

하천지형 보완에 따른 홍수범람 비교연구

Comparative Study on Flood Inundation according to River Terrain Modification

김규호*, 신형섭**, 정상화***, 김지성****

Kyuhoo Kim, Hyungsub Shin, Sanghwa Jung, Jisung Kim

요 지

최근 치수계획 분야에서 원격탐사(RS) 및 지형정보시스템(GIS)의 비중이 높아짐에 따라 이를 이용하여 유역 치수계획에서의 홍수범람분석 향상을 위한 활용이 증가하고 있다. 홍수범람분석을 할 때 대상유역의 지형학적 특성을 제대로 판단하고 범람 가능지역에 대한 사전 추출 및 홍수에 의한 피해 상황을 미연에 방지하는 연구가 필요하다. 그러나 수리해석에서 사용하는 대표적인 지형자료인 수치표고모델(Digital Elevation Model ; DEM) 제작시 제외지 수면부에 대한 지형정보취득 불가로 인해 자세한 표고자료와 제방 및 제외지의 형태를 구분할 수 있는 정보가 없으므로 홍수범람분석에는 한계가 있으며, 이에 따라 하천지형 보완에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 하천지형 보완에 따른 홍수범람 비교연구를 위하여 섬강 유역의 DEM 및 하천측량자료를 이용하여 수행하였다. 국토지리정보원의 DEM과 하천지형 보완을 수행한 DEM(하천측량자료)을 이용하여 대상유역의 지형구축을 하였으며, HEC-GeoRAS/HEC-RAS 및 CCHE-2D를 이용하여 RS/GIS 프로그램과 연계한 홍수범람분석을 수행하였다. 또한 이상홍수시에 홍수범람 양상을 산출하고 하천지형 보완 유무에 따른 비교를 함으로서 RS/GIS를 이용한 수리분석시 지형자료의 활용성에 대해 알아보려고 한다.

핵심용어 : 치수계획, 수치표고모델, 홍수범람

1. 서론

최근 발생하는 홍수는 과거에 발생하지 않았던 대규모이며 돌발적으로 발생하는 경우가 많아 피해가 급증할 뿐 아니라 일반 국민들의 홍수에 대한 심리적 불안감이 증대되고 있다. 이에 대한 대비책을 마련하기 위해 적합한 치수계획을 설정하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 원격탐사(RS) 및 지형정보시스템(GIS)을 이용하여 유역 치수계획에서의 홍수범람분석 향상을 위한 활용이 증가하고 있다. 홍수범람분석시 대상유역 제내지와 제외지의 지형학적 특성을 제대로 판단하고 범람 가능지역에 대한 사전 추출 및 홍수에 의한 피해 상황을 미연에 방지하는 연구가 필요하다. 대표적인 지형자료인 DEM은 제내지 부분에 대해서는 대체적으로 정확히 표현되지만, 제외지 부분에 대해서는 수면부에 대한 지형정보취득 불가로 인해 자세한 표고자료와 제방 및 제외지의 형태를 구분할 수 있는 정보가 없으므로 정확한 홍수범람분석에는 한계가 있다.

본 연구에서는 1,2차원 수리해석모델을 이용하여 하천지형 보완 유무에 따른 홍수범람 결과를 비교하고자 한다. 국토지리정보원의 DEM과 하천지형 보완을 수행한 DEM을 이용하여 대상유역의 지형을 구축하였으

* 정회원	· 한국건설기술연구원 하천해안연구실 연구위원	· E-mail : khkim1@kict.re.kr
** 정회원	· 한국건설기술연구원 하천해안연구실 석사후연구원	· E-mail : hydsubi@kict.re.kr
*** 정회원	· 한국건설기술연구원 하천해안연구실 수석연구원	· E-mail : kikumorah@kict.re.kr
**** 정회원	· 한국건설기술연구원 하천해안연구실 수석연구원	· E-mail : jisungk@kict.re.kr

며, 1차원(HEC-RAS) 및 2차원(CCHE-2D) 수리해석모형을 이용하여 RS/GIS 프로그램과 연계한 홍수범람 분석을 실시하였다. 또한 이상홍수시에 홍수범람 양상을 산출하고 하천지형 보완 유무에 따른 비교를 함으로서 RS/GIS를 연계한 수리분석시 지형자료의 활용성에 대해 알아보하고자 한다.

2. 모형의 개요

2.1 HEC-RAS 및 HEC-GeoRAS

HEC-RAS모형은 미육군공병단이 개발한 하천해석 모형으로, 수면곡선을 분석하는 HEC-2 모형의 확장된 시스템이다. HEC-2 모형이 자연하천이나 인공하천에서의 정상류 상태의 점변류 수면곡선을 계산하기 위해 개발되었다면 HEC-RAS 모형은 정상류뿐만 아니라 부정류, 유사현상 해석, 수온해석 기능까지 포함하는 종합 하천 시스템으로서 현재 우리나라 실무에서 가장 많이 이용되는 하천 수리해석 모형이기도 하다.

HEC-GeoRAS는 HEC-RAS와 함께 사용할 목적으로 geometry 데이터를 생성하기 위하여 설계된 ArcGIS의 확장모델로 ArcGIS의 Extention 형태로 설치된다. geometry 데이터는 ArcGIS의 dataset과 TIN(또는 Grid)으로부터 추출되며, 사용하기 위해서는 ArcGIS와 3D Analyst, Spatial Analyst Extention이 필요하다.

2.2 CCHE-2D

CCHE-2D는 미국 미시시피 공과대학의 NCCHE(National Center for Computational Hydrosciences and Engineering)에서 개수로의 비정상 난류 흐름과 유사모의를 위해 개발된 수치해석 모형이다. CCHE-2D모형은 흐름 및 유사이동에 대한 경계조건 또는 초기조건의 입력을 비롯하여 mesh 편집, mesh 데이터 검색 및 추출, 흐름 및 유사이동 모의결과의 시각화 등의 기능을 수행한다. CCHE-2D 모형은 수심평균 값을 이용한 2차원 동수역학적 유사이송 모형으로써 천이류에 대한 지배방정식을 풀기 위해 EEM(Efficient Element Method)을 사용하였고 비정상 흐름의 이동경계조건을 다루기 위해 마름/젖음(wetting & drying) 기법을 사용하였다(Jia and Wang, 2001). 또한 CCHE-2D모형은 개수로(open channel)에서 시간의 변화에 따른 정상상태의 해를 해석할 수 있으며, 상류와 하류 영역뿐만 아니라 천이영역에 대한 모의를 수행할 수 있고, 이와 더불어 만곡하천에서는 전형적이 소류사 이송공식을 사용하여 하상의 경사와 이차류(secondary flow)의 영향으로 인한 하천 지형의 변화에 대한 계산이 가능하다. 모형의 적용 시 초기 수위값이 하상보다 높아야 한다는 가정 때문에 우리나라의 갈수 하천에 적용시 세심한 주의가 필요할 것으로 보인다(박정환 등, 2001). 또한, 2차원 모델인 관계로 입력되는 변수가 많고 연속적인 계산을 필요로 하여 계산시간이 1차원 하상변동 모델에 비하여 오래 걸리는 단점이 있다. 하지만 앞선 RMA-2 모형과 달리 하상전단응력분포를 용이하게 확인할 수 있어 안정하도 설계 및 단기 유사이동에 따른 하상변동을 모의 할 경우 매우 신뢰할 만한 결과를 도출할 수 있으며 이를 바탕으로 하상 변동예측 및 하도변화 연구 등에 활용도가 높을 것으로 보인다.

3. 모형의 적용

3.1 적용구간 및 입력자료

본 연구에서 대상구간은 섬강 국가하천 구간으로 서곡천 합류지점에서 한강 합류지점까지 약 19.40 km이며, 대상유역 현황은 표 1 및 그림 1과 같다. 1차원 및 2차원 정상류 모의를 위해 하천 정비기본계획(2009)을 참고하여 200년 빈도에 대해 입력하였다. 1차원 수리해석모형의 단면은 약 250 m 간격으로 76개의 단면을 구성하였으며, 2차원 수리해석모형의 격자는 제외지 10 × 200, 제

내지 100 × 200의 직교격자로 구성하였다.

표 1. 대상유역 현황

하천면	섬강
권역	한강
수계	한강수계
등급	국가
유로연장 (km)	19.40
유역면적 (km ²)	188.0

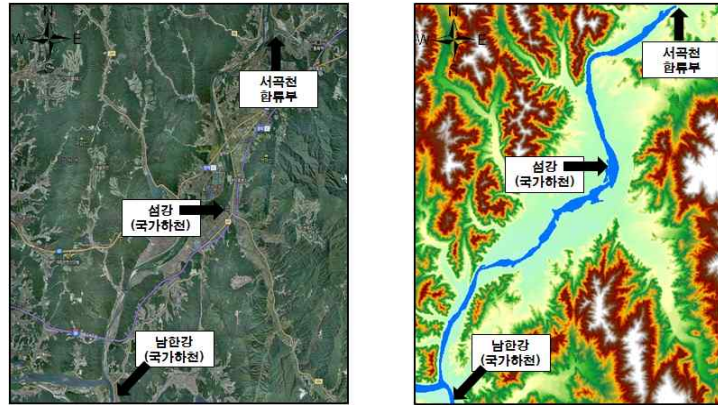


그림 1. 대상유역

표 2. 200년 빈도 계획홍수량

지점	유량 (m ³ /s)	수위 (m)
상류단	7,250	65.42
하류단	7,793	50.10

3.2 하천지형 보완 DEM 작성

하천지형보완 DEM을 작성하기 위해 국토지리정보원의 DEM(공간해상도 10 m)과 하천측량자료를 이용하였으며 하천지형 보완 결과 및 기존 DEM과의 비교분석은 다음과 같다(그림 2,3).

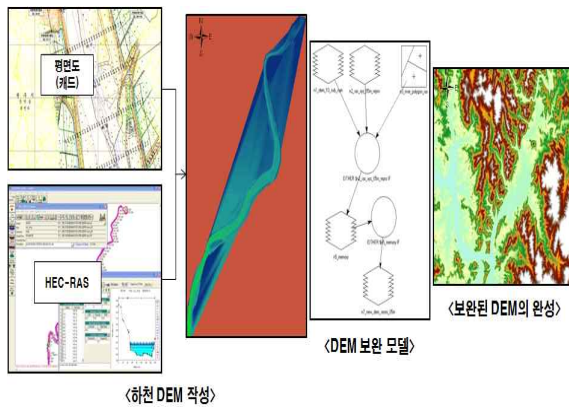


그림 2. 하천 DEM 보완

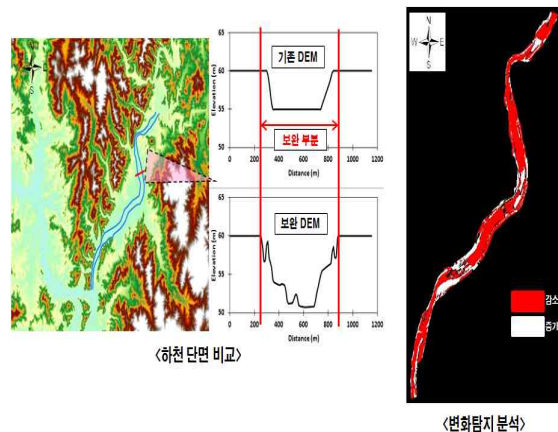


그림 3. 기존 DEM과 하천 DEM의 비교 분석

3.3 지형자료 구축 및 홍수범람분석 결과

RS/GIS를 이용하여 제외지(공간해상도 10 m), 제내지(공간해상도 30 m)의 지형자료를 구축하였으며, 1차원 해석을 위해 HEC-GeoRAS를 이용하여 하천중심선, 제방선, 하천흐름, 횡단면을 설정하였다(그림 4). 또한 2차원 해석을 위해 CCHE MESH를 이용하여 42,000개의 격자를 생성하였으며, 조도계수는 제내지 0.05, 제외지 0.03으로 동일하게 설정하였다(그림 5). 하천지형 보완 전후 및 1,2차원 해석방법에 따른 범람면적 및 침수깊이 분석결과는 표 3과 같다.

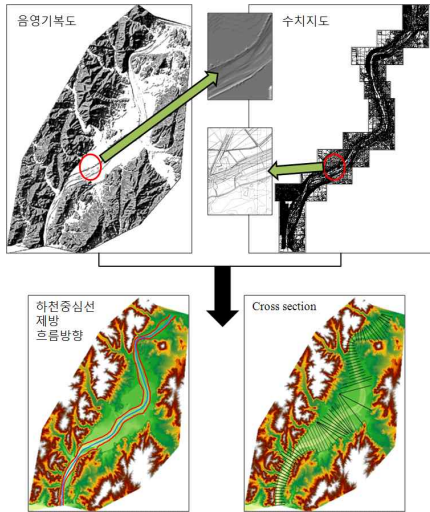


그림 4. HEC-GeoRAS를 이용한 HEC-RAS 입력데이터 구축

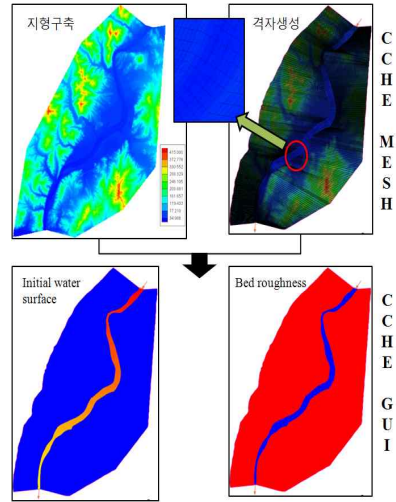
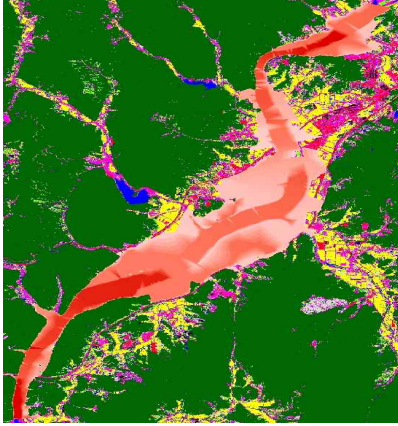
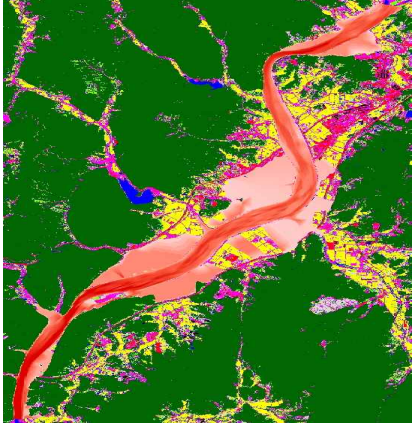
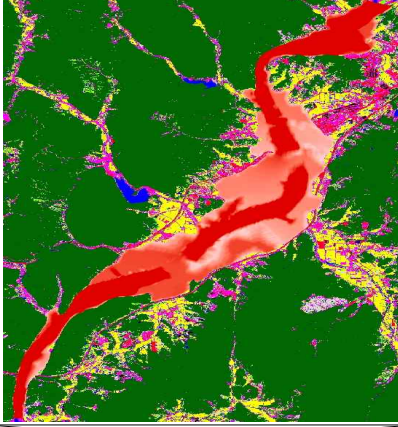
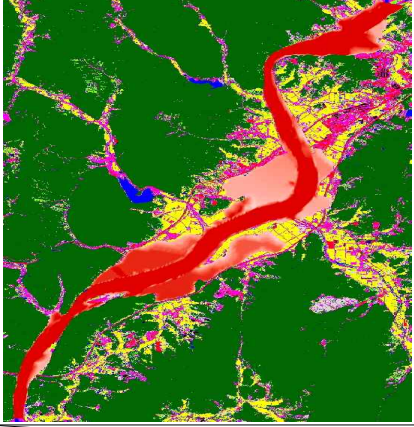


그림 5. CCHE2D를 이용한 격자구성 및 기본자료 입력

표 3. 하천지형 보완에 따른 홍수범람해석 결과

해석 방법	지형 보완	지형 보완		비 교
		전	후	
H E C R A S	범 람 면 적 (km^2)	9.7	6.8	2.9
				
C C H E 2 D	범 람 면 적 (km^2)	9.6	6.4	3.2
				
비 교		0.1	0.4	

4. 결론

본 연구의 수행으로 인해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 섬강 국가하천 19.4 km 구간에서 하천지형 보완 전의 결과가 범람면적이 과대하게 산정되었으며, 1차원 수리해석에서는 약 2.9 km², 2차원 수리해석에서는 3.2 km²의 차이를 보였다. 그러므로 수리해석모델을 이용한 홍수범람분석시 지형자료 보완은 매우 중요하며, 지형보완 유무에 따라 범람면적이 차이가 있는 것으로 평가할 수 있다.
- (2) 또한 1차원 수리해석결과가 2차원 수리해석 결과보다 범람면적이 0.1-0.4 km²의 차이를 보였다. 일반적으로 1차원 수리해석모형은 횡방향 범람 범위의 예측을 어느 정도 가능하다고 말할 수 있으며, 보다 정확한 범람양상과약은 2차원 수리해석모형을 사용하는 것이 정확성을 높일 수 있는 해석방법이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신 F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 김극수, 김지성, 김원(2009). 1차원 하천흐름 해석 모형의 비교분석, 물과미래, 제42권 제7호, pp. 56-61.
2. 김창성, 강준구, 여홍구(2009). CCHE2D 모형을 이용한 구하도 복원구간에서의 흐름 및 하상전단응력 분석, 대한토목학회 정기학술대회, pp. 1510-1513.
3. 문창건, 이정식, 박종영, 조성근(2008). Autodesk Civil 3D와 HEC-RAS를 이용한 홍수범람 해석의 연구, 한국수자원학회학술대회논문집, pp. 1187-1191.
4. 문창건, 박종영, 이정식(2009). 중소규모 자연하천 유역에서 홍수범람기법의 비교, 한국수자원학회학술발표대회논문집, pp. 1476-1481.
5. 박정환, 유대영, 우효섭(2001). CCHE2D를 이용한 자연형 하천공법 시험적용구간의 흐름해석, 대한토목학회 정기학술대회.
6. 이주현, 최종진, 이희철, 이은태(2003). 고해상도 수치고도모형을 활용한 홍수범람도의 작성, 대한토목학회논문집, 제23권 제6B호, pp. 471-478.
7. Jia, Y. and Wang, S.S.Y. (2001). CCHE2D: Two-dimensional Hydrodynamic and Sediment Transport Model for Unsteady Open Channel Flows Over Loose Bed, NCCHE Technical Report, NCCHE-TR-2001-01, Aug 2001.