of Engineers, Vicksburg, Mississippi, 1985
- US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-6 Scour and Deposition in River and Reservoirs User's Manual, 1993
- Zhang, H. and Kahawita. R., Nonlinear Model for Aggradation in Alluvial Channels, J. of Hyd. Eng., ASCE, Vol.113, No.3, 1987