

수·변전설비의 안전 환경 설치에 관한 국내외 규정 비교 분석

(Comparison and Analysis of Domestic and Foreign Standard for safety environment installation of power station)

배석명* · 김한상 · 방선배 · 김기현 · 이건호 · 김종민

(Seok. Myeong, Bai · H. S, Kim · S. B, Bang · K. H, Kim · K. H, Lee · J. M, Kim)

Abstract

국내산업의 발달 및 경제 성장과 더불어 전력설비의 대용량화 및 다양한 전기설비의 보급으로 인하여 수변전설비도 증가되고 있으며 또한 대형화 되어 지고 있는 추세이다. 이러한 수변전설비에서의 안전 및 설비사고도 점차 증가되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 수변전설비의 안전 환경을 연구대상으로 하여 국내외 규정 및 기준에 대하여 비교·분석하여 수변전설비의 설치시 안전 및 설비사고 예방에 적용이 될 수 있도록 하였다.

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 power station and compared of internal and external standards. So this paper gives information which is applied to install the electrical facilities and prevents measures 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 전압계통으로 사용되고 있다. 일반적으로 업무용 건물 및 관람 집회 시설, 대학 등과 같은 수용가에는 전력회사로부터 공급받아 사용기에 적합한 저 전압으로 변성하여 공급하고 있다. 계약 전력 100[kW] 이상, 고압 이상의 전력을 구내에 수전 받는 수용가는 다시 부하 기기의 사용 전압에 적합하게 바꾸는 설비를 시설하여 구내에만 배전하여 사용하는 이 설비를 「수변전설비」라 한다. 그러므로 전기설비기술기준에서 정의하는 변전소와는 달리 「변전실」 또는 「전기실」 등으로 부른다.

본 논문에서는 수변전설비의 주위에 설치되는 보호설비, 조명, 작업 공간 등의 안전 환경에 대하여 국내 기술기준과 미국, 영국 등의 전기설비 설치기준에서 관련된 항목을 비교·분석하여 수변전설비 설치시 적용 및 활용할 수 있도록 하였다.

2. 본 론

2.1 수변전설비의 분류

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

시설장소에 의한 분류에는 빌딩, 아파트 등의 지하 공간에 설치하는 지하 수·변전설비, 건물의 옥상 또는 옥외 지상에 설치하는 옥외 수·변전설비, H형 전주에 전기설비를 설치하는 H형 수·변전설비로 구분된다.

수전전압만으로 분류하면 저압, 고압과 특별고압 수변전설비로 구분된다. 수전전압이 7,000V 이상으로 22.9 kV, 153kV, 345kV인 특별고압 수변전설비이며 이중 22.9 kV가 전체 수전설비의 76.7%를 차지하고 있다. 고압 수·변전설비는 3.3kV~6.6kV인 고압으로 수전하여 변전하는 설비를 말하며, 이 방식은 과거에 많았지만 최근에는 고층 빌딩, 초고층 빌딩에서 전압강하 때문에 중간 또는 옥상에 설치하는 경우가 많다.

저압 수·변전설비는 220V/380V으로 75kW이상의 용량을 수전하는 설비로서 소형공장, 소형 건물 등에서 주상 변압기를 통하여 수전하는 설비를 말한다. 현재 우리나라의 저압 수전하는 설비는 전체의 약 22.6%를 차지하고 있다.

2.2 국내 수변전설비의 안전 환경 설치 규정

국내 수·변전설비 안전 환경 설치 규정에 대해서는 전기설비 기술기준에서 정의 하고 있는 전기설비의 시설 및 안전에 관련된 사항에 대해서 조사를 하였다.

2.2.1 일반적인 안전 환경

1. 울타리·담 시설

우리나라의 수변전설비에서의 울타리·담의 설치
는 전기설비기술기준 제34조(특별고압용 기계기
구의 시설), 제50조(발전소 등의 울타리·담 등의
시설)에 의하여

- 울타리·담 등의 높이는 2m 이상, 지표면과 울
타리·담 등의 하단사이의 간격은 15cm 이하
일 것
- 울타리·담 등의 높이와 충전부까지의 이격거
리는 다음 표 1.1에 의하여 설치해야 한다.

표 1.1 울타리·담 등에서 충전부까지 거리

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

2. 출입구 시설

출입구에는 출입금지 표시를 하고, 자물쇠
장치 기타 적당한 장치를 할 것

3. 지상에서 이격에 의한 시설 방법

기계 기구는 지표상 5m 이상의 높이에 시
설하고 충전부분의 지표상의 높이는 표1.1에
서 정한 값 이상으로 하고 또한 사람이 접촉
할 우려가 없도록 시설

4. 공장 등의 구내에서 함의 밀폐에 의한 시설방법

공장 등의 구내에서의 기계기구는 콘크리트
제의 함 또는 제1종 접지공사를 한 금속제의
함에 넣고 또한 충전부분이 노출하지 아니하
도록 시설

5. 무자격자의 출입제한에 의한 시설방법

옥내에 설치한 기계기구는 취급자 이외의
사람이 출입할 수 없도록 설치한 곳에 설치

6. 암 스키치(arm`s reach)에 의한 시설방법

충전부분이 노출하지 아니하는 기계 기구를
사람이 쉽게 접촉할 우려가 없도록 시설

2.2.2. 침수지역에서 전기설비 시설 규정

1. 전기설비 기술기준

국내 전기설비 기술기준에서 수·변전설비 설
치시 침수에 대해 고려해야할 사항을 규정하
고 있지 않다.

2. 내선규정

내선규정에서는 제705-4항에서 수전실 또
는 큐비클 시설장소의 선정은 원칙적으로 물
이 침입하거나 침투할 우려가 없도록 조치를
강구한 장소 일 것으로 규정하고 있다.

3. 건축법

건축법 제54조(재해관리구역)에서는 허가권

자는 해일·고조·수해 기타 재해가 생길 우려가
있어 건축물의 건축을 제한할 필요가 있다고
인정하는 일정한 구역을 재해관리구역으로 지
정할 수 있다. 이 경우 재해관리구역은 재해
위험의 정도에 따라 아래와 같이 세분하여 지
정하고 있다.

- 가) 제1종 재해관리구역 : 산사태·해일·침수
등의 우려가 극히 큰 지역
- 나) 제2종 재해관리구역 : 산사태·해일·침수
등의 우려가 있는 지역
- 다) 제3종 재해관리구역 : 상습침수지역등
침수로 인한 건축물 등의 피해가 예상
되는 지역

4. 지방 건축조례

경상남도 건축조례에서는 제3종 재해관리구
역 안에서는 국토의 계획 및 이용에 관한 법
률 및 기타 다른 법률에 의하여 당해 지역·지
구 또는 구역 안에서 건축이 허용되는 건축물
에 한하여 시설할 수 있다. 다만, 침수위(침수
위가 결정되지 아니한 지역에서는 3m 부분을
말한다) 이하의 건축물 부분은 거실(기계·전기
실 포함)의 용도로 사용할 수 없다.

제 2종, 3종 재해관리구역에서 건축물의 1
층 바닥을 침수위(침수위가 결정되지 아니한
지역에서는 3m 부분을 말한다) 위로 설치하
는 경우(1층 바닥 밑을 피로티 구조로 할 경
우도 포함)에는 1층 바닥 상단을 당해 건축물
의 지표면으로 인정하여 건축물 높이를 산정
한다.

2.3 미국 수변전설비의 안전 환경 설치 규정

미국의 수·변전설비 시설 규정에서 변전실에
대해서 NEC 제450항 및 제110항(고압설비
설치 규정) 등에서 규정하고 있다.

2.3.1 일반적인 안전 환경

1. 변전실의 위치

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

2. 벽, 지붕 및 바닥

변전실의 벽과 지붕은 최소 3시간 내화도
를 갖도록 적정한 구조적 강도를 가진 물질로
시공되어야 한다.

3. 변전실의 출입구

가) 문의 형태

건물내부에서 변전실로 통하는 각각의 문은
최소 3시간 내화도를 가지고 빈틈없이 꼭 맞
는 문(tight-fitting door)을 설치하여야 한다.

나) 문틀

가장 큰 변압기의 오일을 변전실 내에 가둬둘 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. 직원용 문은 안에서 밖으로 열려야 한다.

4. 환기구

변압기 정격을 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

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 철조망을 얹은 펜스여야 한다. 전기설비의 절연과 이격거리는 위험 정도와 주위 조건에 따라서 시설되어야 한다. 다음 표 1.2는 울타리(fence)와 활선 사이의 최소 이격거리를 표시한다.

표 1.2 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, 도

출 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 1.3의 값보다 적어서는 않다. 다음 그림 1.1은 작업공간의 개념을 나타내는 그림이다.

표 1.3 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

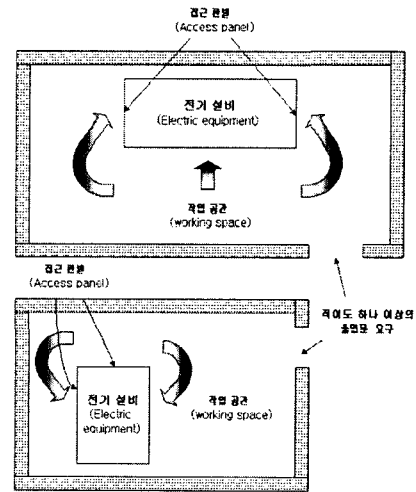


그림 1.1 전기설비에 대한 작업 공간 선정

2.3.2 침수 지역에서 전기설비 시설 규정

미국은 침수에 관한 관리는 FEMA에서 실시하고 있으면 FEMA에서 침수지역에서의 공공설비의 시공과 설계에 대한 규정에서 전기설비 시설에 관해서 규정하고 있다.

1. 전기설비 설치 규정

국가 침수보험프로그램(NFIP : National Flood Insurance Program)에서는 전기설비에 대한 특별침수위험지역에서 건물 시공과 변경시에 어떠한 경우에도 전기설비에 물이 침입하거나 축적되게 설계해서는 안 된다고 규정하고 있다.

가) 제어 및 이용설비

주거 지역에서 제어 및 이용 설비(Control and utilization)은 일반적으로 리셉터클, 스위치, 조명 기구 등으로 구성되어 있다. 모든 제어 및 이용설비는 DFE(예측 치수수위) 이상으로 설치되어야 한다.

나) Wiring

전선은 에너지 공급을 위하여 전원과 설비를 연결하는 수송 라인이다. 젖은 장소에 적합한 전선은 DFE(예측 치수수위) 밑으로 설치하는 것이 가능하다. 대부분 주거지역의 전선은 열가소성 내습성 절연전선(TW) 또는 열과 기후에 적합한 내습성 및 내열성 열가소성 (THW 형)이 많이 사용된다.

2. 침수 지역에서의 전기설비 시설 위치

다음 그림은 전원의 지중 인입에 따른 전기설비의 시설 위치를 표시한 것이다. 지중 인입에 따른 방수 전선관(watertight conduit)은 DFE 이상의 높이로 시설된 것을 확인 할 수 있다. 또한 전선관 맨 위쪽에는 빗물 침입으로부터 보호하도록 설치되어야 한다.

DFE 밑으로 설치되는 절연전선은 부식되지 않은 전선관(non-corrosive conduit) 안에 넣어야 한다. 전선관은 침수시 배수 장치를 통한 배수가 잘되기 위해 수직으로 설치를 해야 한다. 또한 DFE 밑으로 배선된 전선에 대해서는 침수시 다른 회로와 차단할 수 있도록 분리된 회로로 시설되어야 한다.

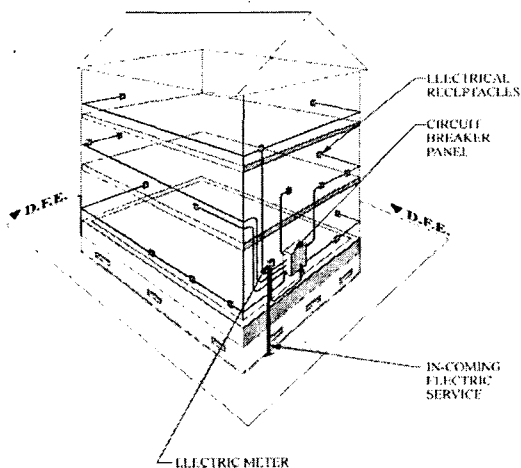


그림 1.2 지중 전기 인입에 따른 전기설비 시설 위치

3. 침수 후 전기설비 관리 규정

NEMA에서 허리케인, 소방시 또는 침수시 물에 노출된 경우 손상 받은 설비에 대해 관리 규정(Guidelines for Handling Water

Damaged Electrical Equipment : 2001)을 정의 하고 있다. 물에 노출된 전기설비는 적절한 재 수리 또는 교체 없이 전원을 재투입했을 경우에는 매우 위험하다. 따라서 전기설비가 물에 노출된 후에 설비에 따라 완전교체 또는 재검사후 재사용 등으로 설비를 구분하여 정의 하고 있다.

2.4 영국 수변전설비의 안전 환경 설치 규정

영국의 수변전설비의 설치 규정은 IEC 61936-1, 60364-4-44에서 정의 하고 있다.

2.4.1 일반적인 안전 환경

1. 수변전설비의 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(IEC61936-1)

가) 고압 설비 설치시 안전 운영

필요한 장소에서는, 설치시 화재에 대한 대비와 침수 그리고 오염물에 대한 대비를 해서 설치를 해야 한다. 또한 염해 및 화학적 요인에 의해 영향을 받을 수 있는 지역에서는 이에 대하여 보호 할 수 있도록 설치해야 한다.

나) 명판(Labeling)

작업의 실수 및 사고를 방지하기 위해서 각 중요한 설비(머스바, 차단기, 배전반, 도체 등)에 명판을 붙여야 한다. 또한 안전 경고, 예를 들어 경고 표시, 안전 주위 그리고 안전에 대한 정보 제공을 위해 전기설비 또는 출입문, 울타리 등 적절한 장소에 설치해야 한다.

다) 외부 울타리 또는 벽 그리고 접근 문

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

도록 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.

2.4.2 침수 지역에서 전기설비 시설 규정

침수 지역에서의 전기설비 설치 가이드에 의하면 전기설비 종류에 따라 각각 전기설비 설치 규정을 제시하고 있다.

가) Electricity supply

침수가 발생 전에 전기공급 수용가 설비에서 전원을 차단될 수 있어야 한다. 또한 침수된 지역에서 전원을 재공급 받기 위해서는 자격이 있는 전기기사에게 건물 전기설비 시스템을 확인 하도록 요청을 해야 한다.

나) 측정 장비와 수용가 설비의 위치

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 예상된 침수 수위(expected flood level) 이상으로 설치하도록 고려되어야 한다.

다) Socket height

침수 위험 지역에서 침수 수위(flood levels) 이상의 높이에 소켓을 설치하도록 고려해야 한다.

2.5 호주 수변전설비의 안전 환경 설치 규정

호주의 수변전설비의 설치 규정에 대해서는 전기안전(공급 자산) 규정(Electricity Safety (Network Assets) Regulations : 1999)의 22조에서 변전소(Substation) 설치에 관한 규정을 정의 하고 있다.

2.5.1 일반적인 안전 환경

1. 간이 변전소와 일반 건물 간의 거리

간이 변전소(kiosk substation)는 변전소에 인접한 건물 또는 구조물, 울타리 등 벽이 2 시간 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 확실히 금지하기 위하여 최소 2500mm 이상의 높이에 벽 그리고 울타리를 설치해야 한다. 또한 활선부나 충전기로부터 벽 또는 울타리는 다음 수평 거리 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 H 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 전기적인 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 일반적인 접지군에 연결되는 연속적인 중성선으로 규정되는 중성선 다중접지 시스템에 의하여 접지가 되어야 한다.

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.

2.5.2 침수 지역에서 전기설비 시설 규정

1. 침수지역에 대한 전기설비 기준과 정책

호주의 침수 지역에 대한 전기설비에 대한 규제는 각 주정부에서 관할하고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 수변전설비 시설에 대한 일반적 규정은 호주의 전기 안전 규정의 22조에서 Substation(변전소) 설치기준과 AS/NZS 3000:(Electrical installations Wiring Rules) 설치 기준에서 정의한 규정에 따라 설치를 하고 있다.

2. 침수지역의 전기설비 설치

모든 전기설비 설치는 FPL(침수예측수위) 높이로 또는 그 이상으로 설치하도록 요구 되

고 있다.

가) Main Power supply

메인 전기 인입, 변전실, 측정설비는 침수예측수위(FPL)에 1m 이상으로 설치해야 한다. 설치 방법은 건물이 메인 전원으로부터 쉽게 분리 될 수 있도록 설치해야 한다.

나) 전선(Wiring)

모든 전선, 스위치, 소켓 등은 침수예측수위(FPL)에 1m 이상으로 설치해야 한다. FPL 밑으로 설치된 모든 전선은 연속 침수에 적합해야 하고 섬유 요소(fibrous component)를 포함하지 말아야 한다. FPL 밑으로 설치된 모든 도체는 침수 시 스스로 물이 빠지도록 시설해야 한다.

다) 전기설비(Equipment) :

침수예측수위(FPL) 밑으로 설치된 모든 설비는 소켓 그리고 플러그에서 쉽게 분리 될 수 있도록 시설해야 한다.

라) 재결선(reconnection)

전기설비 또는 배선설비 등이 침수된 경우에 전원을 재투입할 경우에는 전기전문계약자(approved electrical contractor)의해 검사를 받고 교체 또는 청소를 한 후에 이루어져야 한다.

3. 결 론

본 논문에서는 수변전설비의 시설시 적용해야 하는 규정에 대하여 각 국의 일반적 시설 안전 환경 및 침수지역에서의 시설에 관한 내용 분석하여 비교하였다.

수·변전설비의 일반적인 안전 환경에 대해서는 각국에서 추구하는 내용이 서로 다르므로 비교 분석이 어려운 상태이어서 안전 환경에 대한 몇 가지에 대하여 비교 분석을 하였다.

첫째 수·변전실의 장소 선정은 일반적으로 안전 및 사고 예방에 중요한 사항이다. 국내에서는 강제규정인 전기설비기술기준에서는 수·변전실 시설 장소 선정에 대해서 규정하고 있지 않고 내선규정(705-4)에서 일반적인 선정 원칙만을 규정하고 있지만 국외의 규정에서는(NEC 450.41항, IEC 61936-1) 침수 및 오염에 대비를 한 장소, 염해 및 화학적 용인에 의해 영향을 받을 수 있는 지역에서는 그에 대한 보완 장치를 한 장소, AS/NZS 3000절에서 일반적으로 화염 물질, 습기, 지역, 환기 등을 고려한 전기설비 설치 장소 요구사항에 대해서 규정하고 있다.

둘째 수·변전설비가 건물 내에 시설되는 경우에

는 국내의 내선규정에서 수·변전실은 불연재료로 만들어진 벽, 기둥, 바닥 및 천장의 구획과 창 및 출입구에는 방화문을 시설하도록 규정하고 있으나, 국외의 규정인 NEC 450.42에서는 변전실의 벽과 지붕은 최소 3시간 내화도를 갖도록 적절한 구조적 강도를 가진 물질로 시공되도록 규정, IEC 61936-1에서는 내부에 설치된 변압기 등의 문은 적어도 1시간 이상의 내화성을 가져야 한다고 규정하고 있다.

셋째 울타리 및 담에 대한 시설 규정은 국내 전기설비기술기준에서 울타리 및 담의 높이와 충전부와의 이격거리 규정을 하고 있다. 국외 규정인 NEC 110.30 및 IEC 61936-1에서 옥내의 수·변전실에는 자격자만의 출입이 허용되고 있고, 옥외 전기시설은 비 자격자의 출입을 막기 위해 벽이나 스크린, 펜스 등으로 밀폐와 높이 등을 규정하고 있다. 또한 호주 전기안전 규정에서는 관계자 이외의 사람 출입을 확실히 금지하기 위하여 최소 2500mm 이상의 높이로 벽 또는 울타리를 시설해야 한다고 규정하고 있다.

넷째 경고 문구에 대해서는 국내 기술기준에는 울타리 및 담 등에 출입금지의 표시를 할 것으로만 규정하고 있다. 국외 규정인 NEC에서는 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 문구 표시를 규정하고 있다. "DANGER - HIGH VOLTAGE - KEEP OUT". IEC 61936-1에서는 안전 경고, 예를 들어 경고 표시, 안전 주위 그리고 안전에 대한 정보 제공을 위해 전기설비 또는 출입문, 울타리 등 적절한 장소에 시설해야 한다고 규정하고 있다. 호주 AS/NZS3000에서는 고압전기 설비라는 것을 비자격자(unauthorized)에게 위험을 알리기 위해 안전표시를 확인 할 수 있고, 지워지지 않게 시설되도록 규정하고 있다.

다섯째 국내의 강제 규정인 전기설비기술기준에는 수·변전설비 건물에 대한 환기 시설에 대해 규정하고 있지 않고 있으며, 내선규정에서 수·변전실은 환기가 가능한 장소로만 규정을 하고 있다. 국외 규정 NEC 450.45에서는 변압기 정격을 초과하는 온도 상승 없이 변압기 전부하 손실을 처리하는데 적합하게 환기를 해야 한다고 규정하면서 환기구의 위치, 넓이, 턱트 재질 등 자세히 규정하고 있다. IEC 61936-1에서는 변압기

실에는 자연 환기가 이루어 질수 있도록 하는 것이 더욱 좋다. 환기구는 외부인 침입의 위험성과 활선 부분 접근의 위험성이 없도록 설치되어야 하고 환기구 설계시 뜨거운 가스 방출 가능성을 고려하여 설계해야 한다고 규정하고 있다.

여섯째 발, 변전소, 개폐소 또는 이에 준하는 곳에 감시 및 조작을 안전하고 확실하게 하기 위하여 필요한 조명설비의 시설은 전기설비기술기준 규정하고 있고, 내선 규정에서는 보수 점검에 필요한 공간 유지를 전압 구분에 따라 규정하고 있다. 국외 규정 NEC 110.34에서는 작업시 전기설비 활선 부분에 작업 시 최소 이격거리를 전압별, 주위 환경 조건 별로 구분하여 거리를 정의하고 있고, 전기기기 주변에는 작업 가능하도록 조명시설이 있어야 한다고 규정하고 있다. IEC에서는 변압기, 차단기 등 작동, 운전을 실행할 수 있을 정도의 공간을 확보해야 하고 그 통로는 적어도 800mm 이상을 유지하도록 규정하고 있다.

또한 침수지역에서의 수변전실 시설 규정에 대하여 비교·분석을 하면 다음과 같다.

집중 호우 및 해일 등에 의해 침수 되는 지역에 대해서 수·변전실을 어떻게 또는 어떤 높이로 시설해야 한다고 구체적으로 각 나라 전기 관련 법규에서는 정의 하고 있지는 않고 해당 주 정부 및 관련 기관에서 그에 대한 규제 조항을 정의해서 시행하는 것으로 조사되었다. 일반적인 침수 규정 내용은 국내 전기설비기술기준에는 수·변전설비 침수에 대한 대책 등을 정의하고 있지 않고, 내선 규정에서 수전실 설치 장소는 물이 침입하거나 침투할 우려가 없는 장소로 해야 한다고 규정하고 있다. 국외 IEC 61936-1에서 “전기설비는 운전 장소는 습기를 최소화 할 수 있도록 하고, 침수로부터 보호 될 수 있도록 시설해야 한다.” 고 규정은 하고 있지만, 구체적으로 어떻게 해야 한다고는 규정하고 있지 않다.

침수지역에서의 수·변전설비 침수 방지에 대한 국내의 주정부 및 지방정부의 규정을 비교 분석 하면 다음과 같다.

국내에서는 경상남도(2004년 3월)에서 침수지역(재해관리구역)에서의 전기실(수변전실) 및 기계실에 대한 높이 제한의 내용을 건축조례에 “제 3종 재해관리구역 안에서는 국토의 계획 및 이용에 관한법률 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 침수예방대책으로는 예측 침수 수위(DFE : Design Flood Elevation) 이상 또는 그 값으로 시설하는 것이다. 만약 전기 설비 중에 규정이 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.

영국 침수지역에서의 전기설비 설치 가이드에 따르면 “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 예상된 침수 수위(expected flood level) 이상으로 설치하도록 고려되어야 한다” 고 규정하고 있다.

호주의 해당 주정부에서 “메인 전기 인입, 변전실, 측정설비는 침수예측수위(FPL : Flood Planning Level)에 1m 이상으로 설치해야 한다. 설치 방법은 건물이 메인 전원으로부터 쉽게 분리 될 수 있도록 설치해야 한다.”고 규정하고 있다.

이상과 같이 수·변전설비의 안전 환경 설치에 대하여 국내의 규정에서는 주위환경을 고려하지 않는 전기설비 설치 위주의 일반사항만을 최소한으로 규정하고 있다. 그 반면에 국외의 규정에서는 전기설비의 설치·유지관리 및 작업자의 안전과 주위환경에 영향을 받지 않도록 하는 내용 상세하게 규정하고 있다.

따라서 우리나라도 수·변전실에서의 감전 및 설비사고를 예방하기 위해서는 전기안전과 주위환경을 고려하여 수·변전실의 관련규정을 시급히 개정하는 것이 필요하다고 판단된다.

향후 본 연구에서의 결과를 전기 관련규정의 개정(안)으로 제시 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] 경상남도 건축조례, 2004
- [5] Flood Proof Construction Requirements, 미국
- [6] Flood Risk Management Policy, 2003. 12, 호주
- [6] A guide for the preparation of flooding, 영국