

## OC8 RMA2모형을 이용한 자연하도 만곡부의 수리학적 거동특성 검토

이증석, 안승섭, 박민석\*, 여규동, 손희원  
경일대학교 건설공학부

### 1. 서 론

일반적으로 자연하천은 직상하천(straight river), 만곡하천(meandering river) 및 망상하천(braided river)등으로 구분할 수 있다. 자연하천에서는 유수력에 의하여 사행이 발달함에 따라 대부분 만곡현상이 나타나게 되며, 사행하천의 만곡부에서는 원심력의 영향으로 외측의 수위가 내측의 수위보다 높아지는 편구배(super elevation)와 외측제방으로 향하는 2차류(secondary flow) 및 내외측 수로의 불균등 유수차에 의한 세굴(scour)과 퇴적(deposition)현상이 발생하고 있어서 직선수로와는 흐름 특성이 큰 차이가 있다. 그러므로 사행하천의 만곡부는 흐름 방향전환으로 인한 소통능력이 문제되는 구간으로서 홍수발생시 하천범람이나 제체의 안정성 등으로 인한 홍수피해의 발생 가능성이 매우 높은 부분이다.

일반적으로 홍수시 배수위 상승에 관한 연구는 직선수로에 대한 이론에서 출발하여 사행하천에서의 배수위 상승량이 하천 수위에 비해 매우 작은 값이라고 가정하고 있으나 홍수량 증가와 만곡부에 설치된 수공구조물의 경우 편구배(편수위) 상승폭이 크기 때문에 하천범람과 침식 등과 같은 수리학적 요인들은 외측제방에 심각한 피해를 주게 된다.

그러나 현재 하천 설계에서는 만곡영향을 충분히 고려하지 못하고 있는 실정이므로 만곡부의 주변의 지형 형태적인 특성은 물론 수리학적 거동특성에 대한 연구가 절실한 실정이다.

본 연구에서는 유한요소법을 이용한 이차원 흐름해석 모형인 RMA2(Resource Management Associates 2)모형을 이용하여 실제 자연하도구간을 대상으로 흐름특성을 검토하였다.

### 2. 모형의 기본이론

RMA2 모형은 2차원 수심평균한 유한요소 수치모형으로서 자원관리위원회(Resource Management Associates, RMA)의 Norten, King과 Orlob(1973)에 의해 개발된 정류·부정류 모의가 가능하고 전·후처리가 편리한 윈도우용 응용프로그램으로서 2차원 흐름영역에서 자유표면, 상류흐름의 수평방향 유속성분과 수위를 계산하며, Navier-Stokes방정식에 난류의 흐름을 고려한 Reynolds방정식으로 유한요소해를 계산하는 모형이다.

만곡하도의 흐름에는 나선류(spiral flow)나 교호파(crosswave)의 영향이 미치게 되므로 내측 혹은 외측으로 편이된다. 또한 주 방향 유속의 방향변경으로 원심가속도와 하상전단응력의 횡방향 성분 및 2차류의 변화로 발생하는 운동량의 변화로 인하여 외측수위는 상승하고 내측 수위는 하강하는 횡방향 수면경사가 발생하며 박리현상(separation)과

도수현상(hydraulic jump)도 발생하게 된다.

자연하도의 수리특성 해석을 위하여 본 연구에서는 SMS(Surface water Modeling System) 흐름 모형을 이용하였다. SMS모형은 미육군공병단과 미국 WES(Waterway Experiment Station) 및 미연방도로국(U.S. FHWA, Federal Highway Administration)협력하에 Brigham Young대학의 Environmental Modeling Research Laboratory에 의해 개발된 동수역학적모델(Hydrodynamic modeling)로서 GFGEN(Geometry File Generation) 모형, RMA-2모형(Resource Management Associates model), RMA-4모형, SED2D모형 등으로 구성되어 있다.

### 3. 분석결과 및 고찰

#### 3.1 연구대상지역의 선정

본 연구의 대상지역은 대구광역시 동구에 위치한 안심습지를 대상으로 하였다. 안심습지는 금호강 중류에 위치하고 있으며, 행정구역상으로 대구시 동구 금강동 일대에 위치하고 있고 1980년대부터 상수원 보호구역으로 지정된 곳으로서 갈대와 물억새밭이 조성되어 있다. 연구대상 하도구간은 안심습지 중에서 [Fig. 1]에서 나타난 바와 같이 안심교를 중심으로 하류방향 1.34km~상류방향 1.88km(남천 합류점~오로천 합류점) 구간 만곡부를 대상으로 하도연장 L=3.22km 구간에 대한 수리학적 특성을 검토하였다.

분석을 위한 빈도별 홍수량 및 기점 홍수위 자료는 금호강 하천정비 기본계획 보고서(건설교통부, 1997)의 자료를 이용하였다.

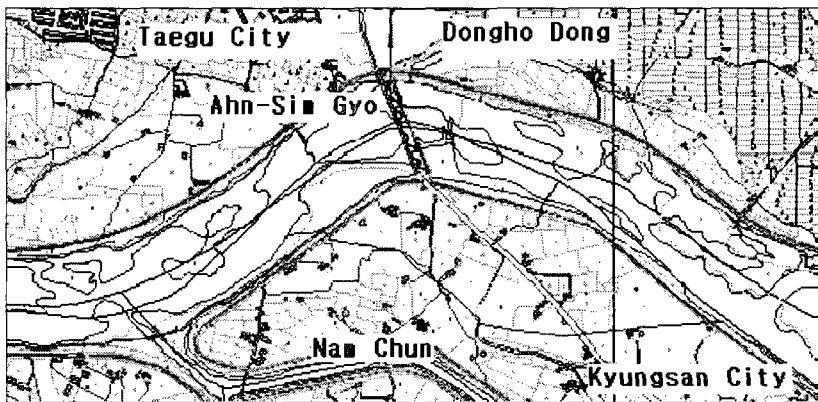


Fig. 1 연구대상 하도구간 현황도

#### 3.2 모형의 적용 및 결과의 고찰

자연하도 만곡부의 수리학적 특성분석을 위한 유한요소망의 구성은 [Fig. 2]~[Fig. 3]과 같다. 또한 하도구간에 대한 유하홍수량의 규모는 재현기간 50년, 80년, 100년, 150년 및 200년 빈도 홍수량에 대하여 분석 검토하였으며, 수리학적 거동특성 분석 내용은 하도 종방향에 대한 내·외측부의 홍수위 및 유속의 변화특성, 유입부에서 만곡부를 거쳐 유출부에 대한 횡방향 홍수위 및 유속의 변화특성에 대하여 검토하였으며, 그 결과

다음 Fig.와 같았다.

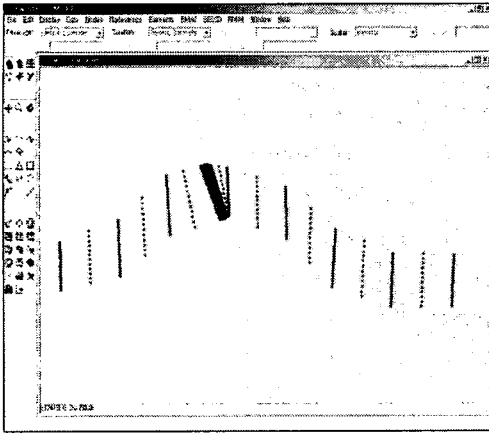


Fig. 2 절점의 형태

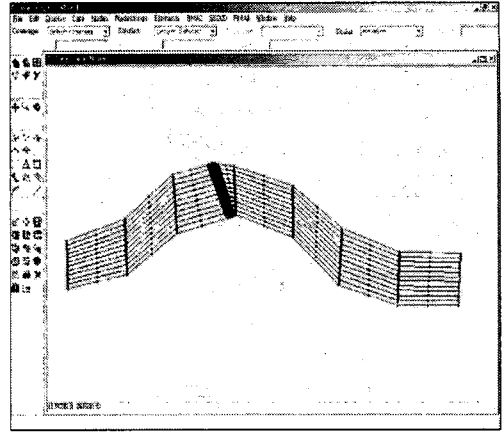
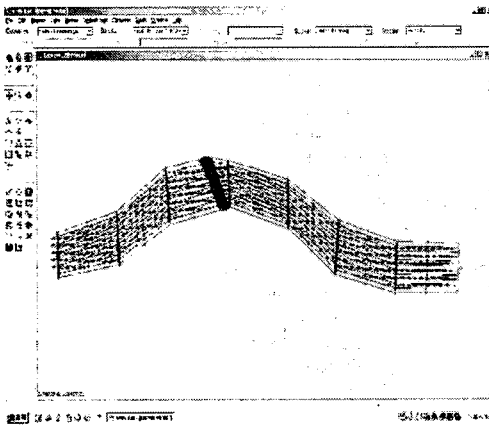
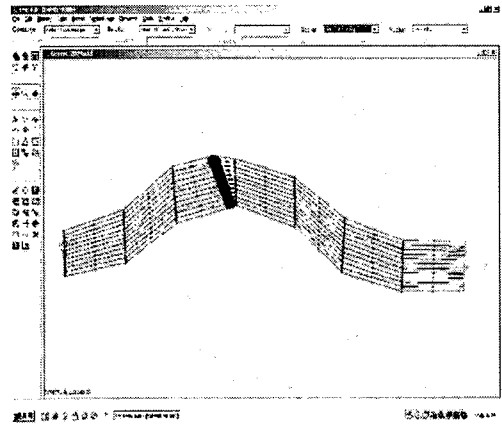


Fig. 3 유한요소망의 구성

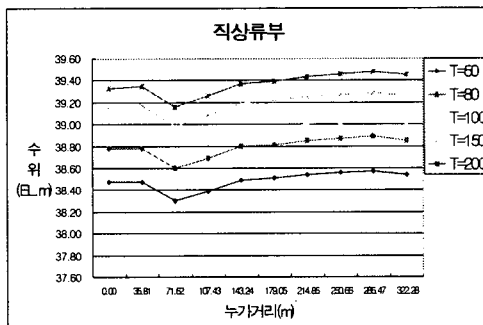


(a) 백타도

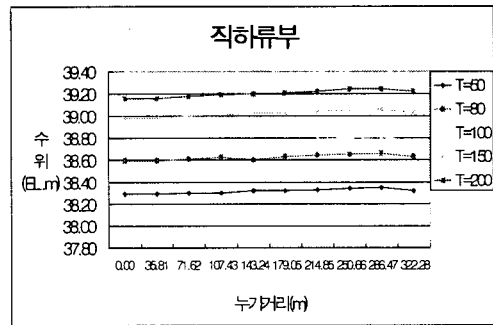


(b) 등유속선도

Fig. 4 연구대상 하도구간의 유속분포 분석결과도(T=100년)

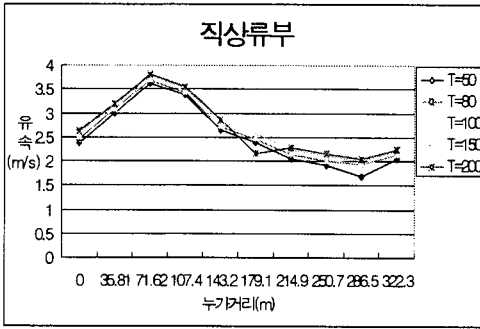


(a) 직상류부

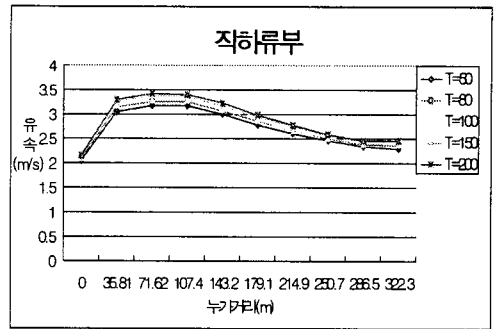


(b) 직하류부

Fig. 5 안심교 전후 하도구간의 횡방향 수위분포도



(a) 직상류부



(b) 직하류부

Fig. 6 안심교 전후 하도구간의 횡방향 유속분포도

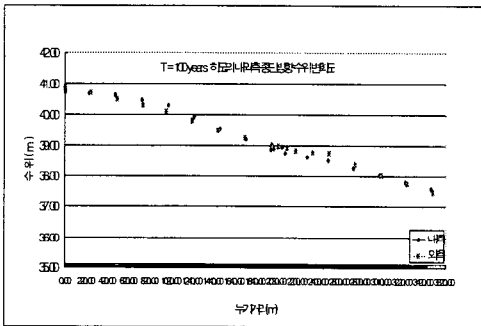


Fig. 7 내·외측부의 홍수위 변화특성

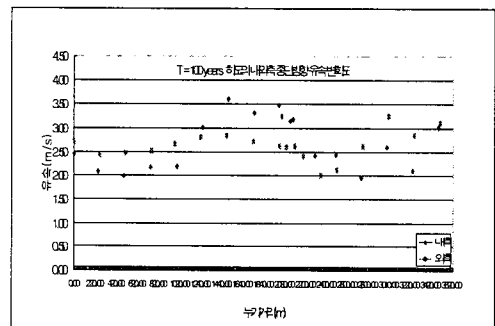


Fig. 8 내·외측부의 유속 변화특성

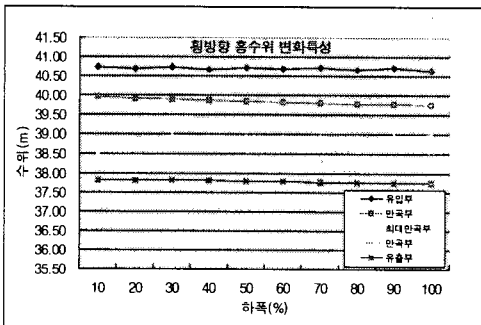


Fig. 9 횡방향 홍수위 변화특성

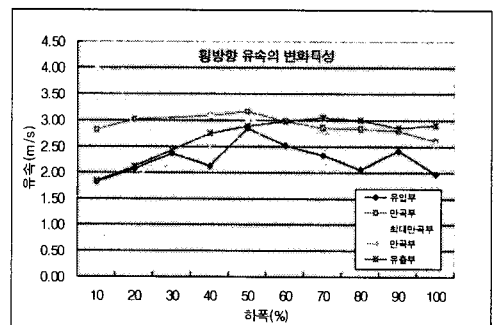


Fig. 10 횡방향 유속의 변화특성

#### 4. 결 론

본 연구에서는 자연하도 만족부의 수리학적 거동특성 해석을 위하여 유한요소법을 이용한 이차원 흐름해석 모형인 RMA-2모형을 이용하여, 대구광역시 동구 안심교 주변에 분포되어있는 안심습지 하도구간을 대상으로 하으며, 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

먼저, 연구 대상 하도구간내의 빈도별 배수위 상승량은 유량의 증가에 따라서 증가하였고, 교량 직상류 단면에서 최대가 되었다. 다음으로, 제방 내측과 외측에서의 편수위

차이는 유량의 증가에 따라서 약 9~15cm로 추정되었다. 또한, 유속분포를 검토한 결과 거의 모든 단면에서 유심부를 기준으로 좌우안측으로 대칭분포로 분석되었으나, 최대 만곡부인 교량부에서의 횡방향 유속 분포는 좌우안측에서 현격한 차이가 있었다. 즉, 만곡부 단면만을 검토하면 유심부인 우안측에 비해 홍수터인 좌안측의 유속이 상대적으로 현저하게 느려짐을 알 수 있었다. 마지막으로 수위차를 검토한 결과, 교량 상류부가 하류부에 비하여 수위 변동폭이 크게 나타나고 있었다.

#### 참 고 문 헌

- 이종태, 윤세의(1987), 개수로 만곡부에서의 중심각 변화에 따른 흐름특성, 대한토목학회 논문집, 제7권 제3호, pp 195~202.
- 정현수, 1999, RMA-2모형을 이용한 만곡수로의 흐름특성, 경기대학교 대학원 석사학위 논문, pp.1-58.
- Environmental Modeling Research Laboratory, 2000, SMS(Surface Water Modeling System) RMA-2 version 4.3 User's Manual, Brigham Young University.
- Environmental Modeling Research Laboratory, 2000, SMS(Surface Water Modeling System) tutorials version7.0, Brigham Young University.
- Johannesson, H. and Parker, G., 1989, Secondary Flow in Mildly Sinuous Channel. Journal of Hydraulics Division, ASCE, Vol. 115, No. 3, pp. 289~308.
- Johannesson, H and Parker, G., 1989, Velocity Redistribution in Meandering Rivers, Journal of Hydraulics Division, ASCE, Vol. 115, No.8, pp. 1019~1039.
- Zimmermann, C. and Kennedy, J. F(1978), Trnasverse Bed Slopes in Curved Alluvial Streams, Journal of Hydraulics Division, ASCE, Vol. 104, No. HY1, pp. 33~48.