

# 결정론적 홍수위 추적 모형을 이용한 우이천 유역의 홍수범람도 작성

## Flood Hazard Map in Woo Ee Stream Basin Using Conclusive Hydraulic Routing Model

문 영 일\* · 윤 선 권\*\* · 김재현\*\*\* · 안재현\*\*\*\*

Moon, Young il · Yoon, Sun kwon · Kim, Jae hyun · Ahn, Jae hyun

### Abstract

Flood control and river improvement works are carried out every year for the defense of the flood disaster, it is impossible to avoid the damage when there is a flood exceeding the capacity of hydraulic structures. Therefore, nonstructural counter plans such as the establishment of flood hazard maps, the flood warning systems are essential with structural counter plans. In this study, analysis of the internal inundation effect using rainfall runoff model such as PC-SWMM was applied to Woo Ee experimental stream basin. Also, the design frequency analysis for effects of the external inundation was accomplished by main parameter estimation for conclusive hydraulic routing using HEC-RAS model. Finally, inundated areas for flood hazard map were estimated at Woo Ee downstream basin according to flood frequency using HEC-GeoRAS model linked by Arc View GIS.

**key words** : Flood Hazard Map, Hydraulic Routing, HEC-GeoRAS, Urban Stream

### 1. 서 론

최근에 들어 이상강우와 집중호우 등으로 인한 매년 홍수 피해는 증가하는 경향이며 이 피해를 완전히 피할 수는 없지만 그 피해를 줄이기 위한 노력이 계속되고 있다. 특히 하천 제방의 붕괴 및 월류로 인한 재해는 제내지에서 많은 인명손실과 극심한 재산피해를 줄뿐만 아니라 사회적으로 큰 문제를 야기하기도 한다. 본 연구에서는 도시유역인 우이천 시험유역을 대상으로 내수침수의 영향 분석을 위하여 강우-유출 모형인 PC-SWMM을 통한 유출해석을 실시하여 하천의 계획 빈도별 홍수량 값을 산정하였다. 또한, 결정론적 홍수위 추적에 필요한 주요 매개변수를 산정하고 HEC-RAS 모형을 통한 우이천 유역의 빈도별 설계홍수위를 파악하여 외수침수의 영향을 분석하였다. 마지막으로 Arc View GIS와 연계하여 HEC-GeoRAS 모형을 통한 우이천 하류 유역의 빈도별 예상 범람 구역을 분석하여 홍수범람도를 작성하였다.

### 2. 이론적 배경

#### 2.1 HEC-GeoRAS 모형

미 육군 공병단(U.S. Army Corps of Engineers)에서 개발된 HEC-GeoRAS는 Geospatial 데이터를 HEC-RAS 프로그램에 사용하기 위한 Arc/INFO, ArcView GIS의 확장 모형이다. DTM(digital terrain model)데이터로부터 만들어진 지형공간정보 데이터와 HEC-RAS 프로그램에서 나온 결과치도 HEC-GeoRAS에서 볼 수 있으며, 강, 유

\* 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 · 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr  
\*\* 서울시립대학교 토목공학과 · 박사과정 · E-mail : skyoon@uos.ac.kr  
\*\*\* 한국수자원공사 경북지역본부 · 공학석사 · E-mail : kimpro95@naver.com  
\*\*\*\* 정회원 · 서경대학교 토목공학과 · 조교수 · E-mail : wrr@skuniv.ac.kr

역, 수위를 나타내는 Import file도 만들 수 있다. 본 연구에서는 ArcView GIS를 통해서 입력 자료인 기하학적인 자료를 도출하고 HEC-GeoRAS모형과 연계하여 우이천 시험유역의 빈도별 홍수범람양상을 파악하고자 하였다.

## 2.2 GIS 자료를 이용한 불규칙 삼각망 생성

ArcView상에서 하천주변 지역을 나타내기 위해 낮은 해상도의 수치고도모형(DEM)과 하천내부와 홍수터를 나타내는 높은 해상도의 벡터자료를 합성하여 정확한 지형을 나타낼 수 있다. 또한 DEM을 형성하는 또 다른 기법은 불규칙적으로 분포된 점을 여러 개의 선으로 연결하여 불규칙 삼각망을 TIN(Triangular Irregular Networks)형성하여 지형을 나타내는 방법이 있다. 전형적으로 대부분의 삼각형이 2차원 평면으로 처리되지만 부드러운 선형보간이 가능하다. 격자기반자료가 하천경로를 표현하는데 있어 Zig-Zag형 사행형태로 나타내는 것과 비교하면 TIN에 의한 표현은 보다 연속성을 가지는 형태가 된다. TIN은 유역경사와 흐름 망을 잘 표현할 수 있기 때문에 수문모형에서 흐름과 이송의 문제를 잘 반영할 수 있다. 다음 그림 1은 우이천 유역의 하도 횡단면을 재추출한 TIN망과 Flood Plain 지형 Data를 추출한 것이다.

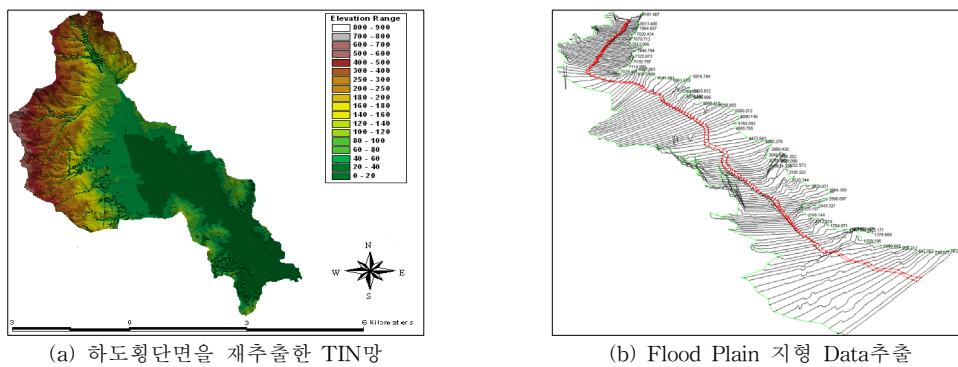


그림 1. 하도횡단면을 재추출한 TIN망과 Flood plain Data

## 2.3 RAS GIS Import

3D Stream Centerline과 3D XS Surface Line Theme이 생성되면, Generate RAS GIS Import File 메뉴를 사용하여 Header, Steam Network 및 Cross Section Information을 모두 포함하는 Import파일을 생성한다. Import된 파일은 HEC-RAS로 수리학적 자료로 받아들여지고 제방, 장애물, 교량이나 암거 등과 같은 수공구조물의 수리자료를 적용하여 계산을 수행한다. HEC-RAS에서 수행된 결과는 RAS GIS Export File로 다시 ArcView로 받아들여져 postRAS에서 범람해석 과정이 이루어진다. 다음 그림 2는 수치모형과 연계된 GIS기반의 모식도를 나타내었다.

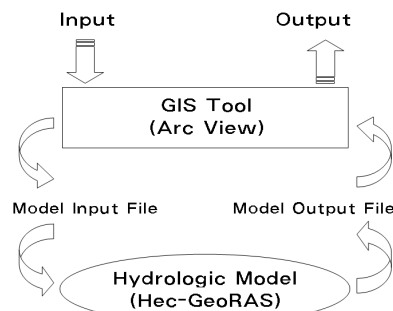


그림 2. GIS기반 모식도

## 3. 홍수범람지도

홍수위험지도는 Flood Risk Map으로서 보다 큰 범주에는 홍수재해지도(Flood Hazard Map)가 있으며 이에 속한 종류로는 침수실적도, 침수예상도, 예상범람도 등이 있다. 일반적으로 홍수위험지도라 함은 홍수피해를 최소화할 목적으로

작성된 지도로서 홍수 시 제방붕괴, 내수배제 불량 등으로 침수가 발생했을 때 예상 침수 구역을 도시하여 강우빈도별 침수면적과 깊이를 표현한 지도이다. 근래 미국, 일본, 덴마크 등의 외국의 경우 홍수범람위험지도를 제작하여 홍수에 대비한 제방축조나 도시계획 등을 하기 위한 정책결정의 수단으로서 사용되고 있다. 또한 주민들이 홍수 발생 시 보다 능동적으로 대처하도록 대피경로와 대피소 등을 인지도시킴으로서 그 지역주민들에게 침수상황과 피난방법 등의 정보를 쉽게 제공하여 인명과 재산피해를 최소화하는데 사용되고 있다. 다음 그림 3은 건설교통부에서 수행한 『홍수지도 제작지침』(2000년)을 바탕으로 한 제작 흐름도 및 우이천의 홍수범람도 작성 연구 수행 절차를 나타내었다.

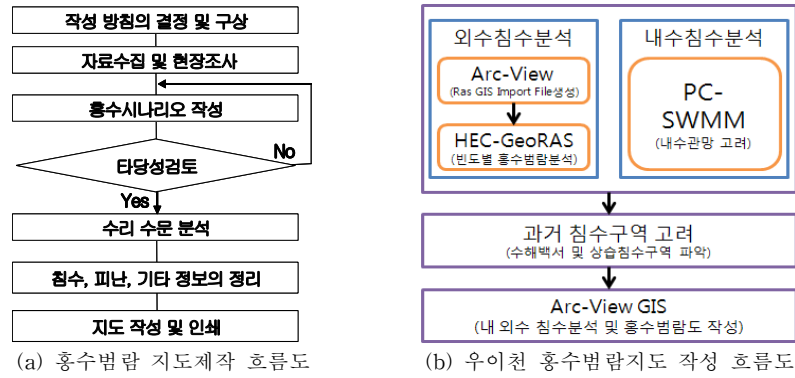


그림 3. 홍수범람지도의 작성 흐름도

#### 4. 과거 침수구역 및 적용 대상구간

우이천 시험유역의 유역경계는 서쪽으로는 북한산, 북쪽으로 도봉산, 남쪽으로는 성북구와 경계를 이루고 있으며, 유역면적은 28.76 km<sup>2</sup>, 유로연장은 11.75 km이다. 우이천 유역의 홍수피해는 크게 1998년과 2001년에 발생했으며, 1998년의 경우 332.8mm의 큰 홍수가 발생하여 우이천 하류 일대가 범람하였고, 2001년의 경우 7월 14일~15일 사이에 내린 강우가 서울에 집중하여 하천 외수위의 제방범람은 없었으나 하천으로 빠져나가지 못한 우수가 역류하여 내수범람에 의한 침수가 발생하였다. 다음 그림 3은 우이천유역의 과거침수구역 및 적용대상구간을 나타내었다.

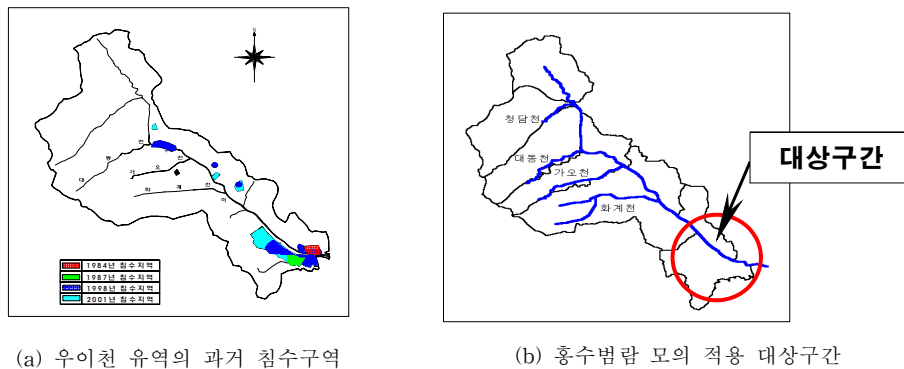


그림 4. 우이천 유역의 과거침수 구역 및 적용대상구간

#### 5. 우이천 홍수범람도 작성

우이천 유역의 홍수범람도 작성을 위하여 PC-SWMM에 의한 내수침수영향을 파악하고 하류지점의 계획 빈도별 홍수량을 산정하였다. 산정된 홍수량을 HEC-RAS모형에 적용하여 계획 빈도별 홍수위를 파악하고 제방고에 따른 월류 수심을 다음 표 1과 같이 정리하였다. 우이천 하류 구간의 빈도별 최대 월류 수심은 월계508교 지점에서 발생하였으며, 80년 빈도 홍수량에 대하여 최대 1.44 m, 100년 빈도 홍수량에 대하여 최대 1.46 m로 나타났다. 다음 표 1의 결과는 HEC-GeoRAS에 의한 홍수위 분석 시 Input자료로 활용하였다.

표 1. 대상구간 주요지점 홍수위 분석결과

측점 (No.)	적용 홍수량 (m <sup>3</sup> /s)	계획 홍수위 (EL. m)	제방고(EL.m)		HEC-RAS모형에 의한 홍수위 분석(EL.m)					비고	
			좌안	우안	50년 빈도	월류수심 (m)	80년 빈도	월류수심 (m)	100년 빈도		월류수심 (m)
46	383.0	22.65	23.52	23.82	23.45	-	23.54	0.02	23.63	0.11	월계2교
32.32	432.5	21.34	21.54	21.54	22.15	1.39	22.20	1.44	22.22	1.46	월계508교
26.40	"	20.29	20.32	20.32	20.40	0.08	20.51	0.19	20.55	0.23	장월교
18.35	"	18.97	19.59	19.59	19.19	-	19.65	0.06	19.81	0.62	월계427교

다음은 HEC-GeoRAS에 의하여 추출한 구간별 RAS import파일을 HEC-RAS에서 수리분석을 위한 작업 후 export시켜 Arc-View GIS에 의하여 50년, 80년, 100년 빈도별 홍수위를 분석하였으며, 분석결과 설계빈도인 50년에 해당하는 홍수량에 월계2교를 포함한 월계 508교와 장월교 지점, 장월교 하류 일부구간에서 제방을 월류하는 홍수범람 양상을 보였으며, 80년과 100년 빈도홍수에 대해서는 범람양상이 더욱 커지고 홍수범람 구간 또한 많아짐을 모의할 수 있었다. 다음 그림 5는 HEC-GeoRAS 모형에 의한 우이천 하류의 설계 빈도별 홍수범람 분석결과를 Arc View GIS상에 나타낸 홍수범람지도이다.

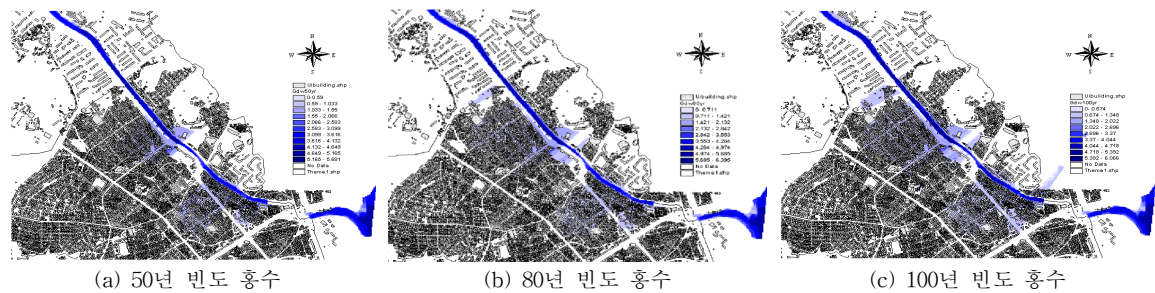


그림 5. 우이천 유역의 빈도별 홍수범람도

## 6. 결론

본 연구에서는 도시유역인 우이천 시험유역을 대상으로 결정론적 홍수위 추적에 필요한 주요 매개변수를 산정하고 하천의 내·외수 침수의 영향 분석을 실시하여 계획 빈도별 홍수범람양상을 분석하였다. 결과를 정리하면 다음과 같다. 우이천 하류구간의 빈도별 홍수범람을 분석한 결과 50년 빈도에 대하여는 시설제방고가 낮은 일부구간에 대하여 범람 양상이 나타났으며, 80년과 100년 빈도 홍수량에 대해서는 그 범람 양상이 더욱 커지고 홍수범람구간 또한 넓어짐을 확인할 수 있었다. 최대 월류 수심은 월계508교 지점에서 발생하였으며, 80년 빈도 홍수량에 대하여 최대 1.44 m, 100년 빈도 대하여 최대 1.46 m 로 나타났다. 이러한 결과는 과거 상습 침수지역을 포함하는 결과로 우이천 하류 지점의 구조적인 항구대책마련이 요구된다. 향후 정밀한 GIS자료를 바탕으로 한 침수다발지역의 홍수위험지도의 제작 및 배포의 필요성이 요구되며, 일반인들이 손쉽게 이용할 수 있도록 Web상의 서비스제공 등이 신중히 검토되어야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업(과제명 : 사면붕괴 예측 및 대응기술 개발) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 김재현, 2005, "우이천 유역의 가상 홍수위험도 분석에 관한 연구", 서울시립대학교 석사학위논문.
2. 서울특별시, 2004 "우이천등 4개 하천 하천정비 기본계획", 서울시.
3. 윤선권, 2007, "FLOW3D를 이용한 하천 흐름특성에 관한 연구", 서울시립대학교 석사학위논문.
4. 이종태, 허성철, 김정희, 한건연, 2006, "제방붕괴조건에 따른 도시하천의 홍수범람 특성 및 홍수지도 작성 -중랑천유역을 중심으로-", 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, pp.383~394.
5. Gary W. Brunner, 1997, "HEC-RAS (River Analysis System) : Hydraulic Reference Manual".