

## 지하공간 침수피해 상황 및 방지대책



안 재 현 ▶▶▶

서경대학교 토목공학과 조교수  
wrr@skuniv.ac.kr



박 무 종 ▶▶▶

한서대학교 토목공학과 부교수  
mjpark@hanseo.ac.kr

생한 곳은 예년과 마찬가지로 지하공간이 많은 비증을 차지하고 있다. 지하철역, 지하철공사장, 주택지역의 지하층, 상가의 지하층 등 침수에 취약할 수밖에 없는 지역에서 주로 피해가 발생한 것이다.

본 고에서는 2006년 홍수피해 지역 중 지하공간 침수피해가 발생한 고양시의 지하철역 피해 상황 및 원인을 살펴보고 종합적인 지하공간 침수방지 대책에 대해 논하고자 한다.

### 2. 고양시 지하철역 침수피해 상황

제3호 태풍 “에위니아”로 인해 경기도 고양시에서는 2006년 7월 12일에 한때 시간당 70mm 이상의 집중호우가 쏟아졌으며, 이로 인해 사망 1명, 이재민 271세대, 약 15억 원의 재산피해가 발생하였다. 특히, 아람누리 지하 공사현장에 고인 빗물이 지하철로 쏟아져 들어와 지하철 3호선 정발산역이 침수되면서, 17시간이나 지하철이 불통되었고 이로 인해 심각한 교통체증이 유발되었다(이종설, 2006).

고양지역에 시간당 70mm의 집중호우가 쏟아진 12일 오전 8시쯤 정발산역 3번 출구로부터 20m 떨어진 지하 공사현장에서 표고관측을 위해 뚫어놓은 직경 30cm 정도의 구멍을 통해 다량의 물이 유입되면서 정발산역이 침수되었다. 이 물은 지하 2층까지 흘러 내렸으며, 다음 역인 마두역을 지나 백석역까지 침수 시킴으로써 일산선 운행이 전면 운행되는 사태가 발생하였다. 그림 1에서 그림 4까지는 이와 관련된 침수피해 상황을 보여주고 있다.

### 1. 서 언

2006년에도 어김없이 태풍과 집중호우로 인한 홍수피해가 발생했다. 제3호 태풍 “에위니아”로 인해 시작된 호우피해는 집중호우가 연속되면서 순식간에 늘어났으며, 예년에 못지않은 인명 및 재산피해가 발생했다.

피해의 양상을 살펴보면, 인제와 평창 등이 포함된 강원도 지역에서는 집중호우로 도로가 끊기고 산사태가 이어지면서 사망·실종 44명에 전파·반파·침수 주택 2만2445동, 수재민 6380명의 피해가 발생했다. 시간당 70mm 이상의 집중호우가 내린 경기도 고양시에서는 지하철 3호선 정발산역이 침수되어 하루 종일 운행이 중단되는 피해를 겪었다. 또한, 안양천에서는 지하철 9호선 공사를 재시공되었던 제방이 붕괴되면서 양평동 지역 7,800가구, 2만여 명에게 긴급대피령이 내려졌고, 700여 가구가 침수되는 피해가 발생했다.

이러한 홍수피해 상황 중에 특히 심각한 피해를 받

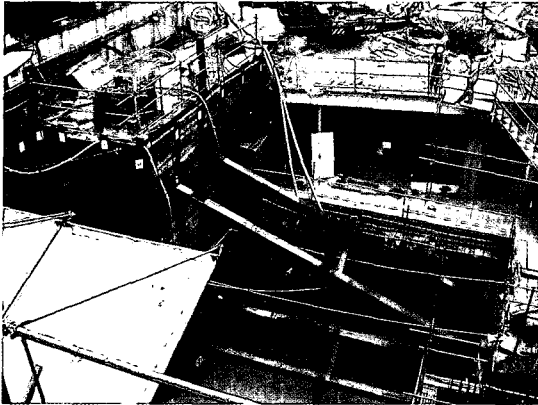


그림 1. 정발산역 인근 공사현장

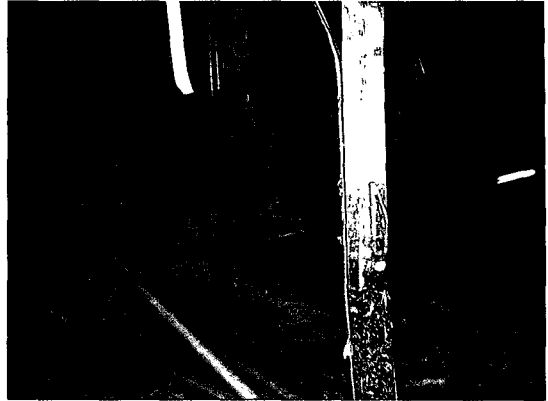


그림 2. 구멍을 통해 공사현장에서 유입되는 물로 인한 침수상황



그림 3. 정발산역 지하층의 침수상황



그림 4. 정발산역 지하2층 선로의 침수상황

### 3. 지하공간 침수피해 방지대책

#### 3.1 지하공간 침수방지를 위한 수방기준

소방방재청은 2005년 8월 31일 지하공간의 침수 피해를 예방하기 위해 '지하공간 침수방지를 위한 수방기준'을 제정·고시했다. 개정된 자연재해대책법 제17조에 근거하여 제정된 이 기준은 홍수, 해일 등에 의한 침수취약지구로 지정된 구역내 건축물의 지하층에 설치된 주거 또는 저장시설, 지하상가 등 지하 시설물을 관리하는 지방자치단체 및 공공단체 등 업무담당자들이 침수방지 대책을 수립하거나 지하시설물 및 지하공간 설계 등에 적용할 기준을 정하여

지하시설물의 침수 안정성 확보에 이바지하기 위함을 목적으로 한다. 적용범위로는 지하도 및 지하차도, 지하철 및 전철, 지하상가, 상시 근무자가 있는 지하변전소, 지하공동구 등의 공공용 지하공간이나 주택 및 지하다층 건물에 대한 유형별 침수방지를 위한 계획이나 설계 시가 해당된다.

집중호우로 연평균 4만여 채의 건물이 침수피해를 당함에 따라 재산과 인명피해를 줄이기 위해 마련된 '지하공간 침수방지를 위한 수방기준'을 적용함으로써 구조적으로 홍수에 강한 도시가 만들어져 침수피해가 점차 줄어드는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

이 기준에 따르면 상습 침수지역에서는 주택의 지

하실이나 지하철, 지하상가 등과 같은 지하시설물을 설치할 때 침수방지턱, 배수구 역류방지시설 등 침수방지시설을 갖춰야 하며, 침수방지시설을 의무적으로 설치해야 하는 시설은 자연재해대책법 시행령 제15조 상의 수방기준 적용대상시설물인 지하도와 지하차도, 지하도상가, 광역전철, 지하변전소, 지하공동구, 주택, 지하다층주택 등이다.

이 기준에는 침수방지 대책의 수립과 관련하여 예상침수높이를 결정하도록 되어있으며, 이를 위해 과거 침수실태 또는 집중호우나 이상기후에 의한 호우시 예상침수높이, 홍수범람위험지도가 작성되어 있다면 이에 의한 예상침수높이, 하천범람 모의, 해일범람 모의 등의 침수위 분석결과 등을 이용한다. 이와 같은 자료의 활용이 불가능할 경우에는 과거의 강우기록과 침수피해, 인근주민들의 탐문조사결과 등을 감안하여 예상 침수높이를 추정한다.

유형별 침수방지 대책을 위한 기술적 기준에는 다음과 같은 사항들을 규정했다.

**1) 지하공간 침수방지를 위한 공통 적용사항**

- 출입구 방지턱의 높이
- 환기구 및 채광용 창 위치
- 비상 조명 및 안내표시
- 누전 및 정전 방지
- 방수판과 모래주머니
- 역류방지 밸브 설치
- 배수펌프 및 집수정 설치
- 침수피해 확산의 방지
- 대피경로 확보
- 경보방송
- 난간설치

**2) 지하공간 침수방지를 위한 시설별 적용의 기술적 기준**

- 지하도 및 지하차도대피용 출입시설
- 지반 부등침하 방지
- 지하변전소 개구부 높이 결정

- 변전소와 전력구의 연결
- 침수방지 시설물에 대한 점검 및 확인
- 지하공동구 개구부의 위치
- 맨홀의 설치
- 저지대내 주택 신축 억제
- 반지하 주택의 출입구 높이 확보
- 지하다층 건물 다단계 배수펌프 설치

**3) 침수대비 피해 방지대책**

- 지하상가 인원 및 상품보호 활동
- 대피경로 확보
- 방재훈련
- 지하철 및 전철 지령실 침수 방지
- 방재를 위한 홍보
- 대피 방송

**3.2 도시 지하공간 긴급대응방안 연구**

도시홍수재해관리기술연구사업단(2005)에서는 “도시 지하공간 긴급대응방안”에 대한 연구를 수행하였으며, 이는 도시 지하공간에서 발생하는 풍수해 대처에 관한 내용으로 구성되었다. 이 연구에서는 최종 성과로 지하도 및 지하차도 침수 대응방안, 지하철 침수 대응방안, 공동구 및 지하시설물 침수 대응방안, 대규모 지하공간 침수 대응방안, 주택지역 침수 대응방안 등을 제시하였으며, 이를 정리하면 다음과 같다.

**1) 지하도 및 지하차도 침수 대응방안**

지하도 및 지하차도는 상대적으로 저지대이며 침수시 빗물의 유입구로 작용하는 출입구가 상당히 커서 호우에 의한 침수피해가 빈번히 일어난다. 특히 도시지역의 특성상 호우의 도달시간이 빨라 지하도 및 지하차도로 많은 양의 물이 순식간에 유입된 사례가 많이 있으며 이로 인해 보행자와 차량의 피해가 다수 발생했다.

지하도 및 지하차도의 침수를 막기 위한 방법으로

는 지하로 침수방지턱을 설치하는 것이다. 하지만 현재에는 차량통행의 수월함을 위하여 방지턱이 설치되지 못하고 있다.

지하도 및 지하차도의 침수에 관한 대응방안은 각 지방자치단체별로 마련되어 있다. 각 구청별 호우주의보 발령 시 지방자치단체 직원이 직접 해당 지하도 및 지하차도에서 배수펌프 작동 및 차량통제 여부를 확인하는 조치사항이 있다. 하지만 침수 재난 발생 시 행동 강령 및 조치사항이 세부적으로 명시되어 있지 않은 실정이며, 시간당 강우량 및 재해정보 단계별로 행동 조치사항의 세부적인 구성이 필요하다.

## 2) 지하철 침수 대응방안

지하철 침수는 주로 지하철 입구의 턱 높이가 낮게 설계되었거나 환기구의 높이가 낮은 경우, 주변 지하철역사 공사로 인한 주변 누수, 설계강우를 초과하는 강우에 의한 주변 침수, 배수시설의 불량 등으로 발생되었다. 지하철 침수는 자칫하면 대규모의 경제적 손실과 인명피해로 연결될 수 있어 빠르고 신속한 침수 대응 체계가 필요한 실정이다. 현재 지하철의 경우 서울시 도시철도공사에서 수립한 '종합안전·방재표준처리절차(2004)'와 '종합안전·방재관리 시행지침(2004)'와 같은 침수 대응 방안지침이 있어 체계적인 재해 대책이 마련되어 있는 상태다.

도시철도공사의 침수 긴급대응 방안을 살펴보면 풍수해 종합대책, 환기구·출입구 우수 유입 시 대책, 역사 침수 우려 및 유입 시 조치요령, 우수 유입 집수정 수위상승, 침수 시 전자분야 조치요령, 침수 우려 시 승객대피 대책 등의 6가지로 구성되어 있다. '풍수해 종합대책'은 호우 상황에 맞추어 평시, 1단계~3단계의 총 4단계로 구분하여 단계별 행동 요령으로 구성되어 있다. '환기구·출입구 우수 유입 시 대책'은 평시 우수 유입 차단시설물의 종류와 비치에 관한 내용과 호우 시 차단시설물을 이용한 우수 유입 대응 요령이 기술되어 있다. '역사 침수 우려 및 유입 시 조치요령'은 침수 시간에 따른 역무원의 행동요령과 대책이 강구되어 있다. '우수 유입 집수정 수위상

승'에는 배수감시체계와 기존펌프용량 초과 시 행동요령에 대하여 자세하게 대책이 수립되어 있다. '침수전 전자분야 조치요령'은 침수 시 주요 부속품 철거조치, 비상복구체계 가동, 응급복구와 복구후의 조치요령이 수립되어 있다. '침수우려시 승객대피 대책'은 비상시 승객의 안전을 보호하기 위해 비상게이트 개방 등의 대책이 마련되어 있다.

## 3) 공동구 및 지하시설물 침수 대응방안

공동구 및 지하시설물은 전기, 가스, 수도, 통신시설 등의 공공의 편익을 위하여 필요한 시설물들을 도시 미관을 위해 지하에 매설된 시설물들을 통칭한다. 대부분의 공동 시설물들은 지반보다 낮은 지하에 매설되어 있어 언제든지 호우에 의한 침수우려가 있는 실정이다.

지금까지 공동구 및 지하시설물의 침수피해는 주로 외부 환기구, 장비 반입구, 접합부의 결함으로 생긴 틈으로 우수가 유입되어 발생되었다. 환기구의 턱 높이, 시설물의 결함이 원인이 되고 있어 각별한 관리가 필요하다.

공동구 및 지하시설물의 침수 방안은 시설물 관리단체 및 사업체에 따라 다르게 적용하고 있고 대응방안에 관한 법령도 배수펌프 설치 규정만 있을 뿐 구체적인 사항이 없는 실정이다. 한국전력공사(2002)의 지하변전소는 전력시설물의 특수성(전력공급, 감전위험)이 있기 때문에 이에 대한 대응방안으로 침수 위험이 없는 부지선정과 침수대비에 중점을 두고 있다. 지하 시설내 유입되는 우수 처리를 위한 집수정 설계에 관하여 누수량이 산정되어 있고, 30분 내에 유입수를 배수처리 할 수 있도록 설계펌프와 예비펌프 설치가 명문화 되어 있다. 우수 침투가 우려되는 환기구 및 이동통로의 높이는 15 cm 이상의 높이 제한을 두고 있다. 또한 완전 침수 상황에 대비하여 차수문은 일정 수압에 견뎌 낼 수 있도록 제시되어 있다.

## 4) 대규모 지하공간 침수 대응방안

대규모 지하공간은 도심의 인구의 유동이 많고 상

가가 밀집되어 있는 공간이다. 지하공간은 출입구의 협소와 폐쇄적 구조성 때문에 호우에 의한 침수로 인해 치명적인 인명 및 재산 피해를 줄 수 있다. 현재 몇몇 지하상가에서는 비상탈출로에 상판을 진열 혹은 적재 해놓아 갑작스런 호우에 의한 피해가 예상되는 실정이다. 지금까지 지하상가와 같은 대규모 지하공간의 침수 피해는 국지성 집중호우와 주변 하천의 범람으로 일어났다. 배수설계 이상의 호우에 대하여 대비한 펌프 설치와 더불어 방수문 및 입출구의 침수 안전 턱높이 조정이 필요하다.

대규모 지하공간에 대한 대응방안으로 코엑스의 “여름철 풍수해 종합대책(2005)”이 있다. 코엑스의 대응방안은 시간 강우량에 따라 1단계부터 3단계까지 나누어져 있다. ‘1단계’는 시간당 20 mm, 일강수량 80 mm 이상일 경우 수방자재 점검 및 하수도, 배수로 점검의 조치 항목으로 되어있다. ‘2단계’에서는 호우주의보 발령 시, 태풍주의보 발령시, 한강인도교 수위가 7.9m 도달 시 내려지는 조치로써 건물 내 배수펌프 가동 및 작동상태 점검, 우수침입 예상지역 수방자재 대기 등의 행동강령이 명시되어 있다. ‘3단계’는 비상단계로써 한강인도교 수위가 8.5m 도달 혹은 상승 시 내려지는 상황이다. 이 상황에서는 시민의 안전지대 대피 유도 및 피해지역 긴급보수의 조치가 내려지도록 되어있다.

코엑스의 침수 긴급대응방안은 인도교 및 강우량에 따른 단계별 조치가 구체적으로 구성되어 있는 장점이 있다. 하지만 긴급 상황 시 차수벽을 설치해야 하는 지역과 시민대피계획에 대해서는 세부적인 명시가 없는 실정이어서 이에 대한 보완이 필요하다.

#### 5) 주택지역 침수 대응방안

집중호우에 의한 주택지역의 침수피해는 매년 여름마다 빈번하게 발생하고 있다. 집중호우로 인한 침수피해의 원인으로는 설계강우 이상의 강우발생, 노면수 유입, 관저용량 부족, 배수펌프장의 용량 초과가 있다. 이와 같은 침수 원인과 더불어 저지대 주택 밀집 지역의 경우에는 침수고 이하로 건설된 주택터

으로 인하여 반지하층 혹은 집안내부로 빗물이 밀려 들어 오는 상황도 발생하였다. 이로 인해 저지대 침수 방지를 위해서 주택터 높이의 기준이 제시되어야 하는 필요성이 제기된다.

지하주택의 침수 방지를 위한 턱높이 기준을 제시하였다. 대상 지역으로는 2001년 7월 15일 침수피해를 입은 이문 1동지역의 34개 지점으로 선정하였으며 대상지역의 지형학적 인자인 도로, 경사, 폭, 턱높이를 이용하여 Manning 공식과 합리식에 의한 침수심을 계산하였다. 그리고 실제 대상구역내 주택에 설치된 턱높이가 어느 정도 침수 피해를 저감시킬 수 있는지를 계산하였으며 턱 높이의 타당성 여부를 평가하였다. 그 결과 구역의 여러 인자들에 의해 수심의 변화가 있음을 알 수 있었으며, 이문 1동지역의 경우는 30 cm 높이의 주택터 만으로도 침수피해를 저감시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

## 4. 결론

2006년 경기도 고양시에 발생했던 지하철역 침수 사고를 중심으로 호우로 인한 지하공간 침수피해 상황 및 방지대책에 대해 살펴보았다. 이번 정발산역의 예에서도 알 수 있듯이 지하철역의 침수는 막대한 경제적 손실의 초래 및 대형 인명피해 발생을 야기할 수 있으므로 이에 대한 철저한 대책이 필요하다. 또한, 지하도, 지하상가, 대규모 지하시설물, 지하주택 등의 침수에 대해서도 대비하여 갈수록 늘어나는 풍수해 피해를 예방할 수 있어야 할 것이다. 이러한 풍수해 예방을 위한 구조적 또는 비구조적 방안에 대한 다각적인 준비는 장기적인 관점에서 지속적으로 추진되어야 하며, 특히 관련 분야에 정부의 일관성 있는 정책 및 투자가 이루어지길 기대한다.

## 감사의 글

자료의 이용 및 게재를 허락하신 방재연구소 이종

설 박사와 고려대 유철상 교수에게 감사드립니다.

### 참고문헌

- 도시홍수재해관리기술연구사업단, “도시 지하공간 긴급대응방안 연구”, 2005
- 서울특별시 도시철도공사, “종합안전·방재 표준처리절차”, 2004
- 서울특별시 도시철도공사, “종합안전·방재관리 시행지침”, 2004
- 이종설, “고양시 일산지역의 피해현황 및 분석”, 제 13회 도시홍수재해관리기술 세미나, 2006
- 코엑스, “여름철 풍수해 종합대책”, 2005
- 한국전력공사, “지하변전소 침수대비 적용기준”, 2002