

# SMS모형을 이용한 보 철거 후의 하상 변동

## Prediction of River Bed Change after Removing A Low Dam

김현석<sup>1)</sup> 노영신<sup>2)</sup> 이진수<sup>3)</sup> 윤병만<sup>4)</sup>

### 요 지

본 연구에서는 보철거로 인해 발생하는 보 상하류의 하상변동을 예측하여 보았다. 대상 지역은 최근 철거된 경안천 장지보 부근으로 양벌보에서 경안 1교까지 3.5km 구간이다. 흐름분석은 RMA-2를 이용하였으며 하상변동은 SED-2D모형을 이용하여 예측하였다.

모의 결과 보 철거로 인한 유속의 증가로 보 상류에서 침식이 발생하였고, 하류부는 유속 감소로 인한 퇴적이 발생하였다. 보 철거로 인한 하상변동의 영향이 보 주변에만 국한되지 않고 하류구간에 까지 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 이 모형은 장기하상변동에는 어려움이 있는 것으로 판단되어 보철거로 인한 2차원 장기하상변동을 예측하기 위해서는 새로운 모형의 개발이 요구된다.

**핵심용어** : 보철거, 하상변동, RMA-2, SED-2D

### 1. 서 론

과거 농업용수의 수요가 많고 강우가 하절기에 집중되는 기후적 특성을 가진 우리나라는 중소규모의 하천에 갈수시 수량 확보를 위한 취수용 보가 많이 설치되어 있다. 이러한 다수의 보 설치에 갈수시 수질악화, 토사의 퇴적 및 노후화로 인해 많은 문제점들이 지적되고 있다. 따라서 최근 취수 용도로써의 기능 저하로 용도 폐기된 보 철거가 빈번하게 발생하며 그에 따른 하상변동과 흐름특성 변화는 필연적으로 발생하게 된다. 이러한 하천에서 발생하는 대규모의 하상변동을 예측하는 모형은 일반적으로 1차원 해석이 적용되어 왔는데 1차원 모형으로 하상변동을 예측할 경우, 하천의 사행의 진행이나 유사의 횡방향 분포는 고려할 수 없으며, 또한 하상변동 계산 시 하상 전체가 균일하게 상승 또는 하강하는 것으로 가정하기 때문에 흐름이 급변하는 곳에 적용하는 것은 적합하지 않다. 이러한 필요성 때문에 본 연구에서는 2차원 흐름 모형인 RMA-2를 이용하여 흐름장을 모의한 후 SED-2D모형을 통해 보 철거후의 하상변동 영향을 파악·모의 하였다.

### 2. 대상지역 현황

본 연구의 대상 유역인 경안천은 한강의 제1지류로서 경기도 용인시 호동에서 발원하여 광주읍을 관류하고 경안천의 최대 지류인 곤지암천과 합류한 후 수도권인 팔당호로 유입하는 하천 유역면적 575.32  $km^2$ , 유로연장 49.30km, 우역평균폭이 11.67km인 중규모 하천이다.

1) 코업 주식회사 개발부 사원 공학석사

Master of Civil., Dept. of Development, Co-op residence., Seoul-si, 150-711, Korea (E-mail : civil43@nate.com)

2) 명지대학교 토목환경공학과 박사과정(수료)

Doctoral Candidate., Dept. of Civil Engrg., Myong Ji Univ., Youngin-si, 449-728, Korea (E-mail : rohys@mju.ac.kr)

3) 명지대학교 토목환경공학과 석사과정

Graduate Student., Dept. of Civil Engrg., Myong Ji Univ., Youngin-si, 449-728, Korea (E-mail : karma012@mju.ac.kr)

4) 명지대학교 토목환경공학과 교수

Prof., Dept. of Civil Engrg., Myong Ji Univ., Youngin-si, 449-728, Korea

본 연구의 대상구간은 양벌보 지점을 기점으로 하류 경안1교까지의 3.5km 구간의 평지지형으로 구간은 직선유로를 형성하고 있고, 하상은 모래로 이루어져 있으며 대상구간 내에는 양벌보(No.75+200)와 장지보(No.72+150) 두개의 보가 위치하고, 1km 지점에 직리천(No.72)과 합류하며, 1.75km 지점에 경안교(No.69+190)가 위치한다. 대상구간 내에는 자연적인 요인에 의해 평면형상이 변화한 지점은 없으며, 장지보(No.72+150)는 과거 생활용수 취수원 이었으나 현재는 불필요하고 담수부 수질오염을 고려하여 철거되었다. (건교부, 2000) Fig. 1 ~ Fig. 2은 대상구간 위치도와 장지보 철거 전후의 모습이다.



Fig. 1 Before removing a low dam



Fig. 2 After removing a low dam

### 3. 모형의 적용 및 분석

#### 3.1 수리분석모형의 적용

본 연구에서는 대상구간 3.5km(양벌보~경안1교)에 대해 경안천 하천정비 기본계획 수립시의 HEC-2 모의 결과와 2차원 부정류 모형인 RMA-2 모의 결과를 비교하여 기본적인 신뢰성을 확보한 후 그 결과를 토대로 장지보 철거후의 하상변동 예측을 모의 하였다. 평·저수시 유량에 의한 하상 변동량은 극히 미비하기 때문에 본 연구에서는 계획 홍수량으로 수리 분석한 결과를 토대로 하상변동 예측을 모의 하였다.

##### 3.1.1 입력자료

유한요소망을 만들기 위한 단면자료는 “경안천 하천정비기본계획(건교부, 1998)”수립 당시의 중·횡단 측량 자료와 1:5,000 수치지도를 이용하여 구축하였다. 이 자료에서는 경안천유역 전체의 하천 단면이 명시되어 있는데, 이 중에서 본 연구에 사용된 구간은 양벌보 지점에서 경안1교까지의 3.5km 구간의 자료를 사용하였고 각각의 입력 조건은 Table 1과 같다.

Table 1 Input data for RMA-2

항 목	입력조건
상류경계조건	1900 m <sup>3</sup> /s
하류경계조건	39.62m
지류유입량	180 m <sup>3</sup> /s
난류교환계수	2000 N · sec/m <sup>2</sup>
조도계수	0.03
수온	15℃

##### 3.1.3 모형의 보정 및 검증

모형의 신뢰성 확보를 위해 “경안천 하천정비기본계획(건설교통부, 1998)”수립 당시의 1차원 부정류 해석 결과와 RMA-2 모의 결과를 비교하여 모형에 대한 보정 및 검증을 수행하였으며, 비교된 결과와 보 철거로 인한 지형 변동후의 모의 결과를 비교 분석 하였다. 일평균 유량을 사용하였기 때문에 시간간격은 24시간으로 하였으며, 대상구간의 장지보(No.72+150) 철거 전 계획 홍수량에 대한 홍수위를 1차원 모형인 HEC-2 모형과 2차원 모형인 RMA-2 모형으로 모의하여 비교한 후 보 철거 전후의 홍수위를 RMA-2 모형을 이용하여 분석하였다.

### 3.1.4 철거전·후 2차원 수리분석

모형의 계산 결과는 GFGEN을 통하여 작성된 유한요소망 내의 지형자료와 함께 경계조건을 입력하여 RMA-2 모형으로 모의하여 대상 구간 내 수위 및 유속을 계산하였다. RMA-2모형의 경우 2차원 모형으로 1차원 모형과 달리 구간 내 평면상의 전 단면에 걸쳐 수위 및 유속 분포를 나타냄으로써 1차원 모형보다는 좀 더 실제 흐름에 가까운 유속을 제공하고 유용한 수리 특성치들을 얻을 수 있다.

장지보 철거 후의 수위 및 유속 비교는 Fig. 3 및 Fig. 4에 나타내었다. 보 철거로 인해 철거지점의 상류 수위는 하강하고 단면축소로 인해 유속은 증가하는 것으로 나타났다.

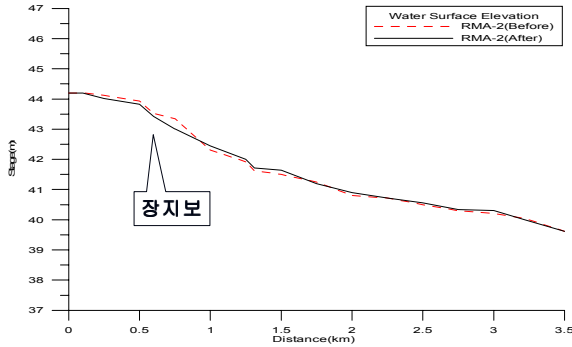


Fig. 3 Water surface elevation comparison

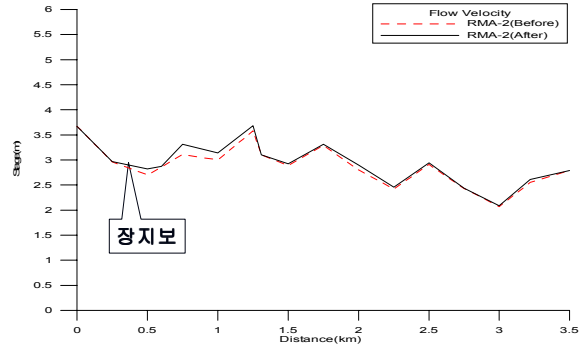


Fig. 4 Flow velocity comparison

## 3.2 하상변동모형의 적용

### 3.2.1 입력자료

SED-2D에 입력되는 자료로는 우선 지형자료인 GFGEN 입력 자료와 흐름장모형인 RMA-2의 입력 자료로서 상류경계 유량조건 및 하류경계 수위조건, 난류확산계수와 조도계수 값 등이다. SED-2D에서만 사용되는 입력 자료에는 부유사농도, 하상재료에 대한 자료 등이 있다. SED-2D는 점토하상과 모래하상에 대해서만 모의가 가능하며 본 연구 구간은 하상재료를 모래로 가정하였고 SED-2D의 입력자료를 간단히 설명하면 Table 2와 같다.

Table 2 Input data for SED-2D (EMRL,2000)

항 목	입 력 조 건
하상 전단응력	log velocity 방정식
Crank-Nicholson $\theta$ 값	0.67
유사확산계수	100 $m^2/sec$
침강속도	0.136 $m/sec$
골재형상계수	0.67
특성퇴적길이요소	1.0
특성침식길이요소	10.0
모래층의 두께	1 m
조 도	0.032
이송 가능한 모래입경	0.07mm
대표입경	$D_{25} = 0.19, D_{50} = 0.32, D_{75} = 0.50$

### 3.2.2 보 철거 전·후 하상변동

보 철거로 인한 하상변동 결과는 종 방향과 횡 방향에 대해 각각 분석하였다. 본 연구 대상 구간은 장지보 철거전 하상이 안정화된 지역으로 하상변화가 거의 발생하지 않는 구간이었으나, 보 철거로 인해 침식이 발생하였으며 그 영향은 보 주변에만 국한된 것이 아니라 하류구간에 까지 영향을 미치는 것으로 나타났다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 상류구간은 보철거전 하상의 변화가 미비하나 보를 철거한 이후 약 0.05~0.3m의 침식이 발생하는 것으로 나타났으며, 하류로 갈수록 퇴적이 발생하나 그 양은 0.05m 이하로 미비한 것으로 나타났다.

Fig. 6은 침식이 발생한 보 상류의 단면(No. 74)에 대한 횡단면의 하상변동을 나타낸 것으로 보 철거 이후에 약 0.3m의 침식이 단면에 걸쳐 비교적 균일하게 발생하였다. Fig. 7, Fig. 8은 보 직하류와 하류의 횡단면에 대한 하상변동을 나타낸 것으로 각각 침식과 퇴적이 일부 발생하였으나 그 양은 미비한 것으로 나타났다.

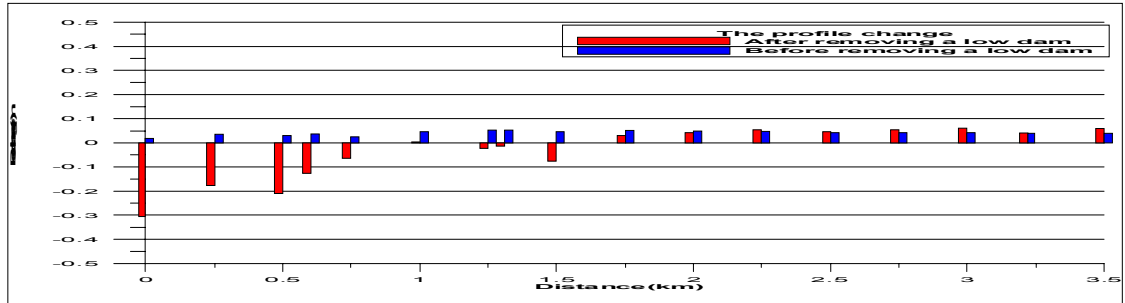


Fig. 5 The profile change before and after removing a Low Dam

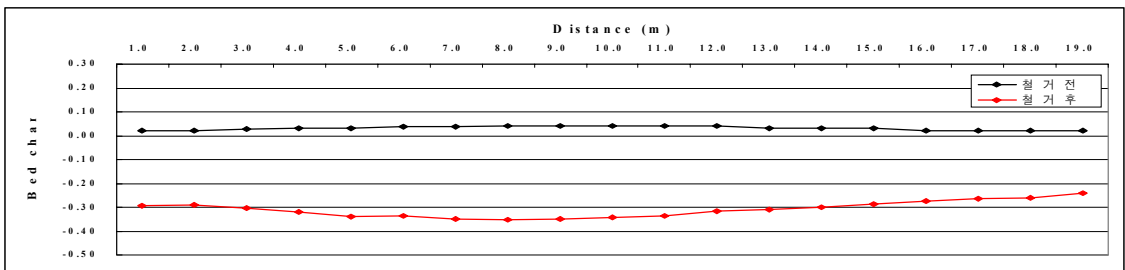


Fig. 6 Transverse profile change at section No. 74

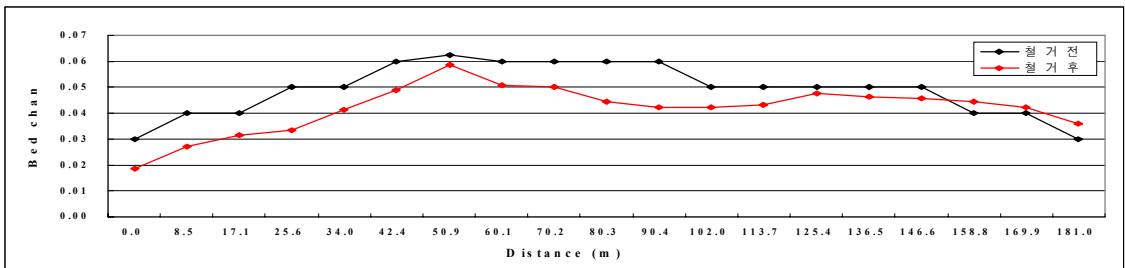


Fig. 7 Transverse profile change at section No. 68

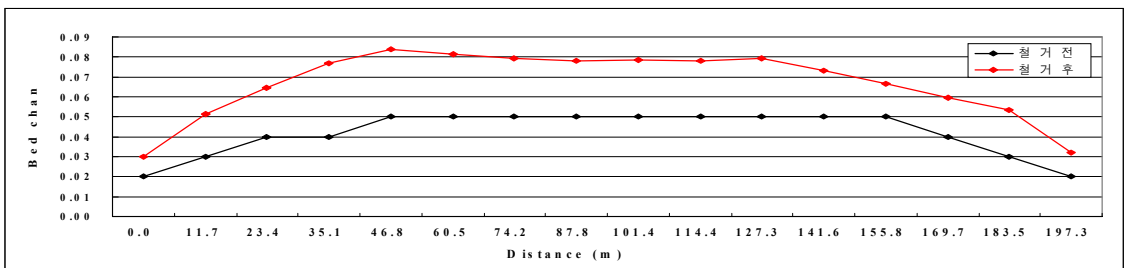


Fig. 8 Transverse profile change at section No. 64

### 3. 결 론

본 연구에서는 하천 흐름 해석 모형인 RMA-2와 지형변동 모형인 SED-2D의 계산 결과를 하천단면과 비교하여 모형의 장·단점을 파악하고 적용하는데 있어서의 문제점 등을 검토하였다. 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 하천흐름 모형인 RMA-2의 결과는 HEC-2와 같은 부등류 모형의 단점을 보완하여 단면 축소 및 확대부, 교량단면부 등 현저한 지형변화가 발생하는 곳에서의 유속 및 수위 분포를 잘 모의 할 수 있다. 수로의 확대 및 축소가 존재하는 복잡한 하도구간의 경우 좌·우안 및 유심부에서의 유속과 수위는 큰 차이를 보이므로, 이러한 복잡한 하상형태를 갖는 구간에서 하천의 개수사업, 교량·제방과 같은 수공구조물 및 저류지, 저수지 등의 홍수저류시설 등의 설계를 위한 계획 홍수위 산정에 있어서 2차원 모형을 사용하는 것이 적합한 것으로 사료된다.

둘째, RMA-2 모형의 결과를 검증하기 위해 HEC-2 모형과 비교하였으며, 두 모형에서 비교적 수위 및 유속이 일치됨이 나타났으며, 1차원 모형에의 단점을 보완하여 구조물 주위의 흐름양상을 보다 상세하고 구체적으로 나타낼 수 있었으며 동일 단면내의 수위 및 유속변화도 구체적으로 나타낼 수 있었다.

셋째, 지형변동 모형인 SED-2D모의 결과 보 철거로 인한 유속의 증가로 보 주변에서의 침식이 발생하였고, 하류부는 유속 감소로 인한 퇴적이 발생하였다. 보 철거로 인한 하상변동의 영향이 보 주변에만 국한되지 않고 하류구간에 까지 영향을 미치는 것으로 나타났다.

넷째, SED-2D모형은 대체적으로 하상변동의 경향이 실제에 가깝게 모의되는 것으로 볼 수 있으나 장기간의 모의에 어려움이 있다. 장기하상 변동을 2차원적으로 예측하기 위해서는 새로운 모형 개발에 대한 연구가 요구된다.

### 참 고 문 헌

1. 경기도, “경안천 하천정비기본계획보고서“, 1998
2. 경기도, “경안천 하천정비기본계획보고서“, 2000
3. Environmental Modeling Research Laboratory, “SMS(SurfaceWaterModeling System) SED-2D-WES version 7.0 User’s Manual“,2000