

지하구내 전기설비 설치기준 및 실태에 관한 연구

정종욱, 임용배, 정진수, 김형준
한국전기안전공사 전기안전연구원 전기재해연구그룹

A Study on the Criteria of Electrical Facilities Installation and Status Quo of Flood Damage in Underground Premises

Jong-Wook Jung, Young-Bae Lim, Jin-Soo Jung, Hyung-Joon Kil
Electrical Disaster Research Group, Electrical Safety Research Institute, KESCO

Abstract - 본 논문에서는 지하구내에 설치된 전기설비의 국내·외 설치기준 및 침수로 인한 피해실태에 대해 검토하였다. 검토과정에서는 이미 보고된 바 있는 다양한 자료 및 인터넷 기사를 근거로 하여 국내·외의 기준 및 수해실태를 비교·분석함으로써 침수피해의 근본적인 원인을 규명하였다.

1. 서 론

우리나라는 근대화를 거치면서 급격한 도시화가 진행되었으며, 초지나 나지의 도로화 및 건물의 무분별 축조에 의해 대지의 우수 침투능이 감소된 결과, 우천시 유효강수량이 증가되어 왔다. 또한, 도시인구의 과밀화는 인간의 생활공간을 지하로 확장시킴으로써 국지성 집중호우시 침수에 의한 인적·물적피해도 날로 증가하고 있다. 일반적으로, 자연현상으로 인한 재해를 1차재해로, 이로 인한 부차적인 재해를 2차재해로 명명하고 있으며, 특히, 침수로 인한 2차재해로는 피해복구시 투입되는 인력의 감전사고나 복구 후, 전기설비 재가동시 발생하는 안전사고 등을 들 수 있다.

본 논문에서는 국내·외 지하구내 전기설비의 설치기준 및 침수로 인한 피해실태에 대해 검토함으로써 현재 상황에서의 침수피해 원인을 규명하고 2차재해에 대해 적절한 대안을 제시하기 위한 기초적 연구차원에서 수행되었다.

2. 지하구내 침수관련 전기설비 운용실태

2.1 국내 실태

우리나라는 1970년대 이후 지하상가, 자원비축시설, 지하 양수발전소 등이 정부의 지하공간 개발사업으로 추진되어 산업용, 안보용 공간으로 활용되기 시작했지만, 시민생활과 직결되는 지하공간으로서의 본격적인 개발은 1974년 지하철 개통을 계기로 그 기능이 활성화되면서라고 볼 수 있다[1]. 이와 같은 지하공간의 개발은 지상의 개발과는 또다른 제반 위험요소를 내포하고 있으며, 상정가능한 각종 재해에 대한 초기 대응방안이 함께 강구되어야 하지만, 최근의 재해사례에서 알 수 있는 바와 같이, 많은 문제점들이 속속 드러나고 있다. 특히, 우리나라는 연평균 강수량 1,274[㎝]의 2/3가 여름철에 집중되는 기상학적인 원인과 전 국토의 70%에 가까운 면적이 산지로 구성되어 있는 지형학적인 원인에 더해 국토 개발사업과 국지성 호우로 인해 수해가 극심한 국가로서, 급속한 침수 및 유출특성을 나타내고 있으며, 이에 따른 돌발홍수와 유출량의 증가는 저지대와 도시지역의 빈번한 침수를 야기하고 있다. 지하공간의 침수는 그림 1에 보인 바와 같이, 지상의 침수와는 많은 차이를 보이고 있으며, 이로 인해 그 피해규모면에서도 막대한 차이를 나타낼 수밖에 없다. 특히, 2002년의 태풍 "루사"와 2003년의 태풍 "매미"로 인한 총 피해규모는 10조 4천억 원, 복구비용만도 14조 4천억 원에 이르는 것으로 추산된 바 있으며, 이중 지하공간에 대한 피해와 복구비용의 소가 많은 부분을 점하고 있다[2].

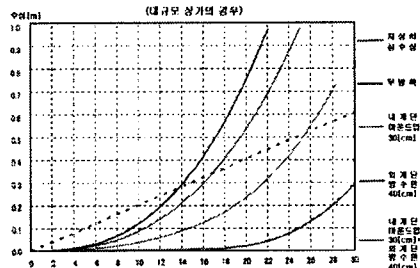
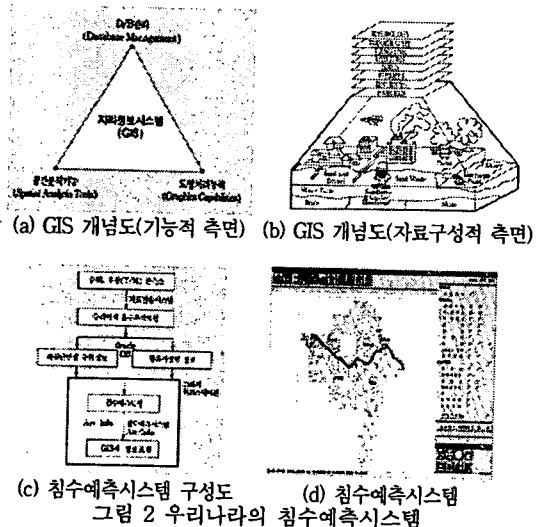


그림 1 대책별 침수심 변화 비교

이와 같은 지하공간의 침수피해를 예방, 경감하기 위해 행정자치부 재해통제본부에서는 2003년 경남 마산 등지에서의 침수피해를 모델로 공간적 특성을 고려한 침수방지대책의 필요성을 인식하였으며, 한국방재협회에 의뢰하여 "지하공간의 침수방지대책에 관한 연구"를 보고서로 발표한 바 있다[3]. 이 보고서에 따르면, 지하공간의 구난대책에 관해 언급하고 있는 현행 제도 및 법령으로는 "건축법"과 "건축법 시행령", "주택법"과 "주택건설기준 등에 관한 규정", "도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙"들이 열거될 수 있으며, 국내의 일부 연구기관에서도 그림 2와 같은 GIS를 이용한 침수 예측시스템을 구축한 바는 있으나[4], 이중 지하공간의 침수에 대한 전기시설물의 안전성을 보장하기 위한 대책들은 거의 찾아볼 수 없는 실정이다. 다만, "전기설비기술기준"에서는 일부개소에 대한 지하공간에의 전기설비를 시설하기 위한 기준만을 제시하고는 있으나, 우수의 유입과 침수방지 침수에 대한 대책은 앞으로 보완되어야 할 사안으로 남아 있다.



(c) 침수예측시스템 구성도 (d) 침수예측시스템
그림 2 우리나라의 침수예측시스템

그밖에도 몇몇 규칙 및 시방서에 지하공간에 대한 가이드라인을 제시하고 있는 경우도 있으나, 공히 배수 및 침수방지대책과 관련된 상세조항은 언급하고 있지 않은 실정이다.

2.2 국외 실태

2.1절에서 설명한 국내의 지하구내 전기설비 운용 관련 실태와 비교하기 위해, 본 절에서는 영국, 미국 및 일본의 사례를 예로 들어 설명한다.

2.2.1 영국

영국은 도서국가로서 기상의 기복이 다른 나라에 비해 심한 편이며, 특히, 연중 강우일수가 높은 편에 속해 이에 대한 정부차원의 대책마련이 잘 구비되어 있는 국가이다.

현재 영국에서 풍수해와 관련된 업무를 하고 있는 기관은 환경청(environment agency)으로, 1999년 이후 정부로부터 독립적인 업무영역을 보장받아 홍수에 대비한 기술제공과 물품생산 및 보급업무를 전담하고 있으며, 이 청 홈페이지에서 일반가정에서의 홍수방지 방안을 소개하고 있다[5]. 그러나 지하구내와 관련된 사항을 특별히 고시 또는 언급한 바는 없으며, 일반적인 저지대 주택에 대한 침수방지대책을 다루고 있다. 이 청에서 공급하는 홍수위험품에는 방수시료표시가 되어 있으며, 저지대 및 홍수위험지역 내 주택으로의 빗물 유입을 억제하기 위한 품목을 고안한 후, 시험, 생산 및 보급하고 있다. 또한, 이 청은 DEFRA(Department of Environment, Food and Rural Affairs)와 연계하여 수해방지를 위한 연구개발체계의 일환으로 그림 2와 같은 홍수관리 연구개발 프로그램을 제공하고 있으며[6], 주택단지, 도심 및 공공시설 등을 대상으로 하여 지하수, 해수, 오수 및 관련된 방제계획도 수립하고 있다.

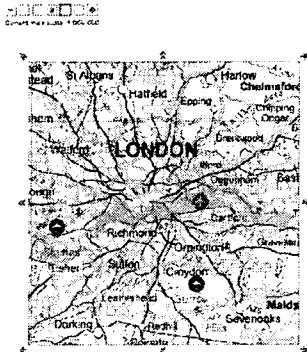


그림 2 영국의 홍수관리 프로그램(런던지역)

특히, 영국은 2000년 홍수 이후, 방제와 관련된 많은 연구가 수행되고 왔으며, 홍수방제물품 등의 많은 결과를 양산하고 있다. 이밖에도 영국에는 수자원관리법의 제정에 의해 1999년 하천청이 건립되어 이 청과 관련된 법안들이 WRA(수자원관리법안) 및 LDA(지상배수로 관리법안)으로 통합되었다. 수자원관리법안에 따르면, 하천청은 홍수방제와 관련된 모든 사안에 대한 일반적 감시의무를 지니며, 홍수방제활동을 벌이는 지역에 대한 연구조사를 수행함으로써 새로운 방제시설을 건설하고 기존하천 및 해안방제시설에 대한 유지·개선사업을 수행한다. 이 청은 재해방지시설을 보유한 개인이나 지방당국을 제외한 대상에 대해 해양방제를 수행할 책임과 권한을 지닌다. 또한, 주요하천과 일반수로에 대해 법적규제를 가할 수 있으며, 또한, IDD(배수자치구)가 주요하천 및 일반수로에 대해 수행하는 사업 이외의 모든 특정사업에 관한 동의권을 가진다. 이 청은 이밖에도 내수와 외수 개발, 보존, 관리 주체로서의 막강한 책임과 권한을 가진다.

2.2.2 미국

미국의 홍수관련기능을 갖는 대표적인 기관으로는 FEMA

(Federal Emergency Management Agency ; 연방 긴급사태관리청)를 들 수 있으며[7], 이 청은 방제, 협력 및 보호라는 주된 기능을 수행하기 위해 그림 3과 같은 홍수지도 제작·공급함으로써 인적·물적피해 및 피해대상자와 지역에 소요되는 막대한 자본투입을 최소화하고 있다.

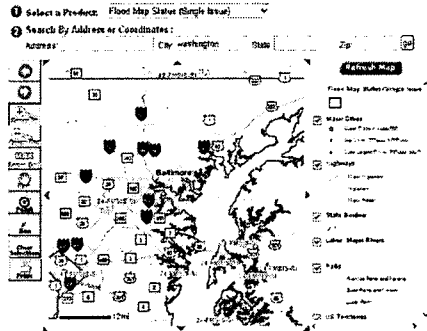


그림 3 미국의 홍수관리 프로그램(발티모어지역)

그림 3에 보인 바와 같은 홍수지도는 주로 NFIP(National Flood Insurance Program ; 홍수보험프로그램)의 보험가입, 보험비 책정의 자료로 사용되고 있으며, 정부에서 지원되는 재해복구자본은 대부분 홍수보험으로 충당되고 있다. NFIP는 보험비의 지급 이외에도 각 시설별 침수피해를 예방, 경감하기 위해 다음과 같은 여러 가지 설치기준을 제시하고 있다.

- 외벽설치 및 보강공사에 대한 기준
- 전시시설 설치
- 연료탱크 설치
- 난방, 환기, 냉방장비 설치
- 배수구 역류방지밸브

한편, FEMA에서는 “homeowner’s guide to retrofitting six ways to protect your house from flooding”을 통해 주택 침수방지 보수공사, 신축건물 침수방지공사 등에 활용될 수 있는 6가지 방안 및 이러한 방안 선정시 다음과 같은 고려사항이나 결정조건을 세부적으로 제시하고 있다.

- 건물의 인상/이동
- wet/dry floodproofing

2.2.3 일본

일본의 경우도, 앞서 설명한 영국과 마찬가지로 도서 국가에서 나타나는 기후현상을 보이고 있으며, 그 정도는 오히려 우리나라보다 가혹하여 오래 전부터 각종 재난에 대한 대책이 강구되어 왔다. 대표적인 대책으로는 지하공간 침수방지 가이드라인을 들 수 있으며, 일본의 경우는 지하공간을 대상으로 하여 대응하기 위한 자원으로 간주하여 토목학회의 분과학회로서 지하공간연구회가 발족되어 운용되고 있는 실정으로서 이같은 민간기관에서 주기적으로 지하공간 심포지엄을 실시하고 있을 정도로 지하공간 활용에 대한 관심이 높다.

한편, 일본에서는 침수피해의 위험도를 평가하기 위한 기술개발에 일찌감치 착수한 결과, 현재는 수해발생의 원인과 형태에 따른 범람해석기술이 확보되어 있는 상태이며[8][9], 지금까지는 큰 하천이 결괴하여 홍수범람이 발생하면 내수에 비해 인명, 자산 및 산업 등에 심대한 피해를 미칠 위험성이 높으므로, 큰 하천의 범람(외수범람)을 주대상으로 하여 범람해석 및 위험지도를 작성해 왔지만, 앞으로는 하수도(우수)의 배수불량과 배수장의 불완전 배수 등으로 인한 내수범람의 피해도 빈발하고 있다는 점을 감안하여 내수와 외수 모두로 인한 범람위험지도의 작성방법 개발에 박차를 가하고 있다. 기술적인 방법으로는 시뮬레이션에 의한 내·외수 범람을 모델링 후, 시뮬레이션에 의해 해석하고 있으며, 이 과정에서 지하구내의 침수위험도를 평가하기 위한 침수대

책도 마련되고 있다. 지하구내 침수시의 구난기술 마련 상 문제점은 물의 유입방향과 지상으로의 피난경로가 동일하므로, 인간의 행동제약수위 이상의 물이 유입되면 의사에 의한 인명피해가 커진다는 점이 지상에서의 침수 피해와는 사뭇 다른 양상으로 간주되고 있다. 따라서 일본은 전국의 주요 지하공간을 대상으로 위험지도에 반영될 수 있는 각종 재해·구난관련 데이터를 DB화하여 왔으며, 이를 근간으로 그림 4와 같은 화상지도를 구축하였다.

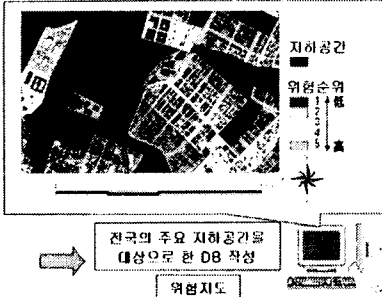


그림 2 지하공간의 침수위험도를 나타낸 화상지도

이같은 국지적인 재해에 대한 보다 근원적인 대책을 보완하기 위해서는 거시적인 지형과악이 필요하다. 이를 위한 기술적 방안으로써 시뮬레이션과는 또다른, 그림 4와 같은 레이저스캐너 측량에 의한 위험지도도 작성되고 있으며, 이 기술은 특히, 도심부에 대한 침수위험평가에 있어 연령, 장애 유무 등과 같은 피난자의 속성에 따라, 피난로상 상정 침수심에서의 주행·보행 등에 의한 피난 가능성을 정확히 판단할 수 있으므로, 실제 활용상 매우 유용한 기술이다.

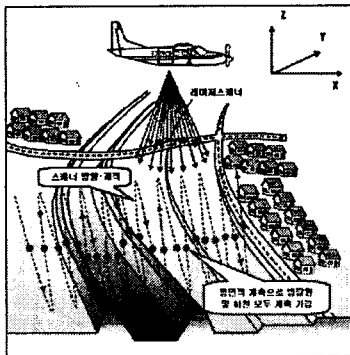


그림 4 레이저스캐너 측량의 개념도

3. 침수피해실태 조사

3.1 국내 실태

우리나라는 국지성 호우빈발로 인한 침수피해가 빈발하고 있는 실정으로, 최근의 사례를 살펴보면 2004년 8

월, 광주 지하철 4가역이 2003년에 이어 재차 침수되었다. 이로 인해 역사 및 상가가 폐쇄되는 등 근본적인 대책 마련이 절실하게 요구되었다.

또한, 2001년 7월에는 전국에 걸친 태풍 “도라지”의 영향으로 경기, 충남을 비롯한 중부지방에 호우경보가 발령된 가운데 인천 용현동과 석남동 등의 주택 및 배다리 상가 등 424곳이 침수되었으며, 광명시 목감천변 저지대 지하층 등도 수해를 입었다. 이밖에도 전철 운행이 중단되고 교통이 통제되는 등의 수해가 발생하였다.



사진 1 광주 지하철 4가역 수해복구현장

3.2 국외 실태

국외의 침수피해 사례를 조사하여 표 1에 정리하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 수해로 인한 국내·외의 지하구내 침수 및 이로 인한 피해실태를 조사하였다. 우리나라의 경우, 기상여건이 다른 국가에 비해 결코 좋지 않은 실정이며, 이로 인한 피해도 매년 되풀이되지만, 아직까지 체계적인 재난방지시스템은 기술적으로 정립되어 있지 않은 실정이다. 이와 같은 상황에서의 재난복구는 매우 위험하며, 2차재해를 유발할 수 있으므로, 보다 심도깊은 연구를 통해 이에 대한 정확한 원인분석과 예방대책이 시급히 마련되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김세동, 최도혁, 류승기, 지하생활공간 개발 요소기술 연구, 한국건설기술연구원, KICT/95-ME-1401, 1995. 12
- [2] 최계운, 박근홍, “지하공간 침수방지대책 지침(안) 활용의 필요성”, 방재정보, Vol. 6, No. 2, p. 53, 2004. 6
- [3] 윤용남, 지하공간의 침수방지대책에 관한 연구, 11-1310000-000407-01, 2004. 3
- [4] KICT Worldwide Data Service[On-Line]. Available: http://www.kict.re.kr/webzine/Platform/98/9804_5.htm
- [5] EAUK Worldwide Data Service[On-Line]. Available: http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/flood/?lang=_e
- [6] EAUK Worldwide Data Service[On-Line]. Available: http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/flood/826674/829803/858477/?lang=_e
- [7] FEMA Worldwide Data Service[On-Line]. Available: <http://www.fema.gov/nfip/ask.htm>
- [8] 金木 誠, “都市地域における浸水被害の軽減”, 國總研アニュアルレポート2003, 國土交通省 國土技術政策總合研究所, pp.16-19, 2003
- [9] Worldwide Data Service[On-Line]. Available: <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/2003annual/>

표 1 국외 침수피해 사례

국가	발생일	발생지역	피해내용
일본	1999. 6. 29	후쿠오카현 지하철역	미사카강의 범람으로 자수의 지하철역 침수
	2000. 9. 11	오오소내역 지하보도	도카이 호우로 지하통로 침수
	2003. 7. 19	후쿠오카시 지하철	지하철 침수로 교통 마비
미국	1992. 4. 13	시카고 지하 화물터널	터널 중 1곳에서 누수 발생하여 터널 전체 침수
	1992. 12. 2	뉴욕 해안	호우로 전철 및 지하철 침수되어 운행 중단
	1996. 10	보스톤	홍수로 켄스모어 스퀘어역 침수
	2001. 6. 14	휴스턴	지하서고 침수
기타	2003. 6. 12	버지니아 스트리트	홍수로 지하도 침수
	1999. 12. 27	베네수엘라 카라카스	지하철의 침수로 교통 마비
	2000. 6	칠레 산티아고 및 발파라이소 지역	1주일간 호우로 지하철 운행 중단