

도시지역 지하공간의 침수위험도 평가와 대책

-지하철역사를 대상으로-



김 윤 종 |
서울시정개발연구원 선임연구위원
yjkim@sdi.re.kr



이 창 회 |
국립환경과학원 전문위원
chlee@me.go.kr



여 창 건 |
서울시정개발연구원 위촉연구위원
cgyeo@sdi.re.kr

1. 서론

도시기능의 다양화는 도시 지하공간에 대한 개발과 수요를 낱이 증가시키고 있으며, 최근 발생하는 집중 호우 등으로 저지대와 하천인근지역에 위치한 지하공간들은 홍수로 인한 침수위험에 그대로 노출되어 있는 상황이다. 침수피해 발생시 인명 및 재산피해 이외에 지하철 운행의 중단, 통신설비 피해로 인한 통신두절 등 전체적인 도시기능의 마비 사태를 야기할 것이다. 하지만 지하공간 침수위험에 관한 연구는 일본의 경우 수리 및 수치모형 실험 등을 통하여 활발히 이루어지고 있으나 국내에서는 미흡한 실정이다. 서울시의 경우 98년 태릉역 침수, 01년 고속터미

널역 침수와 같이 지속적으로 지하철역사에 대한 침수피해가 발생하고 있으며, 지하공간은 외부의 유수가 유입되면 빠르게 진행되는 특성을 가지고 있으므로 침수예상지역의 사전 파악과 그에 대한 대비가 중요하고 할 수 있다.

본 고에서는 지하철 역사들을 대상으로 한 침수위험도를 평가한 연구내용(서울시정개발연구원, 2005)을 요약한 것으로, 지하철 역사의 침수 위험도 인자들을 선정하여, 각 인자의 세부항목별로 위험도를 평가하고 이를 종합적으로 검토한 과정을 소개하고자 한다.

2. 침수위험도 평가

지하철역사 침수위험도 평가를 위하여, 지하철역사의 과거침수실적, 지형적 위험성, 외수위험성, 내수 위험성의 4가지 평가항목을 선정하였으며(그림 1), 각 평가항목에 대하여 그림 2, 표 1~표 3 등과 같이 정성적 평가 기준을 마련하여 점수(1~3점)를 부여한 후, 최종적으로 각 지하철 역사들에 대한 침수위험등급을 설정하였다.

침수위험등급은 침수위험1등급, 침수위험2등급, 침수위험3등급으로 3단계로 구분하였으며, 각 평가



그림 1. 침수위험도 평가 및 침수위험등급 설정 방법

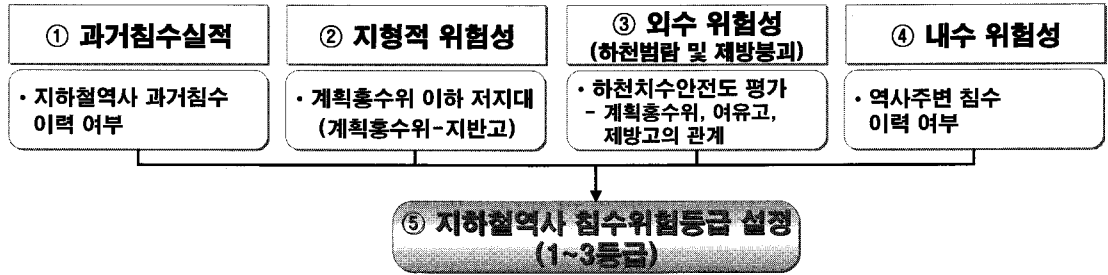


그림 2. 지형적 위험성

표 1. 지하철역사 침수위험도 평가항목 및 평가기준

평가항목	세부내용	평가기준	평가	평점
과거 침수실적	지하철역사 과거 침수이력 여부	침수실적 없음	상	1
		침수실적 1회	중	2
		침수실적 2회 이상	하	3
지형적 위험성	계획홍수위와 지반고의 차이 (계획홍수위-역사 지반고)	0 이하	상	1
		0~3m	중	2
		3m 이상	하	3
외수 위험성	하천 치수안전도 평가 (계획홍수위, 여유고, 제방고의 관계)	치수안전도평가 A(안전단면)	상	1
		치수안전도평가 B(관리단면)	중	2
		치수안전도평가 C(위험단면)	하	3
내수 위험성	지하철역사 주변 침수이력 유무	주변침수 실적 없음 또는 역사 지상위치	상	1
		주변침수 실적 1회	중	2
		주변침수 실적 2회 이상	하	3

* 주) 평점이 높을수록 침수위험도가 큼을 의미함.

표 2. 외수 위험성 평가 기준(하천 치수안전도 평가)

외수위험성 평가기준	평점	하천치수 안전도평가	구 분	기 준
상	1	A	안전 단면	계획홍수위+여유고 < 제방고
중	2	B	관리 단면	계획홍수위 < 제방고 < 계획홍수위+여유고
하	3	C	위험 단면	계획홍수위 > 제방고

항목별 점수를 합산하여 표 4와 같은 기준으로 등급을 설정하였다.

침수위험 1등급은 과거 지하철역사 침수이력이 있거나 하천의 위험지점에 인접해 있어서 범람 및 붕괴로 인한 외수침수 우려가 큰 곳으로 계획홍수위보다 낮은 저지대에 있고, 하수관거 소통능력 부족으로 인

한 내수침수에 취약하여 침수위험이 가장 높은 곳을 나타낸다. 침수위험 2등급은 하천에 인접해 있거나 계획홍수위 보다 낮은 저지대여서 호우시 하천관리가 필요하며, 내수침수의 가능성이 높고 역사출입구가 계획홍수위 보다 낮은 저지대에 위치하고 있어서 침수위험이 높은 지역을 나타낸다. 침수위험 3등급은

표 3. 계획홍수량에 따른 여유고

계획홍수량(m ³ /sec)	여유고(m)
200 미만	0.6 이상
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상
10,000 이상	2.0 이상

표 4. 지하철역사 침수위험등급 기준

물침수위험등급	총점 범위	상황
침수위험1등급	10~12	침수위험 매우 높음
침수위험2등급	7~9	침수 가능성 높음
침수위험3등급	4~6	침수에 안전

역사가 계획홍수위 보다 높은 곳에 있으며 외수 및 내수에 대한 침수 위험성이 적은 지역으로 침수에 대하여 안전지역을 나타낸다.

3. 적용 예

위의 평가과정을 거쳐 안양천유역은 그림3과 같이 과거 주변지역 침수가 많이 발생한 바 있는 안양천 유역에 위치한 25개 역사에 대한 침수위험도를 평가 하였으며, 이 중 침수위험1등급 역사는 없었으며, 침수위험2등급 11개소, 침수위험3등급 14개소로 나타

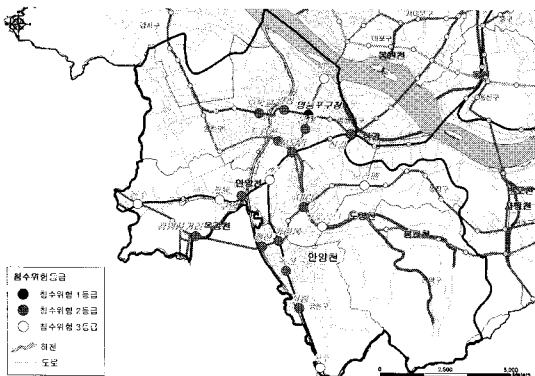


그림 3. 안양천 유역 침수위험등급별 지하철역사

났다.

안양천유역은 지하철 역사 대부분(18개소)이 지형적으로 계획홍수위 보다 낮은 저지대에 위치하고, 과거 주변지역 침수가 많이 발생한 지역이므로 침수위험지역에 대한 예상분석을 통하여 체계적인 침수방지 대책이 필요한 것으로 나타났다.

4. 지하철역사 침수위험도에 따른 침수방지대책

지하철 역사의 침수방지대책을 수립하기 위해서는 침수위험 원인 파악이 우선적으로 필요하다. 역사의 침수위험의 원인이 지형적인 것인지, 외수에 의한 것인지, 내수에 의한 것인지, 또는 복합적 원인에 의한 것인지 등을 사전에 파악을 해야 하며, 이러한 사전 파악 자료를 바탕으로 역사의 취약특성을 고려한 침수방지시설 대책을 수립해야 한다.

또한 모든 역사에 대하여 동일한 침수대책을 적용하면, 상대적으로 위험이 작은 곳에는 과다투자가 될 수 있기 때문에 침수위험등급(1~3등급) 평가결과에 따라 지하철 역사들에 대한 침수방지대책을 다양하게 차등화해야 할 것이다. 따라서 지하철역사의 침수방지대책은 평가요소별 침수위험도 평가를 실시하고 이를 종합적으로 검토하여 침수위험등급을 설정함으로써 위험등급에 맞는 대책을 수립해야 할 것이다(표 5).

5. 향후 과제

본 연구는 지하철역사의 침수위험도를 정성적으로 평가한 것으로 지하공간에 대한 침수방지대책과 관련하여 향후 다음과 같은 연구가 지속적으로 수행되어야 하겠다.

- 지하공간에(지하철 등) 대한 침수위험도 평가

표 5. 소리천 종단시설물계획(제방)

침수위험등급	위험 상황	대책
침수위험 1등급	침수위험이 매우높음	<ul style="list-style-type: none"> • 지하철 관리자 뿐만 아니라 하천, 하수도 관리자 등의 관련기관과 부처의 협력을 통한 종합대책 필요 • 지하철 관리자가 침수방지사설을 설치 • 비상시 대응계획 및 시민대피체계 수립
침수위험 2등급	침수 가능성 높음	<ul style="list-style-type: none"> • 지하철 관리자가 침수방지사설을 설치 • 비상시 대응계획 및 시민대피체계 수립 - 대피로 확보, 행동요령 수립*
침수위험 3등급	침수에 안전	<ul style="list-style-type: none"> • 기본적인 침수방지사설은 설치 • 대피로 등 비상시를 위한 시민대피체계를 수립

- 서울시 지하철역사들의 체계적인 침수방지사설 설치를 위하여 서울시 지하철역사 및 지하공간에 대한 침수위험도 평가와 침수방지사설 우선 설치 역사 선정이 필요.
- 지하공간 및 지하철역사의 침수위험도 평가에 따른 구체적인 침수방지사설 설치 기준 및 유지·관리에 대한 지침 개발
- 하천변 저지대의 침수위험 지하공간(지하철 등)에 대한 체계적인 침수예상분석
 - 지하철역사 주변지역에 대한 하천범람해석 및 내수침수분석에 의한 종합적인 침수예상분석 필요
 - 종합적인 침수예상분석을 통한 침수방지사설 설치기준 근거를 제시하여 시설 설치비용의 과다투자 방지 및 효과적인 침수예방 대책 수립
 - 지하철역사의 침수예상 분석을 통하여 침수경로 등을 파악하여 시민 대피기준, 정전에 대비한 시설보안 방안, 안전대피로 설정, 정보전달 체계 수립 등의 종합적인 시민안전대피체계 수립
 - 지하공간에 대한 수치 모델 개발과 수리모형 실험을 통하여 지하공간 침수의 양상 및 흐름 분석을 통하여 과학적인 침수예상분석 필요

- 지하공간(지하철 등) 침수방지와 관련된 제도 개선방안 수립
 - 지하공간 대한 효과적인 침수방지대책 수립을 위하여 침수위험지역의 하천 및 배수계통 등에 대한 관리 주체(서울시 및 구청)와 위험역사관리주체(도시철도공사, 지하철공사)와의 상호협조체제 구축이 필요
 - 서울시 지하공간 침수방지를 위한 기본계획수립 및 다중이용지하공간 설계 시 침수방지대책에 대한 영향평가 실시
- 종합적인 지하공간 방재시스템 구축
 - 지하공간 침수피해를 예방하기 위한 체계적이고 효율적인 종합방재시스템을 구축하여 시민의 생명과 재산피해를 최소화
 - 지하공간에 대한 홍수시 위험성을 시민들에게 주지시키기 위하여 과거 침수실적에 대한 침수실적도, 내수침수분석 및 하천범람분석, 이와 연계된 지하공간의 침수예상분석 등을 통한 침수예상지도가 작성
 - 홍수발생시 홍수정보 등을 정확하고 신속하게 전달할 수 있는 지하공간에 대한 홍수예경보 시스템 구축
 - 지하공간 관리자 및 시민들에 대한 대피 교육 및 훈련 실시

- 침수방지시설의 확충 및 침수방지사업의 실시 등을 통한 침수피해 경감대책 마련

6. 결론

본 고에서는 지하철역사에 대한 침수위험의 파악을 위하여 지하철역사의 과거침수실적, 지형적 위험성, 외수 위험성, 내수 위험성의 4가지 평가항목을 선정 후 지하철역사 침수위험도를 평가한 연구 자료를 요약하였다.

본 고에서 제시한 연구는 지하철역사의 침수위험도를 정성적으로 평가한 것으로 추후 계량화 할 수 있는 평가요소의 도출과 표준화를 통하여 침수안전도 지수 등을 개발하여 정량적인 평가에 대한 연구의 필요성이 있다. 향후 침수위험 지하철역사들에 대한 침

수예상 분석을 통하여 침수심, 침수시간, 침수경로 등을 파악하여 시민 대피기준 및 대피체계 수립에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 건설교통부 (2002) “안양천 하천정비기본계획”
- 건설교통부 (2005) “하천설계기준”
- 서울시정개발연구원 (2005) “서울시 지하공간 침수 방지대책 및 대피체계수립 방안”
- 유환희 외 (2005) “지형공간정보체계에 의한 도시지역 재해위험도 평가“ 한국지형공간정보학회논문집 제 13권 제3호 pp. 41-52.
- 행정자치부 (2004) “지하공간의 침수방지대책에 관한 연구”