홍수피해 분석을 위한 홍수범람도 구축

Construction of Flood Inundation Map for Flood Damage Analysis

유명수*, 이동훈**, 최창원***, 이재응****

MyungSu Yu, Dong Hoon Lee, Changwon Choi, Jaeeung Yi

요 지

홍수범람도는 홍수가 발생하였을 때 인명 및 재산피해를 최소화하기 위해 홍수지역을 미리 예측 가능하게 만들어 놓은 지도로써, 강우 빈도별 침수면적과 침수심을 표현한다. 과거 홍수범람도는 홍수발생시 댐의 수위를 조절하기 위한 댐의 모의운영과 침수지역의 피해 복구 등에 사용되었다. 최근에는 홍수에 대비하여 도시계획이나 제방 등의 설계에 주로 이용되고 있어, 많은 연구에서 홍수량 추정을 위한 프로그램을 이용하여 홍수범람도를 구현하거나 간단한 조작으로 홍수범람도를 작성하는 프로그램들이 개발되고 있다. 본 연구에서는 HEC-GeoRAS를 사용하여 극한홍수사상(PMF)이 발생할 경우 충주댐 하류의 주요 지점인 충주시와 여주군의 홍수범람도와 남한강 유역의 홍수저감대책을 분석하였다. 특히 다양한 구조적 홍수저감대책과 비구조적 홍수저감대책을 시범유역에 적용하여 홍수저감효과를 침수면적과 침수심을 기준으로 정량적으로 분석하여 재해저감 능력을 분석하였다. HEC-GeoRAS를 이용하여 홍수범람도 작성 시 하도내 횡단자료의 정확성은 수치지도의 정밀도에 따라 현저한 차이가 발생된다. 수치지도 자료가 정확하지 않다면 홍수범람면적, 구역 등을 정확히 모의할 수 없어 가상홍수사상 시나리오를 제대로 구현할 수 없게 된다. 홍수범람 모의를 좀 더 정확하게 수행하기 위해서는 비교적 정확한 지형자료인 항공측량자료를 사용하는 연구가 추후에 진행되어야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 홍수범람도, 침수면적, 침수심, HEC-GeoRAS

1. 서 론

전 세계적으로 진행되고 있는 기후변화의 영향에 의해 강우의 특성이 변화하고 있다. 최근 들어 태풍과 이상기후 등의 현상으로 그 시기와 크기 등을 예측하기 힘든 게릴라성 집중호우가 발생하여 인명과 재산피해에 가장 큰 영향을 주고 있다. 통계에 따르면 한 해에 평균 3개의 태풍이 우리나라에 영향을 미치며 최근 10년 간 홍수피해는 70~80년대에 비해 4.5배 증가하였고, 매년 그 피해액은 연평균 106명의 인명피해와 6,811억 원에 달한다고 한다(배용훈 등, 2005). 따라서 홍수로 인한 피해를 저감시키기 위해서는 이상홍수와 극한홍수를 보다 정확히 파악하고 예측하고자 하는 노력이 필요하다.

본 연구에서는 시범유역으로 남한강 유역 중 충주댐 하류에서 여주대교 구간을 시범유역으로

* 정회원・아주대학교 건설교통공학과 석사과정・E-mail : niceguy-03@ajou.ac.kr
** 학생회원・아주대학교 건설교통공학과 석사과정・E-mail : otation@ajou.ac.kr
*** 정회원・아주대학교 건설교통공학과 박사과정・E-mail : itsme99@ajou.ac.kr
**** 정회원・아주대학교 환경건설교통공학부 교수・공학박사・E-mail : jeyi@ajou.ac.kr

선정하고 HEC-GeoRAS를 사용하여 극한홍수사상(PMF)이 발생할 경우 충주댐 하류의 주요 지점의 홍수범람도와 남한강 유역의 홍수저감대책을 분석하였다. 특히 다양한 구조적 홍수저감대책과 비구조적 홍수저감대책을 시범유역에 적용하여 홍수저감효과를 침수면적과 침수심을 기준으로 정량적으로 분석하여 재해저감능력을 분석하였다.

2. 침수현상 분석

2.1 HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS는 HEC-RAS 모형의 지형자료를 처리하기 위해 미국의 솔루션 개발업체인 ESRI에서 개발한 Arc-View의 확장모듈이며, 격자를 이용하여 수치지형 도상에서 표고값 및 도로, 호수, 강과 같은 지형인자를 나타내는 포괄적인 형식인 DTM(Digital Terrain Model) 기반의 자료를 표시하는 Spatial Analyst 형태(GRID)로 변환하거나, 삼각망을 이용하여 지형, 지세 등의 3차원 표현에 활용하는 TIN 형태로 변환하여 등고선에 따른 흐름 라인을 구축할 수 있다. 수치지형도상의 지형인자를 나타내는 DTM 자료로부터 일정 크기의 격자를 기반으로 이루어진 행렬 형태에 표고값을 저장하여 나타내며 지형의 표고분석이나 수문학적 응용에 주로 사용하는 수치고도모델(DEM)을 생성한다(홍석현 등, 2009).

2.2 대상유역

본 연구의 남한강유역 중 대상유역은 충주댐부터 여주대교까지 이며, 하류지점인 여주대교의 유역면적은 11,114.3㎢이고, 충주댐에서 여주대교까지의 하천길이는 63.5㎞ 이다. 대상유역에 달천, 섬강, 청미천 등의 지류가 있으며 이상의 남한강유역의 모식도를 작성하면 그림 1과 같고, 충주댐 하류의 주요 지점인 충주시와 여주군의 시가지 면적은 각각 11.6㎢ 및 1.4㎢ 이다.

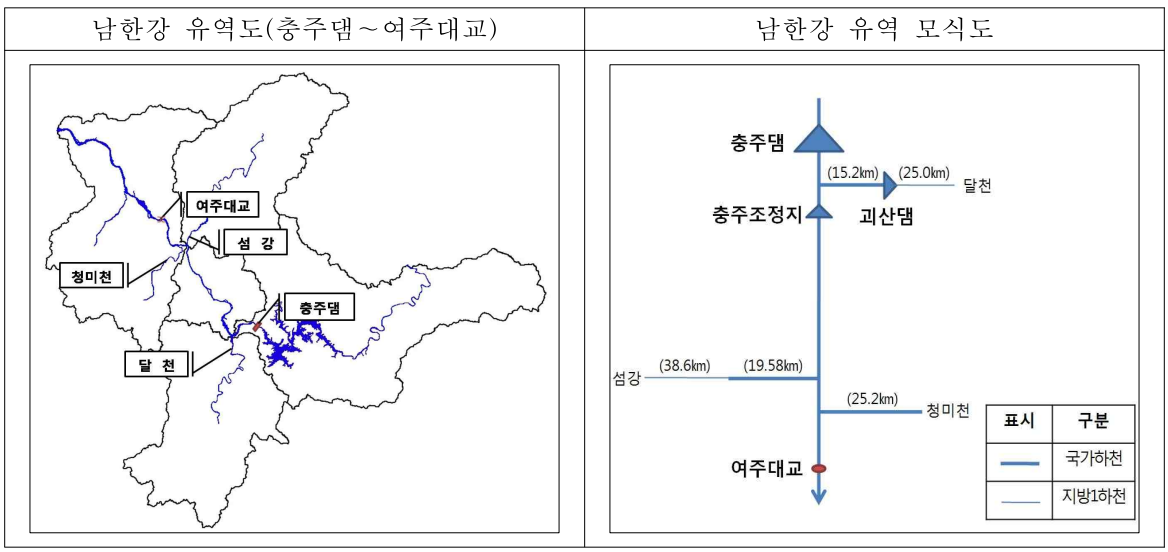

그림 1. 남한강유역 모식도

2.3 홍수범람도 작성 과정

홍수범람 모의에 활용된 수치고도모형은 1:25,000의 수치지도로 작성된 저해상도 DEM과 하천

관리지리정보시스템(RIMGIS)의 하천 실측자료로 작성한 고해상도 DEM을 합성하여 자료를 구축하였다. HEC-RAS의 입력파일을 생성하기 위해 Arc-View에서 구축된 불규칙 삼각망 위에 하도중심선(Stream Centerline), 제방선(Banks), 유출경로 중심선(Flow Path Centerline), 하도횡단면 절취선(Cross-Section Cut Line)을 작성하고 RAS themes의 속성 처리를 통해 HEC-RAS의 입력파일을 작성하여 홍수범람도 작성에 필요한 입력자료를 구축하였다. 구축된 하천의 자료와 '기존댐 치수능력 증대사업(2004)'의 충주댐 48시간 극한홍수사상(PMF) 자료를 바탕으로 HEC-RAS에서 부정류 해석을 수행하였다. 홍수위 계산 후 결과를 GIS형식으로 export하여 Arc-View에서 import하여 홍수범람도를 작성하였으며 작성 과정을 다시 정리하면 그림 2와 같다.

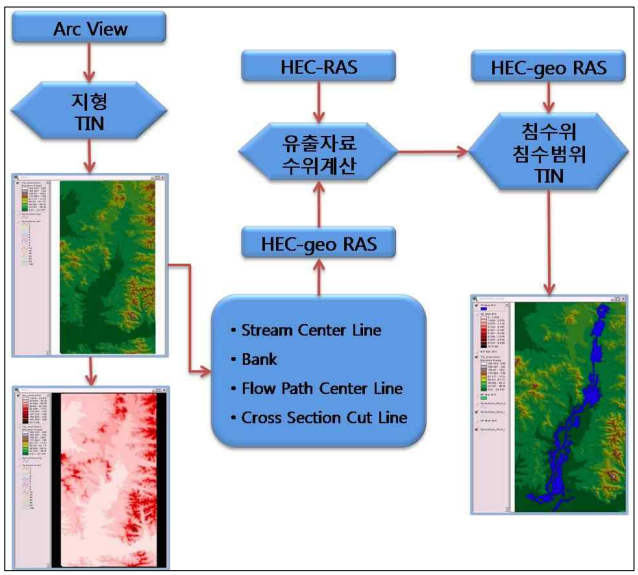

그림 2. 홍수범람도 작성과정

3. 결과 및 분석

HEC-GeoRAS를 사용하여 극한홍수사상(PMF)이 발생할 경우 충주댐 하류의 주요 지점인 충주시와 여주군의 홍수범람도를 구하여 남한강 유역의 홍수저감대책을 분석하였다. 특히 강변저류지, 신규댐 및 홍수조절지 건설과 파제 등의 다양한 구조적 홍수저감대책과 가변제한수위방안을 도입한 비구조적 홍수저감대책을 시범유역에 적용하여 홍수저감효과를 침수면적과 침수심을 기준으로 정량적으로 분석하여 재해저감능력을 분석하였다.

강변저류지, 홍수조절지, 파제의 홍수저감대책을 통하여 홍수피해 분석 결과 여주의 경우 침수면적을 기준으로 23%~25%내외의 침수면적 비율이 나타나 홍수대책을 고려하지 않았을 때의 침수비율인 40.8%에 비해 절반의 홍수저감 능력을 가지는 것으로 예측되었다. 그러나 홍수저감대책 중 강변저류지의 경우 침수면적이 356,290.7㎡로 크게 산정되었다. 구조적 홍수저감대책의 홍수저감 효과를 비교해보면 신규댐을 고려할 경우가 다른 방재대책에 비해 침수면적이 가장 작은 것(7.3%)으로 분석되었다.

가변제한수위의 변경을 통하여 홍수피해 분석 결과 37%~25%의 침수면적 비율이 나타났다. 구조적 대책과 비교하면 홍수저감능력이 낮다고 판단되나, 건설로 인한 가구 이전 및 사업비 등의 이유를 고려하면 홍수저감능력이 낮은 것은 아니라고 판단된다. 이상의 홍수저감 내용을 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 주요 지점(여주, 충주)지역의 홍수범람면적

구분		여주 시가지		충주 시가지	
		침수면적(㎡)	비율(%)	침수면적(㎡)	비율(%)
홍수대책 미고려		566,684	40.75	2,011,933	17.28
가변제한 수위	119EL.m	520,257	37.41	1,991,183	17.10
	118EL.m	371,305	26.70	1,968,786	16.91
	117EL.m	356,322	25.62	1,952,145	16.76
	116EL.m	348,096	25.03	1,945,238	16.71
신규댐		101,460	7.30	1,611,090	13.84
강변저류지		356,291	25.62	2,011,933	17.28
홍수조절지		323,785	23.28	1,913,802	16.44
파제		355,608	25.57	2,011,933	17.28

4. 결론

본 연구에서는 극한홍수상황(PMF)을 가정하여 시범유역의 홍수범람도를 구축하여 홍수피해 분석을 실시하였다. 5가지 구조적 홍수저감 대안(신규댐, 홍수조절지, 파제, 강변저류지, 가변제한수위운영)과 비구조적 홍수저감 대안을 고려하여, 홍수저감효과를 정량적으로 분석하고 시범유역에서 사용가능한 대안을 판단하는 과정을 수행하였고 연구 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 극한홍수상황(PMF)을 가정하면 주요지점(여주 및 충주)의 침수면적이 크게 발생한다.

둘째, 홍수피해를 저감하기 위한 방안으로, 구조적인 대책에서 신규댐, 홍수조절지, 강변저류지, 파제를 고려하였고, 비구조적인 대책에서 충주댐 가변제안수위 도입을 고려하였다.

셋째, 신규댐 건설과 비구조적인 방법인 가변제한수위 방안을 병행한다면 홍수저감 효과가 향상 될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 한국수자원공사(2004), 기존댐 치수능력 증대사업
2. 배용훈, 고덕구, 조용식(2005), “FLUMEN 모형을 이용한 홍수범람모의”, **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제38권, 제5호, pp.355-364
3. 홍석현, 심명근 (2009), “HEC-GeoRAS을 이용한 홍수범람도 작성 실무적용 기법”, **한국수자원학회지**, v.42, no.4, pp.31-38