

## 수자원-5 하상변동분석에 있어서 HEC-6의 적용

고병련\*, 최윤영<sup>1</sup>, 이병철

제주산업정보대학 토목과, <sup>1</sup>경북도립대학 토목환경과

### 1. 서론

하천과 저수지에서의 세굴과 퇴적을 계산하기 위한 HEC-6프로그램은 미 공병단의 수문센터(U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center)의 W.A.Thomas 등에 의해 1973년에 처음 개발되었다. 원래 이 모형은 대형 컴퓨터용으로 제작되었으나, 현재는 개인용 컴퓨터에서도 수행이 가능하다.

본 분석지역은 제주도에 남동쪽에 위치한 천미천 유역내의 성읍지구로써 화산에 의해 형성된 현무암의 특수한 지질구조로 투수성이 매우 크며, 지형적 영향으로 강우로 인한 하상변동에 대한 예측이 매우 어려운 지역적 특성을 갖고 있다.

이에 따라 연구대상유역에 대한 지형자료와 수문자료를 수집하고 HEC-6모형을 통해 모의함으로써 하상변동에 대한 특성을 파악하고자 한다.

### 2. HEC-6 모형의 적용

하천이나 얇은 저수지의 세굴 및 퇴적을 분석하기 위한 것으로서, 1차원 준부정류모형이며 연속방정식과 에너지방정식을 표준축차법으로 계산하고, 수리계산과 유사계산의 비조합(uncoupled)모형이며, 저수지내의 유사퇴적량과 퇴적위치를 분석하며, 댐 하류 하천의 하상상승 및 저하분석, 하상의 장갑화 효과를 고려하고, 각 단면은 이동상과 고정상으로 구분되며, 하상의 상승 및 저하는 이동상 부분이 같은 높이로 변동된다고 가정한다. 또한 이 모형에서 유사량계산은 Toffaleti공식, Laursen공식, Yang공식, 실측유사량 공식 등 최대 12개까지 사용가능하며, 유량에 따른 하천유동 폭의 결정으로 유사퇴적 및 세굴의 측정방법이 자동으로 결정되고, 미립토사의 재부유허용, 화상출력 및 자료정리가 용이한 HEC-DSS/DISPLAY 파일이 제공되는 특징이 있다.

HEC-6는 일차원 준부정류 모형으로 사행의 진행이나 유사의 횡방향 분포등은 고려할 수 없으며, 흐름이 급변하는데 적용하는 것은 적합하지 않다. 또한 거시적 하상변동만을 모의하는 것이 주목적이고, 구조물 주위와 만곡에 따른 국소적, 평면적 하상변화는 모의가 불가능하다.

### 3. 입력자료의 분석

#### 3.1 분석지역의 개황

본 분석대상유역은 그림 3.1에서 볼 수 있는 바와 같이 표고 160m~170m에 해당되는 천미천 지류의 합류부에 위치해 있으며, 행정구역상 제주도 동남부인 남제주군 표선면 성읍지구해당되며, 본 분석의 대상유역인 천미천은 한라산 상부지점인 표고 1400m 일

대의 흙붉은오름과 사라오름에서 발원하여 표선면 하천리 해안가 까지 형성되어 있으며 하천연장이 길고 지류가 많은 하천으로서 부분적으로 유역경계가 불명확하고 상류에는 비탈면(법선) 설정 등 하천 정비가 안된 자연 그대로의 원형을 유지하고 있으며, 하류에는 성읍교 등 일부지역에 침수피해를 예방하기 위해서 일부 구간에서 부분적으로 하천이 정비되어 있다.

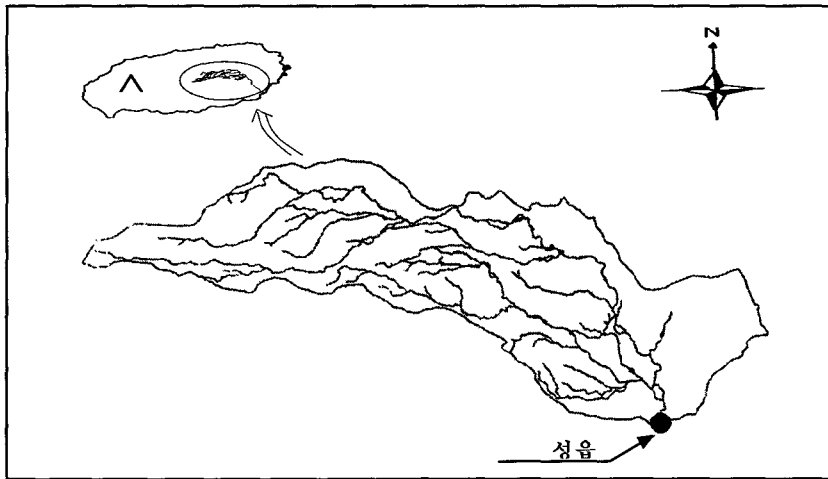


그림 3.1 분석유역의 개황도

### 3.2 분석자료 적용방법

하상변동을 해석하기 위하여는 본 분석에서는 미 육군공병단에서 개발하고, 많은 기관에 의해 검증받아 널리 적용되고 있는 HEC-6모형을 적용하였다. HEC-6모형의 입력자료는 지형자료, 유사자료, 수문자료등이 있으며, 본 분석에서의 지형자료는 측량성과를 이용하였으며, 유사자료는 관측된 유입유사량자료를 이용하여야 하나 이번 분석에서는 Yang공식에 의해 산정된 유사량을 적용하였다. 또한 수문자료는 분석지점의 강우자료를 이용하여 분석하였다.

## 4. 하상변동 적용자료

### 4.1 지형자료

본 성읍댐유역 하천단면자료는 횡단측량 구간의 거리를 500m로 설정하여 정밀하게 측량하여 입력하였다. 그리고 본 분석지점에서는 지류유입은 전혀 없고, 본류에서의 유입만 계산에 사용하였다.

### 4.2 하상자료

분석대상구간의 하상도 입경분포 자료가 있는 지점은 성읍교 지점과 성읍교 상류지역의 총 2개 단면 뿐이며 하상도 입경누가 곡선은 그림 4.1(a)-(b)와 같다. 본 분석대상구

간의 성읍교 지점에서 하상 구성재료의 특성은 평균입경이 0.8~5.1mm, 최대입경은 38.0mm으로 나타났다.

### 4.3 수문자료

HEC-6 모형의 수문자료는 하류단의 수위와 상류단 및 지천의 유입유량이다. 또한 보정용으로서 구간내 몇 개 지점의 수위등을 필요로 한다. 본 연구대상 구간에서 성읍교 수위관측소가 있으나, 기존의 수위-유량 관계식(rating curve)이 없다. 따라서 본 연구에서는 1998년의 호우를 이용하여 분석한 수위-유량 관계식을 이용하여 성읍교 수위표 지점의 각 수위에 해당하는 유량을 유도하였다.

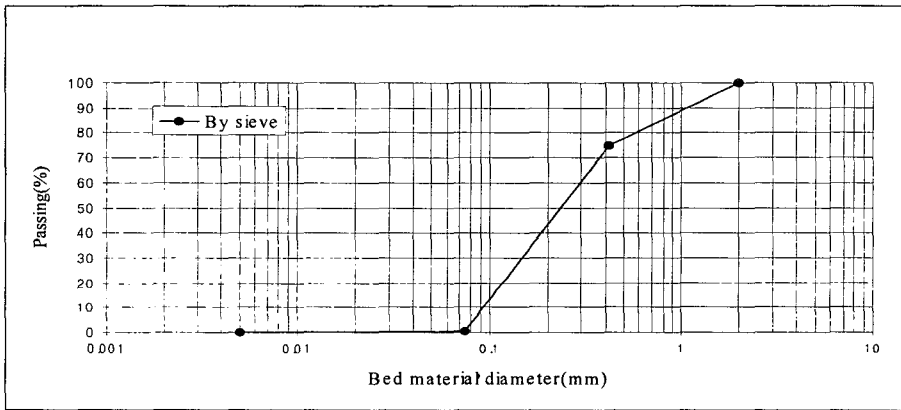


그림 4.1(a) 성읍교지점에서의 하상재료 분석결과(1998)

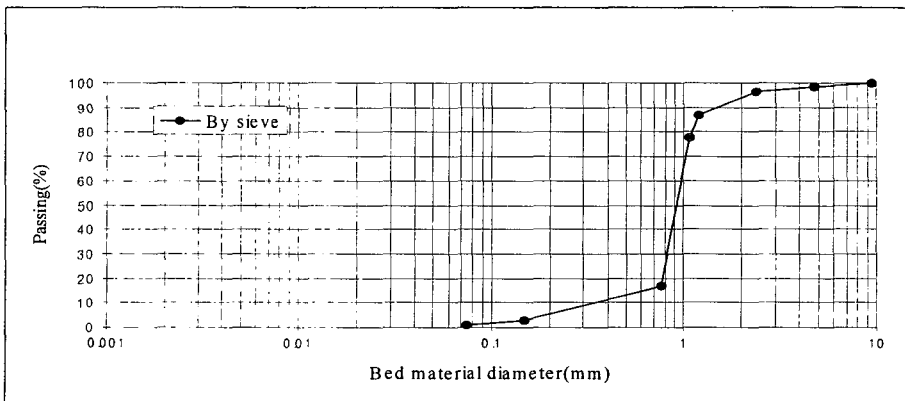


그림 4.1(b) 성읍교상류지점에서의 하상재료 분석결과(1998)

### 5. 기존실측치와의 비교검토

연구대상 하도에 대한 측량자료는 1992년의 실측자료가 있다. 따라서 1992년의 실측치는 하상변동예측모형의 초기자료로서, 1998년 실측치는 예측모형의 검정자료로 이용하

였다. 그림 5.1은 1992년과 1998년의 실측치 및 1998년의 계산치를 서로 비교한 것이다. 이 때의 유사량공식은 Yang공식을 이용하였다. 이 결과를 살펴보면 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-6에 의한 계산결과와 실측치와의 최심하상고는 계산결과와 실측치의 오차는 2.12ft내외이고, 표 5.1에서와 같이 분석결과의 민감도해석에 의하면 절대평균의 오차(RMSE)는 2.122ft, 시계열오차(TSE)는 0.234%, 체적오차(VER)는 1.34%, 상대오차의 평균(Bias)은 0.321ft와 같이 나타났다. 따라서 하천에 강우에 따른 유량의 변화가 가해질 때, 그에 대한 하천의 대응양상을 이 모형을 통하여 장기적인 관점에서 모의하는 것이 가능해진다. 그러나 본 모형은 일차원 하상변동 예측모형이므로 국부적인 하상세굴은 정확하게 예측하지 못하고, 장거리에 걸쳐 전반적인 하천의 대응양상을 분석할 수 있다.

표 5.1 최심하상고의 관측치와 계산치와의 민감도 분석결과(1998)

Index Year	RMSE (ft)	TSE (%)	VER (%)	Bias (ft)	Computer Running Time
1996	2.122	0.234	1.340	0.321	1min 24sec

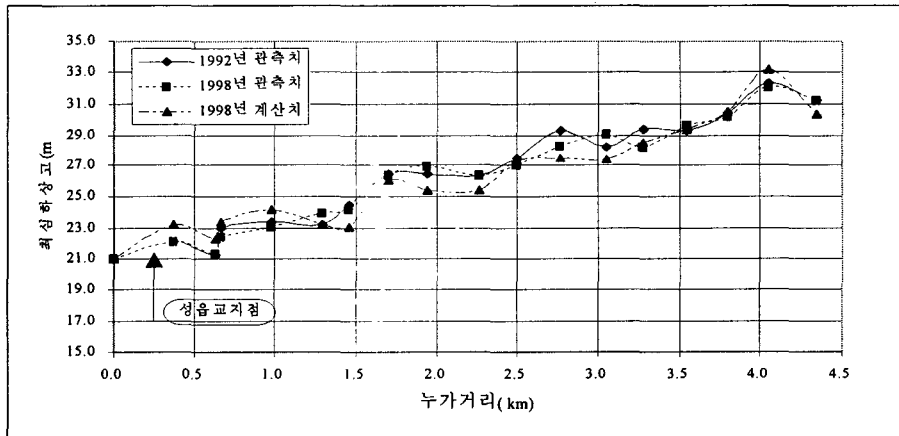


그림 5.1 관측치와 계산치의 하상변동의 계산결과

## 6. 결론

먼저, 본 분석지역에 대한 최심하상고의 관측치와 계산치와의 민감도 분석결과를 보면 절대평균오차(RMSE)는 2.122ft, 시계열오차(TSE)는 0.234%, 체적오차(VER)는 1.34%, 상대오차의 평균(Bias)은 0.321ft와 같이 나타났다.

다음으로, 본 분석지역에서 HEC-6모델에 의한 계산결과와 실측치와의 최심하상고 오차는 2.12ft내외로 HEC-6모델은 전반적으로 이 구간의 하상변동에 대한 모의가 양호하며, 장기적인 하상변동을 예측하고자 할 경우 이 모형을 이용하는 것이 적합하다고 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- 남선우, 1978, 하천의 유사량과 하상변동에 관한 연구, 한국수문학회지, 11(1).  
장종욱, 1997, 하상변동 예측프로그램 비교 분석, 동아대학교, 석사.  
정용태, 유로만곡부의 횡방향 하상변동에 관한 연구, 홍익대학교, 박사.  
배동만, 사행하천 하상변동 예측모형의 매개변수추정, 단국대학교, 박사.  
박상덕, 홍수파의 영향을 고려한 하상변동 예측모형, 연세대학교, 박사.  
김경탁, 댐건설에 의한 충적하천의 하상변동에 관한 연구, 인하대학교, 석사