

# 건축물에 시설되는 수변전설비의 지진 대책에 대한 조사 분석

( Analysis of earthquake countermeasure for electrical facility at building )

김기현\*, 이상익, 전현재, ■석명

(Gi-Hyun Kim · Sang-ick Lee · Hyun-Jae Jean · Suk-Myong Bae)

한국전기안전공사 전기안전연구원

(Electrical Safety Research Institute of KESCO)

## Abstract

Middle domestic the occurrence size which stews recently from the Korean Peninsula circumference country is augmenting on a large scale about earthquake about safe countermeasure part from the existing Natural Countermeasure Law 2008. Refers with the Earthquake Disaster Countermeasure Law to be new standard contents establishment by law and strengthened in March. Consequently the research is propelled about electric equipment earthquake-proof plan and countermeasure. The present paper investigated an equipment by domestic facility present condition about the change disappointment electric equipment which can supply all the member in the building an investigation analysis about problem point and improvement fact. Also about overseas electric equipment investigated about earthquake-proof plan relation system and facility present condition. Investigated the electric equipment earthquake-proof plan pertinent data which is advanced from like this existing nation and the equipment and application direction must apply to domestic presented. With character presents following the guide about electric equipment earthquake-proof plan becomes feed with the fact that will be able to use.

## 1. 서론

21세기에 들어와서 집중호우, 가뭄, 이상 기온 등 기후 변화로 인해 많은 인명 및 재산의 피해를 보고 있다. 이들 자연 재해는 어느 정도 현대 과학으로 예측이 가능하여 인명 피해를 최소한으로 할 수 있는 부분이 있지만, 지진은 그 예측의 어려움으로 발생하면 큰 인명 및 재산 피해를 입게 된다. 따라서 지진에 대한 사전 대비만이 피해를 최소화 할 수 있을 것이다. 최근 들어 한반도 주변 국가인 일본, 중국에 큰 지진이 발생을 하였다. 2008. 5. 12일 중국 사천성에서 7.8 규모의 지진 발생으로 약 사망이 5만 명 정도로 발생을 하였고, 2008. 6. 14일 일본 도쿄 북쪽에서 리히터 규모 7.0의 강진이 발생하여 사망 3명, 부상 100명이 발생하였다. 국내에서는 지진 발생에 의해 사망 및 전기설비에 대한 피해 사례는 현재까지 보고되지 않았다. 하지만 최근 들어 건물 흔들림 및 붕괴 등 피해를 줄 수 있는 지진이 2004. 5. 29 울진에 규모 5.2 진진 발생, 07년1월 20일 강릉 근교 규모 4.8이 발생하였다. 이에 따라 지진 발생에 의한 피해 발생시 위급 상황에서 인명 구조 등 여러 가지

대처 활동에 필수적인 영향을 주는 전기설비에 대한 내진 대책의 필요성이 제기되고 있다. 따라서 본 논문은 국내 건축물 내에 시설된 수변전설의 전기설비에 대한 지진대책 현황을 조사하였다. 또한 국외의 전기설비 내진시설 규정 및 시설 현황에 대해 제시하여 국내의 문제점 및 개선 방향을 제시하였다.

## 2. 본론

### 2.1 국내 전기설비 지진 대책 관련법

국내 지진에 대한 대책을 규정하고 있는 법으로 크게 자연재해대책법에서 규정을 하고 있었으나, 2008. 3. 28에 자연재해대책법에서 지진 부분이 삭제 되고 새로이 지진재해대책법이 제정이 되었다. 지진재해대책법(2008.3.28)에서는 지진과 지진해일로 인한 재해로부터 국민의 생명과 재산 및 주요 기간시설을 보호하기 위하여 지진과 지진해일의 관측·예방·대비 및 대응, 내진대책과 지진재해를 줄이기 위한 연구 및 기술개발 등에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 하고 있다. 지진재해대책법의 제14조에는 지진이 발생할 경우 재해를 입

을 우려가 있는 시설에 대하여 내진설계기준을 정하고 그 이행에 필요한 조치를 취하여야 한다고 규정이 되어 있다. 전기설비에 관련 된 부분은 전기사업법에 따른 발전용 수력설비 및 화력설비, 송전설비, 배전설비, 변전설비에 대해 내진설계 기준 및 이를 이행할 수 있는 조치를 취하도록 규정하고 있다[1].

원자력법 시행규칙(2008.3.4)에 원자로시설의 구조물·부품·기기 및 계통의 설치에 관하여 내진설계를 하도록 규정하고 있다[2].

전기설비기술기준(2006.07.04)의 제2절 21조(발전소 등의 시설) 4항에 고압 또는 특별고압의 전기기계기구·모선 등을 시설하는 발전소·변전소·개폐소 또는 이에 준하는 곳에 시설하는 전기설비는 자중, 적재하중, 적설 또는 풍압 및 지진 그 밖의 진동과 충격에 대하여 안전한 구조이어야 한다고 규정하고 있다. 하지만 아직 안전한 구조에 대한 제시부분이 판단기준에 제정되어 있지 않은 실정이다[3].

건축 관련법에서는 건축물에 비구조요소인 전기설비에 관한 내진설계 부분으로는 건축법(2008.6.5) 제5장의 건축물의 구조에 대해 제48조에서 건축물은 고정하중, 적재하중(적재하중), 적설하중(적설하중), 풍압(풍압), 지진, 그 밖의 진동 및 충격 등에 대하여 안전한 구조를 가져야 한다고 규정하고 있고, 건축물 및 공작물의 구조체에 대한 설계, 실험 및 검사, 설계하중, 재료강도, 제작 및 설치, 품질관리 등의 기술적 사항을 규정함으로써 건축물 및 공작물의 안전성, 사용성 및 내구성을 확보하기 위하여, 건축구조설계기준(2005.04.06)을 제시하였다. 건축구조설계기준의 제3장 설계하중에서 0306 지진하중 부분에서 0306.9항의 건축, 기계 및 전기 비구조요소 부분에 대한 내진 설계 부분을 제시하고 있다. 내진설계가 되어 있는 건축물 내에 영구히 설치되는 건축, 기계 및 전기설비 등의 비구조요소는 0306.9의 규정에 따라 결정된 등가정적 하중과 변위에 견디도록 내진 설계를 하도록 규정하고 있다[4].

## 2.2 수변전실 전기설비 내진 대책 현황

### 2.2.1 국내 전기설비 시공 현황

건축물 내에 시설되는 수변전실의 설치 위치는 크게 지하공간, 지상 층 이상의 건물 내, 옥상에 시설된다. 이 공간에서 시설되는 수변전설비의 설치 형태는 그림 1, 2와 같이 큐비클식, 일체형 수

변전설비 형식이 대부분을 차지한다. 일부 노출식 수변전실도 시설이 되어있지만, 최근 시설은 대부분 큐비클식 및 소 용량의 단독 건물의 경우에는 일체형 수변전설비를 설치하고 있다.



그림 1. 큐비클식 수·변전설비

Fig. 1. Cubicle type Transformer Vault

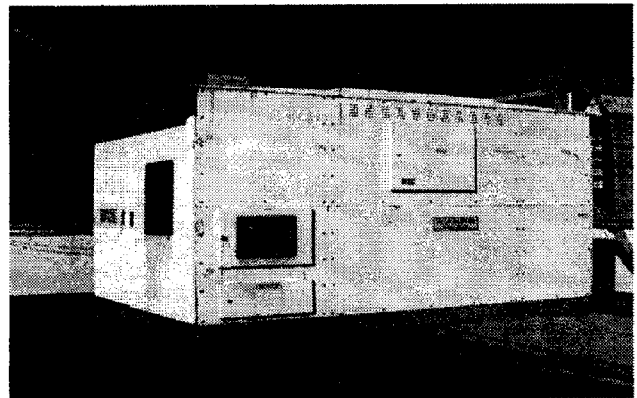


그림 2. 일체형 수·변전설비

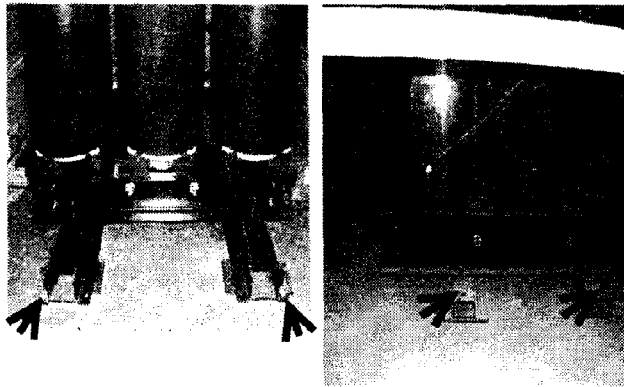
Fig. 2. One body type Transformer Vault

변전설비가 지진 발생시에 지정된 지진 강도 이하에서는 넘어짐, 추락 등 구조적으로 문제가 없어야 하고 지진 후에 정상적으로 전원공급이 되어야 구조 및 재난 극복에 문제가 없을 것이다. 따라서 국내의 수변전실의 전기설비 시설 현황에 대해 조사하고 그에 대한 문제점 및 대책을 조사 하였다. 국내 건축물 내에 시설되는 수변전설비는 전기설계 도면에 설비 설치 위치 및 설비에 대한 용량 정도를 기입하여 설계하고 있다. 이런 전기설비를 수변전실 또는 공간에 시설할 때에는 설계 도면과 설계 도면에 제시되지 않는 부분에 대해서는 시공자의 개념 및 상황에 따라 수변전설비가 시설되고 있다. 따라서 지진시에 설비의 넘어짐, 추락 등에 대한 대책으로 내진설계 부분이 국내에서는 아직 현장에 적용되고 있지는 않다. 내진의 개념이 아

니고 단지 고정, 부착 정도의 개념으로 설비를 시공하고 있다. 그에 대한 자료를 다음과 같이 조사하였다.

### 2.2.2 변압기

수변전설비에서 중요한 설비 중 하나인 변압기는 몰드 변압기, 유입 변압기가 대부분으로 시설되고 있다. 몰드 변압기 경우 제작사에서 기본 베이스를 제작하여 큐비클 내부 바닥 면에 직접 시설하는 경우가 대부분이다. 바닥 면과 변압기 베이스 사이에 방진고무가 시설되고 있다. 방진고무의 두께 부분과 바닥 면과 변압기 베이스와의 고정 부분이 그림 3에서 보는 것처럼 한쪽 부분만 앵커볼트(Anchor bolt)로 고정된 부분(그림 3에 (a))과 아예 고정이 되어 있지 않은 상태로(그림 3에 (b)) 시공하는 부분이 대부분으로 조사 되었다. 또한 유입 변압기 경우 그림 4처럼 방진고무 위에 바로 안쳐서 시설 되고 있었다. 따라서 변압기 무게와 무게 중심을 고려한 앵커볼트 굵기 선정 및 위치 등이 고려되어야 할 것이다. 또한 방진고무의 두께 및 성능에 대한 평가 부분도 이루어 져야 할 것으로 판단된다.



(a)고정용 앵커볼트시설 (b) 고정되지 않음  
그림 3. 변압기 고정 앵커볼트 시설 현황

Fig. 3. Construction situation anchor bolt of Transformer

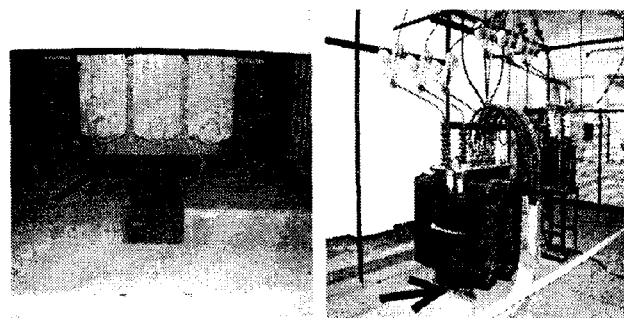
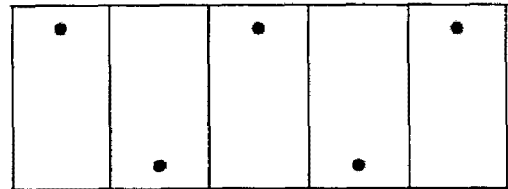


그림 4. 고정 없이 방진 매트위에 시설된 변압기  
Fig. 4. Transformer on the vibration production by no fixing

### 2.2.3 큐비클 설비

대부분의 수변전설의 전기설비 설치 형태는 그림 1에서 보는 것처럼 큐비클 형태이다. 일반적으로 큐비클 시설시 바닥과 큐비클 사이의 연결은 하고 있지 않은 것으로 조사 되었다. 자체 무게로 견딜 수 있다고 대부분 생각하기에 고정을 하고 있지 않았다. 일부 시공업체에서는 자체 시공 시방서에 그림 5처럼 지그재그씩 또는 다른 방식 등에 의해 고정하는 경우가 있는 것으로 조사 되었다.



(장비고정용 Anchor 설치방법)

그림 5 큐비클 고정용 앵커볼트 설치 위치 예  
Fig. 5. Example of fixing anchor bolt of cubicle

일반적 큐비클 형 수변전설의 큐비클 패널은 바닥 면과 고정 할 수 있는 Hole을 제작사에서 제작 시 뚫어 나온 것으로 조사되었다. 국내에서 아직 큐비클 Hole의 크기 및 개수에 대한 근거는 없는 것으로 조사 되었다. 현장에서 앵커볼트 시설의 어려움 등으로 인해 바닥 면과 큐비클 고정이 되고 있지 않는 것이 현실이다. 또한 큐비클이 바닥 면과 고정이 되어 지진에 견딘다고 해도 큐비클 내부에 시설된 설비의 안전성이 보장이 되지 않으면 큐비클이 진동에 넘어지거나, 미끄러지지 않는다 해도 수변전설비의 본연에 역할을 하지 못하게 될 것이다. 따라서 큐비클 내부에 있는 VCB, 계전기, MOF 등 각종 설비가 내부에서 지진에 의해 추락 및 결선 등 성능 및 기능에 영향을 받지 않도록 시설이 되어야 할 것이다.

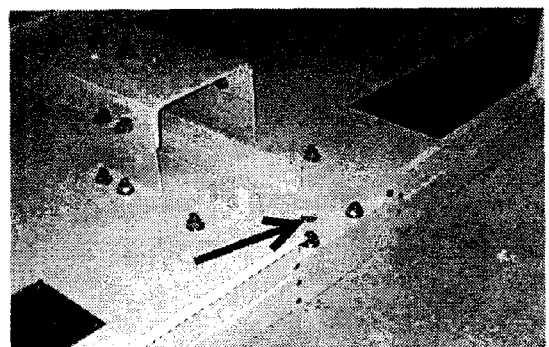


그림 6 큐비클 Hole 예  
Fig. 6. Example of cubicle hole

큐비클 또는 변압기 등 전기설비를 바닥 면과 고정시에 앵커볼트로 고정을 하는 경우에 베이스 찬널을 이용하여 바닥 면 밑에 시공시에 설치하여 앵커볼트와 같이 시공하여 전기설비를 고정하면 더욱 안전하게 설비가 고정이 된다. 하지만 설계시 설비의 정확한 설치 위치 확인의 어려움, 건축물 설계시 사전 설계 요청 등에서 어려움이 많이 있어서 중요 공장 설비 및 한전 변전소의 전기설비 고정 시에 바닥 면 시공에 사용을 하고 있는 것으로 조사 되었다.

### 2.2.4 배관 설비

그림 7은 수변전설에는 케이블 이송 시설을 위한 케이블 트레이(Cable-Tray), 케이블 덕트(Cable-Duct) 시설 및 수변전설 조명설비의 전력 공급을 위한 레이스웨이(Race-Way)가 천장 및 벽면에 고정되어 시설을 나타낸 그림이다. 이들 시설을 무게 중량 및 폭 등을 고려하여 내진 설계가 이루어 져야 할 것이다. 국내에서는 일반적 시공자의 의도에 따라 1.5m~3m 간격으로 행거로드를 시설하는 것으로 조사 되었다. 이 부분에 대한 구체적인 내진 설계 및 시공 부분이 이루어 질수 있도록 해야 지진 발생시 추락 등으로 인해 재해를 막을 수 있을 것이다.

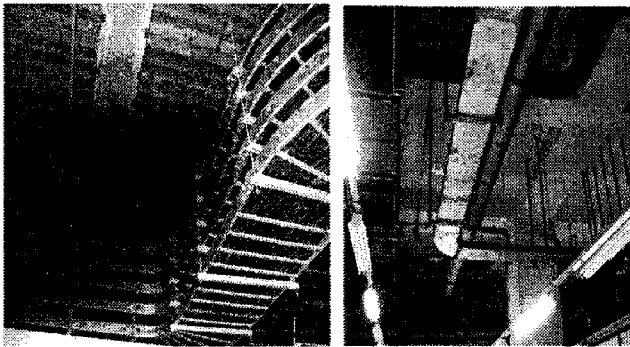


그림 7 케이블 트레이, 덕트, 레이스웨이 시공 예  
Fig. 7. Example of Cable Tray, Duct and race way

### 3. 결론

최근 들어 중국, 일본의 한반도 주변국에서 크고 작은 지진이 발생을 하고 있다. 또한 국내에서도 규모 5.0 정도의 지진이 발생을 하고 있는 실정이다. 따라서 이에 대한 대비를 하기 위해 2008. 3. 28에 지진재해대책법이 제정이 되었다. 하지만 이에 대한 현실적 대책으로 수변전설비 설치 부분의 적용이 없기에 그에 대한 대책이 필요하다. 따라서 지진 발생시 인명 구조 및 기타 안전에 필요한 동력을 제공하는 전기설비의 국내 지진 대비에 대

한 현황을 조사하였고, 국외의 일본 시설 규정 및 시설 현황 조사 분석하였다. 또한 미국의 지진 대비에 대한 전기설비 시공 및 지진 대비 시설에 대한 사례를 조사 분석 하였다. 조사 결과 국내의 전기설비의 지진에 대한 근본적 설계 기준이 없는 현실에서 시공을 하고 있어 그 설비의 지진 내력 및 안전성에 대한 부분을 확인 할 수 없는 실정이었다. 따라서 건축물에 시설되는 수변전설비 내진 설계 및 시공 지침을 제정하여 그에 따른 시설의 안정성에 대해 점검·검사를 실시해야 할 것으로 판단된다. 수변전설비의 내진설계 및 시공 관련하여서는 기본적으로 국내건축법에서 사용하는 등가정하중 식을 이용하여 각설비의 내진설계를 할 수 있도록 관련 식 및 설계 예시 등을 제시하고, 그에 대한 타당성을 검증하여 지침서가 제시될 수 있도록 진행되어야 할 것이다.

이 논문은 한국전기안전공사 연구비 지원으로 수행된 연구결과입니다.

### 참고 문헌

- [1] 법제처, 지진재해대책법, 법률 제 9001호, 2008.3.28
- [2] 과학기술부, 원자력법 시행규칙, 과학기술부령 제1호 (2008.3.4)
- [3] 지식경제부, 전기설비기술기준, 고시 제2006-65호, 2006.7.4
- [4] 국토해양부, 건축구조설계기준, 고시 제2005-81호, 2005.4.6
- [5] 김기현 외 3명, "수변전설비의 국내외 내진 관련 현황 조사", 대한전기학회 전기설비 춘계학술대회, 2008. 4
- [6] FEMA, FEMA 413: "Installing Seismic Restraints for Electrical Equipment", 2004. 1, US
- [7] 建築電氣設備の耐震設計施工マニュアル 改訂新版, 2006. 4, Japan
- [8] 電氣設備工事監理指針 平成9年版, 2007. 9, Japan
- [9] IEC 60364-series : "Electrical installations of buildings", 2001. 8