

도시지역 방어침수위 설정에 관한 연구

A Study on determining Flood Protection Elevation in Urban Area

신상영* · 이양재**

Shin, Sang Young · Lee, Yang Jae

Abstract

In urban area, flood risk is getting higher because of inland flood risk has grown up by changing rainfall intensity, rainfall pattern, changing land use and so on. Urban area is needed higher flood protection level to protect accumulated people, buildings and other infrastructures. However, even though former flood protection has focused on overflow from river, there is not a guide line for evaluating proper flood protection level. Thus, it is necessary to protect flood from inland flooding as well as overflow from river and need a proper method to evaluating flood protection level. This study present a method of determining flood protection elevation by using GIS tools for deciding proper flood protection level. The study result may contribute to urban flood protection measures in which inland flood risk increases.

Key words : Urban area, Inland flood, Flood Protection Elevation

1. 서론

지구온난화와 기상이변 문제가 전 세계적인 과제로 대두되고 있는 가운데, 국지성 집중호우가 빈번히 발생하고 극한강우의 위험성이 한층 높아지고 있다. 도시지역은 인구가 자본이 고도로 집적된 지역이기 때문에 보다 높은 수준의 홍수방어체계가 요구되는데, 전통적인 하천 및 하수시설 중심의 구조적 대책에 더하여 토지이용, 건축물, 정보전달체계 등 비구조적 대책을 아울러 고려하는 보다 종합적인 대책이 필요하다. 특히 도시지역의 주된 침수원인은 하천범람과 같은 외수에 의한 것보다는 내수에 의한 저지대, 지하공간 등의 침수가 많은 부분을 차지하기 때문에 외수침수 방지시설물 보다는 건축물 및 토지이용 측면의 대책이 필요하다.

하천중심의 구조적 대책에서는 홍수량 또는 유출량의 설정이 중요한 의미를 갖는 한편, 건축물 및 토지이용에서는 이에 더하여 홍수위의 설정, 즉 방어침수위(Flood Protection Elevation)를 어느 수준으로 설정할 것인가가 중요한 의미를 갖는다. 방어침수위란 수해에 안전한 건축물 및 토지이용의 계획에 있어 특정 높이가 되는 침수피해가 발생되지 않도록 침수방어대책의 기준으로 적용하는 높이로서 지반고에 침수심을 더한 높이를 말한다. 그러나 지금까지 방어침수위 설정기준에 대해서는 상대적으로 관심이 부족한 가운데, 당해지역 또는 인근지역의 과거 침수실적을 적용할 것인지, 인근하천의 기준홍수위(계획, 경보, 주의보 등)를 적용할 것인지, 혹은 토지이용 및 하수관망에 대한 내수침수 모의결과를 적용할 것인지 등에 대한 명확한 기준이 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도시지역 시가지의 적정 침수방어대책 결정에 필요한 침수방어 수준의 결정을 위하여 현재 관행적으로 적용되는 다양한 방어침수위 설정방법들을 비교 분석하고자 한다.

본 연구결과는 주거지 등 시가지 지역의 건축물 및 토지이용 계획시 침수방어기준 설정에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

* 정회원 · 서울시정개발연구원 디지털도시부 · 연구위원 · E-mail : syshin@sdi.re.kr

** 서울시정개발연구원 디지털도시부 · 연구위원 · E-mail : yj_lee@sdi.re.kr

2. 방어침수위 설정 방법

시가화지역의 방어침수위 산정방법은 과거 침수실적을 참조하는 방법, 인근하천 홍수위를 연장하는 방법, 강우빈도별 시나리오에 의한 내수침수 모의방법 등 세 가지로 구분할 수 있다.

2.1 과거 침수실적을 참조하는 방법

피해지역의 침수심에 대한 자료가 있으면 직접적으로 침수위 추정이 가능하지만, 침수흔적도가 작성되어 있으나 침수심 파악이 어려운 지역에 대해서는 침수흔적도와 DEM자료를 이용하여 GIS기법을 통해 그림 1 과 같이 침수위를 간접적으로 추정할 수 있다. 본 연구에서는 대상 침수지역을 수개의 소구역으로 세분하고 소구역 경계선의 표고점을 추출하고, 이를 이용하여 소구역 내부의 침수심과 침수위를 추정한다.

과거 침수실적을 이용하는 방법은 당해지역의 실측치를 이용하기 때문에 객관성과 정확성이 높다는 장점이 있고, 장기간에 걸쳐 다양한 강우사상에 대하여 자료가 축적되어 있다면 당해지역에 대한 가장 정확한 정보를 제공할 수 있다. 그러나 아직까지 우리나라 대부분의 지역에서 침수흔적도를 비롯하여 침수피해지역에 대한 정밀한 기록을 장기간에 걸쳐 축적하고 있는 지역이 거의 없는 것이 현실이다. 또한 침수실적자료가 있더라도 침수범위 외에 침수심, 침수원인 등과 같은 상세한 속성자료가 누락된 경우가 많아 활용에 제약이 있다.

2.2 인근하천 홍수위를 연장하는 방법

시가지에서 인접한 하천의 기준홍수위를 접근성에 따라 연장하는 방법을 이용할 수 있다. 하천과 인접한 지역 중 하천 홍수위보다 낮은 지역은 하천의 월류나 제방붕괴에 의한 위험이 높으며, 비록 하천범람이 발생 하지 않더라도 고지대에서 흘러들어온 내수가 저지대로 짧은 시간에 유입되어 침수피해가 발생하며, 하수역 류가 발생으로 인한 침수발생이 가능하다. 하천홍수위를 이용하여 침수위를 추정하기 위해서는 우선 하천에 대한 홍수위 해석이 수행되어야 하며, 홍수위 해석결과를 바탕으로 GIS기법을 이용하여 하천측점들과의 접근성을 분석하여 하천 인접지역의 침수위험지역과 침수위를 추정할 수 있다. 그림 2는 하천홍수위를 이용한 침수 위 추정방안을 나타낸다.

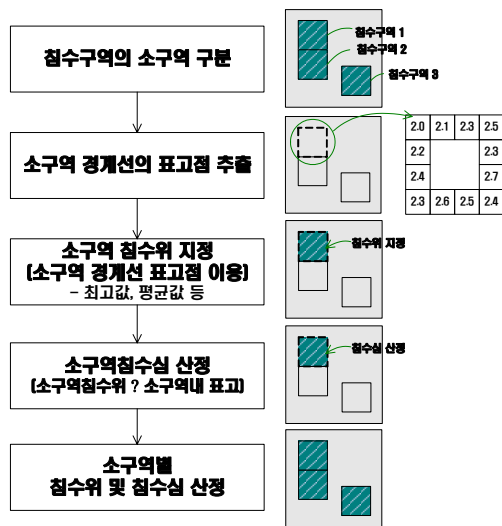


그림 1. 과거침수실적을 참조한 침수위산정과정

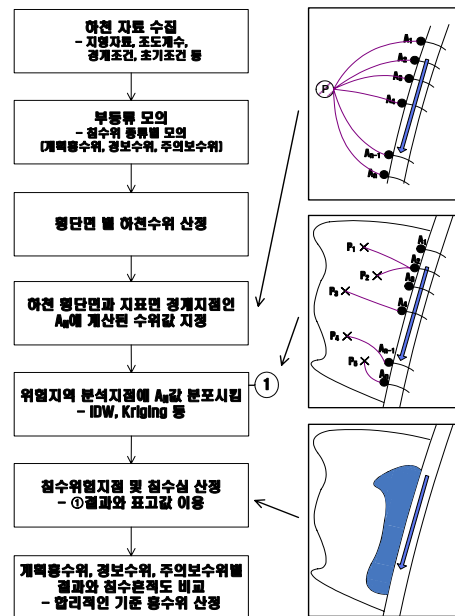


그림 2. 하천홍수위 연장을 통한 침수위산정과정

2.3 강우빈도별 내수침수 시나리오분석에 의한 방법

다양한 강우시나리오를 설정하여 도시지역에서의 강우-유출-범람해석에 의한 침수위를 설정하는 방법이다. 도시지역의 침수피해는 하천범람에 의한 외수침수보다는 내수배제가 제대로 이루어지지 못해 발생하는

내수침수가 주된 원인으로 예상침수지역과 침수위를 산정하기 위해서 계획규모를 초과하는 강우사상과 배수 불량 등 제반 침수예상 시나리오를 상정하여 수리수문학적 분석을 통해 침수해석을 실시한다. 시나리오는 유역의 토지이용현황, 하수도시스템, 빗물펌프장 등과 같은 홍수방어시설의 계획 등이 고려될 수 있다. 또한 내수침수 홍수시나리오는 하천수위가 고수위로 유지됨에 따라 우수배제가 이루어지지 못해서 발생하는 경우, 통수능 부족으로 인한 맨홀의 역류 등 다양한 조건의 침수발생에 대한 시나리오 설정 및 모의가 가능하다.

그림 3은 시나리오별 강우-유출-범람해석에 의한 침수위 산정과정이다.

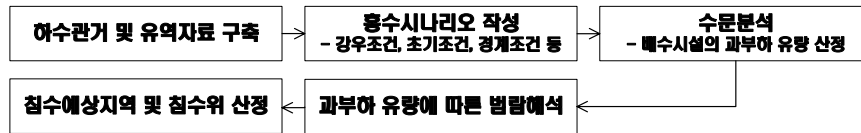


그림 3. 내수침수 시나리오분석에 의한 침수위 산정과정

배수시설의 과부하 유량은 ILLUDAS, SWMM 등의 도시유출해석 모형을 통해 산정이 가능하며, 과부하 유량에 따른 범람해석은 Level-Pool 방법, 2차원 홍수과에 의한 지표면해석모형 등을 이용할 수 있다.

3. 도시지역 방어침수위 설정방법 비교

3.1 대상지역 및 모의조건

본 연구에서 사례분석을 위한 대상지역은 서울시 동대문구의 휘경동과 장안동 일대에 위치한 장안 배수분구지역으로 중랑천의 우안에 위치하며, 유역면적은 284ha이다. 이 지역은 대부분의 토지이용이 주거와 상업지역으로 구성되어 있으며, 불투수면적은 78.65% 정도이다. 특히 이 지역은 지반고의 변화가 크지 않은 평지형태로, 최저지반고는 E.L 10.81m이다. 인접 방류하천인 중랑천의 경우 지방1급 하천으로 100년빈도 계획홍수위 17.05m로 설계되어 있어(서울특별시, 2000) 대부분의 유역이 계획홍수위 보다 낮은 저지대에 위치하고 있다.

대상유역의 방어침수위를 모의하기 위해 표 1과 같은 조건을 적용하였으며, 내수침수 시나리오분석을 위한 매개변수의 보정 및 과거침수실적을 활용하는 방법에 2001년 침수실적을 활용하였다.

표 1. 대상유역 방어침수위 모의조건

구 분	기본조건	최대 강우량	비 고
과거 침수실적을 활용하는 방법	2001년 침수실적 참조	1시간최대 90.0mm(약 30년빈도) 6시간최대 247.4mm(약 140년 빈도)	서울지방 기상청
하천홍수위를 연장하는 방법	하류지역 최대 홍수위 (E.L 17.05m)	12시간 326.9mm(100년 빈도)	중랑천 하천정비 기본계획
내수침수 시나리오분석에 의한 방법	인근하천 계획홍수량 산정강우	12시간 326.9mm(100년 빈도) Huff 2분위법에 따른 강우분포	중랑천 하천정비 기본계획

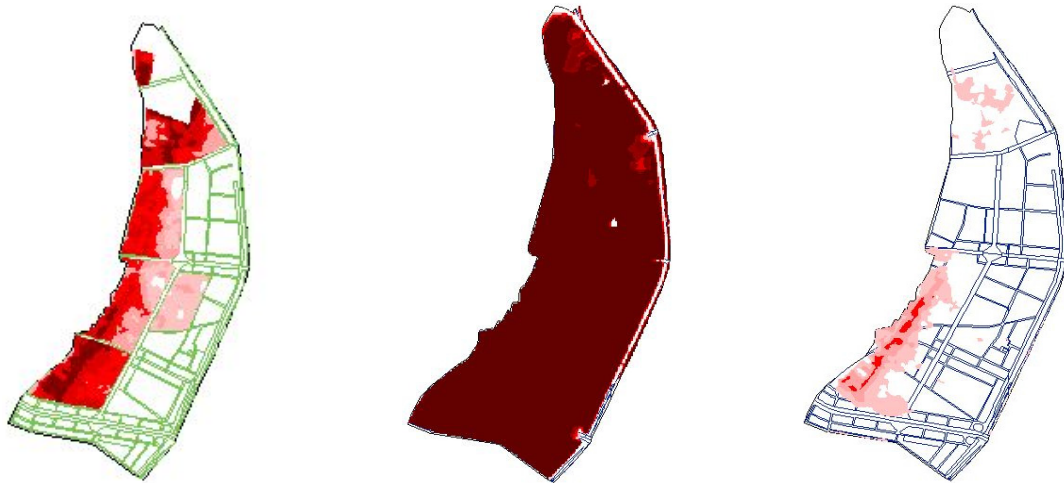
3.2 모의결과

모의 결과 대상유역의 최대침수위는 침수위 모의 방법에 따라 다음의 표 2와 그림 4와 같이 나타났다. 특히 하천홍수위를 연장하는 경우 대부분의 지역에서 침수가 발생하였으며, 최대 6.24m의 침수심이 발생하는 것으로 모의되었다. 반면, 내수침수 시나리오분석에 의한 모의결과 1.43m의 최대침수심이 발생하였으며, 과거 침수실적을 활용하는 경우 2.84m의 최대 침수심이 발생하였다. 이상의 분석결과를 통해서 볼 때, 인접하천의 계획홍수위를 단순연장하는 방법은 지역적 특성에 따라 달라지겠으나 방어침수위를 과다산정할 수 있다. 따라서 침수원인이 내수침수에 의한 지역일 경우에는 방어침수위 설정을 위하여 당해지역 또는 인근지역의 침수실적자료를 통해 과거 최대침수위를 적용하거나, 인근하천의 계획홍수량을 발생시키는 강우사상에 대한 내수침수 모의결과를 적용하는 것이 합리적인 것으로 판단된다. 그러나 과거 침수실적을 활용하는 경우 소유역을 세분화 정도에 따라 침수범위 및 침수심은 다르게 산정될 수 있으며, 내수침수 시나리오분석에 의한 방법

을 통해 산정하는 경우 매개변수의 보정 및 경계조건의 설정 등에 신중을 기하여야 할 것으로 판단된다.

표 2. 대상유역 방어침수위 모의결과

구 분	최대침수심(m)	최대침수위 (E.L. m)
과거 침수실적을 활용하는 방법	2.84	13.64
하천홍수위를 연장하는 방법	6.24	17.05
내수침수 시나리오분석에 의한 방법	1.43	12.24



<과거 침수실적에 의한 침수위> <하천 계획홍수위를 연장한 침수위> <내수침수 시나리오 분석에 의한 침수위>

그림 4. 대상유역 방어침수위 모의결과

4. 결 론

이상 본 연구에서는 도시지역의 토지이용 및 건축 측면에서 방어침수위 설정을 위한 세 가지 방법을 제시하고, 서울시 장안배수분구를 사례분석지역으로 하여 적용결과를 비교분석해 보았다. 과거 침수실적을 활용하는 경우 기존 침수실적을 정량적으로 활용하나 소유역의 세분화에 따른 오차 및 지역적 불연속성이 발생가능하고, 계획홍수위를 연장하는 경우 제방의 붕괴 등에 대한 모의결과로 활용이 가능하나 지역적 특성을 충분히 고려하여야 하며, 내수침수 시나리오 분석은 내수침수에 대한 비교적 합리적인 결과를 보여주나 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 따라서 도시지역의 방어침수위를 설정하는 경우 기존의 침수실적, 하천의 계획홍수위, 내수침수 발생가능성을 충분히 고려하여야 하며, 계획홍수위 뿐만아니라 경보수위, 주의보수위 등에 대한 고려도 필요할 것으로 판단된다. 또한 다양한 내수침수 발생가능성에 대하여 고려하여야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업(과제명: 내배수 침수재해 저감기술개발)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 서울특별시(2000), 중랑천 하천정비 기본계획, 서울특별시
2. 신상영 · 이창희 · 이양재 · 여창건(2007), 비용편익분석을 이용한 도시건축물의 방어침수위 설정, 대한토목학회논문집 제 27권 6B호 pp. 651-659.
3. 日本 國土交通省(2001), 地下空間における浸水対策ガイドライン
4. U.S. Federal Emergency Management Agency(2003), Guidelines for Benefit-Cost Analysis of Pre-Disaster Mitigation.