

# 해석 방법에 따른 산지소하천과 도시하천의 수리학적 변화 특성 비교 · 분석

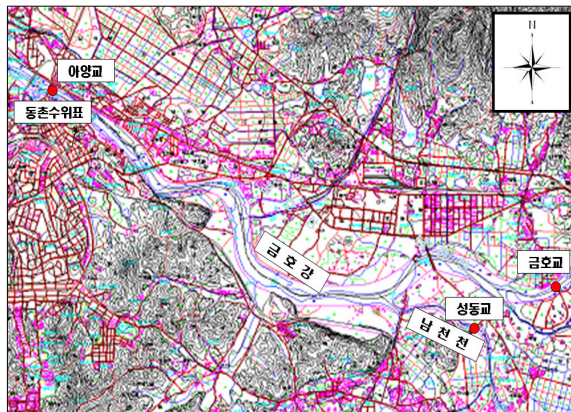
## Comparison and Analysis of Hills and Urban Stream by Analysis Methodology

임동희\* , 안승섭\*\* , 문상철\*\*\* , 김동필\*\*\*\*

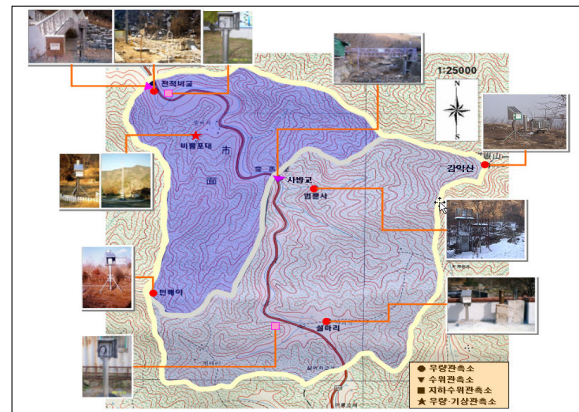
Dong Hee Yim, Seung Seop Ahn, Sang Cheol Moon, Dong Phil Kim

### 요 지

본 연구의 목적은 도시하천인 금호강 본류 하천 동촌수위표 지점에서 안심교 상류방향 10.678km과 산지소하천인 설마천 전적비교에서 상류방향 2.66km를 대상으로 일차원해석모형인 HEC-RAS와 이차원해석모형인 SMS를 이용한 정류 · 부정류 해석을 통한 유속변화와 홍수위 변화의 비교 · 검토를 통해 도시하천과 산지소하천의 수리학적 거동특성 분석을 실시하여 향후 모형 적용 시 적용 방법을 제시하고자 한다.



(1) 도시하천



(2)산지소하천

그림 1. 연구대상유역

핵심용어 : 도시하천, 산지소하천, SMS, HEC-RAS, 정류 · 부정류

### 1. 서론

현재 대부분의 하천관리에서 흐름의 분석은 하천 구간내의 1차원 분석이 주가 되어져 왔으나 1차원 분석

\* 정회원.한국건설기술연구원 수문연구실 연구원-E-mail : yimdh@kict.re.kr  
 \*\* 정회원.경일대학교 건설정보공학과 교수-E-mail : ahnsso@kiu.ac.kr  
 \*\*\* 준회원.경일대학교 대학원-E-mail : mo2645@nate.com  
 \*\*\*\* 정회원.한국건설기술연구원 수문연구실 선임연구원-E-mail : dpkim@kict.re.kr

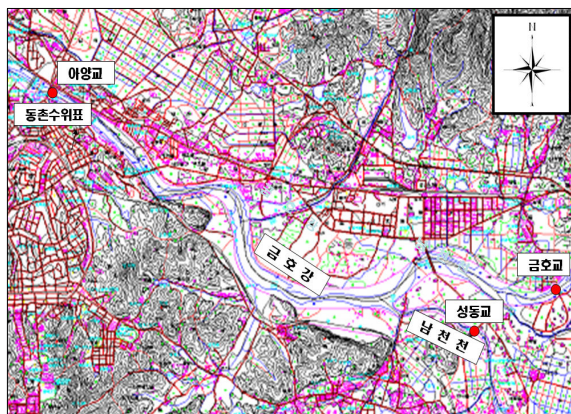
은 하천 단면에 다른 수면차, 유속분포를 분석할 수 없다는 단점을 갖고 있다. 특히 유량 및 유속은 급속도로 늘어나는 홍수시에는 평소보다 하상 및 홍수터에 큰 변화가 발생하기 때문에 그 오차가 더욱 커질 수 있다. 특히 SMS RMA2모형은 2차원 유속벡터와 자유수면의 표고 등을 하천측량자료를 이용해 만들어진 유한요소망의 각 절점에서 계산하므로 지형학적 자료를 쉽게 적용할 수 있고, 시간에 따른 유량, 수위를 값 또는 곡선으로 입력하여 모의할 수 있고, 시간에 따른 Wet/Dry부분도 모의가 가능하다.. 또한 하천은 친환경적이면서도 안정적인 하도의 설계를 위해서는 실제유역에서 장기간 관측된 충분한 자료를 기초로 한 다양한 수리학적 검토결과를 이용하여 하도 형태에 따른 수리학적 영향을 충분히 고려하여야 한다. 그러나 자연하도 만족부나 합류부에서 합류부의 매개변수인 조도계수, 난류교환계수, 격자크기, Coriolis forces latitude, Density 등의 변화에 따른 변화의 고려는 거의 실시하고 있지 않은 실정이다.

본 연구에서는 이차원 수치해석모형인 SMS-RMA2를 이용하여 자연하도구간에 대한 특성인자를 변화하여 수리특성을 파악하여 검토 하고자 하며 수리특성의 범위는 홍수위 유속, 가속 및 정체구간해석 등과 배수영향, 편홍수위 영향 등에 대한 내용을 포함하였으며, 해석결과의 신뢰성 검증은 기존의 연구자들에 의한 연구결과와 비교하였다. 또한 여기서 검증된 모형 매개변수를 이용하여 실제하도구간의 합류부를 대상으로 하여 매개변수에 따른 수리특성을 검토함으로써, 하도구간의 항구적인 안정성을 확보하기위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

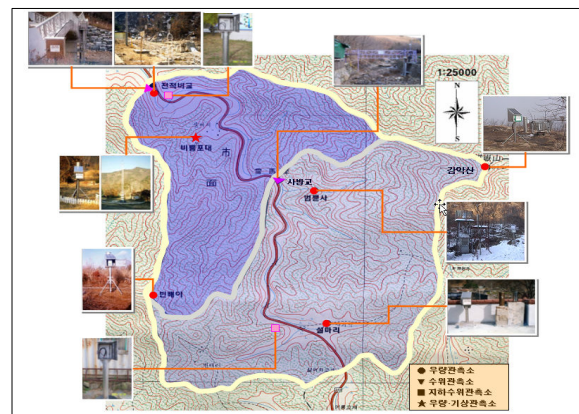
## 2. 연구대상 유역

### 2.1 유역의 개요

본 연구대상 유역은 금호강 본류하도 중에서 지형조건이 비교적 양호하고 수문자료조건이 양호한 동촌수위표지점에서 안심교 상류방향 10.678km까지로 하였으며, 하도구간은 남천천 합류지점에서 상류방향으로는 금호교까지 3.042km이고 하류방향으로는 아양교 수위관측소까지 7.636km까지인 도시하천과 설마천 유역의 중류부에 위치한 영국군 전적비교를 출구로 하는 상류 유역이다. 산지하천인 설마천 시험유역내의 사방교지점에서 영국군 전적비교지점까지 2.66km지점까지를 대상으로 분석하였다. 그림 1은 연구대상유역인 도시하천과 산지소하천의 유역도이다.



(1) 도시하천



(2) 산지소하천

그림 1. 연구대상유역

## 2.2 흐름특성분석

### 2.2.1 일차원 흐름의 특성의 개요

본 연구에서 사용된 일차원 수치해석모형인 HEC-RAS 모형은 자연하천이나 인공하천에서의 정상류·비정상류 상태의 점변류 수면 곡선을 계산하기 위해 원도우 환경에서 서로 상호작용 할 수 있도록 설계된 통합

시스템이다. 이 모형은 정류 수면형 곡선 계산, 부정류 시뮬레이션, 이동 경계 침전물 운반 계산의 세 개의 일차원 수리학적 구성요소로 이루어진다. 또한 상류(subcritical)와 사류(supercritical) 상태의 수면곡선 계산이 가능하며, 교량이나 암거, 홍수터의 구조물과 같은 여러 하천구조물의 영향을 수면곡선 계산에 반영할 수 있다. 계산절차는 식(1)과 같은 표준축차법(Standard Step Method), 즉 Manning 공식에 의해서 산정된 마찰에 의한 손실을 고려한 일차원 에너지 방정식의 수치해에 근거를 두고 있다.

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_L \quad (1)$$

여기서, 1과 2는 미소거리  $L$ , 간격의 두 단면(1은 하류, 2는 상류단면)

$Y$ 는 수심

$Z$ 는 하상표고

$V = Q/A$ 는 평균유속

$\alpha$ 는 에너지 보정계수

$h_L$ 는 에너지(수두) 손실

### 2.2.2 이차원 흐름의 특성의 개요

본 연구에서는 사용된 이차원 흐름특성에 대한 수치해석을 위하여 RMA-2모형을 이용하였다. 이 모형은 2차원 질량 연속방정식과 2차원 Navier-Stokes의 힘-운동량 방정식에 제한 Reynolds 형태로 표시된다.

난류 영역에서 속도와 압력은 시간과 공간 모두에 대해서 점진적으로 혹은 급격하게 변한다. 여러 가지의 항이 증가된 난류 유체의 내부 전단응력, 또는 Reynolds 때문에, Navier-stokes 방정식의 점성력 항에 첨가된다. 따라서, 이러한 수정들은 Navier-Stokes 방정식의 Reynolds 형태로 나타난다.

연속방정식과 운동방정식의 해는 전단응력을 고려해서 결정하지만 실제적으로는 이러한 과정은 흐름의 3차원 속도장의 측정을 필요하게 되므로 그 해석이 거의 불가능하게 된다.

따라서, 연속 방정식은 그림 2에서 나타낸 바와 같이 수심평균치를 취하면 식(2)과 같이 유도된다.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} + h \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) = 0 \quad (2)$$

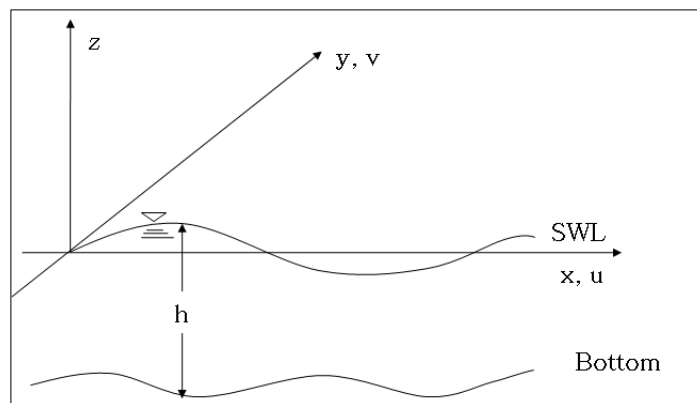
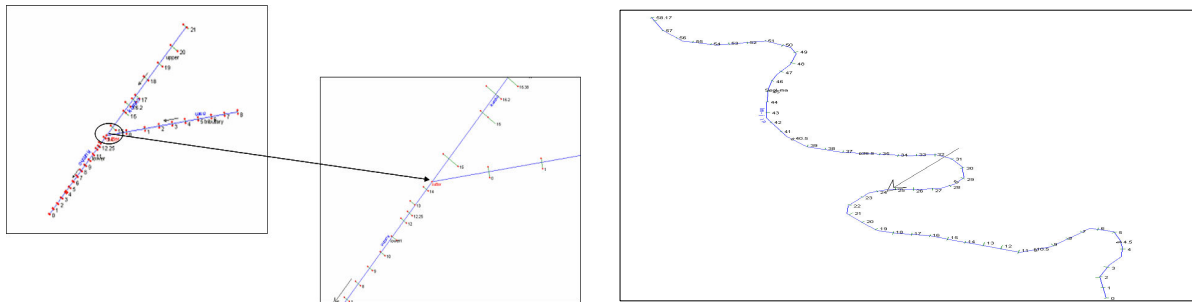


그림 2. 이차원 하천흐름에 대한 좌표계

### 3. 일차원 흐름특성 분석

일차원 흐름특성을 분석하기 위해 HEC-RAS를 이용한 단면은 그림 3과 같이 단면을 구성하였다.

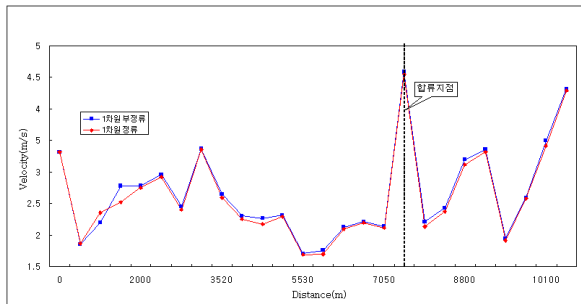


(1) 도시하천

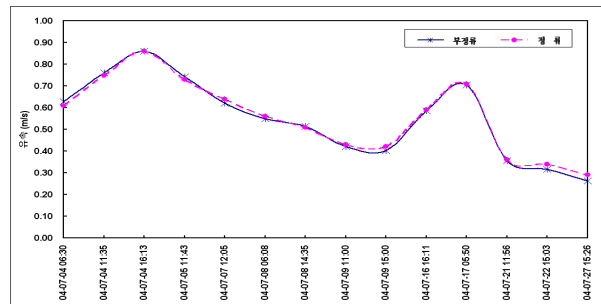
(2) 산지소하천

그림 3. HEC-RAS 단면구성도

일차원 흐름해석모형인 HEC-RAS를 이용하여 정류·부정류 해석모의를 실시한 결과 연구의 대상지역의 유속 및 홍수위의 변화를 비교한 결과 그림 4와 같다.



(1) 도시하천



(2) 산지소하천

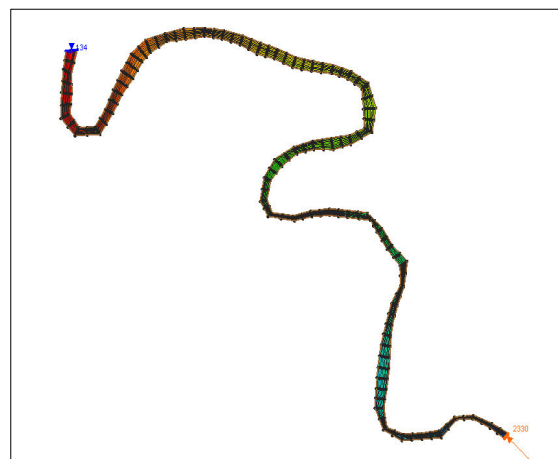
그림 4. 일차원 흐름특성 분석

#### 4. 이차원 흐름특성 분석

이차원 흐름특성을 분석하기 위해 SMS를 이용한 격자를 그림 5와 같이 단면을 구성하였다.



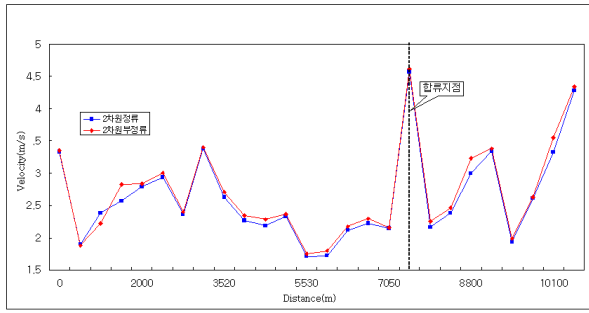
(1) 도시하천



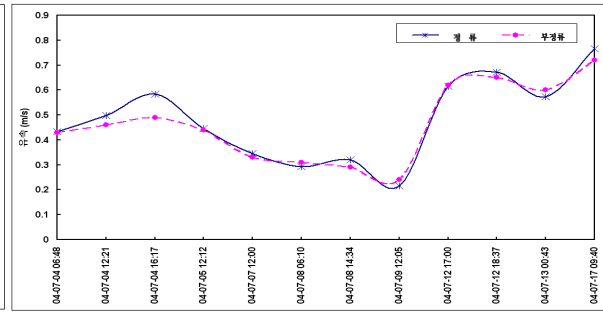
(2) 산지소하천

그림 5. SMS 격자구성도

이차원 흐름해석모형인 SMS-RMA2를 이용하여 정류·부정류 해석모의를 실시한 결과 연구의 대상지역의 유속 및 홍수위의 변화를 비교한 결과 그림 6과 같다.



(1) 도시하천



(2) 산지소하천

그림 6. 이차원 흐름특성 분석

#### 4. 결론

본 연구에서는 일차원 수리해석모형인 HEC-RAS와 이차원 수리해석모형인 SMS-RMA2를 이용한 도시하천과 산지소하천의 수리학적 거동특성을 분석을 실시하였다. 연구를 위하여 HEC-RAS와 SMS-RMA2 모형의 정류해석 및 부정류 해석을 실시하여 그 결과를 비교분석한 결과 일차원 부정류 해석이 정류해석에 비해 유속이 10%가까이 증가를 보인 것으로 나타났다. 또한 이차원 흐름해석을 실시한 결과 정류해석에 비해 부정류 해석시 일차원 해석과 마찬가지로 10%정도 유속이 크게 나타난 것으로 분석되었다. 이러한 분석으로 볼 때 하천설계시 정류 및 부정류 해석과 차원해석을 고려하여 분석하는 것이 타당한 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 임동희, 2006, 하천 합류부 흐름해석을 위한 이차원해석 모형 매개변수의 민감도 분석, 석사학위논문, 경일대학교, 경상북도.
2. 김동필, 김형섭, 임동희, 2007, 시험유역의 운영 및 수문특성 조사, 한국건설기술연구
3. 안승섭, 최수철, 임동희, 2007, 하도합류부의 기하학적 특성과 유량조건에 따른 수리학적 특성 해석, 한국환경과학회지, 16(4), 495-503.
4. 임동희, 최수철, 안승섭, 박노삼, 2006, 하도합류부에서 수리학적 거동 특성, 한국환경과학회 학술대회논문집, 한국환경과학회, 183-186.
5. 임동희, 송인렬, 안승섭, 이증석, 2005, 가상만곡수로에서 구조물 위치에 따른 수리특성에 관한 연구 -실제 하도를 대상-, 한국환경과학회 학술발표회논문집, 한국환경과학회, 142-147.