

# SMS를 이용한 경안천 하류구간의 하천흐름 분석

## Analysis of Hydraulic Characteristics using SMS RMA2 and SED2D Model in the Downstream of Gyeongan-Cheon

홍성민<sup>\*</sup> · 정인균 · 김성준 (건국대)

Hong, Seong Min · Jung, In Kyun · Kim, Seong Joon

### Abstract

The purpose of this study is to analyze various hydraulic characteristics using SMS (Surface Water Modelling System) RMA2 model. It is based on 2-D finite element method. River reaches (13.8km) from Gyeongan gauge station to the inlet of Paldang lake was selected. Finite element was made by RIMGIS Data, and the analysis of river-changes was operated by unsteady flow. The sediment concentration and bed change was simulated using SED2D model.

### I. 서론

하천흐름의 동수역학적 해석을 위한 여러 가지 수치해석기법들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 콕(2001) 등은 하천·해안에서의 RMA2와 SED모형의 적용성을 검토하였고, 최(2001) 등은 SMS를 이용하여 장·단기 하상변동을 해석하였다. 현재 국내에서는 측량자료의 이용과 모형의 용이한 적용을 이유로 1차원 수리해석 모델인 HEC-RAS모형이 많이 사용되고 있으나 실제 하천은 시간에 따라 흐름 특성이 변하는 부정류이고 이를 효과적으로 모의하기 위해서는 2차원 모델링이 더 유용하게 사용되어질 수 있다. SMS는 1차원모형과는 달리 전 단면에 걸쳐 유속 및 수위 분포를 나타낼 수 있어 실제흐름에 가까운 수리량을 얻을 수 있다. 특히 SMS RMA2 모형은 2차원 유속벡터와 자유수면의 표고등을 각 절점에서 계산하므로 지형학적 자료를 쉽게 적용할 수 있고, 시간에 따른 유량, 수위를 값 또는 곡선으로 입력하여 모델링함으로써 시간에 따른 Wet/Dry부분을 모의할 수 있다. 또한, SED2D 모형을 이용함으로써 하천의 유사퇴적 및 하상변동을 모의하여 홍수발생시 하상변화에 대한 분석이 가능하다. 따라서 본 연구는 SMS의 유한요소모형을 이용하여 대상하천인 경안천의 수리학적 특성을 분석하고자 한다.

### II. 자료 및 방법

본 연구의 대상이 되는 지역은 경안천 하류로서, 유역면적은 558.2km<sup>2</sup>이며, 총유로연장은 49.5km이다. 수위 및 유량의 자료를 얻을 수 있는 경안수위관측소에서 시작하여 팔당호와 합류하는 구간을 선택하였다(13.8km). 평균하천경사는 1/720정도이며 수질은 II~III등급을 나타내고 하상은 주로 자갈섞인 모래로 구성되어 있다(경기도, 2001). 본 연구의 기초가 되는 하천측량자료는 국가하천

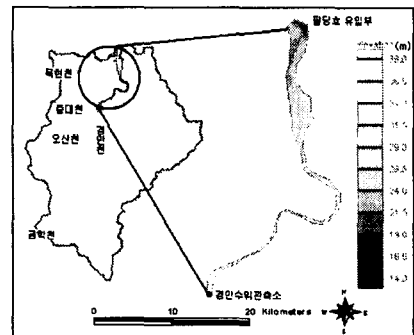


Fig. 1. Study Area

전산화작업의 일환인 RIMGIS자료, 1:25,000수치지도, 수자원단위지도를 이용하여 구축하였으며, 모델에 입력되는 여러가지 인자는 경안천수계하천정비기본계획서, 한강홍수통제소 통계연보, 환경부 통계연보, SMS RMA2 WES Version 4.5, SED2D-WES Version 4.3을 기초로 하였다. 대상하천에 적용된 부정류해석의 Time Step은 3hours, Number of Time Steps는 5, 총시간은 12시간이며, 각 시간마다 4번의 반복계산을 실시하였다. 시간에 따라 변하는 Wet/Dry 구간의 분석은 SMS에서 제공하는 기본 값을 사용해도 무방하므로 이를 그대로 사용하였다.

### 1. 유한요소망의 구성

수리학적 모의에 이용되는 유한 요소망은 절점(node)과 요소(element)로 구성된다. 측량성과를 절점으로 입력하여, 유한요소망을 만드는 기초자료로서 사용된다. 입력된 지형자료는 TIN(Triangle Irregular Network)을 생성한 후 계산의 안정성과 시간을 단축하기 위해 사각망으로 변형시키고, 절점수의 차이로 인한 부득이한 삼각망은 흐름방향과 인접절점의 고도를 고려하여 처리하였다.

### 2. 하상재료의 특성

유한요소망 분석시 경계조건과 함께 재료특성이 정의되어야 한다. 각각의 요소들은 각각의 재료특성을 갖게 되며, 대표적으로 난류교환계수와 Manning의 n값을 갖는다.

#### a. 난류교환계수(Turbulent Exchange Coefficient)

난류교환계수는 와점성계수(Eddy Viscosity)라고도 하며 일반적으로 4개의 난류교환계수는 같은 값을 갖으며, 모형에서 난류교환계수가 갖는 의미는 매우 크다. 난류교환계수는 일반적으로 계산과정중 안정성에 문제가 생기지 않는 범위내에서 낮은 값을 취해야 하는데 그 이유는 난류교환계수가 너무 높으면 안정된 계산이 가능하지만 적합한 흐름 분포를 나타내지 못하는 경향이 있고 너무 낮은 경우에는 계산이 불안정해진다. 본 연구대상지역의 난류교환계수는 흐름이 안정될때까지 값을 변화시켜 적용한 결과  $3000N \cdot sec/m^2$  으로 결정하였다.

#### b. Manning의 조도계수

Manning's n값은 하상의 물리적인 특성과 특정한 지형에 대한 고려에 근거하여 선정하여야 한다. Chow(1959)와 미국 지질조사국은 하천의 여러 가지 n값을 제시하였다. 본 연구대상지역의 조도계수는 경안천수계하천정비기본계획서에서 제시한 실측자료인 0.030을 적용하였다.

#### c. 기타조건

수온은 환경부 2002년과 2003년의 통계연보년자료를 평균하여  $28^{\circ}C$ 를 적용하였으며, 난류교환계수를 매 단계마다 결정하는 Peclet의 수는 적용하지 않았다.

### 3. RMA2 경계조건(Boundary Condition, BC)입력

생성된 유한요소망은 BQL(Boundary condition Flow Line), BHL(Boundary condition Head Line), GC(Geometry Continuity) String을 이용하여 상류경계부의 입력유량과 하류경계부의 유출수위를 정의하게 된다. 모의한 기간은 2000년 경안천 최대홍수위를 기록한 7월22일

00시부터 12시까지 총12시간이며 이 때의 상류BC에 적용된유량은 3시간 간격으로 1084.9m<sup>3</sup>/s, 1510.09m<sup>3</sup>/s, 1868.25m<sup>3</sup>/s, 1495.96m<sup>3</sup>/s, 1223.17m<sup>3</sup>/s 이고, 하류측 BC는 SMS의 특성상 대상하천의 최대하상고보다 높은 39.2m를 적용하였다.

#### 4. SED2D 분석

대상하천의 하상변화를 알아보기 위해 SMS SED2D모형을 적용하였다. SED2D모형은 RMA2 출력파일을 이용하여 모의를 수행하였으며, 유사이동모의를 위한 주요입력자료는 다음과 같이 적용하였다. 상류 경계조건인 부유사농도는 대상하천의 유량-부유사농도 관계식이 없으므로 대상하천과 하상재료의 형태가 유사한 임진강유역의 포천천유역의 관계식을 사용하였다(최, 2001). 부유사의 최대·최소크기는 0.067mm(한국건설기술연구원, 1990), 비중 2.65, 이송가능한 입자의 조도와 크기 0.032, 0.25mm(경안천수계하천정비기본계획, 2001), 골재형상 계수 0.67 특성퇴적길이 요소 1, 특성침식길이요소 10, 모래층의 두께 1m(기본값)로 입력하였고, 침강속도는 Gibbs의 공식에 의해 산정한 0.155m/s이고 Diffusion Coefficient는 현재유속과 element size를 고려하여 x,y 모두 100으로 하였다(SED2D-WES Version 4.3, 1998). 하상전단응력 공식은 log-velocity 공식을 이용하였고 Crank-Nicholson의 Theta는 기본값인 0.67을 사용하였다. 모의시간은 홍수가 유입되는 12시간으로 하였고 반복계산은 RMA2와 동일하게 4회 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

대상 하천의 홍수시 유속은 0.10~4.10m/s의 분포로 상류와 하류의 큰 차이를 보였는데 이는 상·하류의 큰 하상고 차이에 의한 것으로 판단되며, 특히 단면이 감소하는 부분에서 최대유속을 보였다. 하류로 갈수록 유속의 감소를 보였으며, 이는 하천단면의 증가와 하천경사의 감소가 원인이라고 생각된다. SED2D의 결과인 유사농도는 0.05~1.05ppt로 홍수 유입부에서 최대를 보였으며, 시간이 경과할수록 하류측도 증가하는 것을 볼 수 있다. 하상변화는 0.001~0.025m로 유속과 단면이 작은 상류부분에서 크게 나타났고, 시간이 지날수록 하류의 변동도 증가 하는 경향을 보였다. 또한 유사의 농도는 최대유량발생시 가장 큰값을 나타냈으며, 하상변동은 최대유량이 발생한 후 6시간후에 최대로 나타났다.

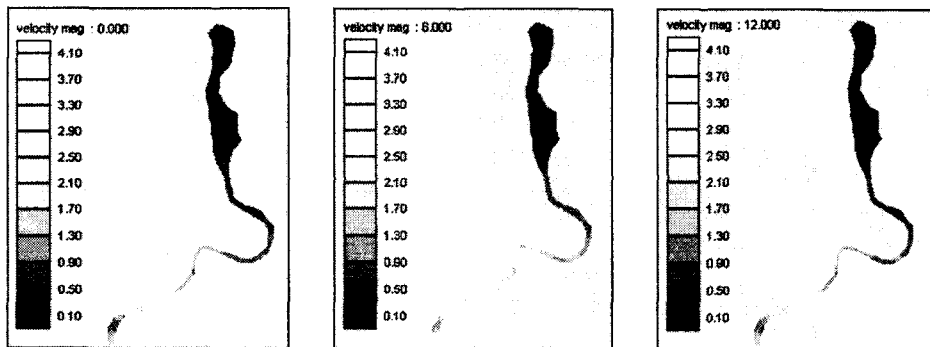


Fig. 2. Velocity Magnitude (0, 6, 12hour)

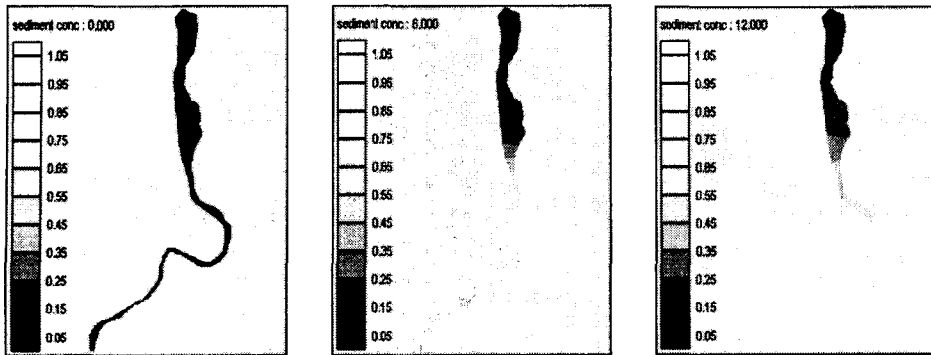


Fig. 3. Sediment Concentration (0, 6, 12hour)

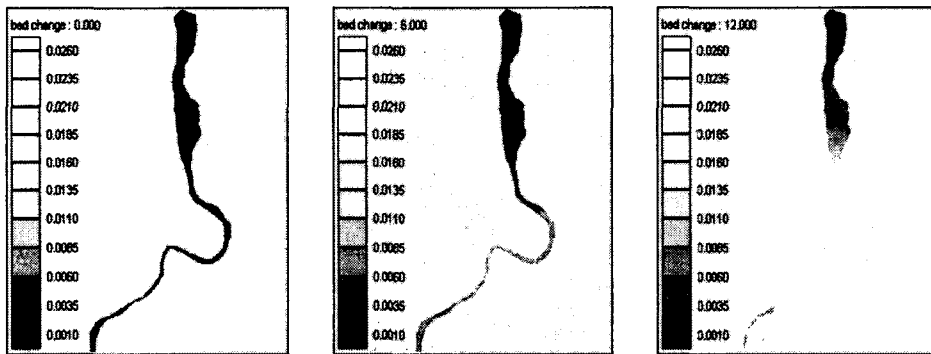


Fig. 4. Bed Change (0, 6, 12hour)

#### IV. 결론

경안천의 여러 가지 수리학적특성들 중에 유속, 부유사농도, 하상변동 등을 SMS의 유한요소모형을 이용하여 분석하였다. 2차원 수리모형을 이용하므로써 분석의 정확도를 더했으며, 향후에는 하천 수리구조물의 영향을 고려한 분석으로 좀더 현실적인 결과의 도출이 필요하며, RMA4모형의 분석을 통하여 서울시의 상수원인 팔당호에 직접유입하는 경안천의 오염부하량을 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

#### V. 참고문헌

1. 곽준성, 2001, 하천·해안에서의 RMA2와 SED2모형의 적용성 검토, 석사학위논문, 명지대학교.
2. 김영복, 2003, SMS모형을 이용한 하상변동예측, 석사학위논문, 충북대학교.
3. 최민하, 2001, SMS를 이용한 장·단기 하상변동해석, 석사학위논문, 고려대학교.
4. Brigham Young University - Environmental Modeling Research Laboratory, 2002, SMS 8.0 Tutorial Manual.
5. 경기도, 2001, 경안천수계하천정비기본계획.
6. 건설교통부, 2002, 국가하천대장전산화 세부작업지침서, 한국수자원공사.