

수·변전설비의 안전상태 조사 및 대책 연구

배석명*, 김한상, 김기현, 방선배
한국전기안전공사 부설 전기안전연구원

A Study on counterplan and safety state research of substation at flood area

Seok Myung Bae · H. S. Kim · K. H. Kim · S. B. Bang
KOREA ELECTRICAL SAFETY CORPORATION

Abstract - It's a general tendency that electrical facilities of power station become a large size and increase in number because electrical facilities become big and complicated with internal industrial development and economic growth. So, electrical accidents were increased in this electrical facilities of power station.

Therefore, we studied on the safety environment in p ower station and compared of internal and external st andards. So this paper gives information which is appl ied to install the electrical facilities and prevents meas ures against electrical accidents.

1. 서 론

우리나라 전력계통의 전압 체계는 765[kV], 345[kV], 154[kV], 22.9[kV], 380-220[V]가 일반적인 국내 전압계 통으로 사용되고 있다. 일반적으로 업무용 건물 및 관할 집회 시설, 대학 등과 같은 수용가에는 전력회사로부터 공급받아 사용기에 적합한 저 전압으로 변성하여 공급 하고 있다. 계약 전력 100[kW] 이상, 고압 이상의 전력을 구내에 수전 받는 수용가는 다시 부하 기기의 사용 전압에 적합하게 바꾸는 설비를 시설하여 구내에만 배전 하여 사용하는 이 설비를 「수·변전설비」라 한다. 그러므 로 전기설비기술기준에서 정의하는 변전소와는 달리 「변 전설」, 또는 「전기설」 등으로 부른다.

본 논문은 국내외 수·변전설비의 설치에 관한 법, 기 준, 지침 및 관련기관·단체의 규정 등을 비교 하였고, 또 한 지하, 지상, 옥상, 구내, H형 수·변전설비 135개소의 대상으로 보호울타리의 시설상태, 접지 및 경고표시, 충 전부의 절연보호, 화재방지 대책, 환기구 시설, 조명 및 작업공간 부분과 침수지역에서 수변전설의 설치 높이 및 침수 방지대책에 대하여 현장상태를 조사하여 수·변전 설비의 안전한 설치방법과 상습침수 지역에서의 수변전 설에 대한 개선 방안을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 수변전설비의 분류

수변전설비의 분류는 크게 시설장소에 의한 분류와 수 전전압에 의한 분류를 할 수 있다.

시설장소에 의한 분류에는 빌딩, 아파트 등의 지하 공 간에 설치하는 지하 수·변전설비, 건물의 옥상 또는 옥 외 지상에 설치하는 옥외 수·변전설비, H형 전주에 전 기설비를 설치하는 H형 수·변전설비로 구분된다.

수전전압만으로 분류하면 저압, 고압과 특별고압 수변 전설비로 구분된다. 수전전압이 7,000V 이상으로 22.9kV, 153kV, 345kV인 특별고압 수·변전설비이며 이중 22.9 kV가 전체 수전설비의 76.7%를 차지하고 있다. 고압

수·변전설비는 3.3kV~6.6kV 고압으로 수전하여 변전 하는 설비를 말하며, 저압 수·변전설비는 220V/380V으 로 75kW이상의 용량을 수전하는 설비로서 소형공장, 소 형 건물 등에서 우상 변압기를 통하여 수전하는 설비를 말한다. 현재 우리나라의 저압 수전하는 설비는 전체의 약 22.6%를 차지하고 있다.

2.2 국내외 수변전설비의 설치 규정

2.2.1 국내 수·변전설비의 설치 규정

1. 울타리·담 시설

우리나라의 수변전설비에서의 울타리·담의 설치는 전 기설비기술기준 제34조(특별고압용 기계기구의 시설), 제 50조(발전소 등의 울타리·담 등의 시설)에 의하여

- 울타리·담 등의 높이는 2m 이상, 지표 면과 울타 리·담 등의 하단사이의 간격은 15cm 이하 일 것
- 울타리·담 등의 높이와 충전부까지의 이격거리는 다 음 표 1에 의하여 설치해야 한다.

표 1. 울타리·담 등에서 충전부까지 거리

사용 전압의 구분	울타리·담 등의 높이와 울타 리·담 등으로부터 충전부분 까지의 거리
35,000V이하	5m
35,000V를 넘고 160,000V이하	6m
160,000V를 넘는 것	6m에 160,000V를 넘는 10,000V 또는 그 단수마다 12cm를 더한 값

2. 출입구시설

- 출입구에는 출입금지 표시를 할 것
- 출입구에는 자물쇠장치 기타 적당한 장치를 할 것

3. 지상에서 이격에 의한 시설방법

기계 기구를 지표상 5m 이상의 높이에 시설하고 충전 부분의 지표상의 높이를 표 1에서 정한 값 이상으로 하 고 또한 사람이 접촉할 우려가 없도록 시설

4. 공장등의 구내에서 함의 밀폐에 의한 시설방법

공장 등의 구내에서 기계기구를 콘크리트제의 함 또는 제1종 접지공사를 한 금속제의 함에 넣고 또한 충전부분 이 노출하지 아니하도록 시설

5. 무자격자의 출입제한에 의한 시설방법

옥내에 설치한 기계기구는 취급자 이외의 사람이 출입 할 수 없도록 설치한 곳에 설치

6. "손의 접근한계"에 의한 시설방법

충전부분이 노출하지 아니하는 기계 기구를 사람이 쉽 게 접촉할 우려가 없도록 시설

2.2.2 미국 수·변전설비의 설치 규정

미국의 수·변전설비 시설 규정에서 변전실에 대해서 NEC 450항 및 고압설비 설치 규정에 대해서는 NEC 110항 등에서 규정하고 있다.

1. 변전실의 위치

변전실은 가능한 한 파이프(flues) 또는 덕트를 사용하지 않고, 외부공기와 직접 환기될 수 있는 장소에 위치하여야 한다.

2. 벽, 지붕 및 바닥

변전실의 벽과 지붕은 최소 3시간 내화도를 갖도록 적절한 구조적 강도를 가진 물질로 시공되어야 한다. 지면에 직접 닿는 변전실의 바닥은 두께가 10cm 이상인 콘크리트여야 한다.

3. 변전실의 출입구

가) 문의 형태

문은 최소 3시간 내화도를 가지고 빈틈없이 꼭 맞는 문(tight-fitting door)을 설치하여야 한다.

나) 문틀

가장 큰 변압기의 오일을 변전실 내에 가뒀을 수 있을 만큼 충분한 높이를 가진 문틀이나 문턱 등이 설치되어야 한다.

다) 시건장치

문에는 자물쇠를 설치해 놓고, 항상 잠가두어야 하며, 유자격자만 출입할 수 있게 해야 한다.

4. 환기구

변압기 경격을 초과하는 온도 상승 없이 변압기 전 부하 손실을 처리하는데 적합하게 환기를 하여야 한다. 환기 덕트는 내화재료로 제작되어야 한다.

5. 배수

변전실내에 누적된 물이나 오일을 내보낼 배수 또는 이와 유사한 방법이 강구되어야 한다. 변전실 바닥은 배수가 용이하도록 경사를 두어야 한다.

6. 수도관과 부속품

전기설비 이외의 수관이나 덕트 계통이 변전실로 인입하거나 관통해서는 아니 된다. 변압기 냉각용 또는 변전실 소화용 배관이나 기타 설비는 전기설비 이외의 것으로 고려되지 않는다.

7. 활선과의 이격거리

승인된 방법 또는 키 또는 자물쇠를 이용하여 접근할 수 있는 공간 또는 울타리, 벽에 등에 의해 둘러싸여진 곳, 방(room), 실(vault)등 안에 있는 전기설비는 자격 있는 사람이 접근할 수 있도록 되어야 한다. 비 자격자의 출입을 막기 위해 옥외 전기시설은 벽이나 스크린, 펜스 등으로 밀폐해야 한다.

펜스의 높이는 2.1m(7ft) 이상이거나 1.80m(6ft) 이상의 펜스 위에 300mm(1ft) 이상의 높이로 3개 이상의 철조망 없는 펜스여야 한다. 다음 표 2는 울타리(fence)와 활선 사이의 최소 이격거리를 표시한다.

표 2. 활선 부분과 울타리의 최소 이격거리

정격 전압	울타리와 활선사이의 최소 이격거리	
601 ~ 13,799V	3.05m	10ft
13,800 ~ 230,000V	4.57m	15ft
230,000V 이상	5.49m	18ft

8. 잠금장치 또는 울타리(enclosure)

600V 이상에서 작동하는 노출 활선부, 도출 전선관 등이 있는 모든 건물 또는 방은 언제나 자격자의 감시가 없는 한 시건 장치를 해야 한다. 또한 다음과 같이 경고 표시를 한다. "DANGER - HIGH VOLTAGE - KEEP OUT"

9. 작업 공간과 위험 방지 대책

작업공간에 대해서 전기설비의 활선 부분과의 접근시 최소 작업 공간은 다음 표 3의 값 이상으로 하여야 한다. 작업 거리 공간은 활선부, 노출된 부분 등으로부터 거리를 의미한다. 다음 그림 1은 작업공간의 개념을 나타내는 그림이다.

표 3. 전기설비 작업 공간의 최소 이격거리

상전압 (Nominal voltage to ground)	최소 이격거리		
	조건 1	조건 2	조건 3
601 ~ 2,500V	900mm	1.2m	1.5m
2501 ~ 9,000V	1.2m	1.5m	1.8m
9,001 ~ 25,000V	1.5m	1.8m	2.8m
25,001V ~ 75kV	1.8m	2.5m	3.0m
75kV 이상	2.5m	3.0m	3.7m

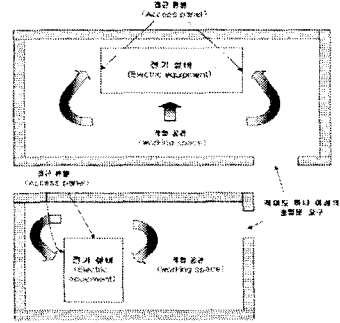


그림 1. 전기설비에 대한 작업 공간 선정

2.2.2 영국 수·변전설비의 설치 규정

1. 수·변전설비의 접지

IEC 60364-4-44에서 저압계통을 공급하는 변전설비의 고압부분에서 계통지락 시 인체와 저압 계통 기기의 안전을 도모하기 위해 변전설비에 대하여 접지를 하도록 규정하고 있다. 또한 노출 도전성 부분의 접지저항은 1Ω 이하로 규정하고 있다.

2. 1kV 이상의 전력설비 설치

가) 고압 설비 설치시 안전 운영

필요한 장소에서는 고압설비 설치시 화재에 대한 대비와 침수 그리고 오염물에 대한 대비를 해서 설치를 하여야 한다. 또한 열해 및 화학적 요인에 의해 영향을 받을 수 있는 지역에서는 이에 대하여 보호할 수 있도록 설치해야 한다.

나) 명판(Labeling)

작업의 실수 및 사고를 방지하기 위해서 각 중요한 설비(차단기, 배전반, 도체 등)에 명판을 붙여야 한다. 또한 안전에 대한 정보 제공을 위해 전기설비 또는 출입문, 울타리 등 적절한 장소에 안전경고표시를 설치해야 한다. 다) 외부 울타리 또는 벽 그리고 접근 문

외부 울타리, 벽은 적어도 1800mm 이상으로 하고 울타리의 가장 밑 부분은 대지와 50mm 이하로 설치해야 한다. 또한 출입문은 안전 잠금 장치가 설치되어야 한다. 내부에 설치된 변압기의 문은 적어도 1시간 이상의 내화성을 가져야 한다.

라) 작업 공간 (service areas)

작업공간은 통로, 접근 지역, 통과 지역과 제한 구역으로 나누어진다. 통로와 접근 지역은 변압기 및 차단기의 작동, 운전을 실행할 수 있을 정도의 공간이어야 한다. 통로는 적어도 800mm 폭을 갖아야 한다.

마) 공기조절 장치 및 환기

변압기 실에는 자연 환기가 이루어 질수 있도록 하는 것이 더욱 좋다. 환기구는 외부인 침입의 위험성과 활선 부분 접근의 위험성이 없도록 설치되어야 한다. 또한 환기구 설계시 뜨거운 가스 방출 가능성을 고려하여 설계하여야 한다.

2.2.2 호주 수·변전설비의 설치 규정

1. 간이 변전소와 일반 건물 간의 거리

간이 변전소(kiosk substation)는 변전소에 인접한 건물 또는 구조물, 울타리 등 벽이 2시간 이상의 화재 정격

(fire rating)을 가지지 않으면 건물 또는 구조물에 1200mm 이상 거리를 유지해야 한다.

2. 지하 변전소의 벽과 울타리

관계자 이외 사람 출입을 확실하게 금지하기 위하여 최소 2500mm 이상의 높이로 벽 그리고 울타리를 설치해야 한다. 또한 활선부나 충전기로부터 벽 또는 울타리는 다음 수평거리 이상 유지해야 한다.

- 가) 22kV 까지의 변전소는 1500mm 이상
 - 나) 22kV~66kV 이하인 변전소는 3000mm 이상
- 다) 지하변전소를 둘러싸는 벽과 울타리가 Building Code of Australia의 방화 규정을 준수하여 설치한 경우 빌딩이나 구조물과 1200mm 이상

3. 전주나 전주의 완금에 설치된 변압기(pole mounted substation)을 위한 설비, 지지 대, 전주(pole) 또는 크로스암(crossarms) 등

- 가) 차도에서 커브라인(kerb line)의 수직 거리는 500mm 이상이고, 전주의 표면(surface)으로부터 200mm 이상인 지지물은 지면으로부터 3600mm 이상이어야 한다.
- 나) 차도에서 커브라인(kerb line)의 수직 거리는 500mm 이상이고, 전주의 표면(surface)으로부터 200mm 이하인 지지물은 지면으로부터 2400mm 이상이어야 한다.
- 다) 그 밖의 지역에서는 지면으로부터 높이가 4600mm 이상이어야 한다.

4. 접지와 전기적 보호

- 가) 접지와 보호시스템은 불안정한 전기적 인 상태의 설비에 대하여 절연(분리) 하여야 한다.
- 나) 저압 공급설비(low voltage network asset)는 AS/NZS 3000 규정에 의하여 모든 수용가의 구내 건물과 배전, 변전이나 발전의 중성선은 중성선 다중접지 시스템에 의하여 접지가 되어야 하며 다음 조건을 만족해야 한다.

- 공급선의 중성선의 접지저항이 1Ω 이하일 것
- 모든 구성 부분이 지면에서 2400mm 이하

5. 접근과 경고 표시

- 가) 공급설비(network assets)에 무단으로 접근하는 것을 방지하기 위한 적절한 예방책을 취하여야 한다.
- 나) 변전소의 빌딩이나 건물 그리고 공급설비의 구내 출입구에 확실하고 영구적으로 관계자 이외의 자가 출입하는 것을 금지하는 경고 표시를 하여야 한다.

2.3 국내 수·변전설비의 현장실태조사 및 분석

현장실태 조사의 지역 선정은 행정부에서 선정된 상습침수지역의 도심 저지대 67개소, 해안가 저지대 45개소의 지하, 건물옥상, 옥외 지상의 수·변전설비를 조사하였다. 또한 H형 변대 23개소에 대해서도 실태 조사를 하였다.

2.3.1 수·변전설비의 울타리 시설

1. 울타리시설의 높이

국내전기설비기술기준 50조에 의해 발전소·변전소·개폐소 또는 이에 준하는 시설에는 울타리·담 등의 높이는 2m 이상으로 하고, 지표면과 울타리·담 등의 하단사이의 간격은 15cm 이하로 하고, 출입구에는 자물쇠장치 기타 적당한 장치를 할 것으로 규정되어 있다. 따라서 옥상 및 건물내, 옥외 지상 수변전설비에는 울타리 시설이 설치되어 있다.

울타리시설이 되어 있는 수·변전설 총 79 개소를 실태 조사한 결과 2m 이상높이로 시설한 곳이 55개소(70%), 2m 미만으로 시설한 곳이 24개소(30%)으로 조사되었다.(그림 2)

2. 울타리시설의 접지

금속계의 울타리·담 등에는 접지공사를 하여야 하고, 또한 울타리·담 등에 문 등이 있는 경우에는 문에 접지공사를 하거나, 울타리·담 등에 전기적으로 접속되어야 한다고 전기설비기술기준에 규정하고 있다.

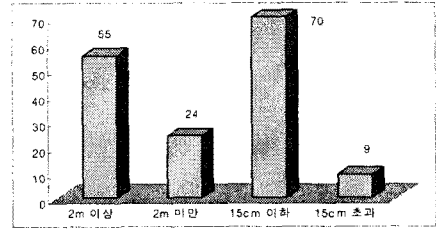


그림 2. 울타리시설의 높이 현황

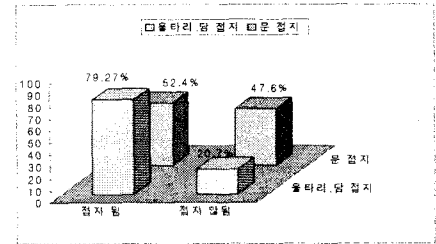


그림 3. 울타리 및 문 등의 접지 설치

울타리·담 등의 접지시설이 되어있는 경우는 총 82 개소 중에 65개소(79.27%), 접지시설이 안 되어 있는 곳은 17개소(20.7%)으로 조사 되었다. 울타리 시설에 문 등이 있는 경우 문 접지 또는 울타리와 전기적 접속이 되어 있는 경우는 43개소(52.4%), 접지 또는 전기적으로 접속되지 않은 경우는 39개소(47.6%)으로 조사 되었다.(그림 3)

울타리 접지 및 울타리와 문과의 전기적 접속은 이상 전압 발생시 작업자 및 보행 중인 일반인의 감전 사고를 방지하기 위한 최소한의 시설인데 잘 시행되고 있지 않은 것으로 조사되었다. 울타리 시설 작업 시 규 정대로 시설 될 수 있도록 확인되어야 하고 울타리 시설에 대한 접지 등의 시설에 대한 유지관리가 이루어 지도록 해야 할 것이다.

3. 경고 표시

전기설비 출입구와 울타리 주위 잘 보이는 곳에 경고 문구를 시설하여 전기설비의 위험에 대해 잘 모르는 일반인들에게 고압 및 특고압 등 전기설비의 위험성을 알리고, 그에 따른 접근 금지 및 무단출입 등의 예방으로 인해 감전 및 전기 화상 등의 전기재해를 막기 위한 방법이다. 매년 전기설비 무단 침입 및 설비의 위험성에 대한 인식 부족으로 감전사고 및 전기재해가 발생하고 있다. 호주의 경우에는 출입구에는 "AUTHORIZED PERSONS ONLY"의 단어가 포함된 문구가 40mm(세로) 이상의 크기로 선명한 글씨로 작성되어 설치하도록 규정하고 있다. NESC Rule 110에서 변전소 울타리에 위험표시 및 접근금지 문구와 함께 그림을 예로 정의하고 있다.

그림 4에서 조사된 것처럼 총 135개소 수·변전설비를 조사한 결과 119개소(88%)에서는 경고 표시가 설치되었고, 16개소(12%)에서는 경고 표시를 설치하지 않았다. 경고 문구 및 형태에 대해서는 그림 5에서 볼 수 있는 것처럼 경고문구, 설치 크기, 도형 등이 매우 다양하게 조사되었다. 또한 경고 표시가 시설된 곳에서도 시설이 오래되고, 빛에 바래서 문구가 거의 확인 되지 않는 곳도 있었다. 일반인들 및 관계자, 누구나 경고문구 및 도형을 보고 전기위험성을 알 수 있도록 통일된 문구와 도형이 제공되어야 할 것으로 판단 된다.

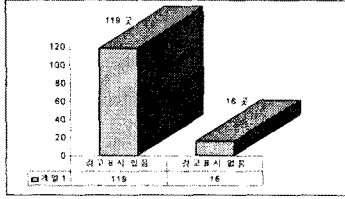


그림 4. 경고표시 시설 현황

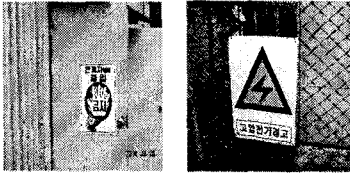


그림 5. 경고표시 종류

2.3.2 충전부 절연보호

노출 충전부에 대한 절연 보호는 절연캡의 사용 유무로 확인하였다. 노출 충전부에 대한 절연 확보는 작업자 등이 활선부 도출에 의한 감전사고 및 설비사고를 방지하기 위함이다. 따라서 지상 2m 이상에 있는 활선부 같은 경우에는 절연캡을 사용하지 않아도 무방할 것이다. 표 6.2에서의 전체 통계 수치가 약간씩 차이가 나는 이유는 장소별 특이점으로 인해 조사를 하지 못한 곳이 있어서이다. 조사 자료에 따르면 변압기, MOF 같은 경우에는 많은 곳에서 절연캡을 사용해 충전부 노출에 대해 보호를 하고 있었지만, COS 같은 경우에는 많은 곳에서 노출된 상태에서 사용하고 있었다.

표 4. 충전부 노출에 대한 절연 보호 상태

설비 종류 \ 절연 유무	절연 캡 사용	절연 캡 미 사용
Transformer	89	15
MOF	95	8
COS	41	55
합계	225	78

2.3.3 화재방지 대책

예비용 발전설비가 있는 경우에는 화재의 위험으로부터 분리시키기 위해 방화벽 또는 불연 재료로 구획된 별도의 공간에 예비용 발전기를 시설하도록 되어 있다. 실태 조사한 결과 같은 지하공간에 수·변전설비와 예비용 발전설비가 같이 있는 경우에 수·변전설비의 차단을 위한 방화벽 또는 별도의 공간 내에 시설한 경우는 20개소(40%)에서 시설하고 있었다. 또한 바닥의 방수용으로 방수 페인트를 칠한 경우가 많지만, 방수페인트는 난연성 및 내화성 성분이 없는 것으로 조사되어 화재시 연소확대 및 유해가스 분출등 큰 위험을 유발 시킬 수 있는 것으로 조사되었다.

2.3.4 조명 및 작업공간

전기설비기술기준 62조에 발, 변전소, 개폐소 또는 이에 준하는 곳에 감시 및 조작을 안전하고 확실하게 하기 위하여 필요한 조명 설비를 시설하도록 규정하고 있다. KSA-3011와 전기관련 도서에 근거하여 최소 수변전실의 조도를 150 [lux]로 정의하고 지하 수변전실 50곳을 조사한 결과 다음 그림 6.19와 같이 150 [lux] 이하가 전체에 19개소(38%)을 차지하고 있었다.

작업 공간 확보에 대한 실태조사는 정확히 충전부

와의 공간을 측정하지 못하고 규비클 등의 물을 열고 작업을 할 수 있을 정도의 공간 확보 여부를 보고 판정한 결과 100곳 중에 7곳 (7%)가 작업 공간을 확보하지 못한 것으로 조사되었다.

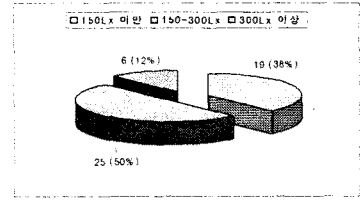


그림 6. 지하 수변전실의 조도 현황

2.3.4 침수방지 시설

1. 지하 수변전실 입구의 물 침입 방지턱

지하실 출입구, 건물 옥상 및 옥외 지상에 단독 구획으로 시설된 건물의 수변전실 출입구에 물 침입 방지를 위한 최소한의 시설이 되어 있는지를 실태조사에 조사를 하였다. 조사한 결과 방지턱이 있는 경우는 전체 50개소 중에 30개소(60%)가 되어 있었고, 나머지는 바닥 면과 동일 높이에 시설되어 있었다. 방지턱의 높이는 보통 15~30cm 정도의 범위에서 시설되어 있었다.

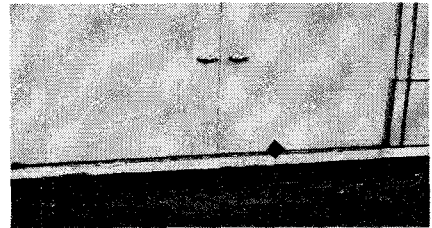


그림 7. 수·변전실 입구 침수방지턱

2. 침수 방어벽 또는 침수 방어 대책

영국의 경우 호우에 대비하기 위해 일반 건물에도 지하실 침수 방지를 위한 방어벽 또는 차단막 시설을 하여 침수에 대비하도록 시설하고 있다. 실태 조사결과 상습침수지역에서의 지하 수·변전실의 침수 대비책에 대한 조사는 전체 50개소 중에 9개소(18%)가 침수 방지 대책이 시설되었고, 41개소(82%)는 침수에 대한 대비책이 없이 무방비 상태로 수변전실이 침수에 노출되어 있었다.(그림 8)

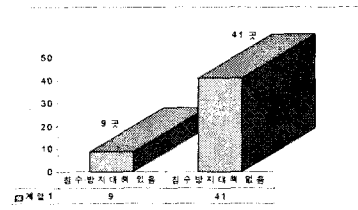


그림 8. 지하 수변전실 침수대책 현황

3. 지하실 배수시설

지하실 배수에 대한 시설은 전기실과 기계실이 같이 있는 경우 기계실에 배수펌프 및 배수로가 연결된 경우도 전기실에 배수시설이 되어있는 것으로 조사했다. 또한 건물 옥상 및 옥외 지상의 경우에도 수변전실 주위에 배수 시설이 되어 있는 경우를 조사하였다. 조사한 결과 32개소(64%)가 배수시설을 갖추고 있는

며, 18개소(37%)는 배수시설이 없는 상태 이었다. 배수시설이 되어 있는 곳에도 배수용량이 작아서 집중 호우에 의한 침수에는 대책이 없는 상태이다.(그림 9)

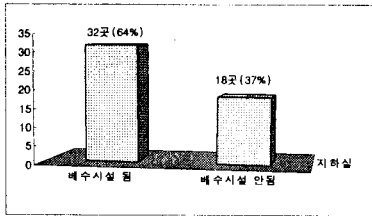


그림 9. 지하실 배수 시설 현황

3. 결 론

본 논문에서는 수·변전설비의 시설시 적용하여야 하는 규정에 대하여 국내외의 일반적 시설 안전 규정과 국내 현장실태 조사된 내용을 바탕으로 수·변전설비의 안전한 설치방법과 침수지역의 수변전실에 대한 개선 방안을 다음과 같이 제시하였다.

3.1 수변전설비의 안전한 설치 방법

1. 수·변전실 장소 및 내화성

수·변전실의 장소 선정 및 수변전실의 화재에 대한 대비책은 일반인의 안전과 재산에 직접적 영향을 줄 수 있기에 그에 대한 규정이 필요하다. 하지만 국내 전기설비기술기준에서는 위 사항에 대해서 규정을 하고 있지 않고 있다.

미국 NEC에서는 450.41 항에서는 장소 선정에 대해 규정을 하고 있고, IEC 61936-1, AS/NZS 3000에서 각각 정의 한 것처럼 적어도 침수 및 오염에 대비를 한 장소, 염해 및 화학적 용인에 의해 영향을 받을 수 있는 지역에서는 그에 대한 보안 장치를 한 장소 등으로 규정을 해야 할 것이다. 또한 수변전실의 화재로 인해 자체 건물 및 근접 건물에 화재를 입힐 수 있기에 화재에 대한 대책으로 내화성 재질 사용뿐만 아니라 화재에 대한 대책도 제시되어야 할 것이다.

건축법시행령 61조의 건축물 내부 마감 재료에 관련된 사항과 56조의 건축물 내화구조에서 전기설비 중에 발전소 및 자가용발전시설 등의 있는 건물에 대해서는 규정을 하고 있지만, 수변전실에 대한 내용은 건축법에서 규제하고 있지 않다. 행정자치부의 고시에서 비상전원수변전설비가 있는 실(방)에 대하여 화재방지를 위한 유지·관리를 규정하고 있다. NEC에서는 변전실의 벽과 지붕은 최소 3시간 내화도를 갖도록 적정한 구조적 강도를 가진 물질로 시공되어야 한다. IEC 61936-1에서는 내부에 설치된 변압기 등의 문은 적어도 1시간 이상의 내화성을 가져야 한다고 규정하고 있다. AS/NZS 3000에서는 변압기, 배전반에서 발생할 수 있는 화재에 대해 자동방화 장치 시설 등 화재를 최소화할 수 있도록 보호시스템을 구성 하고 있다.

따라서 수변전실의 벽, 문, 지붕 등에 대한 재질에 대한 규정이 필요하다.

2. 울타리 시설

고압 및 특고압 시설 있는 장소의 울타리 시설은 비자격자 즉, 일반인의 출입을 통제하여 감전 및 전기 재해를 예방하기 위함이다. 시설 높이는 국내는 2m 이상, 지면과 울타리 사이는 15cm 이하, IEC 61936-1에서는 1,800mm 이상, 지면과 울타리 사이는 50mm 이하, 호주는 최소 2,500mm 이상, 미국은 2,100mm 이상으로 규정을 하고 있다. 실태 조사한 결과 울타리 시설은 대부분 되어 있었지만, 높이가 2m 미만으로 시설된 곳이 30% 정도를 차지하고 있었다.

울타리 접지는 이상전압이 발생 했을 때 작업자 및

일반인의 안전을 위해 접지시설을 하도록 규정을 하고 있다. 실태 조사한 결과 울타리 접지 시설은 20.7%가 되어 있지 않았고, 문이 있는 경우 접지 및 문과 울타리사의 전기적 접촉은 47.6%, 거의 절반이 되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

울타리 또는 담 등의 시건장치는 일반인의 출입에 가장 직접적으로 연관이 되어 있어 자물쇠 및 기타 적당한 장치로 잠금 하도록 규정을 하고 있다. 실태 조사한 결과 잠금장치 시설은 대부분(96%) 되어 있었지만, 관리감독자도 없고 잠금 되어 있지 않은 경우도 많이 있었다. 수변전설비의 사고사례에서 가장 많이 발생한 부분이 외부인 무단출입으로 인한 감전 및 설비사고이다. 관리감독자 및 관계자가 없는 경우에는 항상 잠금 되어 있도록 외국의 경우처럼 규정을 해야 할 것이다.

고압 및 특고압 시설에서의 울타리 높이, 접지 시설 및 잠금장치는 안전을 위한 최소한의 규정이며 이에 대한 시설관리가 철저히 되어야 할 것이고 옥상 및 건물내, 옥외 지상에 있는 수·변전설비에도 울타리 시설이 설치되어야 한다.

3. 경고 표시

수변전실 울타리 및 출입구 등에서의 경고 표시는 일반인에게 고압 및 특고압 전기설비에 대한 위험함을 알려, 그에 따른 안전한 행동을 유도시키기 위함일 것이다.

실태조사 한 자료처럼 국내 경고표시는 장소마다 다르게 표시되어 있고, 도형, 크기 등이 매우 다양하게 조사되었다. 또한 경고표시가 시설된 곳 중에서 빛에 바래서 문구가 거의 확인 되지 않는 곳도 있었다. 또한 전기설비기술기준에 규정되어 있는 경고문구 설치도 조사한 곳 중 12%가 시설되어 있지 않았다. 외국의 경우 고압 및 특고압의 전기설비에 대한 경고 문구와 출입구에 설치하는 경고 문구를 구별해서 문구와 크기를 정의 하고 있다.

따라서 국내에서도 일반인들 및 전기 관계자, 누구나 경고 문구 및 도형을 보고 전기위험성 등을 알 수 있도록 통일된 문구 및 도형이 제공되어야 할 것으로 판단된다.

4. 조명 및 작업공간

전기설비기술기준 62조에 발·변전소·개폐소 또는 이에 준하는 곳에 감시 및 조작을 안전하고 확실하게 하기 위하여 필요한 조명 설비를 시설하도록 규정하고 있고, 작업공간에 대해서는 규정을 하고 있지 않다. IEC에서는 변압기, 차단기 등 작동, 운전을 실행할 수 있을 정도의 공간을 확보해야 하고 그 통로는 적어도 800mm 이상을 유지하도록 규정하고 있다.

NEC Rule 111에서는 설비종류 및 시설위치 별로 조도를 규정하고 있다. 차단기(switchgear), 전원설비(power)가 있는 공간은 적어도 110[lux] 이상 유지하도록 규정하고 있다. 수·변전실의 조명에 대한 실태 조사결과 최소 150 [lux] 이상을 유지하지 못한 장소가 전체 38%을 차지하고 있었다.

수변전실에서 조명은 작업의 안전에 큰 영향을 주기에 정확한 규정이 있어야 할 것으로 판단된다.

6. 충전부 절연보호

수·변전설비를 구성하는 모선 접속 부분, 변압기 부상, MOF, COS 등의 충전부분에 대한 절연 보호는 절연캡 사용 유무로 확인하였다. 절연캡 사용은 빗물 또는 오염물 등에 의한 설비 사고 및 접촉에 의한 감전사고 예방을 위해 사용하고 있다.

사고사례를 조사한 결과 노출 충전부에 근접거리 미확보 및 충전부 접촉 등에 의한 감전사고 및 화상을 입는 경우가 많이 발생을 하고 있다. 현장실태 조사한 결과를 변압기, MOF는 충전부에 대한 절연캡 사용이 90% 이상 사용하고 있었지만, COS 은 절연캡 사용이 43% 정도 만 사용하고 있었다.

충전부에 대하여 울타리 등에 의한 이격 거리 확보, 큐비클에 의해 1차적 보호를 하고 있지만, 설비사고 및 감전 사고를 최대한 줄이기 위해 절연캡 사용을 권장하도록 해야 할 것이다. 다만 노출 충전부에 대한 절연 확보는 작업자 등이 활선부 도출에 의한 감전사고 및 설비사고를 방지하기 위하여기에 지상 2m 이상에 있는 활선부 같은 경우에는 절연캡을 사용하지 않아도 무방할 것이다.

3.2 침수지역의 수·변전설 개선 방안

수·변전설비가 침수되면 정전 및 감전사고 등에 의한 1차 피해도 크지만, 침수된 설비를 수리 및 교체하여 전원을 재투입하기 위해 소요되는 시간 등으로 인해 발생하는 2차적 경제 피해가 더욱 크게 발생을 하고 있다.

재해위험지구 중 상습침수지역에 대해서 지하시설의 누수에 대한 대비책으로 누전차단기, 누수 감지장치 등으로 감전사고 등의 피해는 줄일 수 있겠지만, 침수 되면 수·변전 설비의 대분이 사용 할 수 없기 때문에 이를 교체하는 데 사용되는 비용 및 복구 시간 등에 의한 경제적 손실을 피할 수 없는 것이 현실이다. 따라서 도심 저지대 지역 및 해안가 저지대 등 침수지역에 대한 수·변전설 및 전기설비 설치의 근본적인 안전대책이 필요하다. 이미 외국의 경우에는 침수지역에서의 전기설비 설치의 침수위 이상에서 시설 및 침수에 대한 대비로 물막이 벽 또는 차단막 등을 사용할 것을 규정하고 있다. 또는 매년 침수위를 측정하여 건축 및 기타 설비 설치시 규제 및 다른 장소 이전 등 근본적 안전대책을 강구 하고 있다. 따라서 조사된 국내의 자료를 분석하여 기존 수변전설의 침수방지 대책 방법을 다음 항목별로 정의 하였다.

3.2.1 기존의 수·변전설

1. 배수시설

침수지역에서의 수변전설은 기본적으로 배수로, 집수정 시설 및 배수펌프 시설을 갖추어 태풍이나 호우로 인한 침수를 방지하기 위해서는 구내의 모든 유입량을 신속히 구외지역으로 배출시킬 수 있도록 해야 하고, 항상 정상적으로 제 기능을 할 수 있도록 청소 등의 유지관리가 필요하다

2. 침수 방지 시설

물이 침입 할 수 있는 지하 출입구 및 지상 수변전설 출입구는 침수위 이상으로 방수 벽 또는 물 차단막 등을 시설하여 집중 호우 발생시 및 범람 등에 의한 침수가 발생할 시에 운영될 수 있도록 해야 할 것이다.

그러기 위해서는 매년 그 지역 및 주변지역에서의 침수에 관련된 침수위 등에 대한 자료를 관련 지자체에서 수집 및 관리를 해야 할 것이다. 또한 침수에 대한 대비 시설이 없는 경우에는 주변에 모래주머니 등을 이용하여 적당한 높이로 물막이 벽을 설치하는 등의 보호조치를 취할 수 있도록 해야 할 것이다.

3. 환기구 설치

환기를 위해 시설된 환기구로 인한 침수를 막기 위해서 환기구를 침수위 이상으로 시설을 해야 하던지, 침수시 환기구로 인한 물침을 막을 수 있는 밀폐 시설 또는 덕트 시설 등을 고려하여 시설을 해야 할 것이다. 또한 케이블 트레이 등 지하공간과 연결되어 있는 부분으로의 물 침입을 막을 수 있도록 케이블 트레이 시설시 벽과의 공간을 밀폐시키도록 해야 할 것이다.

4. 감전사고 예방

지하 수변전설 침수시 감전 사고를 막기 위해서는 침수되기 전에 메인전원을 차단할 수 있도록 위치를 파악하고 차단이 쉽게 할 수 있는 장소에 시설을 해야 할 것이다.

위 사항들이 침수에 대한 근본적인 대책은 아니지만, 침수에 대한 피해를 최소화 할 수 있을 것이다. 또한 집중 호우, 태풍 및 해일 등에 의한 도심 저지대 침수 및 해안가 지역에서의 전기설비 피해를 줄이기 위해서는 침수위, 기상 변화 등의 정보를 해당 부처에서 적극적으로 수집 및 분석·관리를 하여 그에 대한 대비책을 실천해서 매년 반복되는 피해를 줄여야 할 것이다.

3.2.2 신설 수·변전설

자연재해대책법에 의한 재해위험지구는 재해위험이 있는 방재시설에 대해 해당지역의 시장·군수가 재해발생우려가 있는 지역을 대상으로 상습침수지구, 붕괴위험지구 등 4개 유형을 위험정도에 따라 3등급으로 지정하여 행정자치부에 보고하도록 되어 있다. 재해위험지구로 지정된 상습침수지구에 대하여는 건축법에 의한 재해관리구역 재지정하여 위험 수준에 따라 건축물의 용적률, 건폐율(建蔽率) 등의 건축제한을 받게 되어 있다.

따라서 재해관리구역으로 지정된 곳에서의 수변전설시 현 경남 도청에서 시행하고 있는 것처럼 침수위에 대한 관련 데이터가 있는 지역에서는 침수위 이상으로 시설 하고, 그러하지 못한 경우에는 3m 이상의 건물 내 및 지상 건물로 시설하도록 공사계획 신고서 제출시 지자체와 협의하여 위치를 선정하도록 해야 할 것이다. 옥외 지상 수·변전설비가 큐비클식으로 되어있는 경우 침수위 이상으로, 노출로 시설하는 경우에는 충전부 부분이 침수위 이상으로 시설하도록 높이를 선정해야 할 것이다.

지하 수·변전설비를 대부분을 차지하고 있는 아파트인 경우에는 부하 중심에 공간을 확보해 침수의 이상 지상층에 시설하던지, 아파트 주위를 침수위 이상으로 방어 벽 또는 차단 막을 시설해야 할 것이다. 침수지역에서 지상 및 옥상에 수·변전설비를 신설할 경우에는 특고압기기를 철제함에 넣은 큐비클식 및 소용량인 경우에는 Package형 수·변전설비를 설치하면 적은 공간에서 시설할 수 있다. 집중 호우 및 태풍 시에 항상 동반되는 바람 영향과 해안가 지역에서의 염분 등에 대한 영향을 고려하여 큐비클식으로 시설하는 것이 안전사고 및 재해의 피해를 줄일 수 있을 것이다.

이렇게 옥상 및 건물 구내 1층 이상으로 건물공간을 선정하여 시설하는 경우에는 건축법시행령 제 119조에서 규정하고 있는 건축면적 산정에서 제외해주고, 주기적 안전 점검 등을 제공하는 등의 적극적인 유도정책이 강구 되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전기설비 기술기준, 산업자원부 고시 제2003-24호
- [2] National Electrical Code:2002, NFPA
- [3] IEC 60364-series(Electrical Installation of Building) (60364-5-51, 52, 53, 54, 55), 60364-1, 60364-4-[41, 42, 43], 60364-7-[711, 714]
- [4] IEC 60364 건축전기설비 기술기준 핸드북, 의계 출판사, 2000.
- [5] 미국 전기공사 규정에 의한 전기설계 핸드북, 의계출판사, 1999.
- [6] 소방기술기준에 관한 규칙, 소방관계 법령집, 도서출판 골드, 2000