

국의 수변전실 및 지상 전력기기 침수방지 대책에 관한 조사연구

김기현\*, 이상익\*, 전현재\*, 배석영\*, 이재용\*\*  
 \*한국전기안전공사 전기안전연구원, \*\*영남이공대

The analysis for flooding prevention countermeasures of Electrical facility and Transformer Vault on Foreign

\*Gi-Hyun Kim, \*Sang-Ick Lee, \*Hyun-Jae Jean, \*Suk-Myong-Bae, \*\*Jae-Young Lee  
 \*Electrical Safety Research Institution KESCO, \*\*Yeungnam College of Science & Technology

**Abstract** - Inundation of substation and ground power equipment breaks out every summer season in low-lying downtown and low-lying shore by heavy rain, typhoon and tidal wave. In case inundation excluding the exchanging cost of equipment, it occurs a great economic and social loss owing to recovery time and events of electric shock occur by inundation electrical equipment (Pad-mounted Transformer and Switch). So we research the flooding prevention countermeasures of electrical facility and Transformer Vault on Foreign. We conform the site facility and related regulation for flooding prevention on Foreign.

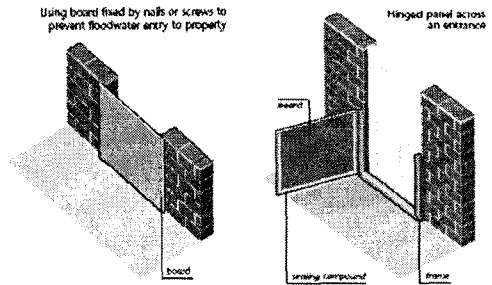
1. 서 론

지구 온난화에 따른 국내 이상 기온 현상으로 매년 집중 호우 및 태풍·해일 등이 발생하여 하천 근교, 도심 저지대 및 해안가 지대의 수변전실 및 지상 전력기기의 침수가 발생을 하고 있다. 그로 인한 설비 교체 비용 및 정전으로 인한 사회, 경제적 손실이 크게 발생을 하고 있다. 기상재해 현황을 살펴보면, 평균적으로 1년에 인명피해가 122명, 재산피해액이 약 6,000억원, 복구비 등 재산 손실액은 약 1조 7천억 원 정도이며, 이 중 호우로 인한 인명 및 재산피해는 전체 재해의 40~60%로 많은 비중을 차지하고 있다. 특히 우리나라는 연강수량의 70% 정도가 6월에서 9월 사이에 집중적으로 나타나는 특이한 기상조건을 갖고 있다. 따라서 저지대 침수 발생이 계속 커지고 있고, 해수면의 변화로 인한 해일 발생 확률이 높아지고 있다[1]. 그로 인한 전기설비 침수 피해와 복구시간 등에 따른 2차 피해가 커지고 있다. 따라서 본 논문에서는 국외의 전기설비에 대한 수변전실비 및 전력기기 시설에 대한 침수 방지 관련 규정 및 사용 시설에 대해 조사 분석 하였다. 침수 방지를 위한 관련 규정을 국가 별로 제시 하였고, 그에 따른 시설을 유지할 하기위한 침수 방지 설비를 조사 분석하였다. 따라서 분석된 결과는 국내 상습침수지역에서의 전기설비 침수 피해를 최소화 할 수 있도록 침수 방지 장치 등 전기설비 시설 위치 등에 관한 관련 법 및 제도를 개정에 필요한 근거 자료로 사용 할 수 있을 것으로 사료된다.

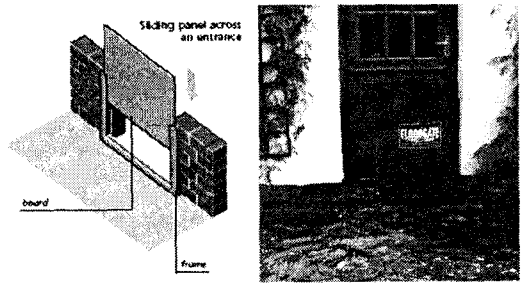
2. 본 론

2.1 국외 전력시설물 침수 방지 관련 제도 및 시설

저하공간에 침수 방지를 위해 그림 1, 2에서처럼 국외의 경우 지하 전력시설물이 시설된 출입구에서 물 침입 방지를 위한 방수문 및 방수판을 시설을 하고 있다. 영국의 경우 수해 방지용품에서 철저한 시험을 거친 제품에 대해서만 인증 마크를 붙이고, 인증 마크를 받은 제품만 시판되도록 규제하고 있다. 또한 설치 방법에 대해서도 자세히 설명하도록 환경청에서 관리하고 있다[2].



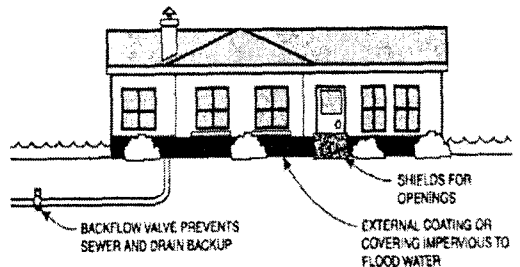
<그림 1> 지하 출입구 고정 및 여닫이 방수판(영국)



<그림 2> Top-Down 방수판 및 방수판 사용 예(영국)

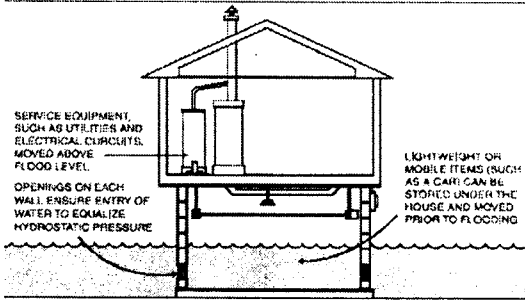
그림 3은 미국 연방긴급관리청(FEMA)에서 침수 방지 보수공사 방안으로 제시한 그림이다. 이 시설은 하수관로로 역류하는 물을 방지하기 위한 차단 밸브를 설치하고, 출입구로 유입하는 물을 차단하기 위해 방수판(Shields for openings)을 설치, 외벽의 경우 누수를 막기 위한 방수처리(External coating or covering impervious to flood water) 되도록 방안을 소개하고 있다.

MAXIMUM PROTECTION LEVEL IS 3 FEET (INCLUDING FREEBOARD)



<그림 3> 건물에 침수방지 시설(미국)

그림 4는 미국 FEMA에서 침수 지역에서 건물 시설시 침수 예방으로 구조물을 설계하고, 각종 시설은 침수위 이상으로 시설하도록 제시하고 있다. 시설시 수압 등을 고려하여 구조물을 설계하도록 제시하고, 그림에서 알 수 있는 것처럼 Utilities and Electrical circuits와 같은 공공설비(Service Equipment)은 침수위(Flood level) 이상으로 시설하도록 표시 되어 있다. 건물과 지면사의 공간은 침수되기 전에 이동할 수 있는 시설 및 차량과 같은 이동 가능한 물건을 보관할 수 있다고 제시하고 있다 [3].



〈그림 4〉 침수 지역에서 전기설비 설치 위치

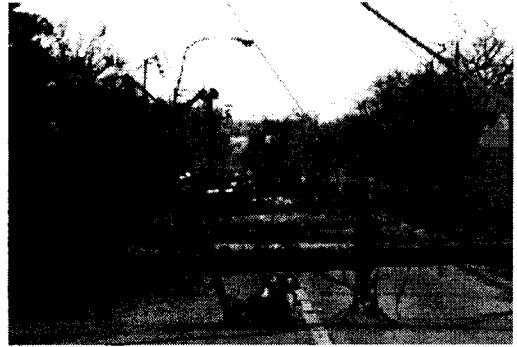
국의 수변전설 및 전기설비 시설장소에서 관해서 NEC450.41, IEC 61936-1, 호주 AS/NZS 3000에서 규정을 하고 있다. 호주의 경우 메인 전기 인입, 변전실, 측정설비는 침수에 측수위 (FPL : Flood Planning Level)에 1m 이상으로 설치로 규정하고, 미국의 침수가능지역(Flood prone)에서는 차단기, 대용량 스위치, 배전반, 변압기, 지중 케이블 등의 중요 전기설비를 설치할 경우 침수예방대책으로는 예측 침수위 이상 또는 그 값으로 시설하도록 규정하고 있다. 또한 미국의 경우에는 “침수 가능지역(Flood prone)에서는 차단기, 대용량 스위치, 배전반, 변압기, 지중 케이블 등의 중요 전기설비를 설치할 경우 가장 효율적인 침수예방대책으로는 예측침수위(DFE : Design Flood Elevation) 이상 또는 그 값으로 시설하는 것이다. 만약 전기 설비 중에 규정에서 정한 최대 수위를 초과하지 못하는 경우에는 건물 안에서 더 높은 층으로 재설치 해야 한다. 또한 메인 구조물과 서브 구조물 사이의 케이블 연결은 반드시 DFE 이상으로 되어야 한다” 규정하고 있다[3].

영국 침수지역에서는 “전기설비 설치 가이드”에 따라 “전기 측정기(electricity meter)와 수용기 설비(Fuse box 포함)가 주거 건물 안에 낮은 위치에 설치된 경우에는 지역 전기공급 회사의 승인에 의하여 침수위험지역에서 예상된 침수위(expected flood level) 이상으로 설치하도록 고려되어야 한다.” 고 규정하고 있다[2].

호주의 Camden 주정부에서는 “메인 전기 인입, 변전실, 측정 설비는 침수에측수위(FPL : Flood Planning Level)에 1m 이상으로 설치해야 한다. 설치 방법은 건물이 메인 전원으로부터 쉽게 분리 될 수 있도록 설치해야 한다.”고 규정하고 있다[4].

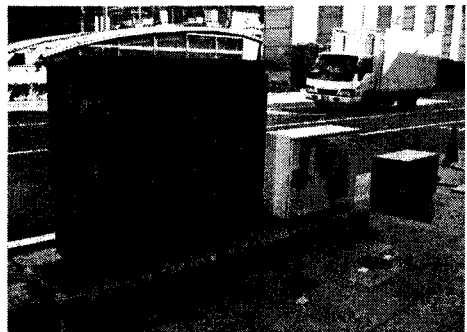
2.2 일본 전력기기 및 수변전설 침수 방지 자료 조사

일본은 매년 태풍과 폭우 등 자연 재해로 피해를 입고 있는 실정이다. 따라서 일본의 전력기기 침수에 대해 현황 조사 및 관련 법 등을 조사 하였다. 그림은 태풍 발생시에 오키나와에서 발생한 전주 시설의 피해에 대한 사진이다. 따라서 이 지역에서는 태풍 피해를 감소하기 위해 지중화 작업이 이루어지고 해안가 지역에서는 높은 위치에 지상 전력기기 패드변압기, 개폐기를 시설하고 있었다. 또한 침수 피해를 감소하기 위해 철저한 배수 시설을 설치하여 운영하고 있었다.

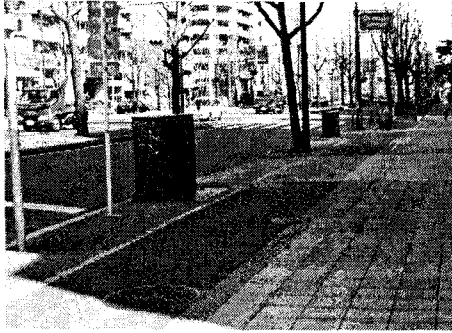


〈그림 5〉 태풍 발생시 전주 및 전력시설 피해 발생(일본)

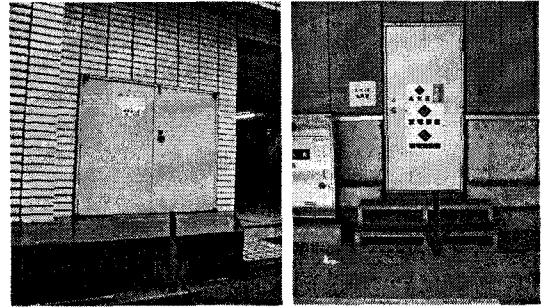
일본의 지하공간에 시설되는 전기설비 등에 대한 침수 방지 관련해서는 2001. 6월에 국토청, 운수성, 소방청, 건설성 합동 제작하여 “지하공간에 있어서의 침수 대책 지침”을 제시하였다 [7]. 지침의 목적은 홍수 등에 의한 침수가 예상되는 구역에 있어 건축물의 지하층에 설치되는 시설에 대한 보호를 위해 제시되었다. 국내의 소방방재청에서 제시한 “지하공간 침수방지를 위한 수방기준”과 내용은 유사하다. 지하층 시설에 침수가 가능하지 않은 구조를 하기 위하여 건축물의 개구부(출입구를 제외 하다)는 설정 침수높이 이상의 높이에 설치한다. 다만 방수판, 방수문 등에 의해 설정침수 높이 이상의 높이까지 확실히 폐쇄 되는 구조가 되어 있는 경우에 대해서는 예외로 하고 있다. 지하층 출입구에는 설정침수높이 이상 높이의 방수판 등을 마련 하도록 규정하고 있다. 여기서 설정침수높이는 ‘침수 실적에 의한 수심’, ‘근처의 하천의 제방 또는 해안의 제방 등까지의 높이’ 등을 고려하고, 현지 정보로서 공개되고 있는 정보 등을 근거로 해 지하공간 용도의 중요성을 감안해 설정한 높이이다. 또한 침수방지로 사용되는 방수판 등은 설정침수높이의 수압에 견디는 강도 및 수밀성을 가진 것으로 제시되고 있다. 지상에 시설되는 전력설비 즉 패드 변압기, 개폐기에 대한 침수방지 부분에 대해서는 국내와 유사하게 침수지역에서는 높은 위치에 지상 전력기기를 시설하는 것 외에는 특별히 침수방지 대책 제품이 시설되어 있지는 않았다. 그림은 일본에서 시설되는 지상 전력 기기 제품에 대한 사진이다. 대부분 인도 보도 15~20 cm 이상의 받침 대위에 시설하고 있었다. 크기 면에서는 유사하나 옆면 두께 부분에서 국내의 제품이 큰 것으로 조사 되었다. 이는 국내와 일본의 1차 측 공급 전압이 국내는 22.9kV, 일본은 6.6kV의 전압에 따른 절연 간격 등에 의해 제품 크기가 다른 것으로 판단된다. 국내와 다른 점은 도로가 아닌 건축물과 건축물 사이의 전력기기 시설 위치는 그림 8에서 보는 것처럼 건물 구획 내부에 시설하고 있는 부분이다.



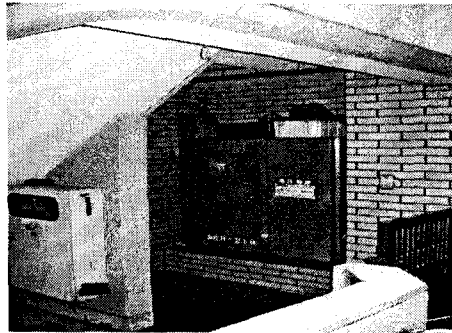
〈그림 6〉 일본 지상 전력기기 측면 및 앞면



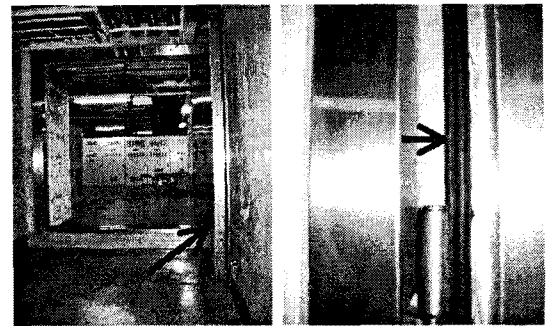
〈그림 7〉 일본 지상 전력기기 도로 변 설치



〈그림 10〉 수변전실 출입구 침수 방지 위한 높이 시설



〈그림 8〉 건축물 구획 내에 시설되는 전력기기



〈그림 11〉 지하 수변전실 침수 방지 문 시설 및 수밀성을 위한 시설

건축물 내부에 시설되는 수변전실비에 대한 침수 방지는 '지하공간에 있어서의 침수 대책 지침'에 의해 대책을 수립하고 있었다. 일본 대부분의 수변전실비는 그림 9에서처럼 일체형 수변전실비 및 큐비클식 수변전실비가 건물 옥상에 시설되어 있었다.



〈그림 9〉 건물 옥상에 시설된 일체형 및 큐비클식 수변전실비

건축물 지상 층 또는 지하에 시설하는 경우에는 그림 10에서처럼 출입구 높이를 평지 보다 높게 시설하여 물 침입을 막도록 하고 있었다. 또한 수변전실비는 대부분 지상 층 이상에 시설하고 있었고, 지하층에 시설하는 경우에는 그림 11처럼 침수방지 문과 물 침입을 막기 위한 수밀성(고무 등으로 물 침입 방지 구조 등 구성)을 유지하도록 시설하고 있었다.

### 3. 결 론

국외의 침수 지역에서의 수변전실 시설 환경 및 지상 전력기기에 대한 침수 대책 및 설비 설치 현황에 대해 조사 분석하였다. 국가 별로 침수 피해 정도는 다르겠지만 그에 대한 대책 및 관련 규정을 제시하여 시행을 하고 있다. 국내에서도 일부 전기설비에 대한 침수 피해 방지에 대한 대책을 세우도록 제시하고 있다[5, 6]. 하지만 구체적 제시 및 그에 따른 설비 안전성의 점검·검사가 필요하다고 판단된다. 전력설비는 국내의 편견 의식과 설치 공간 등의 문제로 지하공간에 시설되고 있다. 또한 대도시 집중화 현상으로 지중화 시설이 크게 진행이 되고 있는 것이 현실이다. 또한 국내 이상 기온으로 인한 집중 호우, 태풍 등에 의한 저지대 및 침수 지역에서의 전기설비 침수피해가 많이 발생하고 있다. 따라서 침수 지역에서의 전기설비 설치에 대한 수동적 대책에 대한 한계를 극복할 수 있고 침수 피해로 인한 전기설비 재설치 비용 및 정전 등으로 인한 2차적 피해를 줄일 수 있는 현실적인 대책이 필요하다고 판단된다. 따라서 해외 관련 규정 및 시설 현황을 검토하여 국내 실정에 맞고 실천 가능한 범위 내에서 전기설비 침수 방지 대책제시와 안전성에 대한 점검·검사가 방법 제시가 필요하다고 판단된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 풍수재해예방가이드, 한국화재보험협회, 2004. 7.
- [2] Planning Policy Guidance 25 : Development and flood risk, England.
- [3] Protecting Building Utilities From Flood Damage, 1999, US
- [4] Flood Risk Management Policy, 2003.12. 호주.
- [5] 地下空間의 침수방지대책에 관한 연구 행정자치부, 2004. 03.
- [6] 전기설비기술기준 및 판단기준, 2006. 08.
- [7] "지하공간에 있어서의 침수 대책 지침", 2001. 06, 일본
- [8] 김기현 외 3명, "수변전실 및 지중배전기기의 침수 방지 관련 현장 조사 분석", 한국조명전기설비학회 추계학술대회, 2007. 11.
- [9] 이재용 등, "침수지역에서 지상설형 지중전력기기와 지하설치형 수변전실비의 침수방지용 장치개발", 중간보고서, 영남이공대학, 2008. 02.