

※ 전력시설물의 내진설계 기법

(1) 내진대책

건축전기설비의 설계·시공에서 전력시설물의 내진은 중요하며 다음과 같은 부분에 중점을 두어야 한다.

- ① 중소지진에 대하여는 변형전도를 강성범위내에 억제하여 지진피해를 최소로 억제해야 한다.
- ② 대지진에 대해 작은 피해는 허용하지만 건축전체 붕괴로 인하여 인명손실과 전력시설물의 정지로 인한 피해를 최소한 방지해야한다.

(2) 설계시 주의사항

1) 설비의 내진 중요도

전력시설물의 내진성은 건물의 사회적 중요도나 용도를 고려해서 등급을 설정한다. 중요도 등급의 구분은 2~5 단계 정도로 구분 할 수 있지만, 일반적으로 3단계(중요도 A B C)로 분류하여 설명하면 다음과 같다.

① 중요도 A

건물사용목적에 따라, 건물의 기능유지상 중요한 설비나 재해시의 인명안전확보상에 중요한 설비에 대해 기능유지의 확보를 해야하는 전기설비.

② 중요도 B

손상 등으로 인해, 인명이나 중요설비기능에 관한 2차재해가 발생할 염려가 있는 설비에 대해, 손상방지나 안전을 고려해서 정지나 긴급차단의 지진 관제운전을 해야할 사항.

③ 중요도 C

그밖에, 설비기능에 관해 다소의 피해가 있어도, 비교적 간단히 보수, 복구가 가능한 것.

전력시설물을 설계를 할 경우, 이러한 등급에 따라 각 설비별로 중요도를 결정하고, 전력시설물의 내진계산을 하여 적용한다.

2) 건물 및 설비계의 지진반응예측

건물의 지진반응, 건물입지장소의 지반조건, 건물형상 구조종별 건물강성에 따라 다르며, 동일건물이라도 층에 따라 가속도, 변위가 다르다. 또한 건물내에 설치된 설비들은, 지진입력을 받음으로써 반응치가 변화한다.

그러나, 이러한 지진입력을 설계·시공시점에서 정확히 예측하는 것은 곤란하므로, 일반적으로 다음과 같은 개략법으로 설계용 수평지진 산출을 위한 1계수(건물바닥 반응배율을 고려한 계수)로 사용한다.

기기에 작용하는 지진입력 계산은 다음 식으로 구한다.

① 설계용 수평지진력 F_H (작용점은 원칙적으로 중심(重心)으로 한다)

$$F_H = K \cdot W[\text{kg}]$$

$$K_H = Z \cdot I \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_0$$

여기서 W : 기기의 중량[Kg]

K_H : 설계용 수평진도

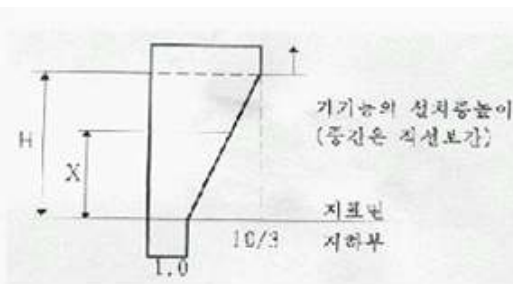
Z : 지역계수 (0.7, 0.8, 0.9, 1.0)

K_1 : 건물의 바닥응답 비율을 고려한 계수 (1.0~10/3)

K_2 : 설비기기, 배관의 응답 배율을 고려한 계수 (1.0~1.5~2.0)

K_0 : 설계용 기준진도 = (0.3)

I : 중요도 저감계수 (1.0 : 중요성이 높은 건축설비기기, 2/3 : 통상의 건축설비기기)



$$K_1 = 1.0 + \frac{7}{3} \cdot \frac{X}{H} = 1.0 \text{ (1층 및 지하층)}$$

여기서 H : 건축물의 지상높이 [m]

X : 설비기기, 배관등이 설치되어 있는 바닥의 지상높이 [m]

또한 옥상 부분은 $K_1 = \frac{10}{3}$ 으로한다.

그림 13. K_1 의 수치

② 연직 지진력 F_V

$$F_V = \frac{1}{2} F_H [\text{kg}]$$

변위에 대해서는, 내진설계용 층간변위로, 철골조, 철근콘크리트조 및 철골철근콘크리트조의 경우는 1/200이하로 되어 있으며, 배관, 모션덕트, 케이블랙의 장착물로 중치부설이 될 경우는 그 변형 추종성을 확인해야한다.

3) 설비계의 적정배치

고압 및 특고압기기 및 배선의 배치에 따라서는, 지진입력의 영향정도에 따라 손상 또는 전도로 기능정지, 2차 재해발생으로 이어질 수 도 있어, 고압용기기 및 배선설비는 적정배선로로 기획해야한다.

구체적인 설계기법은 다음과 같이 들수 있다.

- ① 중요도가 높은 전력용기기는, 작용하는 지진력이 비교적 적은 건물저층부에 배치 한다. (건축물의 내진설계가 잘되어 있는 경우)
- ② 지진입력으로 오동작할 염려가 있는 설비는, 작용지진력이 비교적 적은 아래쪽에 배치한다.
- ③ 공조, 위생설비의 다른 설비들에서 지진시 접촉으로 손상을 받지 않는 경로에 배치한다.
- ④ 점검, 확인 및 보수하기 쉬운 장소에 배치한다.

4) 사용자재의 강도확보

전기설비의 내진성 검사항목으로 자재강도를 들 수 있다. 즉 지진입력으로 건물이 반응하고, 동시에 건물내설치된 설비계도 반응한다.

이 때 생기는 분성력 및 변위는, 설비계 각부위의 강도를 검토하는데 중요한 요소가 된다.

분성력에 대해서는, 수평지진력으로 자재고정부에 가해지는 전단력(수평지진력에 의한 것), 인장력(지진입력으로 생기는 분성모멘트에 의한 것) 및 이러한 복합된 힘을 계산하고, 이 수치를 넘는 허용반응력도(단기)가 있는 자재를 사용한다.

변위에 대해서는, 층간변위 1/200에 대해 강도적 탄성범위내에 있으며, 전기적문제가 없는 설계·시공을 한다.

5) 공진방지

전기설비의 기기 및 배선들은, 건물의 지진반응에 대해, 공진이 없는 설계·시공으로 해야한다. 건물설계용 1차주기는, 정적으로 다음 식으로 구한다.

$$T_1 = 0.028H \text{ (秒) (철골조)}$$

$$T_2 = 0.020H \text{ (秒) 기타, 철근콘크리트조, 철골철근콘크리트조}$$

여기서, H : 건물의 지상높이 [m]

또 설비에 대해서는 자유진동 성결에서 고유주기를 구하고, 건물과의 공진이 되지 않는 설계·시공을 해야한다.

6) 기능보전

지진중의 전력시설물의 운전에 대해서는, 다음과 같은 조건이 있다.

① 지진중에도 운전한다.

② 지진측정기로 감지하고, 지진정도에 따라 기기운전이 자동적으로 잠시 정지되거나 보수원이 수동으로 잠시 정지시켜, 지진후에 운전재개와 같은 두 가지의 큰 방식이 있으며, 또 지진후의 운전재개에 대해서도,

③ 자동적으로 재운전 개시 가능한 것.

④ 점검, 확인후 재운전 개시가능한 것.

이상 두 가지 방식이 있는데, 무정전이 요구되는 특수한 용도의 부하를 제외하고는, 상기②·④의 운전조건이 일반적으로 적용되고 있다.

그러나 지진중의 전원공급에 대해서 적극적으로 자가발전설비를 운전하고, 신속하게 공급을 재개하는지의 여부는 여러가지 안전도 측면을 검토 할 사항이 있으며 설계시 건축물의 중요도에 따라 건축 내진설계를 고려하여 적용한다.

(3) 내진설계에

1) 기초의 설계

수변전설비의 주요기기에는 변압기, 차단기, 피뢰기, 변성기, 콘덴서, 발전기, 축전지, 등이 있고 대개는 콘크리트 기초로 되어 있다. 이것들은 모두 정지기기 이므로 동(洞)하중이 가해지는 일은 없지만 설계하중으로서는 기기나 기초자체의 중량에 따르는 수직하중과 풍압과 지진에 의한 수평하중에 관해 안전율 2이상을 가지도록 설계하지 않으면 안 될 것이다. 또 설계상의 문제점으로는

- ① 될 수 있는대로 콘크리트의 소요량이 적을 것.
- ② 홍수, 설해 등에 대해서 충전부의 이격거리를 충분히 취할 수가 있을 것.
- ③ 지하수 등에 의한 지반의 변화도 충분히 예측해 둘 것.
- ④ 기기의 보수·점검작업에 편리하고, 안전한 배치나 형상일 것.
- ⑤ 케이블피트 등이나 다른 구조물과의 관련에 대해서도 충분한 고려를 해야 하며, 형상, 미관 등도 고려할 필요가 있다.

2) 기초의 강도계산

① 수직하중

변압기, 차단기 등의 기기기초가 지반에 미치는 하중분포는 수직분포하중으로 기초 저면에 작용하는 전하중 W (kg) 는

$$W = W_1 + W_2$$

여기서, W_1 은 기기중량 (kg), W_2 는 기초 콘크리트 중량 (kg) 이다.

즉, 지반의 허용지지력을 P (kg) 라고 하면

$$W = P \cdot a \cdot b \quad (a \cdot b : \text{저면적 (m}^2\text{)})$$

$$P = \frac{\text{내압한도}}{\text{안전율(2)}}$$

② 전도 모멘트

지진시의 수평력에 의한 하중은

$$P_1 = KW_1 \quad P_2 = KW_2$$

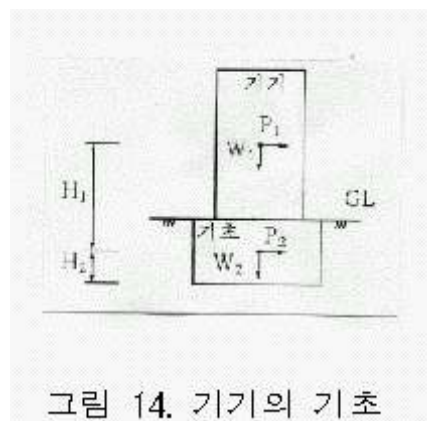


그림 14. 기기의 기초

그런데, P_1 은 기기에 가해지는 수평하중 (kg), P_2 는 기초에 가해지는 수평하중 (kg) 이다.

전도 모멘트 M_0 는

$$M_0 = P_1 H_1 + P_2 H_2$$

그런데, H_1 은 기기에 중심(重心) 높이 (m), H_2 는 기초의 중심높이 (m) 이다.

합성작용점의 편심거리 e (m) 은

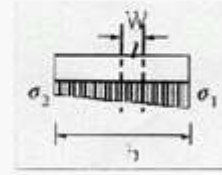
$$e = \frac{M_0}{W} \quad (m)$$

에 의하여 l 의 안전검사를 한다.

㉠ $l < \frac{1}{6} b$ 일때

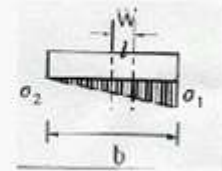
$$\sigma_1 = \frac{W}{ab} \left(1 + \frac{6l}{b} \right) \leq P$$

$$\sigma_2 = \frac{W}{ab} \left(1 - \frac{6l}{b} \right) \leq P$$



㉡ $l = \frac{1}{6} b$ 일때

$$\sigma_1 = \frac{2W}{ab} \leq P$$



㉢ $\frac{1}{6} b < l < \frac{1}{3} b$ 일때

$$\sigma_1 = \frac{W}{ab} \left(\frac{2}{3(\frac{1}{2} - \frac{l}{b})} \right) \leq P$$

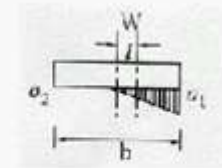


그림 15.

계산치가 허용지내력도 P 보다 작으면 그 기초는 안전하다.

기초 두께는 기초저면에 균일하게 최대압축응력 σ 가 가해지고 저면적 $a \times b$ 의 $1/2$ 을 곱한 것이 기초중심으로 구부러진 모멘트를 가하는 것으로 하고, 이것에 견디는 두께 D 를 결정한다.

기초 중심의 구부러진 모멘트 M 은

$$M = P \cdot \frac{b}{4}$$

$$P = \sigma \cdot \frac{a \cdot b}{2}$$

$$\text{단면계수 } Z \text{는, } Z = \frac{aD^2}{6}$$

때문에 콘크리트의 허용곡강도 σ_c 는

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{M}{Z} = \frac{6ab^2\sigma}{8aD^2} \\ &= \frac{3}{4} \times \frac{b^2}{D^2} \times \sigma < \sigma_{c \max} \end{aligned}$$

그런데, $\sigma_{c \max}$ 는 45~80 (t/m^2) 이다

$$\sigma_{c \max} = 45 \geq \sigma_c = \frac{3}{4} \times \frac{b^2}{D^2} \times \sigma$$

$$\frac{D^2}{b^2} \geq \frac{3\sigma}{4 \times 45}$$

σ 를 5 (t/m^2)로 한다면 $D \geq 0.29b$ 가 되며, 이식을 만족 할 수 가 있다.

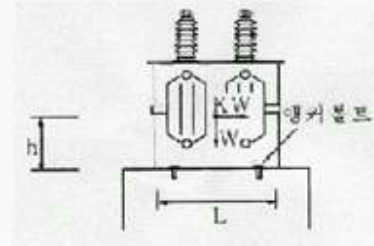


그림 16.

③ 앵커볼트의 강도계산

기기를 지지하는 앵커볼트에는 지진의 수평하중에 따른 인장응력과 전단응력이 가해져 온다. 앵커볼트 1개마다의 인장응력 P_1 (kg)은

$$P_1 = \left\{ \frac{2hK-L}{nL} \right\} W$$

그런데, K 는 진도, h 는 기기의 중심높이 (m), L 은 앵커볼트의 간격(m), n 은 앵커볼트의 개 수, W 는 기기의 중량 (kg) 이다.

$$P_s = KW - \mu W$$

$$\text{앵커볼트의 굵기, } A \text{는 : } A = \frac{P_t}{\sigma} + \frac{\frac{P_s}{r}}{n}$$

$$\text{앵커볼트의 길이, } l \text{은 : } l = \frac{P_t}{\gamma \pi D}$$

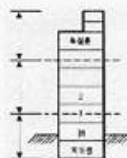
여기서, μ 는 기기와 기초의 마찰계수 0.3~0.4, σ 는 인장응력 1200 (kg/cm^2), r 은 전단응력 800 (kg/cm^2), γ 는 콘크리트의 부착력 7~9 (kg/cm^2), D 는 볼트의 직경이다.

3) 내진설계

① 수변전 설비

수변전 설비의 내진 강도에 대해서는 그것이 건축물에 시설되어 있을 경우는 건축 기준법에 의해서 지진에 대하여 안전한 구조로 하도록 규정되어 있다. 170kV를 초과하는 설비에 대해서는 JEAG 5003-1980 「변전소 등에 있어서의 전기설비의 내진 대책 지침」이 있는데, 기본적인 사고 방식은 3.3~77kV급 설비에 있어서도 참고가 되며, 또 「건축 설비 내진 설계·시공 지침」(1982)에도 수변전 설비의 내진 대책 가이드가 표시되어 있는데 표3에 그 일부를 표시한다.

표3. 설계용 표준진도

	중요성이 높은 건축설비 기기의 표준진도	통상의 건축설비 기 기의 표준진도	적용단층의 구분
최상층, 옥상 및 탑옥	1.5 (2.0)	1.0	
2층 박닥이상	1.0 (1.3)	0.6	
지하층 및 1층	0.6	0.4	

[주] ()내의 수치는 중요성이 높은 방진설치 기기의 경우 진도를 표시함.

표4. 수변전 설비의 내진 대책 예

기 기 종 류	내 진 대 책 예	비 고
옥외 애자형 기 기	· 공진시 동적 하중에 견디는 강도로 한다. · 가대를 포함한 내진 설계 검증을 한다. · 필요에 따라 고강도 애자를 사용 한다.	· 공진 주파수는 수 Hz~15Hz 정도 · 규격(JEC 2300, 196 등)에서는 정적 수평하중 0.5G가 기준이다. · 내진 조건에 따라서는 스테이 애자로 보강할 수도 있다.
가스 절연 개폐장치 (GIS)	· 일반적으로는 기초부를 중심으로 한 정적 내진 설계로 대처할 수 있다. · 가공선 인입의 경우에 푸싱은 공진을 고려하여 동적 설계를 한다.	· 공진 주파수는 수 Hz~15Hz 정도 · 진동 성상(性狀)이 다른 변압기 등과의 접속부는 플렉시블 조인트가 완충 효과가 있다.
큐비클형 가스 절연 개폐장치 (C-GIS)	· 기본적으로는 스위치기어와 동일하게 내진설계를 하고 있다. · 반(盤) 사이 및 변압기와의 접속에는 케이בל을 사용하고 있으며 가요성이 있다. · 0.3G, 공진 3파의 검증도 실시하고 있다.	· 일반적으로 C-GIS 스위치 기어 본체 자체는 중심에서 2G 정도의 내진 강도가 있으며 수납 기기의 지지, 비반(扉盤)의 계전기 내진성 등으로 전체의 내진성이 결정된다. · 베이스의 고정에 유의하면 거의 문제는 없다.
스위치 기어	· 기초 볼트나 베이스와 프레임의 고정 볼트가 인발력과 전단력이 가장 큰 체크 포인트이다. · 내진성 향상을 기하기 위해서는 부재의 강성을 높이고 기초부를 보강 한다.	· 몸체를 벽 등에 고정시키는 것도 전도 방지에 유효하다. · 중량물이나 내진성이 문제가 되는 것은 반고(懃高)의 1/2 이하로 배치한다. · 필요에 따라 문턱침점을 늘린다.
보호 계전기	· 정지형 계전기나 디지털 릴레이를 사용한다. · 판의 강성을 높여서 응답 배율을 내린다. · 기초부를 보강한다. · 다른 종류의 계전기를 조합해서 사용한다. · 협조상 가능한 범위에서 타이머를 넣는다.	· 변압기의 기계적 보호 계전기에 대해서도 경보만으로 한다든가, 지진 검출기로 차단 로크하는 등 대책을 강구한다. · 수전점 계전기의 동작시한을 늦게 할 것을 전력회사와 협의하여 결정한다.
설비전반	· 전기실은 지하층이나 저층에 시설한다. · 옥외 기기의 기초는 일체 구조로 한다. · 배관이나 리드선에는 가요성을 부여한다. · 지진시에는 변위량이 큰 것에는 내진 스톱퍼를 설치한다.	· 지진의 탁월 주파수는 지반이나 건물에 따라서 다르나 공진 유무를 사전에 검토하여 두는 것이 좋다.

② 예비전원설비

가. 자가발전설비

자가용 발전설비에 대한 설계지침으로서 내진조치의 최저한 필요 조건을 정한 "자가용 발전설비 내진설계 가이드 라인"이 (사) 일본 내연력 발전설비 협회에서 1981년 3월에 발행된 것이 있는데 그 요점은 다음과 같다.

㉠ 지진시의 운전 조건으로서 전내진형(주로 방재용 발전 설비)으로 할 것인가. 지진 관제형 (주로 비상용 예비 발전 장치에 대해서 내진 성능 이하의 감도의 감진기의 동작에 의하여 지진시의 운전을 로크하는 방법)으로 할 것인가는 부하의 중요도, 건축물과 타설비와의 내진 강도의 밸런스, 2차 재해의 가능성, 계전기 등의 지진 중의 동작 등을 검토하여 결정하도록 하고 지진 후에는 안전·확실한 운전을 할 수 있는 것으로 한다.

㉡ 내진 계산에 있어서는 종래의 정적 진도에 대하여 기기를 설치하는 바닥의 지진시 응답이나 바닥에 대한 기기의 응답 배율등, 동적 효과를 고려한 수정 진도법에 의하여 행하도록 구체적인 계산법이 표시되었다.

㉢ 원동기와 발전기에 방진 장치를 시설할 경우에는 지진 하중이 원동기, 발전기의 중심(重心)에 작용한 경우의 수평 2방향과 연직 방향의 변위에 대하여 유효하게 구속하는 스톱퍼를 시설할 것.

㉣ 원동기의 배기, 냉각수, 연료, 윤활유, 시동용 공기의 각 출입구 부분에는 변위량을 흡수하는 가요관을 시설할 것.

㉤ 보조기, 탱크류의 가대, 배관류, 배전반의 보강, 지지 방법을 구체적으로 제시하고 있다.

나. 축전지 설비

축전지 설비의 내진대책으로는 다음 사항을 고려한다.

㉠ 가대의 내진 설계에 있어서는 축전지 단체의 동 마찰계수를 생각하지 않는다.

㉡ 앵글 프레임을 나사조임에 의한 마찰력만으로 고정시키는 것은 관통볼트에 의하여 고정시키거나 또는 용접 방식이 바람직하다.

㉢ 종래에는 전력 공급이 유지되면 다소의 어긋남이나 파손이 있어도 부득이한 것으로 여겼으나 상정 진도(想定震度)내에서는 이런 것이 전혀 없어야 한다.

㉣ 내진 가대의 바닥면 고정은 강도적으로 충분히 견딜수 있도록 처리한다.

㉤ 전조(電槽) 상호간의 틈을 없애고 또한, 내진 가대를 보강하기 위해서 2전조정도 (2電槽程度)를 그룹하여 상하 2개소에 이동 방지틀 (스페이서)을 시설 하는 것이 바람직하다.

㉥ 축전지 인출선은 가요성이 있는 접속재로 충분한 길이의 것을 사용하고 S자 형으로 배선하는점 등을 고려한다.

③ 엘리베이터

엘리베이터의 내진설계는 다음과 같다.

㉠ 정해진 설계진도를 토대로 한 지진 하중에 대하여 기기의 이동이나 전도없이 구조 부분에는 위험한 변형이나 레일이탈이 발생하지 않도록 한다.

㉡ 지진시에 로프나 케이블이 승강로내의 돌출물에 걸리지 않도록 설계한다.

㉢ 정전이나 기타 외부요인에 의하여 엘리베이터 운행에 지장이 생길 우려가 있기 때문에 가능한 한 신속하게 가장 빨리 댈 수 있는 층에 정지시키는 「지진시 관제 운전장치」를 설치하는 것이 바람직하다.

④ 기 타

지진대책의 기본은 상정되는 지진력에 설비기기, 배선 등이 손상, 이동, 전도에 의한 이상을 일으키지 않도록 하는 것이다. 지진력에 의한 영향은 층수가 높아질수록 받기 쉽기 때문에 보다 충분한 대책이 필요하다.

일본 고베지진과 타이완 지진의 경우 다음 그림과 같이 건물의 구조형식이 RCF형인 경우(사무소 : 중간층붕괴, 학교 : 하층계단피해, 필로티부착 중층주택 : 1층붕괴)가 많았으며, WPC, WRC구조형인 경우 부동침하에 의한 피해가 많았다. 그러므로 전력시설물의 경우 이에 대한 대책도 같이 고려하여 설계되어야 한다.



1층 피해



중간층 피해



부동침하

그림 17. 건물피해 예

4) 설계예

① 바닥설치의 경우

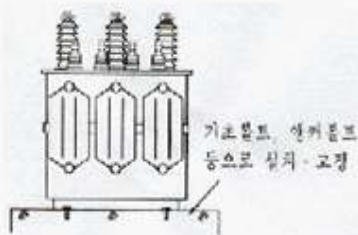


그림 18. 변압기의 예

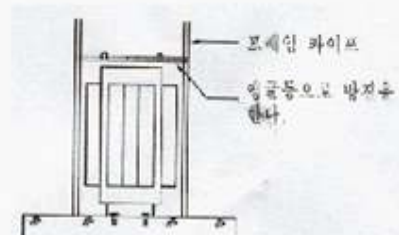


그림 19. 입 면 도

② 벽면설치의 경우

㉠ 기본조치

㉡ 보조조치

② 벽면설치의 경우

㉠ 기본조치

㉡ 보조조치

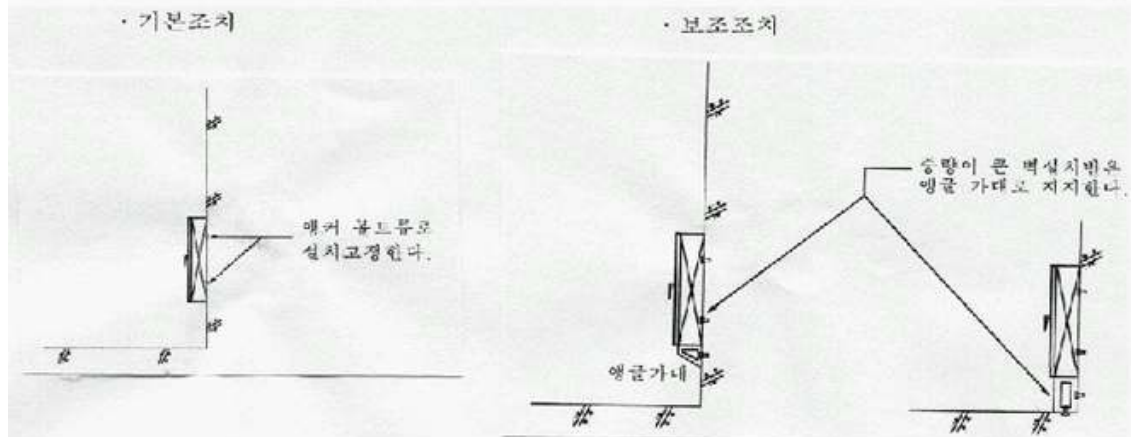


그림 20. 중량물 예

③ 천장설치의 경우

㉠ 기본조치

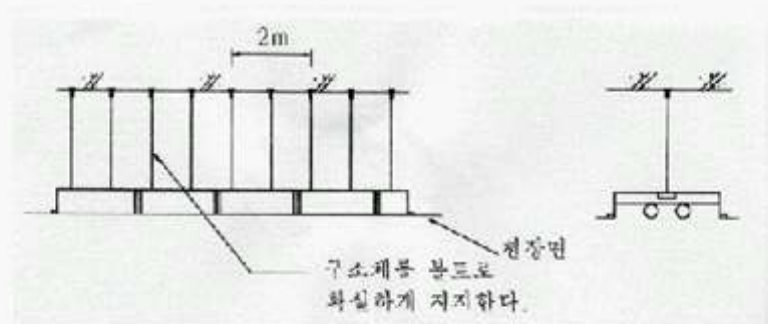


그림 21. 매립형 연결식 조명기구의 예

㉞ 보조조치

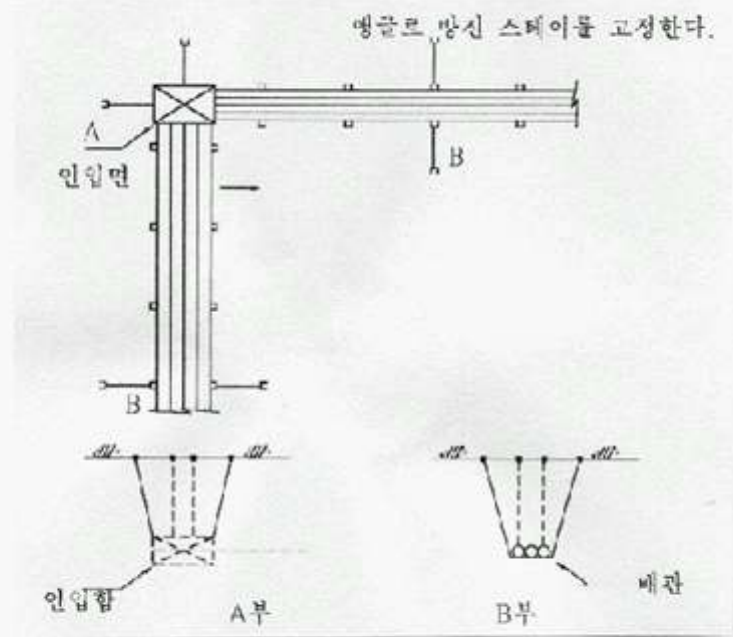


그림 22. 노출배관의 예

④ 접속부의 경우

- 가요성이 있는 자재를 사용할 것..
- 접속부의 배선에 여유를 둔다.

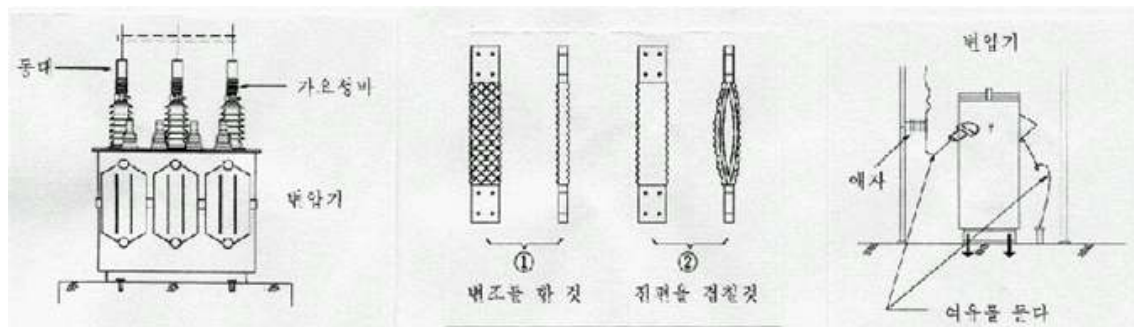
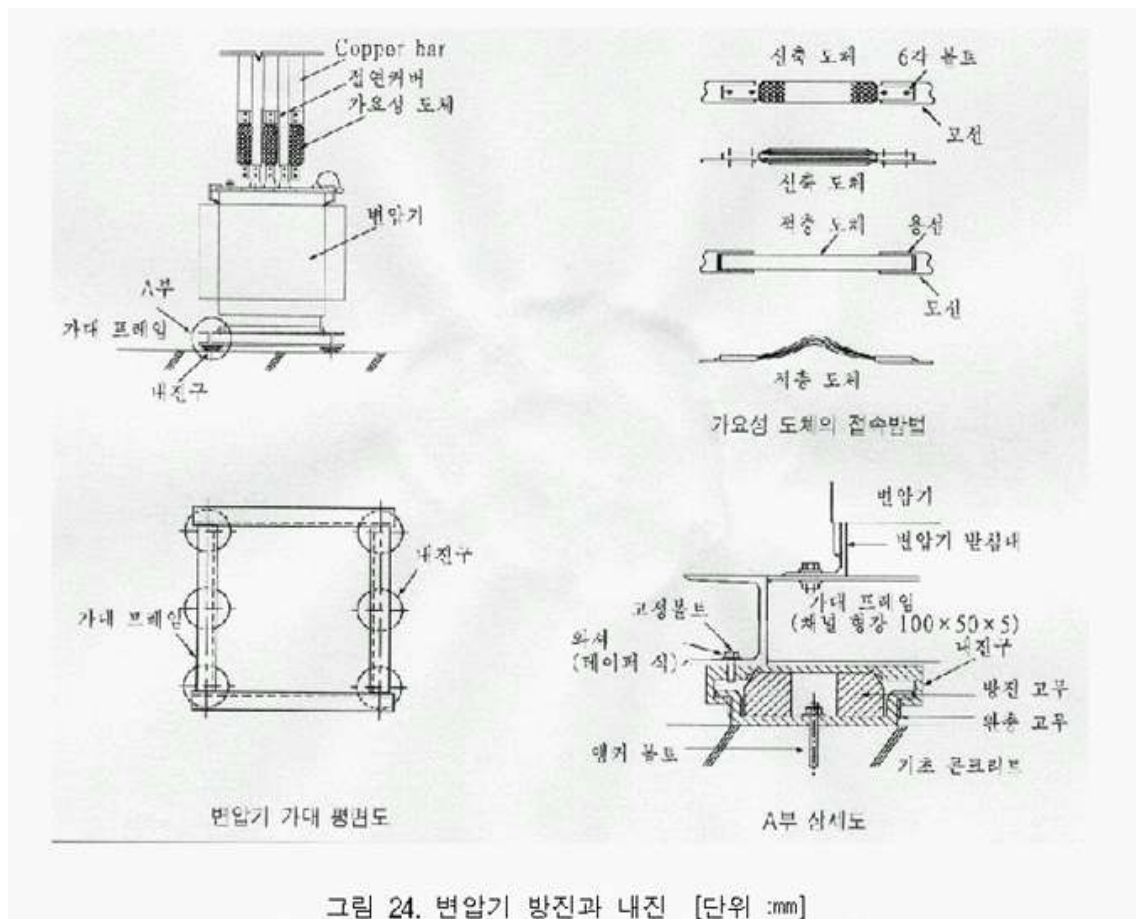
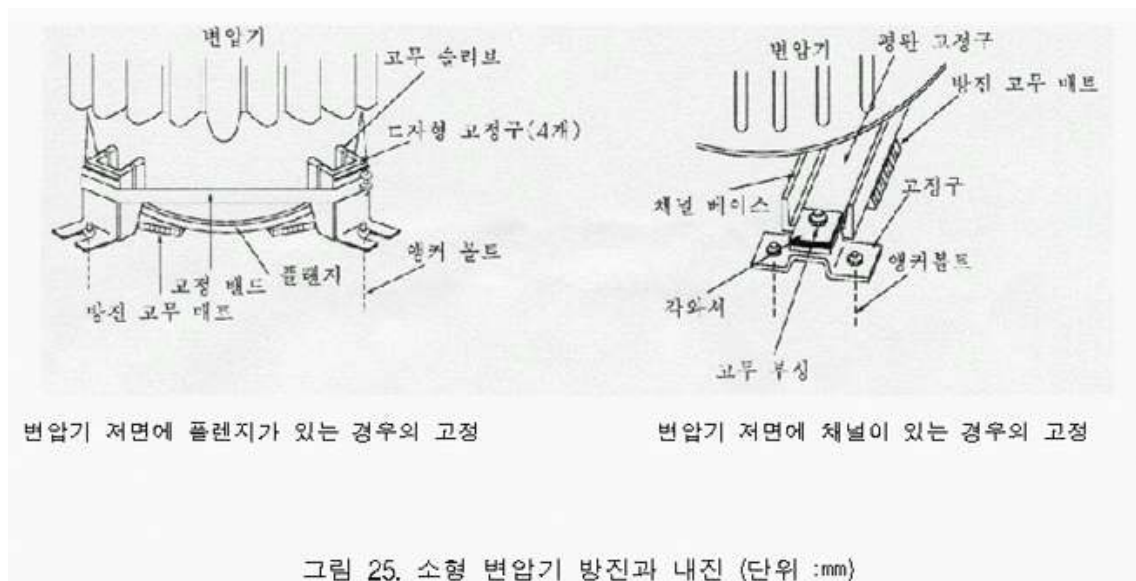


그림 23. 가요성설치 예



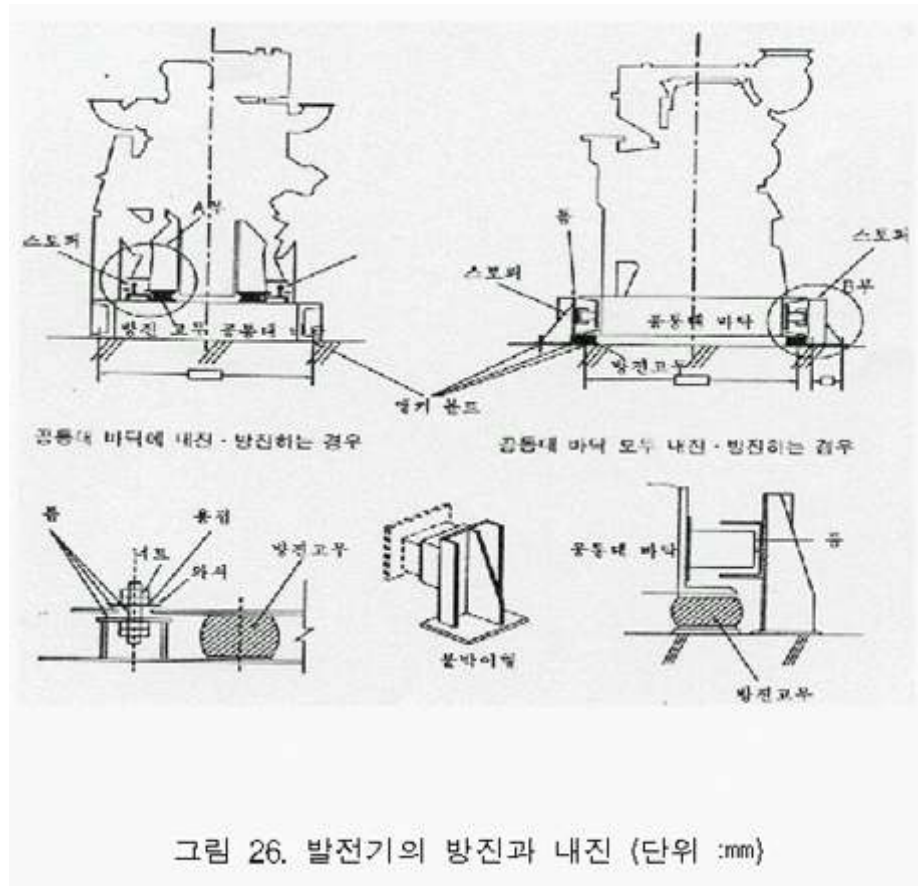
※ 지진대책요점

1. 저압측을 Copper bar로 접속하는 경우 가요성 도체를 필히 사용한다.
2. 가요성 도체는 절연커버를 설치한다.
3. 변압기 기초볼트는 바닥면에 견고하게 고정시킬것. 또한 소정수량을 지지방법으로 견고하게 취부할 것. 볼트수의 생략이나 볼트구멍에 비해 볼트 굵기가 너무 작은 경우 볼트의 변형이나 굴절등이 사고가 발생할수 있으므로 주의할 것.
4. 변압기 중량에 의해 내진구(耐震具)의 배치·개수·크기를 고려한다.



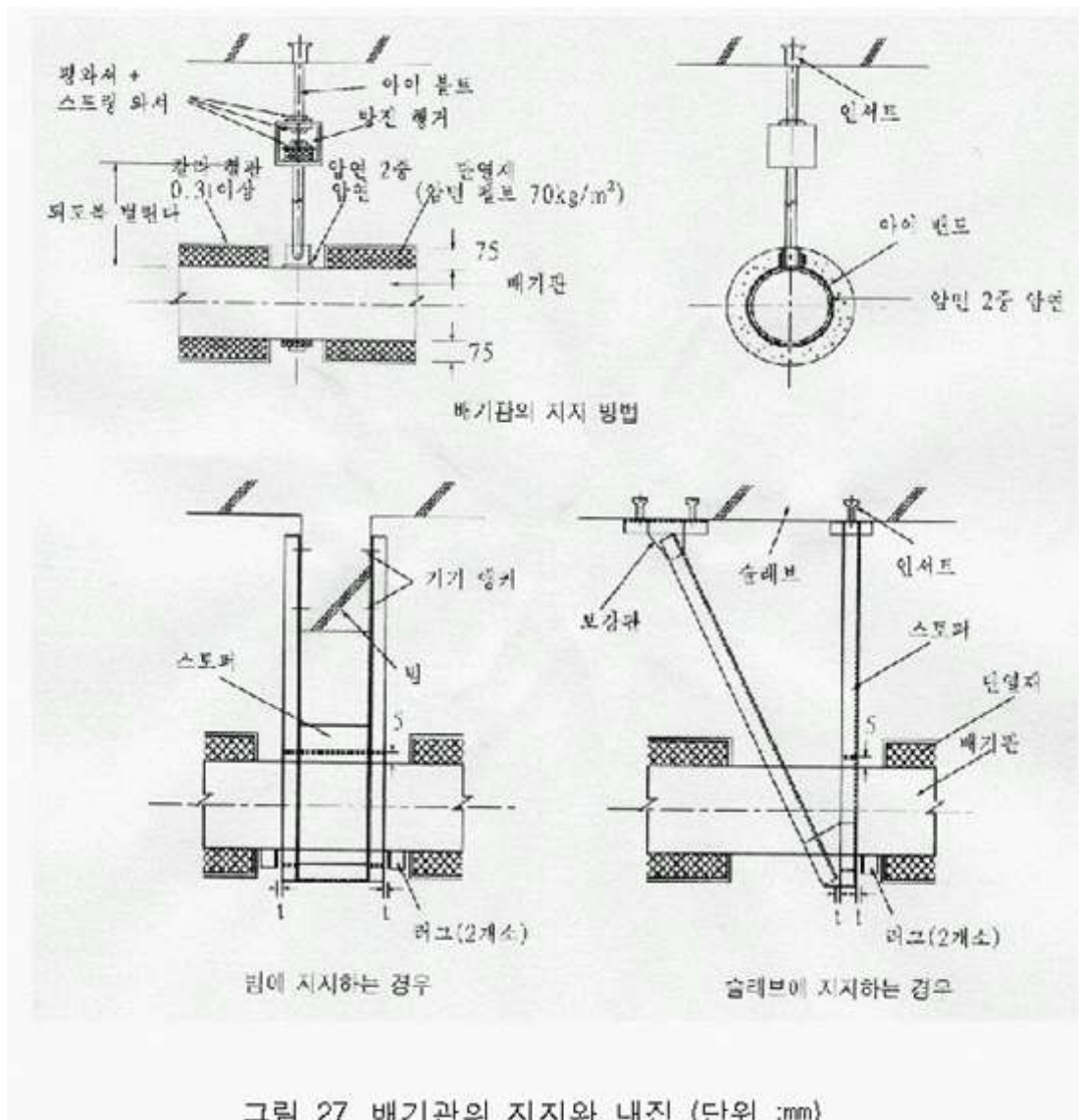
※ 지진대책요점

1. 변압기 용량·중량에 의해 적정 방진고무를 설치한다.
2. 변압기에 대한 접속 전선은 진동에 여유가 있게 시설한다.



※ 지진대책 요점

1. 스토퍼와 본체와의 틈은 정상 운전 중에 접촉 되지 않는 범위로 하고, 스토퍼와 본체와의 접촉면에는 완충용 고무관 등을 설치한다.



※ 지진대책요점

1. 지지재는 2m이하마다 1개 설치한다. 단 신축 이음이나 행거 消音器 전후는 반드시 지지재로 보강 지지할것.
2. 스토퍼와 배기관 상하, 좌우 틈은 5mm로 한다. 또 리그와의 틈t는 열팽창과 신축 이음. 위치를 고려한 후 결정할것.
3. 기게 앵커의 직경, 깊이를 기입할것.(발전기, 축전지, 배전반등 중량기기는 건물 구조체에 견고 하게 고정시킨다.
4. 지지 강재의 치수 또는 직경을 기입할 것.
5. 배기덕트, 배기관, 기타배관은 지진입력에 견디어 지진시에 변형되지 않도록 견고하게 지지하고, 또 원동기와 냉각수, 연료, 윤활유등의 배관접속부에는 가요관을 사용할 것.

※ 국내건축물의 내진설계 기준

지금까지 관례적으로 적용되어 온 주요구조물의 설계진도의 적용사례는 표5와 같다.

표5. 설계진도의 적용사례

적 용 장 소	설 계 진 도 (g)
소양강댐	0.10
영산강 1단계 4개댐	0.05
금강 하구둑	0.12
영산강 2단계 하구둑	0.10
세만금 방조제 (계획)	0.12

주) 원자력 발전소는 설계진도 0.20이상을 적용한 사례도 있다.

우리나라의 경우 1986년 12월 31일 개정된 건축법에 의하면 건축물은 지진에 대하여 안전한 구조를 가져야 한다고 규정하고 있으며 1992년 6월 1일 확정된 건축법시행령 및 시행규칙에 의하면 필요한 경우 지진에 대한 안전여부를 구조계산 하도록 기초를 마련 했으며 1996년 1월 1일 많이 개정했으며, 1988년 특정 시설 물에 대해 내진설계를 의무화 했다.

① 연면적 1,000㎡이상 3층이상 건축물, 경간 10m 이상인 건축물은 구조계산에 의하여 구조의 안전을 확인하여야 하며 층수가 5층이상인 apt, 연면적 5,000㎡인 판매시설 등.

② 지진구역 2의 지역내에 건축하는 것으로써 당해용도에 사용하는 바닥면적의 합 계가 1,000 m²이상인 종합병원, 병원, 통신촬영 시설로써 방송국 및 전신저화국과 발전소, 공공업무시 설, 바닥면적의 합계가 5,000m² 이상인 관람집회실, 바닥면적 의 합계가 5,000m² 이상인 판매 시설은 지진에 대한 안정성 여부를 검토하여야 한다. 우리나라의 내진설계 기준에서는 지 진 위험도에 따라 전국을 지진구역 1,2,3의 3구역으로 각각의 구역에 대하여 지역계수 0.04, 0.08, 0.12로 잠정 규정 하고 있다.

※ 전력시설물에 대한 내진기준은 없음.

※ 강진시 저층부(2~3층) 건축물이 피해가 크다는 사실에 중시해야 한다.

※ 결 론

터키에 이어 대만에서도 강한 지진이 발생했다. 규모 7을 넘는 지진으로 수천명이 숨지고 도시전체가 암흑으로 바뀌는 참사를 겪고 있다. 하지만 터키에 비해 대만은 강도가 더했음에도 복구는 비교적 신속히 이루어 졌다. 평소 지진에 대한 연구와 방제시스템 마련을 게을리 하지 않았기 때문이다.

그렇다면 한반도는 지진의 안전지대인가. 대비는 제대로 돼 있는가. 안타깝게도 둘 다 "전혀아닌" 상황이다.

역사적으로 한반도에는 수없이 많은 지진이 발생했다. <삼국사기><고려사><삼국유사><조선왕조실록><승정원 일기><증보문헌 비고> 등의 옛책을 보면 이를 알 수 있다. 현재까지 밝혀진 역사기록상의 지진은 삼국시대 102회, 고려시대 169회 등 2500여회에 이른다. 통일신라시대에는 경주에서 100명 이상이 숨진지진도 있었다.

조선초 중기인 14세기에서 18세기에도 지진에 대한 기록이 많다. 근대적 지진 계측기가 설치된 1905년 이후 지금까지 750회 이상의 지진이 한반도와 그 주변에서 발생했다.

지진의 파괴력은 엄청나다. 일반적인 자연재해나 천재지변과 비교 할 수 없을 정도의 가공할 힘을 가지고 있다. 규모 6~7은 수소 폭탄과 맞먹고, 규모 8은 수소 폭탄 30개의 폭발력과 같은 파괴력이 있다. 터키나 대만에서 벌어진 모습은 이를 충분히 증명하고도 남았다.

지진은 자연현상이다. 인간의 힘으로 조절·통제할 수 있는 영역이 아니다. 하지만 지진이 닥쳐올 때를 대비하고 준비한다면 어느정도 대처할 수 있다. 무엇보다 이것은 국가가 나서서 할 일이다.

하지만 우리 현실은 전혀 그렇지 못하다. 과거부터 정부의 지진에 관한 대책은 거의 없다. 외국에서 지진이 일어나면 대통령 지시사항으로 발표된다. 그러나 그것도 잠시 후 잊혀진다.

정부는 먼저 한반도에도 지진의 위험이 존재한다는 현실을 인정하는데서 출발해야 한다. 지금까지 지진대비는 물론 국가차원의 지진에 관한 연구·관측·정보는 낮은 수준이고 명분 갖추기에 급급했다.

현재 국내의 모든 토목시설과 건축물은 지진에 대비한 내진설계없이 지어졌다.

63빌딩 광화문 세안빌딩, 강남 포스코빌딩 등과 종로의 삼성생명 빌딩등이 내진설계건물로 꼽힐 정도다. 서울의 15개 한강 다리나, 60개 고가차도등 884개 도로 시설물중 내진설계가 된 곳은 성수대교와 현재건설중인 가양대교 말고는 거의 없다고 한다.

지진은 고사하고 그냥 있는 다리와 건물도 무너진 나라가 우리나라다.

전기, 가스, 상·하수도, 석유, 전신, 전화, 철도, 도로등 국민생명과 생활에 직결된 부분들은 더욱더 심각하다.

강한지진이 일어나면 엄청난 재앙을 몰고 올 수 있는 원자력발전소와 댐등은 지진에 완벽한 대비가 되어 있는지도 정밀한 검증이 필요하다. 이 시설들에 단 1%라도 우려할 만한 점이 있다면 이는 결코 가볍게 넘어갈 대목이 아니다.

1995년 1월 일본 간사이 지방을 강타한 고베 대지진이 일어난뒤 일본 토목계는 경악했다. 세계적 기술과 시공을 자랑하던 일본의 토목기술은 지진에 대비한 내진설계에도 세계최고를 자부했었다. 하지만 규모 7이상의 지진에 견딜 수 있는 토목

기술은 7이하의 지진 한방에 엇가락처럼 찌그러져 버렸다. 그들의 자존심도 함께 무너졌다.

지진에 관한 접근중 가장 중요한 것은 지진발생 뒤의 대비책이다. 지금까지 우리나라는 지진의 발생가능성 자체를 과소 평가하고 아무런 대비책도 마련하지 않았다. 만약 터키, 대만과 같은 지진이 우리 서울에서 발생했다고 가정하면 서울의 경우 완전 폐허가 되고 남는건 통곡 뿐일 것이다. 생각하기조차 싫다.

특히 전력시설물의 내진대비책은 더욱더 그렇다.

최근에 와서 이웃나라들이 대규모 지진에 피해를 본 후에 국정감사등에서 내진 설계에 대략 조금 관심이 보여진다. 그러나 이것도 그냥 흘러가는 수준에 불과하다. 터키와 대만의 경우 부실설계와 시공한 회사는 검찰에 고발되고 구속되는 현상도 보았다, 앞으로 우리나라도 건축물과 전력시설물의 내진설계가 집중 연구되고 논의되어야 한다.

특히 전력시설물 정지로 인한 제2차 재해등 막대한 사회혼란과 인명피해, 국가산업기간망의 피해를 막는데 우리전력기술인 모두가 노력을 기울이고 연구해야 한다.

자연재해는 인간의 의지와 무관하다. 철저한 대비만이 자연의 노여움을 어느정도 피해갈 수 있는 길이다.

자가용 전기설비의 방재대책

自家用電気設備の防災対策

저자 : 카시마 건설 주식회사 와타베 유우이치

출처 : 전기평론 2004. 8.

1. 서론

최근 IT화가 진행됨에 따라, 건물에 있어 전력공급의 중단은 건물내의 여러 가지 활동에 커다란 피해를 준다. 이 때문에 건물기능의 중요한 요소인 전원공급설비에는 보다 고도의 신뢰성과 안전성이 요구된다. 전원공급설비를 구성하는 수변전설비나 자가발전설비등 자가용 전기설비의 구축에 있어서는 기기자체의 신뢰성과 안전성의 향상은 물론, 건물내외에 상정된 여러 가지 재해로부터 이런 설비를 지키기 위한 방재대책이 중요해 진다. 여기서는 건물내의 전원공급설비인 수변전설비와 자가발전설비등에 대해 큰 영향을 줄 수 있는 재해의 종류와, 이 재해로부터 시스템을 지키기 위한 대책에 대해 말해보겠다.

2. 자가용 전기설비에 영향을 주는 재해

자가용 전기설비를 위협하는 주된 재해로는 지진, 수해(침수), 화재, 낙뢰가 있다.(그림 1) 이중 지진, 수해(침수), 낙뢰에 관해서는 광범위한 지역에서 발생하는 자연재해로, 화재와 지진에 의한 광범위한 화재를 빼고는, 건물내에 발생하는 인위적 재해로 분류된다. 어떤 재해도 자가용 전기설비에 주는 영향이 크며, 피해의 정도에 따라서 설비가 복구될 때까지 장기간에 걸쳐 정전이 발생하여 피해 후의 건물기능 유지가 불가능한 경우도 있다.(표 1) 특히 큰 지진과 같이 재해가 광범위한 경우 시설기능의 정지는 사회적 패닉에 빠질 위험이 있다. 이 같은 재해에 의한 피해 예와 대책에 대해 각각의 재해별로 말해 본다.

2.1 지진에 의한 피해와 대책

(1) 건축설비의 내진성능

1995년에 일어난 한신·아와지 대지진에서는 건물의 피해 외에 전력·통신·가스·상하수도등의 파이프 라인에도 피해가 발생해 재건하는데 막대한 시간과 비용이 들었다.(그림 2) 그러나 이 지진으로 인해 1981년 이후의 신

내진(新耐震)설계법(현행법)에 의한 계획·시공된 건축물의 피해는 그 이전의 법규기준에 의해 계획, 착공된 건물과 비교해서 피해가 적은 것이 확인되어 신내진(新耐震)설계법(현행법)의 유효성이 증명되었다. 동시에 건물의 내진성능의 확보 이외에, 설비의 내진성능 확보도 건물기능유지라는 관점에서 중요한 것으로 다시 인식되었다.

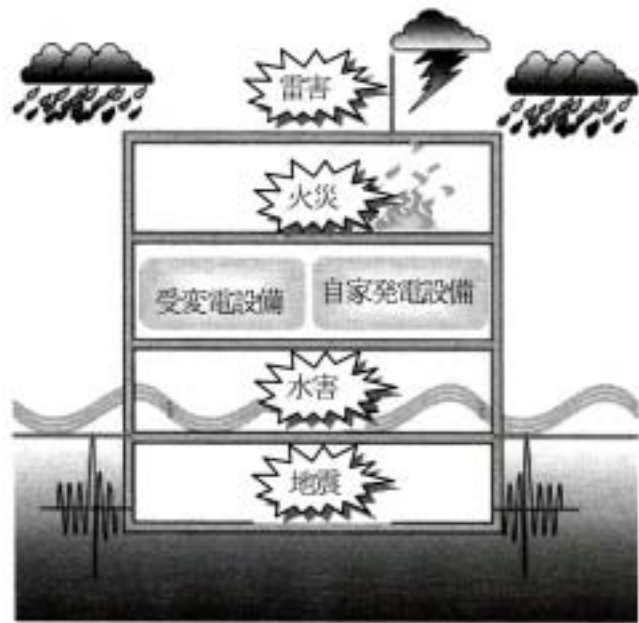


그림1 자가용 전기설비에 대한 피해의 개념

표1 재해의 종류와 자가용 전기설비에의 영향

재해종류별	재해의 분류 피해의 범위	자가용 전기설비에의 영향
지 진	자연재해 광범위한 피해	기기의 전도이동에 의한 손상 ⇒장기정전
수 해	자연재해 광범위한 피해	기계실 침수에 의한 정전 ⇒장기정전
화 재	인위적 재해 건물과 근방 피해	화재소실, 소화에 의한 침수 ⇒장기정전
낙 회	자연재해 건물·광범위 피해	이상전류전압에 의한 기기손상 ⇒장기정전

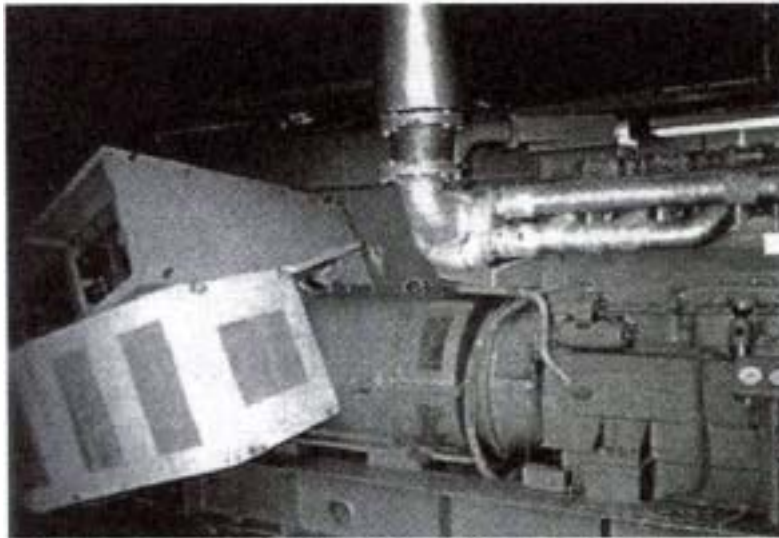


그림2 지진에 의한 자가발전기의 손상피해

건축설비의 내진성능에 대해서는 1995년 한신·아와지 대지진의 조사검토를 기준으로, 2년 후 1997년에 일본건축센터로부터 「건축설비내진설계·착공지침 1997년 판」이 발행되었다. 그 내용에는 건물의 중요도와 설비기기의 중요성을 건축주와 설계자가 종합적으로 판단하여 건축설비에 대한 내진 클래스를 설정, 내진성능에 대응하는 기기의 제조구체(構造躯体)와의 고정방법이나 배관등의 지지방법에 대한 방침이 설정되었다.

예를들면 병원이나 방재거점이 되는 공적인 시설등, 중요건물의 자가용 전기설비는 지진에 의한 피해손상을 받은 경우, 건물기능이 받는 영향이 상당히 커 인명보호의 확보가 곤란하게 되기 때문에, 내진 클래스 A 또는 S로 계획해야 하는 것으로 되어있다. 방재관련시설이나 응급병원 같은 사회적으로 중요한 시설에 사용하는 자가용 전기설비에 관해서도 아주 높은 신뢰성과 안전성이 요구되어 내진 클래스 S의 성능을 확보하는 경우가 있다.(표2, 표3)

(2) 자가용 전기설비의 내진대책

건축설비기기에 관한 내진성능에 대해서는, 급수설비의 패널식 수수조(受水槽)나 고가(高架)수조의 제품이 내진성능표시가 되어있는 것 외에는 일반적인 건축설비기기의 내진성능보증이나 제품의 내진성능표시는 행해지지 않고 있다. 자가용 전기설비 역시 마찬가지로, 수변전설비기기나 발전기등은 일본 건축센터의 「건축설비내진설계·착공지침 1997년 판」을 기준으로 각 공업회나 각 제조메이커의 방침에 의해 제품에 대한 내진성능이 확보되고 있다.

표2 건축설비의 내진 클래스

내진클래스	내진목표	일반건물			중요건물		
		일반 설비	방재 설비	특수 설비	일반 설비	방재 설비	특수 설비
내진클래스B (일반레벨)	인명의 안전과 재산보전을 위해, 그것에 직접적인 피해를 주지 않기 위하여 건축설비의 이동·전도·낙하와 그에 따른 이차피해를 방지한다.	○	○	○	○		
내진클래스A (중요레벨)	이차피해를 방지하는 것과 동시에 지진후에 큰 보수 없이 중요한 기능을 확보할 수 있는 것을 목적으로 한다.		△	○	○	○	○
내진클래스S (특별중요레벨)	대지진 후에 있어서도, 큰 보수 없이 건축설비의 기능을 가지는 것을 목표로 한다.		△	○	○	○	○

표3 건축설비의 내진 클래스와 내진성능목표

気象庁震度階級	震度階級	4		5弱		5強		6弱		6強		7		
	計測震度	3.5		4.5		5.0		5.5		6.0		6.5		
建築耐震設計者連合 (JARAC)	地表加速度 (Gal)	25		80		150		250		300		400		700
	地震の大きさ	小地震				中地震				大地震		巨大地震		
	再来予想表現	たびたび起きる				たまに起きる				まれに起きる		ごくまれに起きる		
	再現期間 (年)	10		20		30	50	100		200		500		1000
	発生確立 (%)	99.5				82	64	39		22		10		5
設備の被害 (機能確保の可否)	耐震クラスS	無被害 (機能条件付可)								軽被害 (機能条件付可)		軽被害 (免震構造等の場合に機能条件付可)		
	耐震クラスA	無被害 (機能可)				軽被害 (機能一応可)		軽被害 (機能条件付可)		小被害 (機能条件付可)		小被害 (機能困難)		
	耐震クラスB	無被害 (機能一応可)				軽被害 (機能条件付可)		軽い被害 (機能困難)		小被害 (機能不可)		中被害 (機能不可)		
被害区分	無被害:補修不要,設備は点検後に機能回復可能 軽被害:軽微な被害の部分的補修,設備は補修・点検後に機能回復可能 小被害:小規模な補修,設備は補修・点検後に機能回復可能 中被害:大規模な補修および部分的な交換,設備は補修・点検後に機能回復可能													
耐震クラス区分	耐震クラスS:巨大地震に対して被害は軽微,点検補修を行い機能確保が図れる 耐震クラスA:巨大地震に対して被害は小,点検補修を行い必要に応じて機能確保が図れる 耐震クラスB:巨大地震に対して被害は中,大地震に対しては被害は小,機能確保は困難													

参考資料:耐震改修の技術(建築耐震設計者連合編)

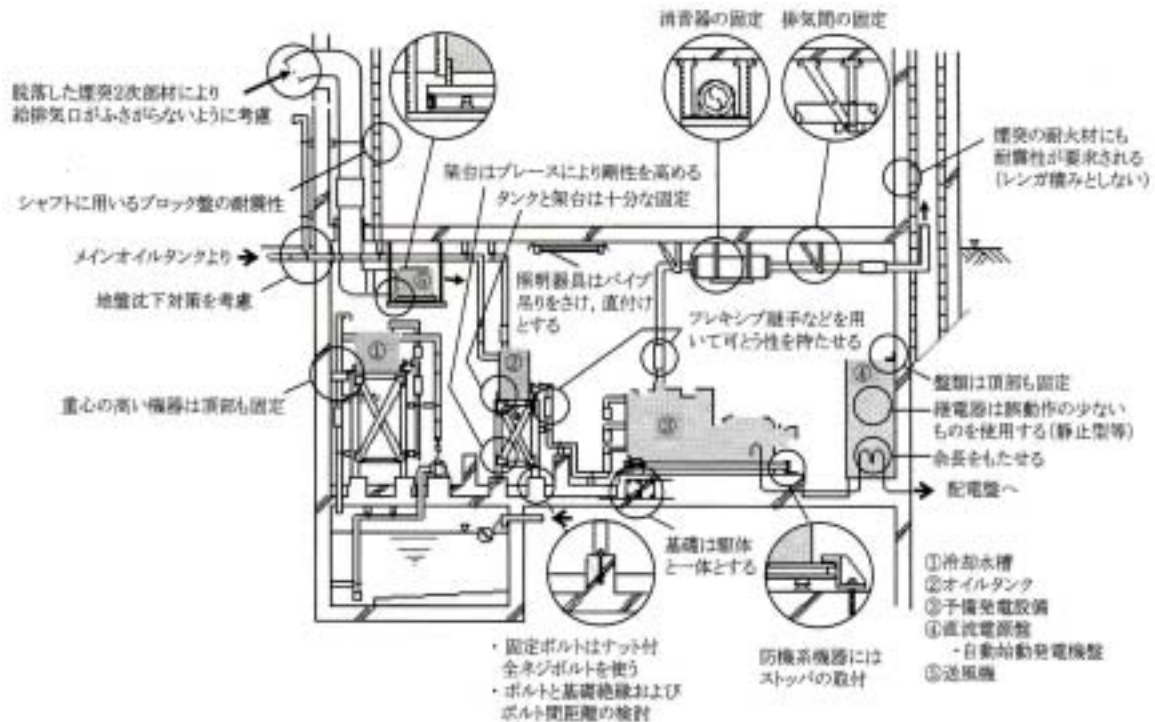


그림3 자가발전설비의 내진대책

제조설비에 관한 내진성능은 이런 기기자체의 내진성능을 확보하는 외에 건축구조구체(躯体)와의 고정부분의 내진성능을 확보할 필요가 있다. 앞에서 말한것과 같이 일본건축센터의 「건축설비내진설계·착공지침 1997년 판」에서는 이 부분의 성능에 대한 고찰과 구체적인 착공방법의 지침이 표시되어 있다.(그림 3)

2.2 수해에 의한 피해와 대책

최근 도심부에서는 도시형 홍수라고 하는 집중호우에 의한 침수피해가 빈번하게 발생하고 있다. 이 도시형 수해는 도심부의 집중과밀도에 의한 히트 아일랜드 현상에 의해 국소적으로 시간당 100mm를 넘는 호우가 발생해, 지하공간의 이용확대와 아스팔트화된 침투성이 없는 지표구조 때문에 도시의 빗물배수처리능력을 넘어서 수로나 하수도가 범람(내수범람)하여 침수에 이르는 현상이다. 도심부의 건물은 지가(地価)상승에 따라 건물의 고층화와 함께 지하공간을 유용하게 이용하기 위해 지하층을 주차장이나 기계실, 전기실로 이용하는 건물이 많으며, 이런 경우 건물주변에 범람한 빗물은 주차장의 경사면으로부터 한꺼번에 지하부분으로 흘러들어 지하에 전기실이 있을 경우 전기실 전체가 침수의 피해를 입을 가능성이 높다. 도시형 홍수의 경우

과거의 경험으로부터 주변의 수량이 상승하는 속도는 1분간 10~20cm정도인 것이 밝혀져 있으며, 지하의 침수가 시작되면 수십분만에 지하실은 완전히 침수되어 버린다.(그림 4)

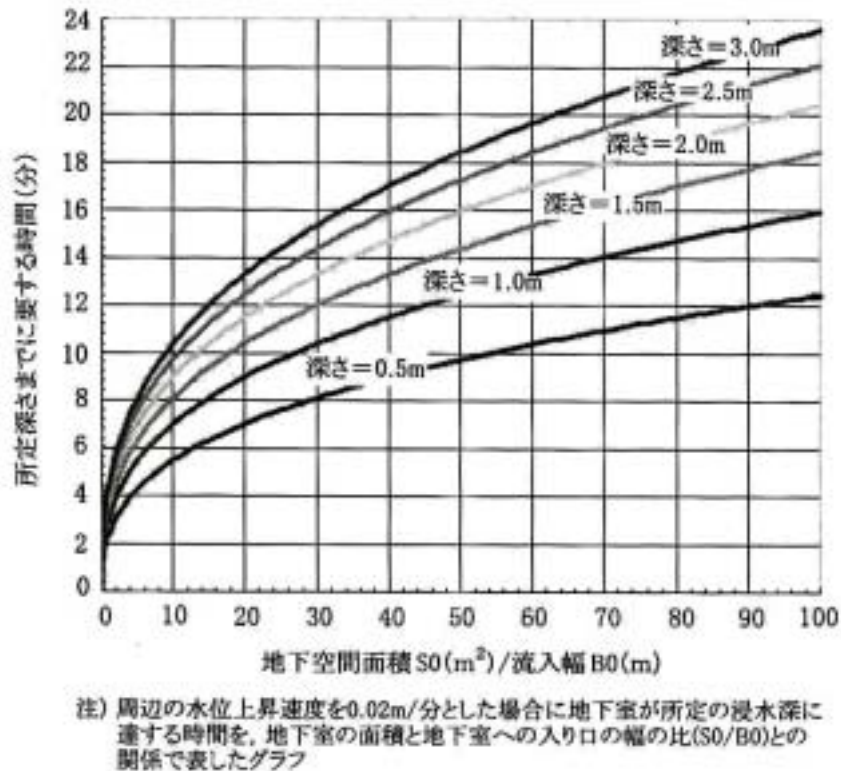


그림4 지하실이 침수되는 시간의 검토 예

수변전설비등의 자가용 전기설비를 수해로부터 지키기 위하여, 특히 하천의 범람(외수범람)이나 수로, 상하수도의 범람(내수범람)에 의한 호우시에 수위 상승이 예측되는 지역에서는, 자가용 전기설비를 침수되기 어려운 지상층에 설치하던가, 건물주위와 지하전기실에 이르는 침수경로상에 방수판을 설치하는등 건물의 수방성능을 충분히 확보하는 것이 중요하다. 또한 전기실을 지상층에 설치하는 경우에는 각 전력회사의 전기공유약관등의 규정에 준하여 설치하며 변압기등의 대형중량기기의 반입반출 루트를 확보하는 등, 전기실에 근접하는 공간에 대한 여러 가지 영향을 고려해 건축설계를 하는 것이 필요하다.(그림 5)

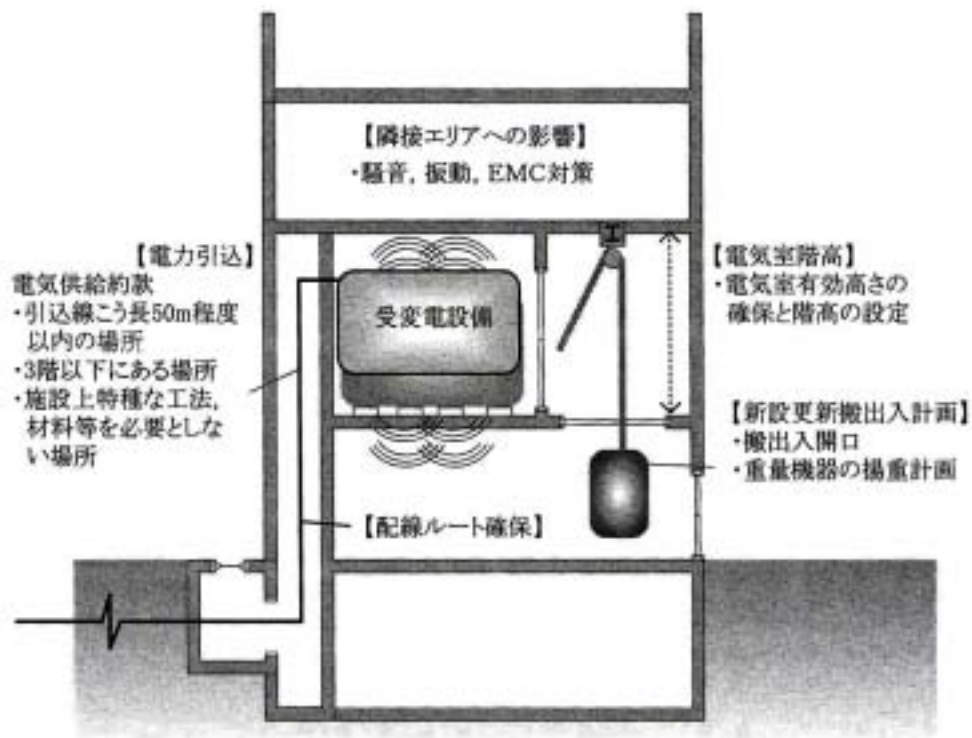


그림5 지상층 전기실의 계획요건

2.3 자가용 전기설비의 화재에 의한 피해와 대책

(1) 전기실의 소화설비

자가용 전기설비의 화재재해는 수변전설비기기등의 사고에 의해 자가용 전기설비 자체가 화재발생원이 되는 경우와, 건물내에 발생한 화재가 연소확대되어 자가용 전기설비에 피해가 가는 경우가 있다. 전자는 전기화재라고 불리며, 기기의 절연재료의 표면에 먼지나 습기가 쌓아 이것을 통하여 표면(沿面) 누설전류가 단속적으로 흘러 최종적으로는 절연과괴(트래킹 현상)을 일으켜 지락·단락에 의해 화재가 발행하는 경우나, 배선의 과열(줄열)이 원인으로 화재에 이르는 경우가 많다. 전기화재의 예방대책으로는 자가용 전기설비의 안전한 사용방법을 철저히 하는 것과, 관리자에 의한 일상점검, 위험부위를 시정하는 것이 중요하다. 또한 만의 하나 전기실내에 화재가 발생한 경우에도 연소가 확대되기 전에 재빠른 소방활동을 할 수 있도록 대책을 세우는 것이 중요하다. 전기실의 구조나 소화설비의 설치에 대해서는 고압수전설비규정과 소화법, 소화예방조례에 의해 발변전설비로써 사용하는 기기의 종류와 그 출력, 그리고 예비실의 규모에 의해 법적으로 소화설비의 규모가 규정되어 있다.(표 4)

표4 발변전설비에 설치하는 소화설비(참고예)

전기용량과 위치등		소화설비			관계법령 (소방법과 그 외)
전기실의 면적이 200㎡ 이상		비활성가스소화설비, 할로젠화물 질소화설비, 분말소화설비	대형 소화기	소화기	
전기실의 위치가 지상 31m 를 넘는 경우		○13조		○	소방법 실행령 제 13조, 소방법 실행규칙 제 6조, 도쿄도 화재예방조례 제 36조
특 별 고 압	건식 또는 불연액(不 然液)기기를 사용	○40조	○37조	○	소방법 실행규칙 제 6조 도쿄도 화재예방 조례
	유입(油入)기기를 사 용			○	
		○40조		○	
고 압 · 저 압	유 입 (油 入) 기 기 1000kW 이상	○40조		○	
	건식 또는 불연액(不 然液)기기로 1000kW 이상		○37조	○	
	유 입 (油 入) 기 기 로 500kW이상 1000kW 이하		○37조	○	
	그 외(500kW 미만)			○	
발 전 설 비	1000kW 이상	○40조		○	
	500kW이상 1000kW미만		○37조	○	
	그 외(500kW 미만)			○	
	무인의 변전, 발전설비	○40조		○	

주) 본 표는 관계법령(소방법과 그 외)으로 규정 되어 있는 것의 예시로, 사용되고 있는 용어등은 다음과 같다.

- (1) 전기실은 발전기, 변압기 그 외 이것들에 속하는 전기설비가 설치 되어있는 곳.
- (2) 소화기는 이산화탄소 소화기, 강화액 소화기(소화액을 안개상태로 발사하는 것에 한함), 할로젠화 물질 소화기와 분말소화기를 말한다.

2.4 낙뢰에 의한 피해와 대책

이 수년간 낙뢰회수가 과거와 비교해 증가되고 있다는 성향은 보이지 않지만, 낙뢰에 의한 피해는 확실히 증가성향을 보이고 있다. 이것은 최근 IT화

와 함께 미묘한 전기나 전압의 변화에 민감한 전자기기가 다수 사용되고 있어 이런 여러 가지 전자기기와 전기설비의 네트워크화에 따른뢰전류의 침입경로가 증가하고 있기 때문이라고 생각된다.(그림 6)

낙뢰대책에 대해서는 낙뢰에 대한 피해의 요인별로 그 대책방법이 달라진다.(표 5)

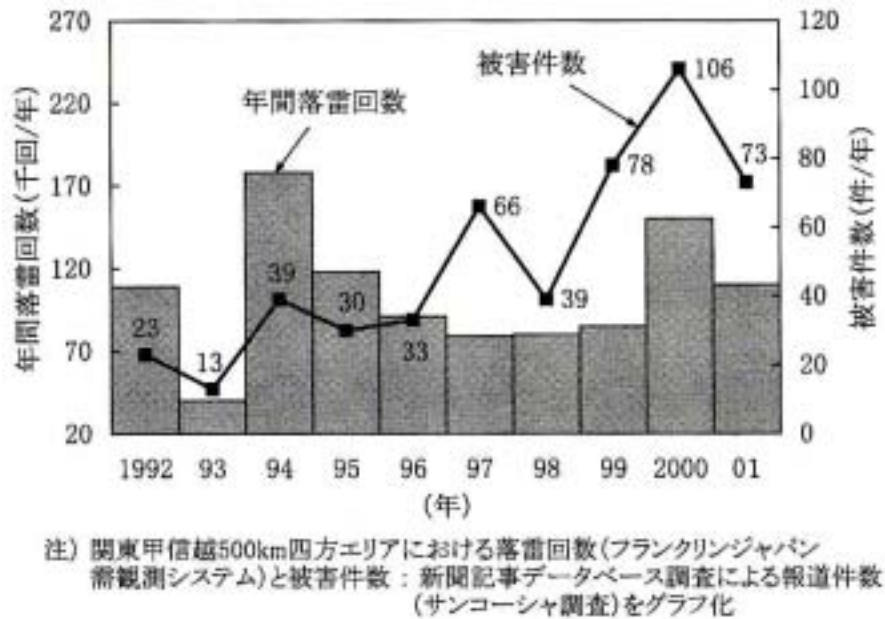


그림6 연간 낙뢰회수와 피해건수

표5 낙뢰피해의 분류와 대책

분 류	현 상	대 책
직격뢰(直撃雷)	순간적인 국부온도상승 순간적인 전자적 영향 가연물, 가연성약체, 기체의 발화 전기설비의 절연파괴	【외부뢰 보호】 건물의뢰 보호
유도뢰(誘導雷)	뢰 서지 침입에 의한 과전압·과전류에 의한 기기손상	【내부뢰 보호】 SPD등의 설치
순시(瞬時)전압저하	컴퓨터, 전자기기의 오작동	【순정(瞬停)대책】 UPS등의 설치

3. 결론

건물용도에 따라 차별은 있지만 평균적인 건물에 있어서 연간 전 에너지 소비량의 70%~80%를 차지하는 전력 에너지 비율은 아주 높다. 이것은 건물의 기능을 유지하기 위한 전력의 안정공급이 얼마나 중요한지를 말해주고 있다. 만일 자가용 전기설비에 영향을 주는 어떤 피해나 사고가 발생하여 전력의 공급이 중단될 경우 바로 건물의 기능이 정지하여 막대한 피해를 입게 된다. 이런 일이 발생하지 않고 건물의 기능을 지속시키기 위해서는 앞에 말한 것 같이, 자가용 전기설비를 여러 가지 재해로부터 지키는 것이 중요하다. 이를 위해서는 효과적인 대책을 검토하는 것이 필요해진다. 대책은 건축 계획이나 구조계획에도 영향을 주는 일이 있어 건물의 성질과 건물에 요구되는 성능을 충분히 고려하여 종합적인 판단에 의해 건축설계에 반영하는 것이 중요하다. 재해대책을 충분히 고려하여 안전하고 신뢰성이 높은 건물전기설비를 구축하여 우량한 사회 인프라의 형성에 공헌하여 가는 것은 전기설비에 관계하는 기술자가 해야만 하는 중요한 역할의 하나라고 생각한다.

참고문헌

- 1) 「한신대지진에 의한 설비 시스템 관련의 피해실태와 평가」, 관련 3단체 현지지부에 있어서의 공동조사보고회
- 2) 건축내진설계자연합편, 내진개정의 기술 : 지침과 디테일 시트, 2000년, 오음사
- 3) 도시·건축방재 시리즈② : 건축물의 지진피해, 카시마출판회, 1996년
- 4) 침수시의 지하실의 외험성에 대하여, (財)일본건축방재협력회 건축물방재추진협력회, 2000년
- 5) (社)일본전기협회, 고압수전설비규정(JEAC8011-2002), 사용설비전문부회

전기설비의 내진대책에 대해서 설명하시오?

1. 개 요

1) 지구의 환경변화로 인한 자연재해의 요인이 급속하게 세계 곳곳에서 발생 되고 있다. 금차 우리나라의 지진의 발생도 이와 같은 세계적인 환경변화의 요인에 기인된다고 볼때 추후의 건축전기 설비의 내진대책에 대하여도 신중히 검토하여야 하겠다.

2) 내진에 대하여

1. 내진 대책 설계 시 고려사항, 2. 수변전설비의 내진설계, 3. 예비전원설비의 내진설계
4. 시공 시 고려사항

에 대하여 설명하면 다음과 같다.

2. 내진 대책 설계 시 고려 사항

1) 내진설계의 목표

- 인명 안전성의 확보
- 재산의 보호
- 설비기능의 유지

2) 기초설계

- 수평하중이 안전율이 2이상
- 콘크리트 소요량이 적을 것
- 출수, 설해 등에 대해 충전부 이격 충분히 시킬 것
- 지하수에 의한 지반 변화 예측할 것
- 케이블 피트등과 관한 고려

3) 설비의 적정배치

- 중요도가 높은 기기 저 층부 배치
- 오동작 우려설비 아래쪽 배치
- 타 설비로부터 손상 우려가 없는 곳에 배치
- 보수점검이 용이한 곳에 설치
- 공진이 없도록 설계

3. 수변전설비의 내진설계

1) 수전변압기

- 기초 볼트의 정적하중 설정 시 내진대책 수립
- 방진장치를 위한 내진 스톱퍼 설치
- 애자는 0.3G, 공진 3파계 견디는 것
- 기계적 계전기류의 불필요한 동작대책 수립

2) 보호계전기

- 정지형계전기나 디지털 릴레이를 사용
- 판의 강성을 높여서 응답배율을 내린다
- 다른 종류의 계전기를 조합해서 사용한다.
- 협조상 가능한 범위에서 타이머를 넣는다.
- 변압기의 기계적 보호계전기에 대해서도 경보, 지진 검출기로 차단, Lock 하는 등 대책 강구
- 수전점 계전기의 동작시한을 전력회사와 협의 하여 적정하게 검토

- 기초부를 보강

4. 예비전원설비등의 내진설계

1) 자가발전설비

- 지진 발생시의 계속운전의 여부를 결정하기 위하여
부하의 중요성, 건축물과 타설비와의 내진 강도의 밸런스, 2차 재해의 가능성,
계전기의 지진중 동작 등을 검토하여 야 한다.
- 발전기의 방진장치를 시설할 경우 지진 하중이
수평2방향과 연직방향의 변위에 대하여 유효하게 구속하는 스톱퍼를 시설

2) 축전지 설비

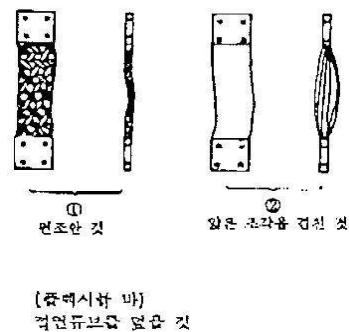
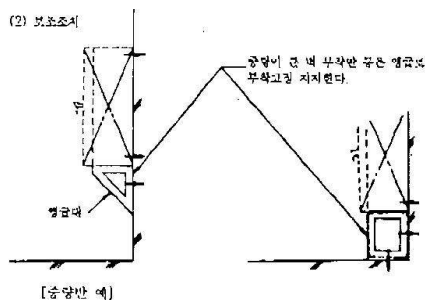
- 가대의 내진설계 실시
- 앵글프레임은 관통볼트로 고정 혹은 용접할 것
- 내진 가대의 바닥면 고정은 충분한 강도를 가질 것
- 축전지 상호간의 틈이 없도록 내진가대를 제작
- 축전지 인출선은 가요성이 있는 접색재로 충분한 길이의 것을 사용하고
S자형 배선 고려

3) 엘리베이터 설비

- 비트의 레일의 이탈이나 기기의 이동이 없도록 내진설계 반영
- 지진 시 로프나 케이블이 승강로내 돌출물에 영향을 주지 않을 것
- 정전이나 기타 요인에 의하여 운전정지를 고려하여 지진 시 관제운전장치를 설치

5. 시공 시 고려사항

- 1) 바닥설치-변압기등의중량이큰것은앵커볼트로고정한다.
- 2) 벽면설치-앵커볼트로고정하고큰것은앵글가대로지지한다.
- 3) 접속부-가요성자재사용, 가요성 도체절연커버설치
- 4) 접속부 배선은 여유 있게 한다.



6. 결론

- 1) 내진 발생으로 인한 전력간선의 이탈, 전력기기의 쓰러짐, 탈락등의 사고에 대비한 대책에 대한 충분한 연구가 필요
- 2) 지구 환경변화에 따른 자연재해에 대한 대책 및 기준 수립필요
- 3) 국내 전력시설물의 내진 기준이 마련되어 있지 않아 긴급한 대책 수립이 요구 된다.