

HEC-GeoRAS를 이용한 극한 홍수에 대한 홍수 위험지역 분석

Flood Risk Analysis for Extreme Floods using HEC-GeoRAS

진지웅*, 여창건**, 이승오***, 송재우****

Ji Ung Jin, Chang Geon Yeo, Seung Oh Lee, Jae Woo Song

요 지

과거의 치수기능 위주의 하천정비에서 벗어나 최근에는 자연 친화적인 하천 복원에 대한 관심의 증가로 많은 지자체에서는 자연형 하천정비사업을 시행하고 있다. 이러한 자연형 하천정비 사업으로 인하여 하천의 조도계수가 변화하지만 하천설계기준에서 제안하여 현재 사용되고 있는 조도계수의 경우 그 범위와 구분이 명확하지 않아서 자연형 하천정비사업 후에도 조도계수 변화에 대한 고려 없이 홍수위 및 홍수범람지역을 산정하고 있다. 따라서 본 연구에서는 1차원 홍수범람 모형인 HEC-GeoRAS를 이용하여 홍제천 유역을 대상으로 극한홍수시 조도계수 변화에 따른 홍수범람지역 변화를 분석하였다. 조도계수는 하천설계기준에서 제안한 인공하천의 조도계수 값 중 최소 값인 0.014부터 자연하천에서의 최대 값인 0.05까지 변화시켜 그에 따른 홍수범람지역의 면적을 산정하였다. 분석결과 조도계수가 증가함에 따라서 침수면적이 증가되었으며 조도계수 0.02~0.03구간에서 침수면적의 증가율이 9.69%로 가장 크게 나타났다. 또한 홍제천의 자연형 하천정비사업 후 극한홍수시 침수면적이 약 11.91% 증가하였다. 따라서 자연형 하천정비 사업시 반드시 조도계수 변화를 고려하여 홍수위 및 침수면적을 산정하여야 할 것이며 홍수위 및 침수면적 증가에 따른 영향을 고려하여 설계에 반영해야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : HEC-GeoRAS, HEC-RAS, ArcGIS, 조도계수, 침수면적

1. 서론

고도의 경제성장과 산업화를 거치는 동안 과거의 하천들은 치수기능 위주로 정비하여 유로를 직강화하고 콘크리트 호안으로 정비하였다. 그러나 최근 들어 자연 친화적인 하천 복원에 대한 관심의 증가로 많은 지자체에서는 자연형 하천정비사업을 시행하고 있다.

콘크리트로 시공이 되어 있던 수로가 자연형 하천으로 변화함에 따라 조도계수가 증가하였으므로 이를 고려한 홍수위 및 홍수범람분석을 할 필요가 있다. 하천설계기준에서 제안하여 현재 사용되고 있는 조도계수의 경우 그 범위와 구분이 명확하지 않아서 자연형 하천정비사업 후에도 조도계수의 변화 없이 홍수위 및 홍수범람지역을 산정하고 있다. 본 연구에서는 홍제천 유역을 대상으로 극한홍수시 조도계수 변화에 따른 홍수범람지역 변화를 1차원 홍수범람 모형인 HEC-GeoRAS를 이용하여 분석하여 그 영향을 분석하였으며 조도계수는 하천설계기준에서 제안한 인공하천의 조도계수 값 중 최소 값인 0.014부터 자연하천에서의 최대 값인 0.05까지 변화시켜 그에 따른 홍수범람지역의 면적의 변화를 산정하였다.

* 비회원 · 홍익대학교 석사과정 · E-mail : macrom7@hanmail.net
** 정회원 · 홍익대학교 박사과정 · E-mail : gun1230@empal.com
*** 정회원 · 홍익대학교 토목공학과 조교수 · E-mail : seungoh.lee@hongik.ac.kr(교신전자)
**** 정회원 · 홍익대학교 토목공학과 교수 · E-mail : jwsong@hongik.ac.kr

2. 모형의 적용

2.1 기본이론

2.1.1 ArcGIS(ArcInfo)

ArcGIS Desktop은 ArcCatalog, ArcMAP, ArcGlobe, ArcToolbox, 모델빌더를 포함하는 통합 프로그램이다. 이를 이용하여 매핑, 지리분석, 데이터 편집 및 결합, 데이터 관리, 시각화, 지오프로세싱 등 GIS임무를 수행하게 된다. 본 연구에서는 ArcGIS를 이용하여 홍제천 유역의 불규칙 삼각망(TIN : Triangular Irregular Network)을 생성하였다(그림 2참조)(김기석 외 3명,2001).

2.1.2 HEC-GeoRAS와 HEC-RAS

HEC-GeoRAS는 HEC-RAS와 함께 사용할 목적으로 지형공간 데이터를 처리하기 위해서 특별히 설계된 ArcGIS(Arcinfo)의 확장모형이다. 수치지형 모형과 부가적인 데이터 파일로부터 지형 속성을 포함하는 HEC-RAS 입력파일을 생성하며, HEC-RAS로부터 추출된 결과를 이용하여 분석한다. HEC-RAS로부터 추출된 침수지역에 대한 정보를 ArcGIS에서 도시화할 수 있다.

HEC-RAS는 미육군 공병단 수문연구소에서 개발한 모형으로서, 상류, 사류, 혼합흐름영역, 교량, 암거, 웨어, 홍수터 및 저류지 등 수공구조물들을 고려하여 수면곡선을 계산하는 프로그램이다(김기석 외 3명,2001).

2.2 적용 방법

2.2.1 적용 홍수량

본 연구의 대상하천은 홍제천으로 하류 우안에 위치한 난지도, 성산대교에서 북동쪽으로 유로를 따라 장방향의 유역을 이루는 유역면적 19.37km², 유로연장 11.63km인 지방2급 하천이다.

본 연구에 사용된 가능최대홍수량(Probable Maximum Flood)은 서울시정개발연구원에서 연구한 극한강우에 대한 치수안전도 평가 및 대응체계 수립에서 산정한 값을 이용하였으며 내용은 표 1과 같다. 이 자료를 HEC-RAS의 유량입력자료로 이용하였다(서울시정개발연구원,2004).

표 1. 홍제천 유역의 지점별 가능최대홍수량

지점	P.M.F (CMS)	지점	P.M.F (CMS)	지점	P.M.F (CMS)
하 구	1200	사교천 지점	620	홍지문	430
불광천 합류전	1240	백련교	590	구기천 합류지점	360
불광천 합류후	610	유진상가	490	서울예고	210

2.2.2 분석 방법

ArcGIS을 이용하여 홍제천 하도구간 지형파일과 서울시 등고선을 이용하여 불규칙 삼각망(TIN)을 생성하였다. 생성된 지형자료를 ArcGIS상의 HEC-GeoRAS를 사용하여 하도구간에 XS

cut line을 생성시켜 구간별 하천 단면자료를 추출하였다. 추출된 단면자료를 이용하여 HEC-RAS에서 홍수위를 산정한 후 ArcGIS상에 HEC-GeoRAS을 이용하여 홍수범람구역의 Grid파일을 생성시킨 뒤 이를 도시화하여 홍수범람지도를 작성하였다. 조도계수 값에 따라 홍수범람지역을 각각 생성시킨 뒤 이를 비교·분석하였다.

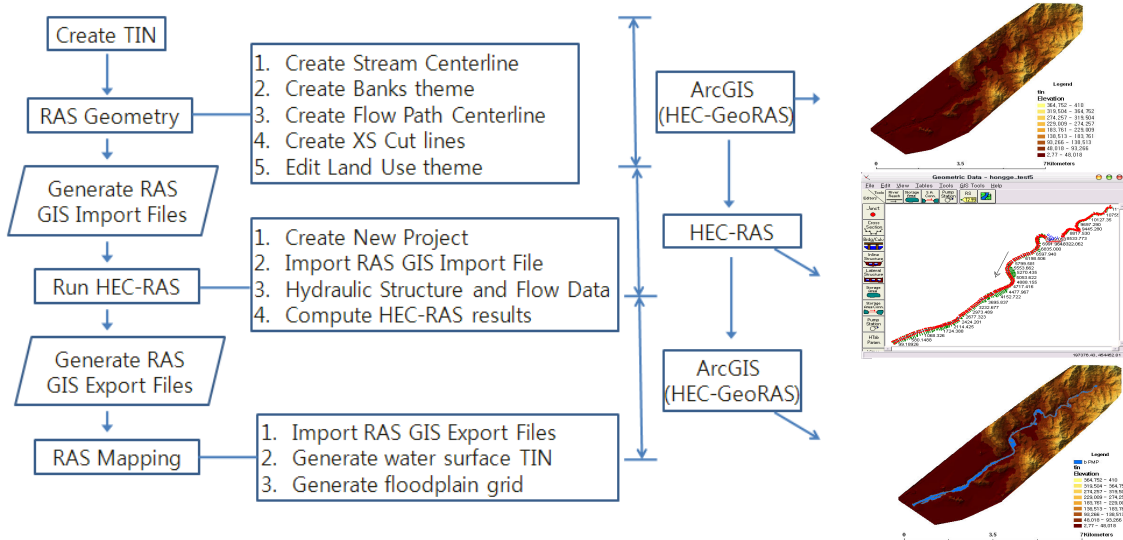


그림 2. 분석방법

3. 연구결과

3.1 조도계수 변화에 따른 홍수범람면적

조도계수는 수로 내를 흐르는 물에 대한 마찰저항을 나타내는 계수로 하천의 표면조도, 수로내의 식물, 수로의 부정, 수로법선, 침전 및 장애물, 수로의 크기와 형상, 수위 및 유량, 계절적 변화가 생기며 하천의 흐름해석 결과인 수위는 조도계수의 변화에 따라 상당한 민감도를 보이게 되는데, 일반적으로 조도계수가 증가하면 유속이 감소하여 수위는 증가하게 되고 반대로 조도계수가 감소하면 유속이 증가하여 수위도 감소하게 된다(김세안,2007).

표 2. 하천상태에 따른 조도계수

구 분	하천의 상태	조도계수의 범위
인공수로 및 인공하천	콘크리트 인공수로	0.014~0.020
	다듬은 인공하상	0.025~0.040
	굴착 준설, 잡초 적음	0.025~0.033
자연하천	평야부 소하천, 잡초 없음	0.025~0.033
	평야부 소하천, 잡초와 관목 있음	0.030~0.040
	평야부 소하천, 잡초 많음, 잔자갈 하상	0.030~0.055

수위의 상승은 곧 침수면적의 증가와 연관이 되므로 이에 대한 결과를 HEC-GeoRAS를 통하여

분석하였다. 본 연구에서는 조도계수가 인공하천의 조도계수 값 중 최소값인 0.014부터 자연하천에서의 최대 값인 0.05까지 변화함에 따라 침수면적의 변화양상을 검토하였다.

일반적인 하천에서의 조도계수는 표 2에서 나타낸 바와 같이 인공수로에서 콘크리트 인공수로의 경우 0.014~0.020의 분포를 가지고 있으며 자연하천에서 평야부 소하천, 잡초 많음, 잔자갈 하상의 경우 0.040~0.055의 분포를 가지므로 자연형 하천정비사업에 따른 공사 전·후의 양상을 모의하기 위하여 위와 같은 분포를 적용하였다(서울특별시,2000).

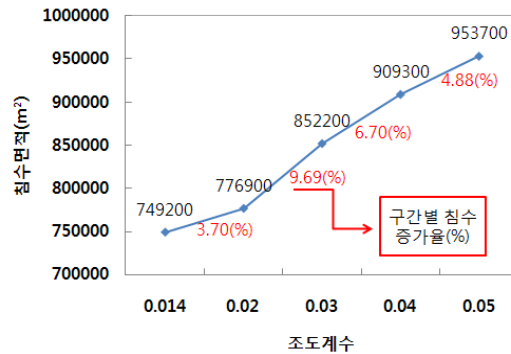


그림 3. 조도계수 변화에 대한 침수면적 변화

조도계수 변화에 대한 침수면적의 변화는 그림 3에서 나타낸 바와 같이 0.02에서 0.03의 구간에서 가장 크게 증가하는 것을 볼 수 있다.

그림 3의 구간별 침수 면적 차에서 0.014~0.02의 경우 3.70%인 경우에 대비해 0.02~0.03의 경우 9.69%로 증가율이 급격히 상승함을 알 수 있다. 이와 반대로 0.03~0.04의 경우 6.7%에서 0.04~0.05의 경우 4.88%로 앞의 경우에 비해 완만히 증가함을 알 수 있다.

즉, 구간별로 조도계수 값에 대한 침수면적의 영향이 다르게 나타나는 것을 알 수 있다. 단순히 조도계수 값이 높아짐에 따라 침수면적이 넓어지는 것이 아니라 구간별로 증가율이 다르다는 것이다. 조도계수가 0.02~0.03의 구간인 경우 대부분의 하천 조도계수 값이 분포하므로 산정 시 이에 대한 주의가 필요함을 알 수 있다.

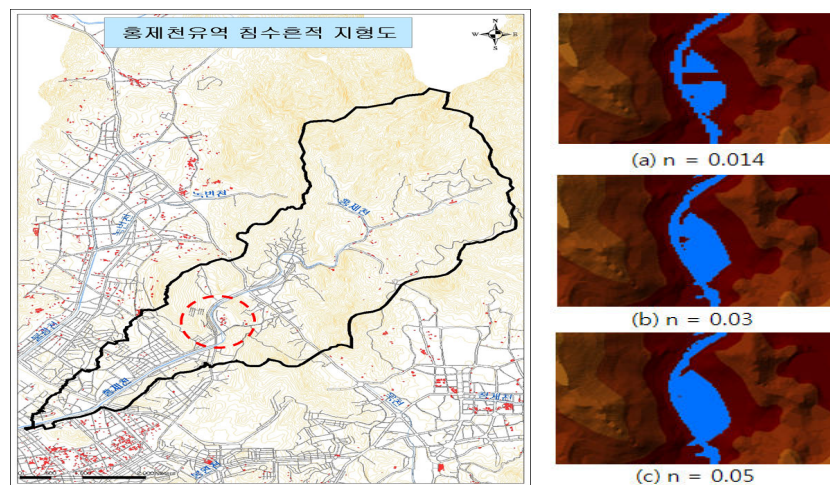


그림 4. 침수흔적 지형도와 해당지역의 조도계수에 따른 침수지역 변화

자연형 하천정비에 따른 극한 홍수 시 범람 예상지역의 변화를 분석하기 위하여 현재 하천정비 기본계획상의 조도계수를 적용한 경우(b)와 정비후인 자연하천을 적용한 경우(c)를 분석하였다.

(b)와 인공수로의 경우인 (a)의 경우를 비교하였을 때 (b)의 경우가 (a)의 경우보다 13.75%정도 증가하였다. 그리고, (b)의 경우와 자연하천의 경우인(c)를 비교하였을 때 (c)의 경우가 (b)의 경우보다 11.91%정도 증가하였다. 이는, 조도계수 차가 침수면적 증가에 영향을 준다는 것을 단적으로 보여준 것이라 할 수 있다(조설현,2004).

5. 결론

ArcGIS의 확장 기능인 HEC-GeoRAS를 이용하여 홍제천 유역의 극한홍수 시 조도계수 변화에 따른 침수면적의 변화를 분석하였다.

분석결과 조도계수가 증가함에 따라서 침수면적이 증가하였으며 조도계수 0.02~0.03구간에서 침수면적의 증가율이 가장 크게 나타났다. 일반하천의 경우 이 구간에서 조도계수가 산정되는 경우가 많으므로 조도계수 값 산정 시 주의를 해야 할 것으로 판단된다.

홍제천의 경우 자연형 하천정비사업으로 인하여 조도계수가 증가함에 따라서 극한홍수시 침수면적이 약 11.91% 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 자연형 하천정비 사업 시 조도계수 변화를 고려하여 홍수위 및 침수면적을 산정하여야 할 것이며 홍수위 및 침수면적 증가에 따른 영향을 고려하여 설계에 반영해야 할 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 김기석, 안상진, 전계원, 서정우(2006). “HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람 지역 결정”, 한국수자원학회 2006년도 학술발표회 논문집, pp.1131-1134
2. 서울특별시(2008). 대학과 연계된 하천관리에 대한 연구용역(2단계 3차년) 보고서 ,pp. VIII-1-VIII-116.
3. 조설현(2004). HEC-RAS 모형을 이용한 자연형 소하천의 수리적 안정성 해석, 석사학위논문 전남대학교.
4. 서울시정개발연구원(2004). 극한강우에 대한 치수안전도 평가 및 대응체계 분석, pp. 4-90-4-92
5. 김세안(2007). 자연형 소하천 정비에 따른 Manning의 조도계수 변화에 관한 연구, 석사학위논문, 전남대학교
6. 서울특별시(2000). 하천정비기본계획(탄천 : 홍제천 : 불광천), pp. 235-236