

# 수치모의를 이용한 하천준설에 따른 교란하천의 적응과정 분석 (감천을 중심으로)

## A Study on Adaptive Process from River Dredging Using the Numerical Model in the Gamcheon

윤라영\*, 장창래\*\*, 김준태\*\*\*

La-Young Yun, Chang-Lae Jang, Joon-Tae Kim

### 요 지

하천의 골재는 도로, 항만, 주택건설 등 다양한 건설재료로 이용되어 왔으며 급속한 산업화와 더불어 국가건설사업, 지방자치단체의 수익사업으로 인해 골재 수요가 급격히 증가해 왔다. 그러나 체계적인 조사 및 연구가 없이 무분별하게 행해진 하천준설은 하상저하, 하천의 불안정, 하상의 장갑화 등 물리적 영향뿐만 아니라 주변 하천의 식생, 저서생물의 서식처 등 수서생태계의 파괴, 하천정화능력 저하, 교각의 노출 등 생물적·경제적인 측면에서 악영향을 미치고 있다.

본 연구에서는 하천준설사업이 꾸준히 진행 중에 있는 감천을 연구대상지역으로 선정하여, 1차원 수치모형인 Hec-ras4.0을 이용하여 준설량에 따른 흐름특성 및 교란된 하천의 적응과정을 분석하였다. 지형자료는 수치지도 및 실측자료를 토대로 하여 구축하였으며 장·단기 하상변동을 모의해 비교·분석하였다. 그 결과, 준설구간의 흐름특성은 준설전에 비해 수위가 감소되었고 하상변동은 준설구간의 상류부에서는 하상저하가 발생하였으며 하류부에서는 하상상승이 발생되었다.

본 연구의 결과는 하천준설에 따른 하천환경 및 물리적 영향을 최소화하고, 하천공사 실시와 수공구조물의 설계 및 유지관리 등에도 활용될 수 있을 것이다.

**핵심용어 : 하상변동, 하천준설, 수치모형**

### 1. 서 론

하천환경의 변화요인으로는 자연적, 인위적인 요인으로 구분되며 대부분의 경우 하천정비, 수리구조물의 설치, 하천준설 등과 같은 인위적인 교란의 요인에 의해 발생한다. 최근 경제성장과 산업화, 공업화와 더불어 도로, 항만등의 대규모 개발사업과 주택건설로 인해 골재수요가 증가하고 골재부족이 심화되면서 골재채취가 무분별하게 이루어지고 있다. 이와 같은 하천준설은 급격한 하천의 지형 및 환경변화를 초래하고, 홍수범람, 수리구조물의 안정성, 유사유입의 차단 및 장갑화, 생태계 서식처에 영향을 미치는 등 많은 문제점을 야기한다.

본 연구에서는 2007년부터 김천시에서 홍수소통을 원활히 하기 위하여 하류로부터 22km지점에서 23.7km지점까지 약 1.7km구간에 형성된 사주에 대하여 약 189,000m<sup>3</sup>을 김천시 직영사업으로 준설이 이루어지고 있는 감천을 대상으로 1차원 부정류 모형인 Hec-ras4.0을 적용하여 하상변동

\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구원 · E-mail : holon9900@naver.com  
\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : cljang@kwater.or.kr  
\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구원 · E-mail : choinjoontae@naver.com

을 모의·분석하였다.

## 2. 수치모형의 적용

### 2.1 대상유역의 현황

낙동강의 제1지류인 감천은 유로연장이 69.0km, 유역면적이 999.5km<sup>2</sup>로서 낙동강 전체 유역면적 23,326km<sup>2</sup>의 약 4.3%를 차지한다. 감천유역의 유역형상은 대체로 수지상이라 할 수 있으며, 하상물질은 중·하류부는 양질의 모래로 이루어져 있으며, 상류부는 잔자갈 및 모래로 형성되어 있다. 하천의 평균 하폭은 237.5m, 하상경사는 0.0014이며 준설구간 중에서 상류 27.3km지점에 김천수위표가, 하류 3.3km지점에 선산수위표가 위치해 있어 수위, 유량, 유사량 등 수리 특성을 얻는데 용이하다. 또한 한반도의 남부지방에 위치하며 우리나라의 전형적인 기후특성인 몬순기후권에 속하는 감천유역의 인근 기상관측소는 구미측후소와 추풍령 측후소가 있으며, 2개의 관측소의 1961~2007년 기상자료를 조사하여 기상특성을 분석한 결과 연평균 강우량의 경우 구미측후소의 경우 1,064.4mm, 추풍령측후소 1,177.9mm로 대부분 홍수기에 많이 발생하고 있으며 감천유역의 연평균 강우량은 약 1,121mm로서, 우리나라 연평균강우량인 1,283mm보다 162mm정도 적은 것으로 나타났다.

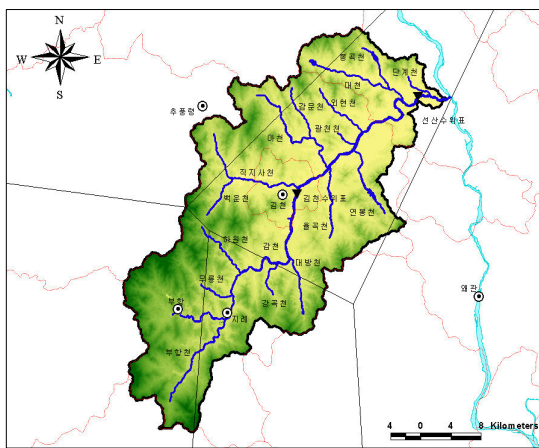


그림 1. 감천 유역도

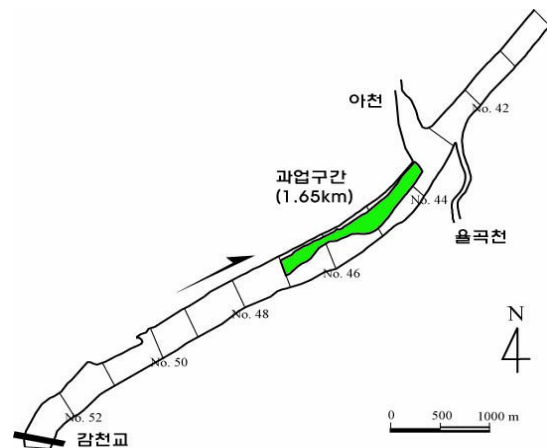


그림 2. 준설구간

### 2.2 모형의 입력자료 구성

모형에 필요한 입력자료로는 하천지형자료, 조도계수, 유량과 수위자료 등의 수리량 자료와 상류 및 대상구간내 유입되는 유사량 자료, 하상재료에 대한 자료, 수온자료 등이 요구된다. 본 연구에서는 적용구간에 필요한 하천지형자료로서 하류로부터 19.2km지점에서 27.2km지점(김천교~대동교지점)까지 2007년 실측 하상단면 측량성과자료를 이용해 하상변동을 모의하였다. 상류단의 경계조건은 유입유량 및 지류의 유입유량을 이용하였으며 김천수위표지점의 실유량을 기준으로 비유량법을 이용해 산정하였다. 또한 감천유역의 가용한 하천유량의 규모와 변동성을 평가하기 위한 수단으로 김천수위표지점에서의 년 일유량자료를 사용하여 Parallel법에 의한 유황분석을 실시하였다. 하류단의 경계조건은 하상단면을 이용해 Normal Depth를 산정하여 그 결과값으로 0.00054를 입력데이터로 사용하였다. 하상토의 입경분포는 최근자료의 취득이 어려워 1997년 감천하천정비기본계획의 해당지점별 입도분석성과를 바탕으로 Hysim을 이용해 산정하였다.

그림 3은 대상구간내 최상류지점의 입경분포곡선을 나타내고 그림 4는 취득자료 중에서 대상구간내 하류지점에 해당하는 지점의 입경분포곡선을 나타낸다.

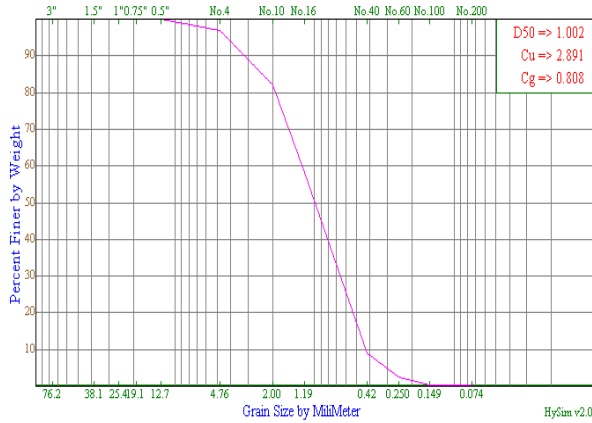


그림 3. 하류로부터 27.2km지점의 하상토 입경분포곡선

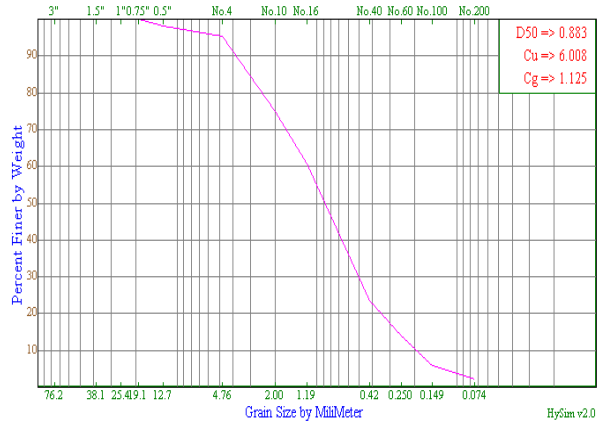


그림 4. 하류로부터 20.2km지점의 하상토 입경분포곡선

하상변동 모의기간은 감천의 경우 매년 준설사업이 꾸준히 시행되는 것을 고려해 준설후 단기는 1년, 장기로는 5년, 10년을 적용하였다. Manning's의 조도계수 n은 하천정비기본계획을 참조해 하류로부터 19.2km지점에서 21.7km지점까지는 0.028, 하류로부터 21.7km지점에서 27.2km지점까지는 0.031을 사용하였다. 수운은 유사와 운동 및 물의 점성 등에 영향을 미치는 주요 인자로서 김천수위표지점의 실측자료를 이용하였다. 그림 5와 그림 6은 준설이 대상구간내에 전체적으로 이루어졌다고 가정하고 2007년 골채채취량(약 189,000m<sup>3</sup>)을 이용해 감천의 준설전·후의 최심하상고와 평수량일 경우의 수위를 각각 도시하였다. 골채채취후 과업구간내에서의 최심하상고가 평균적으로 0.36m 낮아진 것으로 나타났으며, 수위는 준설구간의 종점으로부터 약 200m 떨어진 지점부터 낮아지기 시작했으나 하류지점에서 안정화되는 것으로 나타났다.

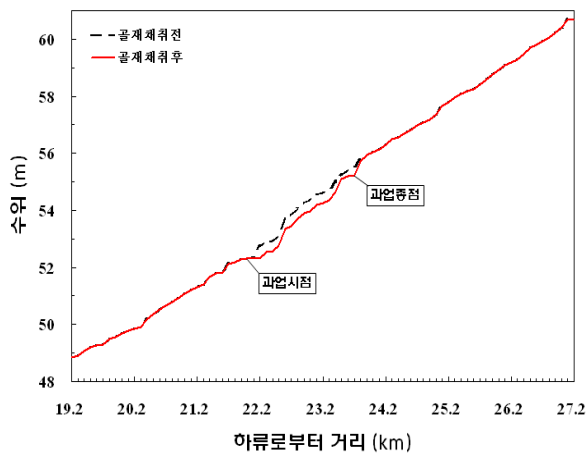


그림 5 준설전·후의 수위

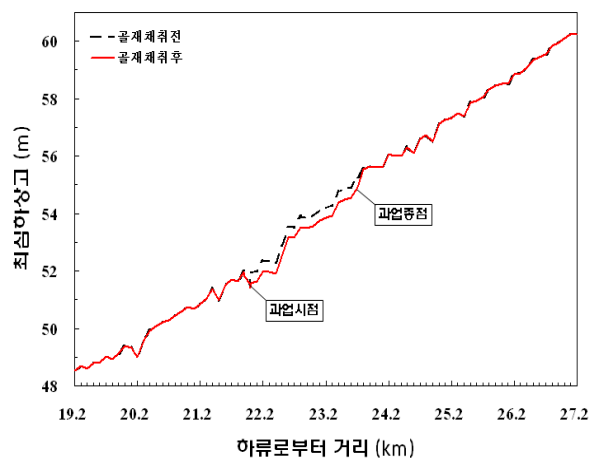


그림 6 준설전·후의 최심하상고

### 3. 모형의 적용 및 하상변동 예측

모형에서 제공하는 유사량 공식 중 Yang(1979)의 공식을 이용해 2007년 측량자료를 바탕으로 준설시점을 기준으로 1년, 5년, 10년후의 하상변동을 모의하여 실측치와 비교하였다. 표 1은 모의된 구간내에서 주요지점의 실측 및 예측된 최심하상고와 하상변동량의 계산치를 나타내고 있다. 전체구간에 대해서 1년후 변동량은 -0.38 ~ 1.32m, 5년후 변동량은 -0.38 ~ 1.72m, 10년후 변동량은 -0.34 ~ 1.07m로 나타났다.

표 1. 주요지점의 하상고

지점	누가거리 (km)	최심하상고(EL. m)				
		준설전	준설후	1년후	5년후	10년후
대동교	27.20	60.24	60.24	60.07(-0.17)	60.11(-0.13)	60.15(-0.09)
준설구간종점	23.70	55.27	54.91	54.74(-0.17)	54.67(-0.24)	54.67(-0.24)
준설구간시점	22.00	51.77	51.41	51.03(-0.38)	51.03(-0.38)	51.57(0.16)
아천, 울곡천 합류전	21.99	51.56	51.56	51.34(-0.22)	51.34(-0.22)	51.39(-0.17)
아천, 울곡천 합류후	21.89	51.97	51.97	51.67(-0.30)	51.67(-0.30)	51.66(-0.31)
김천교	19.20	48.54	48.54	48.98(0.44)	49.49(0.95)	49.6(1.07)

그림 7은 준설후의 최심하상고와 1년, 5년, 10년후의 기간별 모의된 최심하상고를 도시하였고 그림 8은 각 기간별 하상변동량을 도시하였다. 그림에서와 같이 준설구간내에서는 하상변동이 매우 불규칙하게 나타났으며 10년후에는 하상이 안정화되는 것을 알 수 있다. 최심하상고의 전체적인 변화양상은 준설구간의 상류부에서는 하상저하가 발생하였으며 하류부에서는 하상상승이 발생되었다.

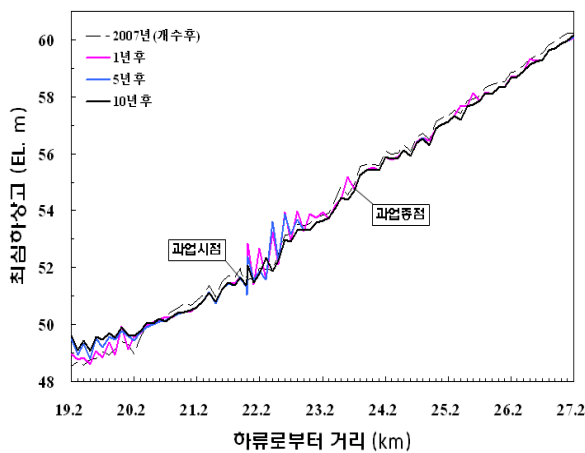


그림 7. 최심하상고 예측결과

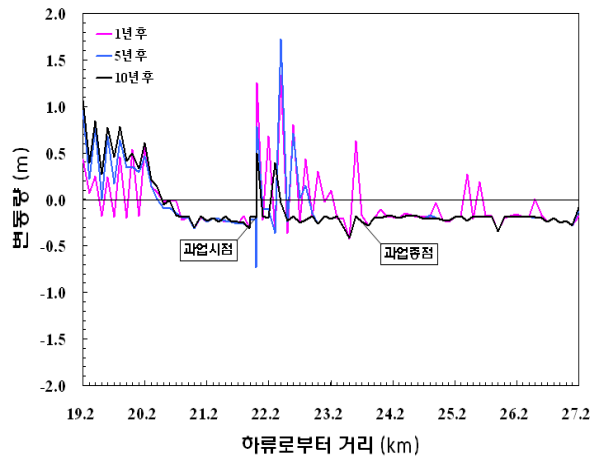


그림 8. 최심하상고 변동량 예측결과

### 4. 결론

본 연구는 감천유역내 준설사업이 시행된 구간에 대해 준설후 장·단기의 최심하상고를 모의·

분석하였다. 대상구역의 실측 단면자료를 수집하여 하상고를 모의한 결과, 변화는  $-0.38 \sim 1.72\text{m}$  범위내에서 나타났다. 상류부에서는 하상저하가 지배적이며 대체적으로 안정적인 추세를 나타냈으며 준설구간에서는 하상의 경년적 변화가 매우 불규칙하게 나타났으나 시간이 지나면서 점차 안정화되어 동적평형상태에 도달하는 것을 보였다. 반면 하류부에서는 상류부에 비해 변동이 불규칙적이며 하상상승이 지배적으로 나타났다. 따라서 감천구역의 준설사업이 하상변동에 상당히 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었으며 향후 준설로 인한 인위적인 하상변동이 아니면 전반적으로 안정한 하상을 유지할 것으로 분석되나 감천구역의 준설사업은 하상이 안정화되기 이전에 매년 시행되므로 그 영향은 매우 클 것으로 판단된다. 본 연구의 결과는 하천준설에 따른 하천환경 및 물리적 영향을 최소화하고, 하천공사 실시와 수공구조물의 설계 및 유지관리 등에도 활용될 수 있을 것이다. 또한 향후 좀 더 지속적으로 모니터링을 실시·관찰하며 신뢰성 있는 최근의 자료를 확보해 입력자료로 활용하여 본 1차원 모형과 2차원 모형인 SED-2D를 이용해 비교·분석할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06건설핵심 B01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 안상진, 윤석환, 백남대(2002). 수치모형을 이용한 하상변동 예측. 한국수자원학회논문집, 제 35권 6호, pp 693-701.
2. 강경석, 박문현, 김서영, 김국일, 박봉진(2006). 문산천의 장·단기 하상변동 분석. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 06 학술발표회, pp 1535-1540.
3. 권보애, 안홍규, 우효섭, 이동섭(2007). 보 철거로 인한 하상변동 -곡릉천 곡릉2보를 중심으로-. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 07 학술발표회, pp 1684-1688.
4. 박의정, 김철, 김석규(2004). 하천 골재채취가 환경에 미치는 영향분석. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 04 학술발표회, pp 1350-1355.
5. 안정민, 류시완, 이남주, 여홍구(2007). 수치모형을 이용한 형산강의 장기하상 변동 모의. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 07 학술발표회, pp 1272-1276.
6. 이남주, 황승용, 이삼희(2006). HEC-6 모형을 이용한 임진강 하상변동 예측에 관한 연구. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 06 학술발표회, pp 1566-1570.
7. 이남주, 황승용, 이삼희(2007). HEC-6 모형을 이용한 낙동강 하회지구 하상변동 예측에 관한 연구. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 07 학술발표회, pp 1665-1669.
8. 이삼희, 황승용(2005). 하상재료 입도분포를 통한 임진강 하상변동 특성 조사. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 05 학술발표회, pp 399-403.
9. 정상만, 최규호, 김도희(2006). 대청댐 하류구간에 대한 하상변동 분석. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 06 학술발표회, pp 1596-1600.
10. US Army Corps of Engineers(2006). HEC-RAS River Analysis System User's Manual.