

GIS를 이용한 침수모의모형의 적용

Application of Inundation Simulation Model using GIS

김 상 민* · 박 승 우(서울대)

Kim, Sang Min · Park, Seung Woo

Abstract

The analysis of the spatial extent of flood inundation is important for flood mitigation. Geographic Information System (GIS) has advantage of analyzing spatial distributed data. Hydrologic Engineering Center's River Analysis System(HEC-RAS) with HEC-GeoRAS was used to analyze flood inundation. HEC-GeoRAS, which is an ArcView GIS extension designed to process geospatial data for HEC-RAS, is a useful tool for storing, managing, analyzing, and displaying spatially distributed data. Rational formula and 24-hr duration probability precipitation data of Suwon meteorological station were used to estimate the flood runoff. And water profiles were calculated using the HEC-RAS model with HEC-GeoRAS. The flooded region is 8.24ha when 50-yr probability precipitation was applied and 8.8ha when 100-yr was applied to Bahlan study watershed which is located in Whasung county, Kyunggi province, having an area of 29.79km².

I. 서론

우리 나라는 해마다 풍수해로 인한 농경지 침수, 유실피해를 겪고 있다. 기후적 특성상 6월 중하순부터 7월 중하순에 걸친 장마와 8, 9월의 태풍내습, 국지적인 저기압의 발달에 따른 집중호우 등으로 인하여 농경지가 침수되거나 일부지역에서는 농경지가 유실되는 피해를 겪고 있다. 농경지의 풍수해 피해를 경감하기 위해서는 상습침수지역에 대한 배수개선사업이 선행되어야 할뿐만 아니라, 효율적인 배수개선사업을 위해 침수원인을 분석하고 호우에 따른 침수범위를 분석하는 것이 필요하다. 과거에는 이러한 침수지역을 분석하기 위해 해당지역을 대상으로 수리해석을 실시한 후 침수범위를 수작업으로 일일이 표시해야 했으나, 최근에는 지리정보시스템을 이용하여 보다 빠르고 편리하게 침수지역에 대한 분석이 이루어지고 있다.

지리정보시스템(GIS)은 지형공간 정보를 처리, 저장, 분석하고 보여주는 데 매우 유용한 도구로 이용되고 있으며, 우리 나라의 경우 현재 국가수치지도(NGIS)의 구축으로 보다 쉽게 전자화된 지형정보를 구득할 수 있으며, 컴퓨터 하드웨어와 GIS 관련 소프트웨어의 지속적인 발전으로 보다 쉽고 빠르게 지형정보를 처리할 수 있게 되었다.

외국의 경우 Ackerman(2000)은 Arizona주 Salt 강을 대상으로 HEC-GeoRAS를 이용하여 침수상황을 모의하였으며, 배수개선을 위한 대책 수립 전·후의 침수면적을 비교하였으며, Klaus(1999)는 Texas주에 위치한 Mill 하천을 대상으로 HEC-GeoRAS를 이용하여 침수지역을 모의한 바 있으며,

Snead(2000)는 HEC-GeoRAS를 이용하여 홍수범람지역을 도시하는 과정을 상술한 바 있다.

최근들어 국내에서도 GIS를 이용하여 홍수범람에 따른 침수지역 분석이 이루어지고 있으며, 안 등(2001)은 금강수계의 보청천 유역을 대상으로 HEC-GeoRAS를 이용하여 홍수범람 지역을 분석한 바 있으며, 김 등(2001)은 임진강 유역을 대상으로 ARC/INFO의 GRID 모듈을 이용하여 침수도의 분석을 실시하였으며, 정 등(2001)은 영산강 중류를 대상으로 FLDWAV 모형과 HEC-RAS 모형을 적용한 결과를 GIS를 이용해 홍수범람도를 작성하였다.

본 연구에서는 지리정보시스템을 이용하여 시험유역을 대상으로 지형정보를 추출하고 이로부터 침수도의 분석을 실시한 후 GIS 후처리 프로그램을 이용해 침수지역을 도시하여 보여주도록 한다. 이러한 지리정보시스템을 이용한 침수도의 모형의 적용을 위해 본 연구에서는 HEC-RAS, HEC-GeoRAS 모형을 이용하였다.

II. 연구방법

1. HEC-RAS, HEC-GeoRAS 모형

Hydrologic Engineers Center River Analysis System(HEC-RAS)은 1차원 정상류와 부정류 해석모형으로 HEC-2 모형을 발전시켜 2001년 1월에 3.0 버전이 발표되었다. HEC-RAS는 Graphical User Interface(GUI), 수리해석 모듈, 자료 저장 및 처리 모듈 등으로 구성되어 있다.

HEC-GeoRAS는 HEC-RAS의 지형정보처리를 위해 ESRI(Environmental Systems Research Institute)에서 개발된 GIS 응용프로그램인 ArcView의 확장모듈로, 미 공병단(U.S. Army Corps of Engineers)의 수공학센터(Hydrologic Engineering Center)에 의해 개발되었으며, 2000년 4월에 3.0 버전이 발표되었다. HEC-GeoRAS모형은 HEC-RAS 모형의 GIS전후처리 시스템으로 GIS를 이용해 HEC-RAS모형의 지형관련 입력자료를 생성하고, 계산된 결과를 GIS를 이용해 시각적으로 보여준다.

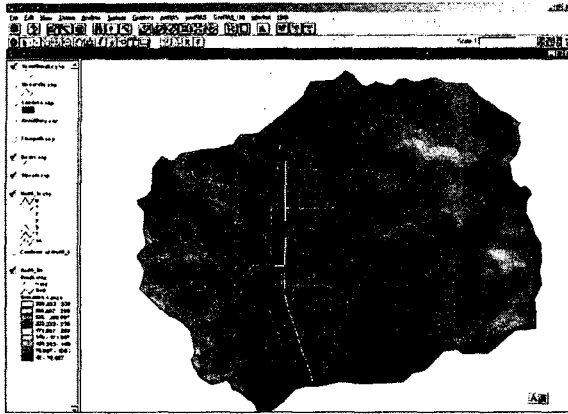
2. 대상유역 GIS 자료구축

본 연구의 대상유역으로 경기도 화성군 발안면에 위치한 발안저수지 유역을 선정하였다. 기천저수지와 발안저수지를 포함하고 있는 유역면적 29.79km²의 발안저수지 유역은 7개의 소유역으로 구분되어 있으며, 서울대학교 농공학과에서 1996년부터 수문관측을 실시하고 있다.

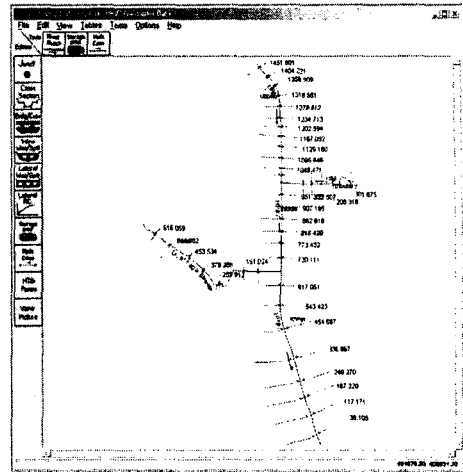
발안저수지 유역을 대상으로 HEC-RAS 모형을 구동하기 위한 GIS 자료를 구축하는 과정은 다음과 같다. 1/5,000 수치지도를 이용하여 등고선 자료를 추출한 후 이로부터 TIN 자료를 생성한다. 또한, 1/5,000 수치지도로부터 하천과 제방, 수리구조물, 토지이용 등의 주제도를 구축한다. <그림 1>은 본 연구를 위해 선정된 발안 HP#7 소유역의 자료를 ArcView 상에서 TIN자료와 토지이용, 하천, 제방 등의 주제도를 구축한 그림을 보여주고 있다.

HEC-RAS모형의 구동을 위해 HEC-GeoRAS 모듈을 이용해 구축해야 할 주제도는 stream centerline, Banks line, Flowpath line, Xscutline 등이며, ArcView 상에서 HEC-GeoRAS 모듈을 연동하여 각각의 주제도를 TIN 자료와 수치지도로부터 추출한다.

<그림 2>는 HEC-GeoRAS 모듈을 이용하여 구축한 입력자료를 HEC-RAS에서 GIS자료를 불러들여 나타낸 것으로, HEC-RAS에서 읽어들이는 GIS 자료는 하천, 흐름방향, 제방, 하천합류점 등 각각의 지형정보가 자동으로 계산되어 표와 그래프로 보여지며, 계산된 정보에 대한 편집도 가능하다.



<그림 1> 발안 HP#7 소유역의 TIN 자료



<그림 2> HEC-RAS에서 불러들인 GIS 자료

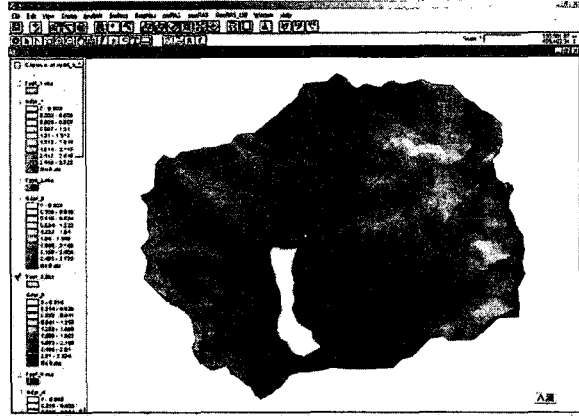
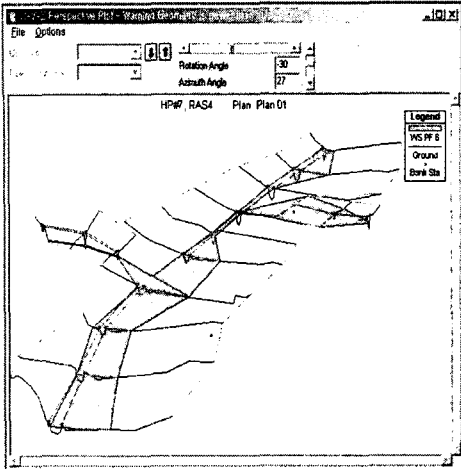
III. 모형의 적용

지형정보에 대한 입력이 완료되면 수리계산을 위한 하천구간별 경계조건 입력해야 한다. 이를 위해 인접한 수원측후소의 확률강수량 자료로부터 각각의 유입지천에 대한 유량을 합리식을 이용해 산정하였다. <표 1>은 수원측후소의 지속시간별 확률강수량 자료를 보여주고 있으며, 이로부터 유입지천과 본류구간의 구획별 유량을 산정하였다.

<표 1> 수원측후소의 지속시간별 확률강수량 (mm)

지속시간	10년	20년	50년	100년	200년	500년
90분	78.3	88.9	102.6	112.9	123.2	136.7
2시간	96.3	110.5	128.8	142.5	156.2	174.3
4시간	136.1	157.0	183.9	204.1	224.2	250.8
24시간	275.9	319.9	376.9	419.5	462.1	518.2
48시간	306.4	354.7	417.4	464.3	511.0	572.7

본 연구에서는 1일 지속시간에 대한 재현기간별 홍수량을 계산하여 적용하였으며, 하천의 하류경계조건은 실측 수위-유량 관계식을 입력하여 적용하였다. 다음의 <그림 3>은 HEC-RAS를 이용해 계산된 200년 빈도 홍수량에 대한 수리해석 결과를 보여주고 있다. 계산된 결과는 다시 HEC-GeoRAS의 후처리 모듈을 이용하여 ArcView 상에서 도시할 수 있으며, <그림 4>는 TIN자료와 침수지역을 합성하여 나타낸 것으로 50년 빈도 홍수량일 경우의 자료를 보여주고 있다.



<그림 3> HEC-RAS를 이용한 수리해석 결과 (200년 빈도) (좌)

<그림 4> ArcView를 이용해 도시한 침수지역 (50년 빈도) (우)

ArcView 상에서 면적계산 알고리즘을 이용하여 침수구역을 간단히 계산할 수 있으며, 1일 지속기간 확률강우량 자료를 이용하여 적용한 결과 50년 빈도 강수량일 때 침수면적이 8.24ha, 100년 빈도 강수량일 때 8.8ha가 침수되는 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 GIS를 이용한 침수모의를 위해 HEC-RAS 모형과 HEC-GeoRAS 모듈을 이용하였으며, 경기도 화성군에 위치한 발안저수지 유역의 HP#7 소유역을 대상으로 모형을 적용하였다. HEC-GeoRAS를 이용하여 HEC-RAS모형의 전처리 지형정보를 추출하고 후처리 모의결과를 도시하였으며, 수리해석을 위해 HEC-RAS모형을 이용하였다. HEC-RAS의 전처리 지형정보를 구축하기 위해 1/5,000 수치지도를 이용하여 TIN 자료를 생성하고, 각각의 주제도를 생성하였다. 수원측후소의 확률강수량 자료와 합리식을 이용하여 유입홍수량을 산정하여 경계조건으로 입력하였으며, 1일 지속기간 확률강수량에 대한 적용결과, 50년 빈도 강수량일 때 침수면적이 8.24ha, 100년 빈도 강수량일 때 침수면적이 8.8ha인 것으로 나타났다.

이러한 GIS를 이용한 침수모의를 통해 보다 효과적인 홍수예방대책 수립에 도움이 될 것으로 생각되며, 보다 정밀한 침수지역의 예측을 위해 하천단면에 대한 정밀한 측량자료가 요구된다.

참고문헌

- 김철, 김석규, 김계호, 2001. GIS를 이용한 침수지역 분석, 2001년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 1026-1031.
- 안상진, 함창학, 김종섭, 김기석, 2001. GIS를 이용한 홍수범람 지역 분석, 2001년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 1062-1067.
- 정수은, 조효섭, 양동윤, 정관수, 2001. GIS를 이용한 영산강 중류의 홍수범람도 작성 연구, 2001

년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 1044-1049.

Ackerman, C. T., 2000, Hydraulic Modeling of the Salt River, Arizona Using HEC-GeoRAS, 2000 ESRI International User Conference - June 26-30, 2000

Snead, D., 2000, Floodplain Visualization Using HEC-GeoRAS, <http://www.ce.utexas.edu/stu/sneaddb/Research/exercise.htm>

Klaus, R. A., 1999, Flood Plain Determination using ArcView and HEC-RAS, 1999 ESRI International User Conference - July 26-30, 1999

U.S. Army Corps of Engineering, 2000. HEC-GeoRAS(Version 3.0): An Extension for support of HEC-RAS using ArcView, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.

U.S. Army Corps of Engineering, 2001. HEC-RAS(Version 3.0): River Analysis System, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.