

## HEC-6를 이용한 대청댐 하류의 하상변동에측

Prediction of River Profile Changes Downstream of the Daecheong Dam  
by Using the Computer Program HEC-6

유권규\* · 우효섭\*\*

Yu, Kwon Kyu · Woo, Hyo Seop

## Abstract

The present study focuses on simulating river profile changes downstream of the Daecheong multipurpose dam by using the computer program HEC-6, which was developed by the United States Army Corps of Engineers. The dam locates at the Keum river, a typical alluvial stream, whose bed material is composed mostly of fine and medium sands. The study reveals that after the completion of dam, a 15 km long reach downstream from the regulatory dam was severely degraded by about 2~3 m. No further severe degradation of this reach is expected, however, because the river-bed of this reach has been well armored since then with gravels and cobbles. Some places in the study reach were degraded locally by 2 m, due mainly to the large-scale gravel mining activities in that reach. On the other hand, a 20 km long reach in downstream study reach is aggraded more or less by 0.5~1 m. Calculation by the computer program HEC-6 is close to measurement for the study river reach. According to the results by HEC-6, the study river reach would remain generally stable in the future, except a few places in the mid-upstream where further river-bed degradation of 1~2 m would occur and a few places in the far downstream where local river-bed aggradations of about 0.5 m would occur.

## 요 지

미공병단에서 개발된 하상변동계산모형인 HEC-6를 대청댐 하류의 금강에 적용하여 대청댐 축조에 따른 하류 하상의 변화를 살펴보았다. 대청댐은 금강의 중류에 위치하고 있으며, 댐 하류는 하상이 대부분 細砂와 中砂로 이루어져 있는 전형적인 충적하천으로 댐축조에 따른 하상변동이 예상되는 구간이다. 분석결과 댐 직하류 15 km 구간은 대청댐 축조에 의해 하상이 2~3 m 정도 현저하게 저하되었으며, 이 구간의 현재의 하상은 자갈과 호박돌 등에 의한 장갑화 현상에 의해 더 이상의 심각한 하상저하는 없을 것으로 예상된다. 또한, 연구대상구간내에는 대규모 골재채취로 인하여 국부적으로는 2 m 이상이나 하상이 저하된 곳도 있다. 반대로, 대상구간의 하류부인 규암 수위표 상류 20 km 인근의 하상은 0.5~1 m 정도 상승하였다. 이 구간의 하상변동을 모의하기 위해 HEC-6 모형을 적용한 결과, 이 모형이 장기간의 하상변동을 비교적 적합하게 모의할 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 추후 40년간의 하상변화를 모의한 결과, 이 구간은 장래에는 하상변동이 별로 없는 안정된 상태를 보이고 있다. 다만 중상류 일부 구간은 1~2 m 내외의 하상저하, 하류구간은 0.5 m 정도의 국지적 하상상승이 발생할 것으로 예상된다.

\* 정희원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원

\*\* 정희원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 수석연구원

# 1. 서 론

하천에 댐이 건설되면 댐에 의한 유사의 차단 효과 때문에 댐의 하류 하상은 상당히 저하되는 것으로 알려져 있다. 이러한 하상저하는 교량과 제방 등 하천내 구조물의 안정을 위협하며, 홍수위를 변화시킨다. 그러나, 현재까지 국내에서 댐에 의한 하류 하천의 하상저하에 대한 연구는 거의 없는 실정이며, 대청댐 하류의 금강의 하상변화에 대해 손명원<sup>(1)</sup>이 지리학적인 관점에서 연구한 것이 거의 유일하다. 다만, 박정웅,<sup>(2)</sup> 박상덕<sup>(3)</sup> 등이 하상변동 계산모형을 수립하여 홍수에 의한 한강 하류부의 하상변동을 모의한 바 있으며, 이남주<sup>(4)</sup>가 미국 아이오와 대학의 IALLUVIAL 모형을 같은 구간에 적용한 바 있다. 외국의 경우 '70년대 이후 미국, 프랑스 등지에서 다수의 하상변동모형이 개발되어 하천연구와 실무에 이용되어 왔으며, 이러한 모형들의 특성에 대한 구체적인 사항들은 저자들에 의해 제시된 바 있다.<sup>(5)</sup>

본 연구는 1980년에 대청댐이 세워진 이후 그 하류의 하천이 어떻게 변화하는가를 미 공병단에서 개발된 하상변동계산모형인 HEC-6<sup>(6)</sup>를 이용하여 모의하고, 장래에는 하상이 어떻게 변동될 것인가를 분석하였다.

## 2. 대청댐 하류구간의 특성

### 2.1 개황

대청댐은 금강중류의 대전시 북쪽 협곡지점에 위치하고 있으며, 1977년 1월에 착공하여 1980년 12월에 완공되었다. 댐의 길이는 495 m, 높이는 72 m로 콘크리트 중력식 및 석괴댐의 혼합형식이다. 저수지 총 담수용량은 14억 9천만 m<sup>3</sup>이고 유효 저수량은 7억 9,000만 m<sup>3</sup>이다. 이 댐은 유입량에 비해 저수지용량이 상대적으로 작아 매년 餘水路 放流를 하고 있으며, 이에 따른 하류하상의 상당한 변화가 기대되는 댐이다. 이 댐 하류 약 10 km에 調整池 댐이 있어 실제 하상변화는 조정지 댐 하류부터 시작되며, 본 연구의 대상구간은 그림 1과 같이 조정지 댐 하류에서 부여의 규암수위표간 약 75 km 구간이다. 이 구간의 하폭은 이동상 부분이 160~1,300 m 정

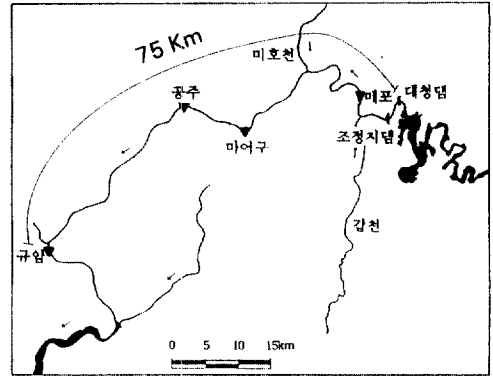


그림 1. 대청댐 하류의 연구대상구간

도이며, 고정상 부분을 합쳐 전체 하폭은 220~1,500 m 정도이다. 조정지댐 하류부터 규암 수위표간의 주요 지류는 갑천과 미호천이며, 댐이 건설된 후 금강의 주요 유사 공급원은 미호천인 것으로 추정된다.

### 2.2 하천단면 자료의 수집과 분석

그림 2는 1974~1988년간 평균하상의 변동을 보인 것이다.<sup>(7-9)</sup> 여기서 평균하상고는 규암수위표의 평균유량시의 수면 이하의 하상고를 평균한 것이다. 이 기간 동안 본 연구대상구간의 하상은 조정지댐 하류 약 15 km 정도의 구간이 평균적으로 2~3 m 정도나 현저하게 저하되었음을 알 수 있다. 이러한 댐하류의 하상저하는 총적하천에 댐을 축조하는 경우 통상적으로 나타나는 전형적인 현상으로, 상류에서의 유사유입의 차단으로 하상이 세굴되는 양상을 보여주고 있다. 다만, 현재는 조립질 하상재료에 의한 장갑층의 형성에 따라 더 이상 심각한 하상저하는 발생하지 않을 것으로 기대된다. 또한, 미호천~마어구 구간은 한 두 단면만이 국부적으로 2 m 이상 저하된 곳도 있다. 이러한 국부적인 하상세굴은 댐에 의한 하상저하보다는 주로 골재채취에 의한 현상으로 추정된다. 실제 이 구간에서는 과거 1981~1988년 사이에 약 300만 m<sup>3</sup>의 골재가 채취된 것으로 조사되었다. 반면, 대상구간의 하류부인 규암수위표 상류 20 km 구간은 비록 적은 양이지만 0.5~1 m 정도 퇴적된 곳이 군데군데 발견된다. 한편, 최심선의 변화를 살펴보면, 미호천~마어구 구간에서 어떤

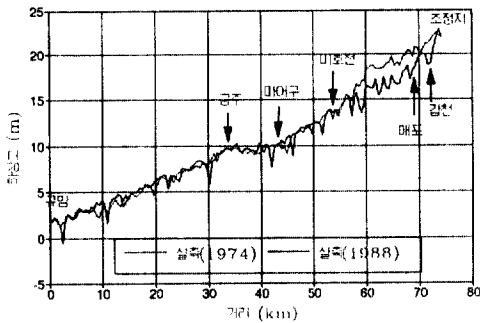


그림 2. 연구대상구간의 하상변동(1974~1988)

단면은 약 5m 정도나 세굴되고, 인접단면간에도 하상고가 크게 차이가 나는 곳도 많다.

### 3. HEC-6 모형의 적용

#### 3.1 HEC-6모형의 개요

하천과 저수지에서의 세굴과 퇴적계산을 위한 전산 모형인 HEC-6는 미 공병단의 수문연구센터(U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center)의 W. A. Thomas 등에 의해 1973년에 처음 개발되었으며 1977년에 대폭적으로 개선되었다. 또한, 1989년에 HEC과 미 수로실험소(Waterway Experimental Station)은 공동으로 HEC-6의 새로운 개량판을 완성하여 시험하고 있는 것으로 알려져 있다.<sup>(10)</sup> 원래 이 모형은 대형 컴퓨터용으로 제작되었으나, 현재는 개인용 컴퓨터에서도 수행이 가능하다. 이 모형의 주요 특징은 다음과 같다.

- ① 1차원 정류 모형으로, 연속방정식과 에너지방정식을 표준축차법으로 계산
  - ② 수리계산과 유사계산의 비조합(uncoupled) 모형
  - ③ 저수지내의 유사퇴적량, 퇴적위치, 댐 하류 하천의 하상상승 및 저하분석
  - ④ 하상의 장갑 효과 고려
  - ⑤ 각 단면은 이동상과 고정상으로 구분되며, 하상의 상승 또는 저하는 이동상 부분이 같은 높이로 변동된다고 가정
  - ⑥ 유사량 계산은 Toffaleti공식, Laursen공식, Yang공식, 실측 유사량곡선 이용.
- HEC-6의 입력자료는 다음과 같다.

① 하천단면의 수, 각 단면간의 거리, 지류의 위치

② 각 단면의 횡단좌표와 이동상 부분, 이동상 하상의 깊이, 준설량, 조도계수

③ 유사량 자료, 하상토 입경분포, 유사의 특성

④ 상류단과 지류의 유입수문곡선, 하류단 경계 조건, 수온

HEC-6는 일차원 모형으로 하상변동 계산시 이동상 부분의 전체가 균일하게 상승 또는 저하하는 것으로 가정하므로, 蛇行의 진행이나 유사의 횡방향 분포 등은 고려할 수 없다. 또한, 이 모형은 흐름이 급변하는 데 적용하는 것은 적합하지 않다.

#### 3.2 하천단면

대청댐은 1980년에 완공되었으므로, 대청댐에 의한 하상변화는 1981년부터 시작되었다고 볼 수 있다. 댐축조 이전의 대상구간 하천단면 자료는 1974년에 실측된 자료가 있으며, 본 연구에서는 1974년 하천단면 자료를 입력하여 댐축조 후인 1981~1988년의 하상변화를 계산한 뒤, 계산결과를 1988년 실측 자료와 비교검토하기로 하였다. 또한, 추후 하상변동의 예측과정에서는 1988년 실측자료를 입력하여 그 후 40년간의 하상변동을 검토하였다. 본 연구의 대상구간은 규암수위표~조정지대간 157개의 단면을 No.0(규암)~No.156(조정지대)으로 다시 번호를 부여하였다. 한편, HEC-6 모형에서 최대 적용가능한 단면의 수는 150개이므로, 이중 No.1~No.150의 150개 단면만을 이용하였으며, 단면간 평균거리는 500m이다. 이동상 부분은 1974년 금강하상변동조사보고서에 수록된 '저수' 부분을 기본으로 하고, 실제 답사를 통하여 1974년의 하천단면 형태와 1991년 현재의 하천단면을 비교하여 보완하여 결정하였다.

#### 3.3 하상토 자료

하상토 입경분포는 하천단면 자료와 마찬가지로, 1974년 금강하상변동조사 보고서에서 구하였다. 그림 3은 대상구간내 주요지점의 하상토 입경분포를 보인 것이며, 이 구간의 하상토는 주로 0.2~0.5mm 내외의 세사 및 중사인 것으로 나타나 있다. 한편, 현재의 하상토를 살펴보면 조정지대 직하류에는 자갈과 호박돌(직경 10cm 내외)로 덮혀 있다.

표 1. 연구대상구간의 골재채취 실적

(단위: 1,000 m<sup>3</sup>)

군	면리	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91
청원군	부용면 금호리	—	—	—	—	61	19	—	—	—	—	—
	부용면 노호리	—	—	—	—	—	33	—	—	12	—	—
	현도면 중척리	—	—	—	—	—	10	21	—	—	—	20
연기군	금남면 부용리	100	100	100	100	561	749	676	656	771	940	790
공주군	반포면 원당리	—	—	—	—	—	—	30	30	90	185	600
	단천면 대학리	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100
	장기면 장암리	—	—	—	—	—	—	30	30	95	377	600
	우성면 옥성리	—	—	—	—	—	—	—	24	—	177	—
	우성면 평북리	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	480
공주시 상왕동		—	—	—	—	—	136	162	156	225	341	786
청양군	북면 신흥리	—	—	—	—	—	34	40	80	115	194	400
부여군	규암면 외리	—	92	154	300	4	—	—	—	146	586	874
	부여읍 저석리	—	—	102	100	127	124	135	239	382	—	—
계		100	192	356	500	753	1105	1094	1215	1876	2910	4650

(주) 이 골재채취실적은 본 연구자들이 해당 군청의 골재채취대상에서 비교적 대규모로 채취된 양만을 합산한 것이므로, 실제 채취량보다는 약간 작을 것으로 추정된다.

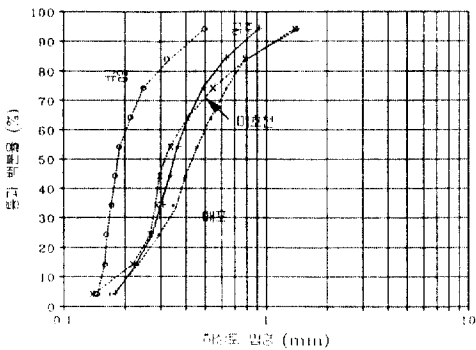


그림 3. 주요 지점의 하상토 입경분포

그러나 하류로 갈수록 하상토의 입경이 급격히 세립화하여, 미호천 합류점 부근에서는 자갈을 거의 볼 수 없으며, 공주 수위표 부근에서는 모두 모래로만 이루어져 있다. 보다 하류의 경우 낙화암 인

근과 규암 수위표에서는 점토와 이토가 상당히 섞인 중사와 세사로 이루어져 있다. 따라서 대상구간의 상류를 제외하고는 장갑층의 형성을 기대하기 힘들 것으로 보인다.

본 연구대상구간은 최근 골재채취가 활발히 진행되고 있다. 표 1에서와 같이, 연기군 금남면 부용리 (부강 수위표 지점)와 미호천 합류점 부근에서 1981년부터 1988년까지 약 300만 m<sup>3</sup>의 골재가 채취되었으며, 다음 공주시 상왕동과 부여군 규암면 외리, 부여읍 저석리 등지에서 대규모 골재 채취가 행해지고 있다. 이러한 골재 채취는 '90년대 건설경기의 붐과 더불어 급격히 증가하여 '91년 한해 동안 연구대상구간에서 약 500만 m<sup>3</sup>의 골재가 채취되었다. 이러한 대규모 골재채취는 대청댐에 의한 상류 유사공급의 차단과 더불어 하류 하상저하를 진행시키

며, 최근 연기군 금남면에 있는 1번 국도상의 금남교의 교각 기초부가 노출되는 등 하천 시설물의 안전을 위협하고 있다.

본 연구에서는 표 1에 나타난 각 지점별 골재채취량을 당해년도에 균등하게 배분하여 적용하였다. 다만, 1989년 이후는 하천단면 실측자료가 없으므로 고려하지 않았다. 골재채취량을 입력하는 상세한 과정은 HEC에서 발간된 '골재채취 보정지침서'<sup>(11)</sup>의 방법에 따랐다.

### 3.4 수문자료

HEC-6 모형의 입력자료는 하류단의 수위와 상류단 및 지천의 유입유량 등이다. 또한, 보정용으로 구간내 수개 지점의 수위 등을 필요로 한다. 일수위자료와 댐의 일방유량, 수위-유량곡선 등은 한국건설기술연구원의 수문자료 데이터베이스에서 수집하였다. 1981~1988년의 일수위 자료를 차례로 도시하여 자료의 결측 여부와 이상치를 검토하였다. 수위를 유량으로 환산하기 위한 규암수위표의 수위-유량곡선은 다음과 같다.

$$1981\sim 1985\text{년} : Q = 7.462(h + 1)^{3.210} \quad (1)$$

$$1986\sim 1988\text{년} : Q = 22.9494(h + 2.01)^{2.5721} \quad (2)$$

모형의 보정을 위해서 규암수위표의 최소, 평균, 만제, 최대유량을 선정하였다. 최소유량은 10.13 cms(1982년 2월 28일, 수위 0.10 m), 최대유량은 6,608.95 cms(1987년 7월 23일, 수위 7.03 m)이며, 평균유량은 182.61 cms였다. 만제유량은 임의로 1,000 cms로 결정하였다.

대상구간에 유입되는 주요 지천인 미호천과 갑천의 유량은 면적비법으로 결정하였으며, 이때 규암수위표 상류 유역에 대한 미호천과 갑천의 유역면적비는 각각 0.197과 0.080이다. 따라서 규암수위표의 일수위를 수위-유량 곡선을 이용하여 일유량으로 환산한 뒤, 이 유량에 0.197, 0.080의 값을 각각 곱한 뒤 이 유량들을 각각 미호천과 갑천의 유입 유량으로 입력시켰다. 한편, 수문 자료는 대청댐 방류수의 수문자료에서 구하였다.

### 3.5 HEC-6 모형의 보정

모형의 보정과정은 고정상보정과 이동상보정과정

으로 나눌 수 있으며, 전체과정은 'HEC-6 보정지침서'<sup>(12)</sup>를 충실히 따랐다.

#### (1) Manning 계수 n값의 결정

n 값을 결정하는 방법은 0.020~0.035의 범위내에서 상하류단의 n 값을 가정하고 구간내의 단면은 선형적으로 보간하여 각 경우별로 수면고를 계산한 뒤 실측치와 비교하여 결정하였다. Chow<sup>(13)</sup>에 따르면 바위가 노출되어 있지 않고 식생이 없으며 단면이 규칙적인 대하천의 경우 n 값을 최소 0.025로 추천하고 있다. 본 연구에서는 구간 전체의 n 값을 0.030로 하고, 고수부지의 n 값은 0.035로 한 경우가 가장 적절한 것으로 판명되었다.

이 경우 만제 유량에 대해 계산했을 때, 각 수위표의 실측 수면고와의 차이는 각각 진두 수위표 0.15 m, 공주 수위표 0.41 m, 마어구 수위표 -0.04 m, 부강 수위표 0.17 m, 매평 수위표 1.87 m이다.

#### (2) 유사 유입량 계산

모형의 입력자료 중의 하나인 유사유입량은 본류에 대해서는 상류단인 대청 조정지점에서 유사의 전부가 포착된다고 가정할 수 있다. 그러나 지천의 경우에는 실측자료를 입력하거나 적합한 유사량공식을 이용하여 추정하여야 한다. 그러나, 갑천과 미호천의 유사량자료가 전무하고 유사량공식을 적용할 수리량자료를 얻기 어려운 관계로 이러한 지천들의 유사유입은 고려하지 않았다. 이렇게 지천들의 유사유입을 고려하지 않을 경우 지천합류점 직하류에서의 하상변동예측에 다소간 불확실성이 있을 것으로 추정된다.

한편, 본류구간의 유사량을 계산하는 데는 Yang<sup>(14)</sup>의 공식을 이용하였다. 이 공식은 한국건설기술연구원<sup>(15)</sup>의 연구에서 비교적 신뢰성이 높은 것으로 평가된 바 있다.

#### (3) 안정계산간격의 결정

최소유량, 평균유량, 만제유량, 최대유량에 대해 안정계산간격을 검토하였다. HEC-6의 보정지침서에 따라, 최소, 평균, 만제유량에 대해서는 계산간격 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50일로 각각 5개씩 총 640일에 대해 하상변동을 계산하고, 최대유량에 대해서는 10일 간격까지 계산하였다. 이 계산결과에서 유량별로 하상변동량이 큰 지점(세굴과 퇴적을 막론하고) 6개 단면씩을 선정하여 도시하여 검토하여, 계산의 불

안정이 발생하는 계산간격을 결정하고, 그보다 짧은 기간을 안정계산간격으로 결정하는 방법이다. 그 결과 최소와 평균유량에 대해서는 50일, 만제유량에 대해서는 3일, 최대유량에 대해서는 0.5일을 안정계산간격으로 결정하였다.

#### 4. 결과의 검토

##### 4.1 1988년 실측치와 계산결과의 비교

1988년의 하상변동계산결과를 실측치와 비교하면 그림 4와 같다. 이 결과를 살펴 보면 HEC-6는 전반적으로 이 구간의 하상변동을 잘 모의하는 것으로 알 수 있다. 따라서 장기적인 하상변동을 예측하고자 할 경우 이 모형을 이용하는 것은 큰 문제가 없을 것임을 예상할 수 있다. 전반적으로 HEC-6의 계산결과와 실측치와의 오차는 2 m 내외이며, 계산치의 절대오차의 평균은 0.58 m였다. 이런 점에서 볼 때, 하천에 대규모 댐을 축조하거나 철수로의 신설, 대규모 제방축조 등 하천에 인위적인 변화가 가해질

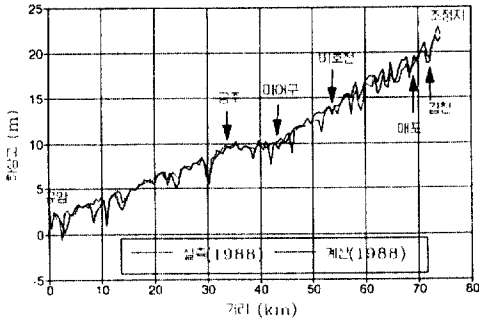


그림 4. 1988년 하상변동 실측치와 계산치의 비교

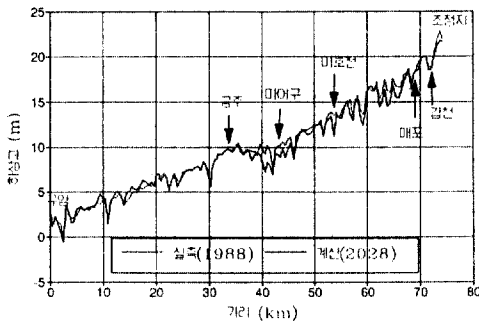


그림 5. HEC-6에 의한 장래 하상변동 예측결과 (2028년)

때, 그에 대한 하천의 대응양상을 이 모형을 이용하여 장기적인 관점에서 모의하는 것은 하천 실무적인 면에서 상당한 의미가 있다고 하겠다. 그러나 국부적인 면에서 볼 때는 약간의 오차가 있다. 예를 들어, HEC-6는 갑천합류점~미호천합류점간의 극심한 국부적 하상세굴을 정확하게 예측하고 있지 못하다. 따라서 본 모형의 적용성은 어디까지나 장거리에 걸쳐 전반적인 하천의 대응양상을 살피고자 하는 것이지 어느 일부 단면의 국부적인 변동을 예측할 수 있다는 것은 아니다.

##### 4.2 추후 하상변동의 예측

추후의 대청댐 하류의 하상변동을 예측하기 위해 하천단면은 1988년 자료를 입력하고, 수문자료는 1981~1988년의 8개년간 일유량이 재현된다고 가정한 뒤, 추후 40년간의 하상변동을 모의하였다. 그림 5는 모의결과이며, 이에 따르면, 본 구간의 하상은 비교적 안정되어 있어, 추후 어느 구간이 몇 m 씩 변동되는 대규모 하상변동은 없을 것으로 예상된다. 다만, 그림 5에서 알 수 있듯이, 마어구 수위표 인근의 하상은 약 1~2m 정도 저하될 것이며, 규암 수위표 상류 10 km 인근은 약 0.5 m 정도의 하상 상승이 예상된다.

그러나, 전술한 바와 같이 대규모 골재 채취는 하상의 국부적인 저하를 야기시키며, 앞으로 연구대상구간에서 계속적인 골재채취가 진행될 경우 본 연구에서 예측한 하상변동 결과 이상으로 국부적인 하상저하를 야기시킬 것으로 사료된다.

#### 5. 요약 및 결론

충적하천에 댐이 건설되면 그 하류 하천은 상당한 하상변동을 겪게 된다. 본 연구에서는 국내의 대표적인 충적하천인 금강 중류에 1980년에 건설된 대청댐의 축조에 따른 하류하상의 변동양상을 분석하였다. 연구의 주안점은 하상변동계산모형이 실제의 하상변동을 잘 모의할 수 있을 것인가 하는 점과 추후 본 구간의 하상이 어떻게 변화될 것인가 하는 점이다. 적용모형은 미 공병단에서 개발된 일차원 하상변동모형인 HEC-6였으며, 모의기간은 1981~1988년의 8개년이었다. 또한 1988년 하천단면을 입

력하여 추후 40년간의 하상변동을 예측하였다. 본 연구에서 얻어진 주요 결론은 다음과 같다.

1) HEC-6를 대청댐하류 금강에 적용한 결과, HEC-6는 전반적으로 이 구간의 하상변동을 잘 모의하였다. 전반적으로 HEC-6의 계산결과와 실측치와의 오차는 2 m 내외이며, 계산치의 절대오차의 평균은 0.58 m였다. 따라서, 하천에 대규모 댐을 축조하거나 첩수로의 신설, 대규모 제방축조 등 하천에 인위적인 변화가 가해질 때, 그에 대한 하천의 대응양상을 이 모형을 이용하여 장기적인 관점에서 모의하는 것은 하천실무적인 면에서 상당한 의미가 있다고 하겠다. 그러나, 본 모형의 적용성은 어디까지나 장거리에 걸쳐 전반적인 하천의 대응양상을 살피고자 하는 것이지 어느 일부 단면의 국부적인 변동을 예측할 수 있다는 것은 아니다.

2) 2028년까지 대청댐 하류의 하상변동 모의한 결과, 이 구간의 하상은 현재 비교적 안정되어 있어, 추후 대규모 하상변동은 없을 것으로 예상된다. 다만, 마어구 수위표 인근의 하상은 약 1~2 m 정도 저하될 것이며, 규암 수위표 상류 10 km 인근은 약 0.5 m 정도의 하상상승이 예상된다.

3) 대규모 골재채취는 하상의 국부적인 저하를 야기시키며, 앞으로 연구대상구간에서 계속적인 골재채취가 진행될 경우 본 연구에서 예측한 하상변동결과 이상으로 국부적인 하상저하를 야기시킬 것으로 사료된다.

4) 현재, 대청댐 하류는 하상의 변화에 의해 교각의 기초세굴이나 취수장의 취수곤란 등의 문제가 발생하고 있다. 따라서 이 구간의 하상변동에 관한 보다 구체적인 조사연구가 요망되며, 앞으로 이 구간에서의 대규모 골재채취에 대해서도 보다 신중한 결정이 필요할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 1991년 한국건설기술연구원 “하상변동 예측모형의 비교·분석” 연구를 보완한 것이며, 본

연구의 수행에 필요한 자료수집에 협조하여 준 관계공무원들에게 심심한 사의를 표하는 바이다.

### 참 고 문 헌

1. 손명원, “댐건설로 인한 하도형태의 변화—대청댐 하류구간을 사례로—”, 지리학 제33호, 1986.
2. 박정웅, 홍수시의 하상변동에 관한 연구, 공학박사 학위논문, 한양대, 1984.
3. 박상덕, 홍수과의 영향을 고려한 하상변동예측모형, 공학박사학위논문, 연세대, 1989.
4. 이남주, IALLUVIAL을 이용한 한강 하상변화의 예측, 공학석사학위논문, 서울대, 1989.
5. 한국건설기술연구원, 하상변동예측모형의 비교분석, 건기연 91-WR-112, 1991.
6. Hydrologic Engineering Center, HEC-6, Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs, Computer Program 723-G2-L2470, User's Manual, 1977.
7. 건설부, 금강 하천정비기본계획 보고서, 1974.
8. 건설부, 금강 하천정비기본계획 보고서(2), 1975.
9. 건설부, 금강 하천정비기본계획 보고서(II), 1988.
10. MacArther, R.C., Williams, D.T., and Thomas, W. A., “Status and New Capabilities of Computer Program HEC-6”, Proc. of National Conference on Hydraulic Engineering, ASCE, San Diego, July 30-August 3, 1990.
11. Hydrologic Engineering Center, Simulation of Gravel Mining Operations in Rivers and Streams using Computer Program HEC-6, Special Projects Memo No. 80-1, 1980.
12. Hydrologic Engineering Center, Guideline for the Calibration and Application of Computer Program HEC-6, 1981.
13. Chow, V.T., Open Channel Hydraulics, McGraw Hill, 1959.
14. Yang, C.T., “Incipient Motion and Sediment Transport”, J. of Hyd. Div., ASCE, Vol. 99, HY10, 1973.
15. 한국건설기술연구원, 하천유사량 산정방법의 선정 기준 개발, 건기연 89-WR-112, 1989.

(接受: 1993. 8. 18)