

침수지역에서의 수·변전설비 시설 환경에 대한 실태 분석

김기현 · 김종민 · 김한상 · 이건호 · 방선배 · 배석명

한국전기안전공사 부설 전기안전연구원 기준연구팀

1. 서론

지구 환경변화에 따른 집중 호우, 태풍 등에 의한 저지대 및 해안가의 수·변전설비 침수가 발생을 하고 있다. 수·변전설비가 침수되면 산업 활동 및 가정 활동의 기본이 되는 전력 수급에 큰 문제가 발생을 하고, 한번 침수된 수·변전설비는 복구에 시간이 많이 걸리기에 그에 따른 경제 활동의 손실 및 설비 활용에도 큰 문제점을 발생시키고 있다. 또한 침수된 설비에 의한 감전사고 및 전기재해 발생으로 인한 재산 및 인명 피해가 발생하고 있다. 이를 방지하기 위해 침수 지역에서의 수·변전설비 시설에 대한 시설 방안이 제시되어야 할 것이다. 이미 외국의 경우 전기설비의 중요성을 인식하여 침수 지역에서의 전기설비 시설에 대하여 규정을 제시하고 있다.

따라서 본 논문은 상습침수 지역 및 해일위험 지역에서의 수·변전설비 침수 피해를 줄이기 위한 시설 대책 (안)을 강구하기 위해 국내 상습침수 지역 및 해안가 지역의 수·변전설비 시설 분포 및 시설 현황에 대하여 조사하였다. 또한 수·변전설비에 시설 환경과 침수에 대한 대비 현황을 조사하였다. 본 논문은 국내 수변전설의 시설 환경 과 침수 대비에 대한 실태조사 및 해외 규정 중 침수에 대한 대책을 분석하여 상습침수 지역 및 해일위험 지역에서의 수·변전설 침수 방지대책 (안)을 제시하는데 이용될 것이다.

2. 본론

2.1 침수 지역의 수·변전설비 시설 현황

2.1.1 상습침수 지역 및 해일위험 지역 선정

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. 그로 인한 전기설비 침수 피해와 복구시간 등에 따른 2차 피해가 더욱 커지고 있다. 국가에서는 이런 상습침수 지역을 재해위험지구(災害危險地區)로 구분하여 관리하고 있다. 재해위험지구는 태풍, 홍수, 호우, 폭풍, 해일, 폭설 등 불가항력적인 자연현상으로부터 안전하지 못하여 국민과 재산에 피해를 줄 수 있는 지역과 위험방재시설을 포함한 주변지역을 대상으로 지정을 하고 있다. 재해위험지구는

다음 표 2.1에 분류한 것처럼 4개의 유형으로 나누어 지정된다. 또한, 재해위험지구는 재해발생 가능성에 따라서 3개의 등급으로 나누어지며, 1등급은 발생가능성이 높은 지구로서 발생빈도가 거의 매년 일어나는 곳이 대상이 되며, 2등급은 2~3년을 주기로 발생하는 곳, 3등급은 4~5년을 주기로 발생하는 곳이 대상이 된다. 표 2.2는 표 2.1을 기준으로 행정자치부에서 관리하고 있는 재해위험지구 지정현황(2002.5.30기준)을 나타낸 자료이다. 해일위험 지역 선정은 국내 해안가 인근에 근접한 도심지역과 최근 해일 발생장소 등을 고려해 선정 하였다.

표 2.1 재해위험지구의 유형별 분류

유형	내용
상습침수	<ul style="list-style-type: none"> 집중호우시 하천의 범람 또는 저지대 등에서 (자연배수 또는 강제배수) 처리하지 못하여 침수피해가 우려되는 지구 해일발생시 침수가 예상되는 해안가 저지대 지구 예) 외수, 내수침수, 해일침수지구
붕괴위험	<ul style="list-style-type: none"> 절·성토지역의 토석 붕괴, 암반의 낙석 및 슬라이딩 또는 급경사 자연사면의 붕괴 현상 등으로 인명 및 재산피해가 우려되는 지구 예) 산사태, 언덕붕괴, 낙석위험지구 등
고립위험	<ul style="list-style-type: none"> 홍수로 인해 인근지역과 교통이 단절되는 등 고립이 예상되는 지구 적설로 인하여 교통, 통신이 3일 이상 두절되는 지구 예) 홍수시 고립지구, 설해위험지구 등
위험방재	<ul style="list-style-type: none"> 제방, 방조제, 저수지 등 방재시설이 노후 또는 파손되어 태풍, 호우, 폭풍, 폭설로부터 붕괴될 위험이 큰 시설

표 2.2 재해위험 지구 지정현황(2002. 5.30 기준)

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
상습침수	5	10	5	2	8	0	2	20	22	42	30	59	45	42	41	24	352
붕괴위험	2	1	1	1	0	0	0	0	23	3	0	1	6	5	9	1	51
노후시설	0	2	0	0	3	0	1	2	7	0	4	6	12	3	8	0	48
고립위험	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	3
계	7	13	6	3	11	0	3	22	53	45	34	66	63	52	58	25	454

2.1.2 침수 지역의 수·변전설비 시설 현황

상습침수 지역으로 행정자치부에서 선정 관리하고 있는 지역 중에 전국 41개 도심근교 지역 동·읍에서 833곳의 수·변전설비와, 해안가 해일위험 지역은 해안가 46개 동·읍에서 1,158곳의 수·변전설비를 조사하였다. 조사 대상으로는 한국전기안전공사에서 실시하고 있는 검사 대상인(표 2.3) 수·변전설비 전압별 설치 현황을 분석하여 조사대상

으로 선정하였다. 표 2.3에서 확인할 수 있는 것처럼 전체 수·변전설비의 76.7% 차지하는 22.9kV 수·변전설비를 대상으로 침수 방지 대책 시설 및 현황에 대하여 실태 조사를 하였다.

표 2.3 전국 수전전압에 따른 수·변전설비 통계자료(2004. 4.30 기준)

구분 비율	저압 (220/380V)	3.3kV	6.6kV	22kV	22.9kV	66kV	154kV	345kV	합계
합계	36,998	133	221	323	125,403	24	463	1	163,566

상습침수 지역 및 해안가의 수·변전설비를 조사한 결과 전체 1,991개소 수·변전설비 중에서 37.67%에 차지하는 750 곳의 시설이 건물 지하에 설치되어 있고, 건물 옥상에는 524곳(26.32%)에서 설치되어 있는 것으로 조사표 2.4를 보면 알 수 있다. 통계 자료에서 보는 것처럼 상습침수 지역 및 해일위험 지역에서 전체 수·변전설비의 37.67%에 해당 되는 수변전설이 지하 공간에 설치되어 있어, 침수에 대한 대비책이 없는 국내 현 상황에서는 집중 호우 및 해일 등에 대해 무방비 상태로 수변전설비가 노출되어 있다고 볼 수 있다. 다음 그림 2.1, 2.2는 지상 수·변전설비 침수 높이 및 지하 수변전설 입구에 침수되었던 침수 흔적을 나타낸 그림이다.

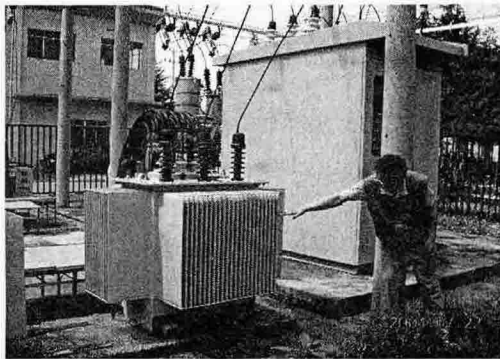


그림 2.1 지상 수변전설비 침수높이

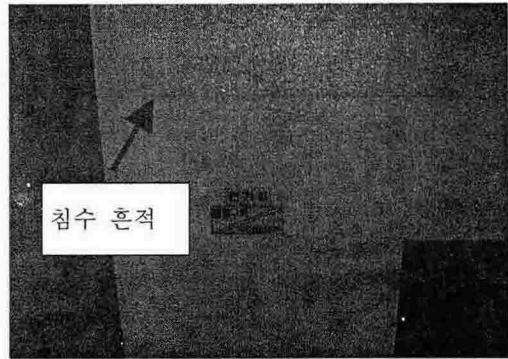


그림 2.2 지하변전설 출입구 침수흔적

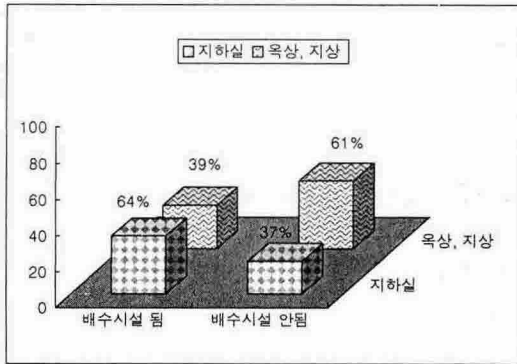
표 2.4 침수 및 해일위험지역에서 수·변전설비 시설 위치 및 형태

구분	조사된 동/읍	지하실		건물옥상		옥외지상		건물 구내	H번대	합계
		노출	큐비클	노출	큐비클	노출	큐비클			
침수지역	41 곳	53	343	95	90	44	41	23	144	833
해일지역	46 곳	88	266	269	70	70	83	77	235	1158
합계	87 곳	141	609	364	160	114	124	100	379	1991
비율[%]	-	7.1	30.6	18.3	8.0	5.7	6.2	5.0	19.0	100

2.2 국내·외 침수방지 대책에 관한 분석

2.2.1 지하 수·변전실 배수시설

지하 수·변전실의 배수시설에 대한 조사는 전기실과 기계실이 같이 있는 경우에 기계실에만 배수펌프 및 배수로가 있는 경우에도 전기실에 배수시설이 되어 있는 것으로 조사했다. 또한 건물 옥상 및 지상의 경우에도 수변전실 주위에 배수 시설이 되어 있는 경우를 조사하였다. 실태조사는 지하 수변전실 50곳, 지상 및 옥상 수변전실 62곳의 배수시설에 대하여 조사하여 그림 2.3과 같은 결과를 얻었다. 그림 2.4와 같이 지하 수변전실에 최소한의 배수로 시설도 안 되어 있는 경우도 전체의 37%를 차지하였고, 옥상에 수변전실의 경우에 배수 시설이 되어 있어도 배수가 안 되어 배수구 역할을 할 수 없는 경우도 있었다. 수·변전설비의 배수시설에 대하여 전기설비기술기준에는 규정된 것이 없고, 미국의 경우 NEC 450-46에서 배수가 용이하도록 경사를 두어야 하고, 변전실에 누적된 물 또는 오일을 내보낼 수 있도록 시설해야 한다고 규정하고 있다.



2.3 수·변전실 배수시설 현황

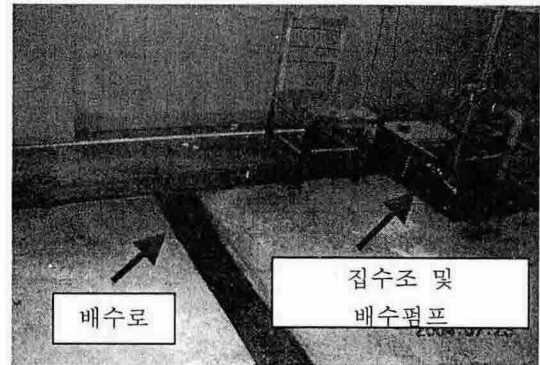


그림 2.4 수변전실 배수로 및 배수펌프

2.2.2 침수 방지 시설 현황

지하실, 건물 옥상 및 옥외 지상에 단독 구획으로 시설된 건물의 수변전실 출입구에 물 침입 방지를 위한 최소한의 시설이 되어 있는지를 실태 조사 하였다. 조사 결과 그림 2.5와 같이 방지 턱이 있는 경우는 전체 50곳 중에 30곳(60%)이 되어 있었고, 나머지는 바닥 면과 동일 높이에 시설되어 있었다. 방지턱의 높이는 보통 15~30cm 정도의 범위에서 시설되어 있었다. 영국의 경우 침수에 대비하기 위해 일반 건물에도 지하실 침수 방지를 위한 방어벽 또는 방어판 등의 시설을 하여 침수에 대비하도록 하고 있다. 실태 조사 결과 상습침수 지역 및 해일위험 지역에서의 지하수변전실의 침수에 대한 대비시설이 되어 있는 곳은 조사한 50 개소 중에 9곳(18%)으로 조사 되었다. 그



그림 2.5 침수방지 턱 시설

시설도 또한 최근 1, 2년 사이에 시설한 것이다. 침수가 여러 번 되었던 포항, 부산, 마산 등 지역에서는 그림 2.6, 2.7과 같이 침수 방지벽, 침수 방지 문 등의 시설을 한 것으로 조사되었다. 실태 조사한 50 개소 중 10(20%)곳에서 침수 경험이 있었고, 건물 옥상 및 옥외 지상 수·변전설비 중에 침수에 의해 지하에 있다가 옥상 및 지상으로 재시설한 곳이 실태조사 62 개소 중에 9곳(15%)으로 조사되었다. 국내에서도 일부이기는 하지만 침수에 대한 대책을 강구하고 있었다. 기상 이변으로 어느 지역에 호우 및 해일로 인해 침수가 될지는 예측하기는 어렵겠지만, 자주 발생하는 상습침수 지역 및 해안가 해일위험지역을 정확히 선정하여, 선정된 지역에서의 수변전실 및 전기설비 침수에 대한 대책을 법적 및 체계적으로 제시해야 할 것이다.



그림 2.6 지하실 입구 침수방지 문

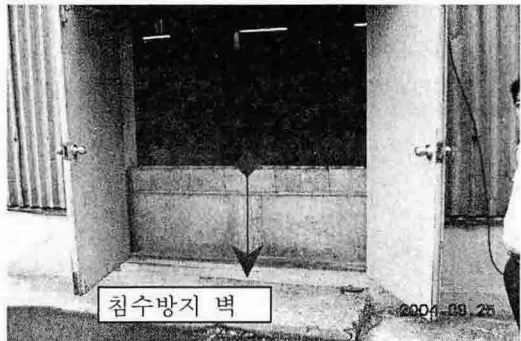


그림 2.7 구내 1층 수변전실 침수방지 벽

2.2.3 침수 지역에서 수·변전설비 시설 높이 규정

국내 전기설비시설기준에서는 수·변전설비 시설 장소에 대해서 규정하지 않고 있고, 내선규정 705-4항에서는 물에 침입이 없도록 조치한 장소로 규정을 하고 있다. 외국의 경우 수·변전설비 시설장소에서 관해서 NEC450.41, IEC 61936-1, 호주 AS/NZS 3000에서 규정을 하고 있다. 침수 지역에서의 전기설비 시설에 대한 국내 규정은 경상남도(2004년 3월)에서 상습침수 지역(재해관리지구)에서의 전기실(수변전실) 및 기계실에 대한 높이 제한의 내용을 건축조례 개정안에 공고하여 시행을 하고 있다. 내용으로는 “제 3종 재해관리구역 안에서는 국토의 계획 및 이용에 관한 기타 다른 법률에 의하여 당해 지역·지구 또는 구역 안에서 건축이 허용되는 건축물에 한하여 시설할 수 있다. 다만, 침수위(침수위가 결정되지 아니한 지역에서는 3m 부분을 말한다) 이하의 건축물 부분은 거실(기계·전기실 포함)의 용도로 사용할 수 없다”고 규정하고 있다. 미국의 경우에는 “침수 가능지역(Flood prone)에서는 차단기, 대용량 스위치, 배전반, 변압기, 지중 케이블 등의 중요 전기설비를 설치할 경우 가장 효율적인 침수 예방대책으로는 예측 침수위 (DFE : Design Flood Elevation) 이상 또는 그 값으로 시설하는 것이다. 호주의 해당 주정부에서 “메인 전기 인입, 변전실, 측정설비는 침수 예측수위(FPL : Flood Planning Level)에 1m 이상으로 설치해야 하고, 설치 방법은 건물이 메인 전원으로부터 쉽게 분리 될 수 있도록 설치해야 한다.” 고 규정하고 있다. 다음 표 2.5는 각 국에서 침수지역의 전기설비 설치 높이에 대한 규정을 정의 하고 있다.

표 2.5 각 국가별 침수지역에서의 전기설비 설치 높이에 관한 규정

구분	침수지역에서 전기설비 설치 높이에 관한 규정	관련근거
국내	전기실은 침수위 이상 시설 또는 침수위가 결정되지 않은 지역은 3m 이상으로 시설	경상남도 건축조례
호주	메인전기 인입, 변전실, 측정설비는 침수예측수위(FPL:Flood Planning Level)에 1m 이상으로 설치	Camden 주정부
영국	전기 측정기(electricity meter)와 수용가 설비(Fuse box 포함)가 주거 건물 안에 낮은 위치에 설치된 경우에는 지역 전기공급 회사의 승인에 의하여 침수 위험 지역에서 예상 침수위(expected flood level) 이상으로 설치	Preparing for Flood
미국	침수가능지역(Flood prone)에서는 차단기, 대용량 스위치, 배전반, 변압기, 지중 케이블 등의 중요 전기설비를 설치할 경우 가장 효율적인 침수예방대책으로는 예측 침수위(DFE : Design Flood Elevation) 이상 또는 그 값으로 시설해야 한다. 만약 전기 설비 중에 규정에서 정한 최대 수위를 초과하지 못하는 경우에는 건물 안에서 더 높은 층으로 재설치	NFIP

3. 결 론

침수 지역에서의 수·변전설비 시설 환경에 대한 실태 조사 결과 침수에 대한 대책으로 수·변전실의 배수시설, 침수방지 시설, 침수지역에서의 설치 높이 등이 설계 단계부터 적용 되어 있지 않아 상습침수 지역 및 해안지역의 수변전설비가 침수에 노출되어 있는 것으로 조사 되었다. 일부 지역에서는 침수로 인해 수·변전설비 위치를 옥상 및 지상으로 재설치하고 있고, 또는 기존시설에 침수 방지벽/방지문 등의 시설을 하고 있었지만 그 시설은 일부 이고, 이를 보완할 수 있고 침수로부터 전기설비를 보호할 수 있도록 관련법에서의 시설 규정 제정이 필요하다고 판단된다.

향후 본 연구에서 진행된 상습침수 지역 및 해안가 수·변전설비 시설 현황과 국외의 침수지역에서의 수·변전설비 설치에 대한 자료 분석을 통하여 국내 상습침수 지역 및 해안가 해일위험 지역에서 신설되는 수·변전설비 및 전기설비 시설에 대한 설치 높이와 기존 설비에 대한 침수 방지 대책 (안)을 제시 할 것이다.

참고문헌

- [1] 2003년 재해위험지구 현황(02. 12. 31 기준), 행정자치부 방재기준
- [2] 지구온난화에 따른 한반도 주변의 해수면 변화와 그 영향에 관한 연구Ⅱ, 2002. 12
- [3] 경상남도 건축조례, 2004
- [4] National Electrical Code 2002. 미국
- [5] Base(100-Year) Flood Elevation for Selected Sites in Marion Country, 미국
- [6] FloodProof Construction Requirements, 미국
- [7] Flood Risk Management Policy, 2003. 12 , 호주
- [8] Flood plain Management (Interim) Technical Manual, 2004, 호주
- [9] A guide for the preparation of flooding, 영국
- [10] Planning Policy Guidance 25 : Development and flood risk, 영국