

# 불광천 유역의 제방취약성 분석 및 홍수규모별 침수위험지역 산정

## Analysis of Bank Weakness and Estimation of Expected Inundation Area by Flood Scales in Bulgwang River

이경지\*, 안정환\*\*, 조원철\*\*\*

Kyungji Lee, Jeonghwan Ahn, Woncheol Cho

### 요 지

최근 짧은 시간 내에 많은 양의 비가 내리는 게릴라성 집중호우가 도시하천유역의 침수피해사례를 증가시키고 있다. 이러한 집중호우로 인한 도시하천의 침수피해를 방지하기 위해 하천의 1차적인 홍수방지막인 제방의 안전성 검토를 통해 외수침수에 대한 위험성을 점검하며 제내지의 우수관로의 월류로 인한 내수침수에 대한 홍수방지대책확립을 위한 연구들이 진행 중에 있다.

본 연구에서는 한강의 제1지류인 홍제천 수계 중 하나인 불광천을 대상으로 제방취약성 분석 및 홍수규모별로 내수침수위험지역을 산정하여 치수 안전성을 검토하였다. 불광천은 마포구, 서대문구 및 은평구 3개의 행정구역에 포함되는 도시하천으로 하수관로, 우수관로, 하천횡단교량, 보 등의 수공구조물이 설치되어 있다. 불광천의 계획빈도인 50년 빈도와 극한홍수사상을 고려하기 위한 100년 빈도, 200년 빈도에 대한 확률홍수량과 홍수위를 산정하여 구간별로 월류 위험도 분석에 적용하였다. 확률홍수량 산정은 SWMM모형을 이용하였고 확률홍수위 산정은 HEC-RAS모형을 활용하였다. 또한 SWMM모형을 이용하여 불광천 중류부인 응암지구를 대상으로 홍수규모별로 우수관로에서 월류되는 유역 모의를 수행하였다.

그 결과 제방 안전도 평가기준에 따라 제방위험구간을 선정하고 침수위험지역을 결정하였다. 이를 통해 빠른 홍수에·경보를 통한 홍수 피해 경감방안을 모색하고 불광천의 홍수방재체계 수립에 활용하고자 한다.

**핵심용어** : 제방 안전도, HEC-RAS, 내수침수위험지역, SWMM, 불광천

## 1. 서 론

이상기후로 인한 집중호우가 도시하천의 침수피해사례를 증가시키고 있는 가운데 도시하천의 주요 피해 원인에 대하여 설계빈도 내에서 뿐만 아니라 다양한 강우사상에 대한 검토가 요구되고 있다. 최근 발생하는 국지성 집중호우는 단시간에 많은 강우량이 집중되며 하천 내에 유입되는 유량을 급격히 증가시켜 제방의 월류나 붕괴로 인한 외수범람의 위험도가 높아지게하며, 유역 내에서는 우수관로 범람으로 인한 내수침수피해를 유발하고 있다.

국내의 제방안전성평가에 관한 연구로는 김은철(2008)이 우이천을 대상으로 집중호우에 따른 계획홍수위 산정을 통해 하천설계기준(2005)에 표기된 계획홍수량에 따른 제방 여유고의 적합성을 검토하여 제방 안전성평가를 수행하였다. 또한 한건연(2009)은 SWMM모형을 이용하여 김천지역 감천을 대상으로 내수침수에 대한 연구를 수행하였다.

\* 학생회원 · 연세대학교 대학원 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : [kjlee1966@yonsei.ac.kr](mailto:kjlee1966@yonsei.ac.kr)  
\*\* 정회원 · 연세대학교 대학원 토목환경공학과 박사과정 · E-mail : [daliza@yonsei.ac.kr](mailto:daliza@yonsei.ac.kr)  
\*\*\* 정회원 · 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 교수 · E-mail : [woncheol@yonsei.ac.kr](mailto:woncheol@yonsei.ac.kr)

본 연구에서는 위에 언급된 외수침수와 내수침수에 관한 연구를 도시하천인 불광천을 대상으로 제방취약성 분석 및 홍수규모별 침수위험지역 선정을 통해 치수 안전도를 검토하였다. 서울특별시의 대학과 연계한 하천관리에 대한 연구용역(1999년~2011년)과제를 통해 축적된 기초적인 하천 수리·수문자료 및 구축된 모형과 지속적인 모니터링으로 불광천의 하천 실태 점검 및 분석을 통해 관리청과 연계한 홍수 피해 경감 방안을 모색하여 서울시의 홍수방재체계 수립에 활용하고자 한다.

## 2. 제방 안전성 분석

### 2.1 불광천 유역의 계획홍수위 산정

불광천은 한강의 제1지류인 홍제천 수계 중 하나로서 불광천의 기점수위는 한강의 배수위 영향을 고려하여 홍제천의 기점홍수위를 산정한 뒤 이로부터 1차원 분석을 실시하여 불광천 본류와 홍제천이 합류되는 지점에서 빈도별 수위를 적용하여 산정되어지고 있으며(하천정비기본계획서, 2003), 이는 다음 표 1과 같다. 빈도별 기점 홍수위를 1차원 부등류 해석 모형인 HEC-RAS 모형을 사용하여 계획홍수량에 대한 홍수위를 산정하였다.

표 1. 빈도별 기점 홍수위

(단위 : EL.m)

하천명	빈도별				비고
	30년	50년	100년	200년(가정)	
불광천	11.26	11.84	12.63	13.78	홍제천 기준

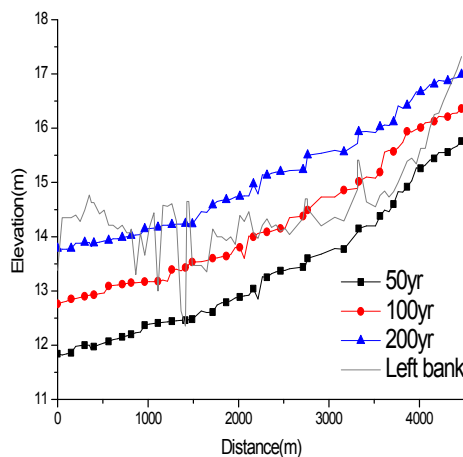


그림 1. 좌안에 대한 빈도별 홍수위

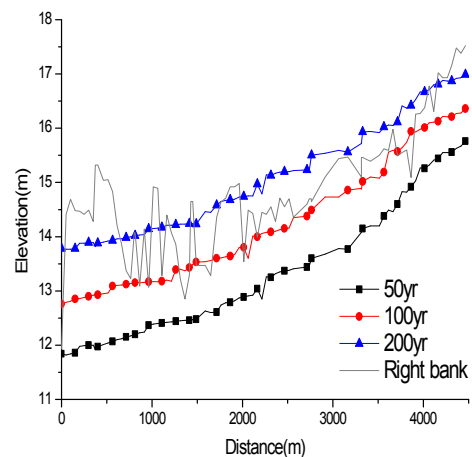


그림 2. 우안에 대한 빈도별 홍수위

### 2.2 제방 안전성 평가 방법 및 여유고 산정

빈도별 제방 안전도 및 경보등급을 분석하기 위해 아래의 표 2와 같은 하천의 제방 안전도 평가기준을 적용하였다(김은철, 2008). 제방 안전성 분석을 하기 위해서는 계획홍수량에 따른 제방 여유고를 산정하여야 한다. 다음 표 3은 하천설계기준(건설교통부, 2005)에서 제시한 계획홍수량에 따른 여유고 기준이다. SWMM모형을 이용한 확률홍수량분석에서 불광천의 확률홍수량이 대략

200~600m<sup>3</sup>/sec으로 산정되었다(대학과 연계한 하천관리용역-불광천편, 2009). 이를 기준으로 각 지점의 계획홍수량에 따라 알맞은 여유고를 선정하여 사용하였다.

표 2. 제방 안전도 평가기준

구 분	표 시	기 준	진단 및 대책
제방안전단면	A	제방고≥계획홍수위+여유고	제방 안전
제방관리단면	B	계획홍수위<제방고 <계획홍수위+여유고	제방은 월류하지 않으나 취약원인을 파악하고 관리 필요
제방위험단면	C	제방고<계획홍수위	제방이 월류되므로 즉각적인 치수대책 수립

표 3. 계획홍수량에 따른 여유고 기준

계 획 홍 수 량 (m <sup>3</sup> /sec)	여 유 고 (m)	대상하천의 관련 측정
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	불광천 범위에 해당
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	불광천 범위에 해당
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

### 2.3 빈도별 치수 안전성 및 제방 안전성 평가

불광천 유역의 50년, 100년, 200년에 따른 빈도별 제방 여유고를 산정하여 치수안전도를 분석하였으며 제방 안전성 평가를 실시하였다. 그림 3과 그림 4는 확률홍수량 및 하류단 초기수위에 따른 구간별 여유고를 나타내었고 그림 5와 그림 6은 좌안과 우안에 대한 제방 안전성을 경보등급으로 구분하여 표시하였다. 불광천의 설계빈도인 50년 빈도에서는 위험단면이 나타나지 않아 큰 문제가 없음을 확인할 수 있었으나 좌측제방이 우측제방보다 제방 월류에 대한 위험단면이 두배 정도 더 나타남을 확인할 수 있었다.

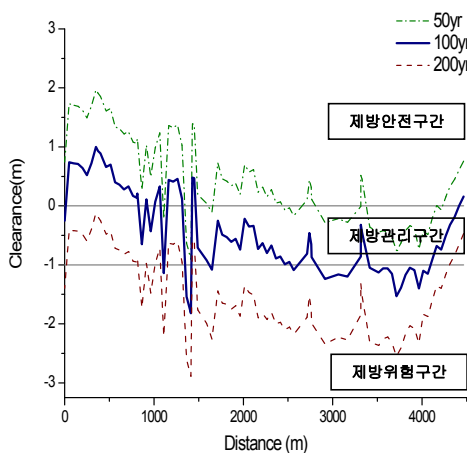


그림 3. 좌안 여유고

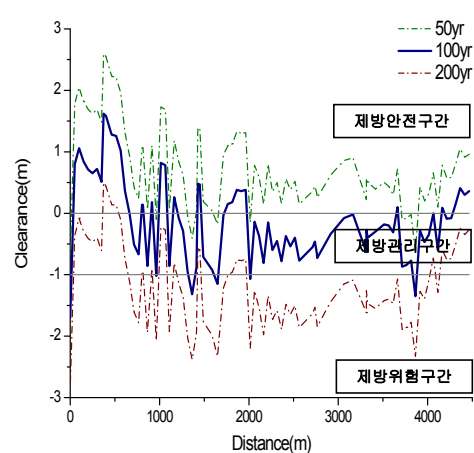


그림 4. 우안 여유고

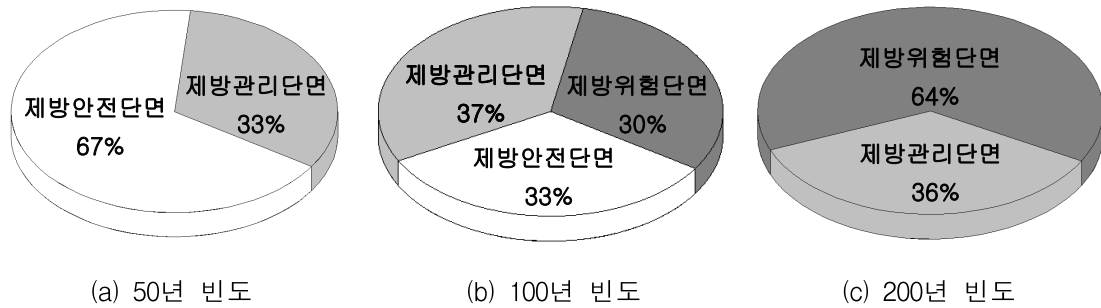


그림 5. 좌안에 대한 제방 안전도

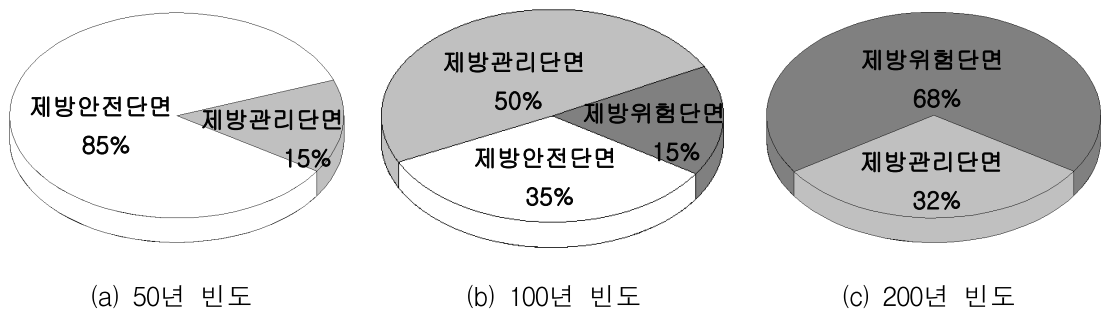


그림 6. 우안에 대한 제방 안전도

### 3. 침수위험지역 선정

#### 3.1 모형의 구성

본 연구에서는 불광천 지역의 중류부인 응암지구의 우수관망을 대상으로 홍수규모별로 월류되는 지역을 선정하여 내수침수위험지역을 결정하였다. 대상구역은 5개의 중구역으로 구성되어 있으며 아래 표 4에 각 중구역의 특성을 표시하였다. 각 중구역은 독립구역으로 구분되며 최종 출구는 불광천에 연결되어 있다. 수치 모형으로는 미국 EPA(Environmental Protection Agency)에서 개발지원한 SWMM(StormWater Management Model) Version 5.0을 이용하였고 50년, 100년, 200년 홍수규모에 따른 내수침수위험지역에 대한 모의를 수행하였다.

표 4. 구역 특성

구 분	면 적 (ha)	소유역 개수
중구역 A	6.573	10
중구역 B	37.910	61
중구역 C	54.730	48
중구역 D	3.055	6
중구역 E	32.538	31
계	134.806	156

#### 3.2 홍수규모별 내수침수위험지역 분포

SWMM모델의 수행을 통해 홍수규모별로 면적대비 침수위험지역 분포를 아래 그림 7과 같이 표시하였다. 주로 구역의 하류부에 내수침수위험지역이 발생하였는데 하류부로 갈수록 지면경사과

우수관로의 경사가 완만해지며 관내 지체가 발생하기 때문인 것으로 판단된다.

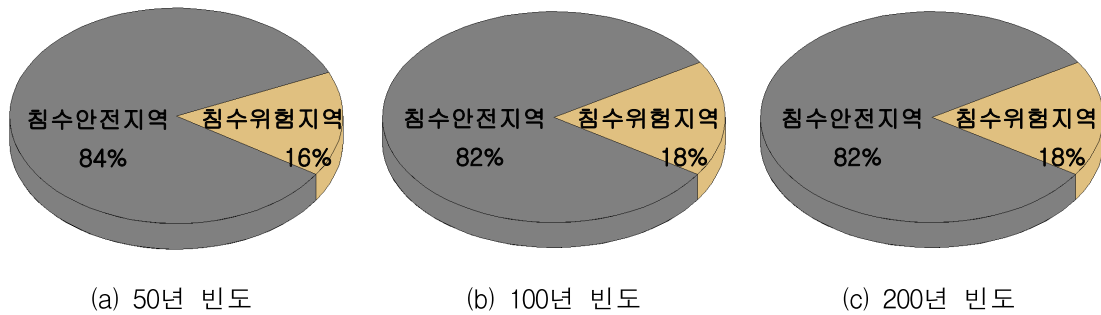


그림 7. 면적대비 침수지역 분포도

#### 4. 결론

본 연구에서는 불광천 유역의 계획홍수량에 따른 여유고를 산정하여 빈도별 치수안전도 및 제방 안전도를 평가하였고 도시유출모형인 SWMM모형을 이용하여 불광천 중류유역인 응암지구의 내수침수위험지역을 선정하였으며 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 불광천의 계획빈도인 50년 빈도에서는 제방위험단면은 한 차례도 보이지 않았으나 제방관리 구간으로 분석된 좌안의 2,300m~4,200m 구간과 우안의 1,300m~1,500m, 3,700m~4,100m 구간은 보벽설치 등으로 여유고가 충분해지도록 개선할 필요가 있다.
2. 빈도별 제방 안전도 평가를 통해 우안제방보다 좌안제방이 많은 구간에서 위험단면이 나타나 이에 대한 별도의 대책과 관리가 요구된다.
3. SWMM모형을 통한 내수침수위험지역은 20%내외로 주로 하천으로 유입되는 부근 지역이 침수위험지역이므로 이에 대한 홍수방지대책을 수립하는 것이 바람직하다고 판단된다. 이를 통해 빠른 홍수에 경보를 통한 홍수 피해 경감방안을 모색하고 불광천의 홍수방재체계 수립에 활용하고자 한다.

#### 감 사 의 글

본 연구는 대학과 연계한 하천관리에 대한 연구 용역(2단계 5차) 과제(과제번호 2009-8-1854)의 일환으로 서울특별시의 지원을 받아 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 김은철, 오태석, 윤선권, 문영일(2008). 집중호우에 따른 우이천 유역의 유출특성 분석(II)-제방 안정성 평가, 대한토목학회 2008년도 정기 학술대회 논문집, pp. 3649-3652.
2. 한건연, 조완희, 김영주, 류종현(2009). 내.외수 침수해석을 위한 홍수해석 기법 확립, 한국수자원학회 2009년도 학술발표회 초록집, pp. 245-249.
2. 건설교통부(2005), 하천설계기준.
3. 서울특별시(2009), 대학과 연계한 하천관리에 대한 연구용역(2단계 4차년)보고서.
4. 서울특별시(2003), 하천정비기본계획서(탄천·홍제천·불광천).