

건축전기설비기술사 예상시험문제

서울공과전기학원 제공
(02)2676-1113~5 / www.sgh.co.kr

시험 공부 요령

‘기술사 자격 취득은 누구에게나’ 가능한가?

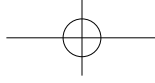
누군가가 이렇게 묻는다면 ‘가능하다’고 자신있게 답할 수 있다. 기술사 자격 취득에 걸린 기간은 개인별로 그 차이가 커서 최소 8개월에서부터 길게는 5년 이상까지 다양하다.

기술사 필기시험은 1교시에서 4교시까지 각 교시당 100분, 총 400분 동안 치러지며 1교시는 주로 용어 해설문제(단답형 주관식)가 출제되며 2, 3, 4교시는 논술형 문제가 출제된다. 문제지는 통상 1매, 답안지는 A4크기의 용지로 양면에 줄이 그려져 있으며 총 12페이지로 구성된다. 배점은 1교시 100분당 100점이며, 총점 400점 중 240점 이상 취득하면 합격이고 각 교시당 과락은 없다.

구분	문제수	시간	배점	답안 작성 기준
1교시	13문제 중 10문제 선택 (각 10점)	100분	100점	10점짜리 1문제당 1페이지 분량 10분 이내 작성
2~4교시	6문제 중 4문제 선택 (각 25점)	100분×3	100점×3	25점짜리 1문제당 2.5페이지분량 25분 이내 작성
		400분	400점	

정해진 시간 안에 답안지의 양을 얼마나 채울 수 있는지 직접 풀어 보는 연습이 필요하다. 본인이 완벽하게 알고 있는 문제라고 해서 계획없이 너무 많이 기술하면 공부한 부분의 개요부만을 서술하는 데에도 20분 가까이 소요될 수 있다.

욕심 부리지 말고 답안을 쉽고 폭넓게 작성하여 주어진 시간 내에 결론까지 도출해 내야 한다. 이는 오로지 평소에 모범답안을 작성해두고 부단히 쓰기 연습을 함으로써 점수와 시간의 조화를 얻을 수 있다.



문제 13

수용가 측면에서의 플리커(Flicker) 대책을 설명하시오.

| 해설 |

1. 정의

- (1) 플리커(Flicker)란 부하특성에 기인하는 전압변동에 의해 조명이 깜박이거나 TV의 영상이 일그러진 현상을 말하며, 이 현상이 어느 정도 이상이 되면 심각한 불쾌감을 느끼게 된다.
- (2) 무작위(Random)의 전압변화를 의미하며, 그 크기는 보통 ANSI에서 규정된 0.9~1.1[P.U.]의 전압변동 범위를 말한다.

2. 관리기준

(1) 기준치

구 분	허용기준치	비 고
예측계산 시	2.5 % 이하	최대전압 강하율로 표시
실 측 시	0.45 V 이하	ΔV_{10} 로 표시하며, 1시간 평균치

- (2) 기준을 정하는 사유 : 같은 크기의 전압변동이라도 깜박임의 감은 변동주기에 따라 달라지므로 모두 10 Hz로 환산한 전압변동을 플리커의 기준으로 한다.

3. 플리커 경감대책

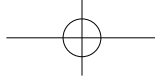
(1) 전력공급 측 측면

① 저압 배전선의 대책

- ㄱ. 플리커를 발생하는 동요부하는 별도의 변압기로 공급
- ㄴ. 내부임피던스가 작은 변압기로 공급
- ㄷ. 저압 배전선 규격의 상위용량 (기준보다) 적용
- ㄹ. 저압 बैंक 방식, 저압 Network 방식채용
- ㅁ. 단상 3선식 배전선의 경우 밸런서를 설치

② 고압 배전선에 대한 대책

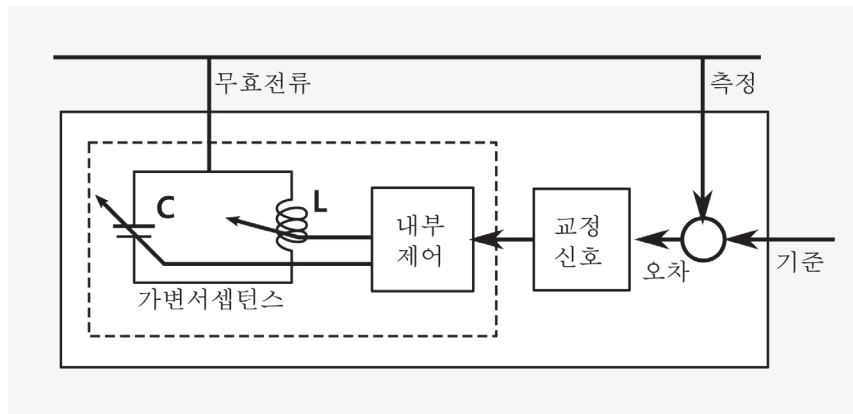
- ㄱ. 전선의 굵기를 크게 한다. (전선규격 상위적용)
- ㄴ. 전용선 공급



- ㉔. 루프(Loop) 배전방식으로 공급
- ㉕. 직렬콘덴서 설치
- ㉖. 전압의 승압

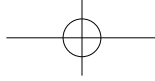
(2) 수용가 측 대책

- ① 전원 계통의 유도성 리액터성분을 보상
 - ㉔. 직렬 콘덴서 설치
 - ㉕. 3권선 변압기사용
- ② 전압강하를 보상하는 방법 ($\Delta e = I(R\cos\theta + X\sin\theta)$)
 - ㉔. 즉, 상기식의 X의 보상으로 Q-V 컨트롤(Control) 시행
 - ㉕. 부스터(Booster) 방식
 - ㉖. 상호 보상 리액터(Reactor) 방식
- ③ 단주기 전압 변동에 대한 무효전력 변동분 흡수
 - ㉔. 동기 조상기와 리액터 채용
 - ㉕. SVC(Static Var Compensator)의 적용(TSC 방식, TCR 방식)
(특히, SVC의 응답특성은 0.04 sec로 플리커 대책용으로 매우 효율적임)



[그림 1] SVC 제어 구성 개념도

- ④ 플리커 부하전류의 변동 분 억제를 위한 다음 방법을 적용
 - ㉔. 직렬리액터 방식
 - ㉕. 직렬리액터 포화방식



문제 14

동기 발전기의 병렬운전 시 기전력의 크기(전압)가 다를 경우 발생되는 현상에 대하여 설명하시오.

| 해설 |

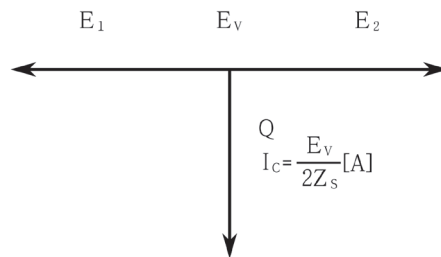
1. 동기발전기 병렬운전 시 기전력(전압)의 크기가 다를 경우 발생 현상

(1) 동기발전기 병렬운전 조건

- ① 기전력의 크기가 같아야 한다.
- ② 기전력의 위상이 같아야 한다.
- ③ 기전력의 주파수가 같아야 한다.
- ④ 기전력의 파형이 같아야 한다.

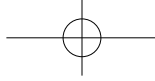
(2) 전압 불일치 일어나는 현상

① 발생 전압의 크기가 같을 것: 동기 발전기에서 발생하는 기전력의 크기가 서로 다르면 각 발전기 내부에 순환 전류가 흐르게 된다. 이 때, 흐르는 순환 전류는 낮은 전압의 발전기 전압은 높여 주고 높은 전압의 발전기 전압은 낮추어서 같게 하는 작용을 한다. 또한, 이 전류는 역률이 거의 0인 무효전류이므로 출력에는 관계가 없고 단지 두 발전기의 내부를 순환하여 흘러서 전기자 권선에 저항손을 생기게 한다. 이 순환 전류를 무효 회류라고 하며, 이것을 없애기 위해서는 발전기의 계자 전류를 조정 하여 발생 전압의 크기를 같게 하면 된다.

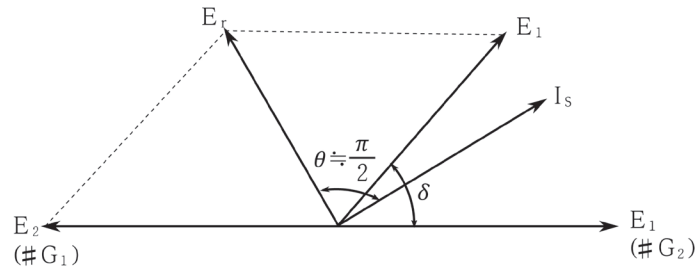


[그림 2] 무부하시 전류 벡터(Vector)

② 발생 전압의 위상이 같을 것: 동기 발전기에서 발생하는 전압의 위상이 서로 다른 위상차에 해당하는 순환 전류가 흐르며, 이 순환 전류를 유효 회류라 한다. 위상이 일치하지 않은 상태에서 병렬 운전을 하면 위상이 앞선 발전기는 부하의 증가를 가져와서 회전 속도가 감소하게 되고, 위상이 뒤진 발전기는 부하의 감소를 가져와서 발전기의 회전 속도가 상승하게 된다. 두 발전기의 위상에 대한 일치는 동기 검정 등으로 확인한다. 순환 전류가 흐르는 것을 막기 위해서는 동기 검정 등을



이용하여 위상의 일치를 확인한 다음 동기 발전기를 모선에 접속하여야 한다.



[그림 3] 기전력 위상이 다른 경우 벡터(Vector)

- ③ 발생 전압의 주파수가 같을 것: 발생되는 기전력의 주파수가 서로 다르면 발전기의 단자 전압이 그림과 같이 시간적으로 심하게 진동하고, 이 전압의 최대 값은 각 발전기 전압의 2배에 이르게 된다. 따라서 이와 같은 전압을 사용하여 병렬 운전을 하면 발전기의 출력이 주기적으로 요동하고 권선은 비정상적으로 가열된다. 이 진동 전압을 없애기 위해서는 각 발전기의 속도를 조정하여 모두 정격 주파수가 발생되도록 하여야 한다.
- ④ 기전력의 파형이 같을 것 발전기 단자전압 파형: 동기발전기에서 발생하는 파형이 다르면 고조파 무효순환 전류 등으로 병렬운전이 불가능해지며 정현파가 아닌 왜형파는 심하면 동기조건에서 이탈하게 된다.

문제 Extra*

건축전기설비의 내진설계 시 설계시점에서 유의해야 할 사항에 대해 설명하시오.

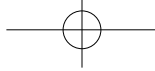
* 번외로 추가한 문제입니다.

| 해설 |

1. 개요

건축전기설비의 설계·시공에서 전력 시설물의 내진은 중요하며, 다음과 같은 부분에 중점을 두어야 한다.

- (1) 중소 규모의 지진에 대해서는 변형전도를 강성범위 내로 억제하여 지진피해를 최소화해야 한다.
- (2) 대지진에 대해서는 작은 피해는 허용하지만, 건축전체의 붕괴로 인한 인명손실 및 전력 시설물의 정지에 따른 피해를 최대한 방지해야 한다.



2. 내진설계 시 유의사항

(1) 설비의 내진 중요도

전력 시설물의 내진성은 건물의 사회적 중요도나 용도를 고려해서 등급을 설정한다. 중요도 등급의 구분은 2~5 단계 정도로 구분할 수 있지만, 일반적으로 3단계(중요도 ABC)로 분류하면 다음과 같다.

- ① **중요도A:** 건물 사용 목적에 따라, 건물의 기능 유지상 중요한 설비 및 재해 시 인명안전 확보상 중요한 설비에 대해 기능유지의 확보를 해야 하는 전기설비.
- ② **중요도B:** 손상 등으로 인해, 인명 및 중요설비 기능에 관한 2차 재해가 발생할 염려가 있는 설비에 대해, 손상방지 및 안전을 고려해 정지나 긴급차단의 지진 관제 운전을 해야 하는 사항.
- ③ **중요도C:** 그밖에 설비기능에 관해 다소의 피해가 있더라도, 비교적 간단하게 보수 및 복구가 가능한 것. 전력 시설물을 설계할 경우, 이러한 등급에 따라 각 설비별로 중요도를 결정하고, 전력 시설물의 내진계산을 하여 적용한다.

(2) 건물 및 설비계의 지진반응 예측

건물의 지진반응, 건물입지장소의 지반조건, 건물형상, 구조종별, 건물강성에 따라 다르며, 동일건물이라도 층에 따라 가속도, 변위가 다르다. 또한 건물 내에 설치된 설비들은 지진입력(入力)을 받음으로써 반응치가 변화한다.

그러나 이러한 지진입력을 설계·시공시점에서 정확히 예측하는 것은 어려우므로, 일반적으로 다음과 같은 개략법을 통해 설계용 수평지진 산출을 위한 1계수(건물바닥 반응배율을 고려한 계수)를 사용한다. 기기에 작용하는 지진입력 계산은 다음과 같은 식으로 구한다.

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

$$FH = K \cdot W [kg]$$

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

W: 기기의 중량[kg]

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

KH: 설계용 수평진도

K_0 : 설계용 기준진도(=0.3)

Z: 지역계수(0.7, 0.8, 0.9, 1.0)

I: 중요도 저감계수

K_1 : 물의 바닥응답 비율을 고려한 계수(1.0~10/3)

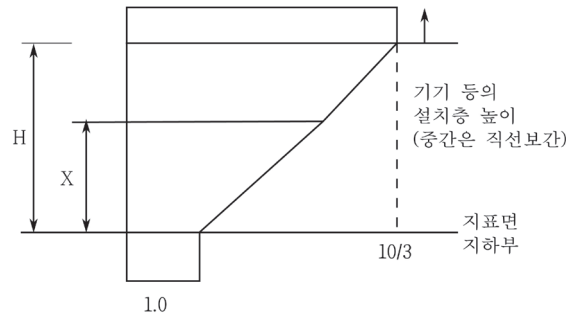
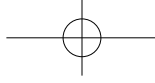
(1.0: 중요성이 높은 건축설비기기, 2/3: 통상의 건축설비기기)

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

H: 건축물의 지상높이[m]

X: 설비기기, 배관 등이 설치되어 있는 바닥의 지상높이[m]

또한, 옥상 부분은 $K_1 = \frac{10}{3}$ 으로 한다.



[그림 4] K1의 수치

② 연직 지진력 FU

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

변위에 대해서는 내진설계용 층간변위로 철골조, 철근 콘크리트조 및 철골 철근 콘크리트조의 경우는 1/200 이하로 되어 있으며, 배관, 모선덕트, 케이블랙의 장착 물로 중치부설이 될 경우에는 그 변형 추종성을 확인해야 한다.

(3) 설비계의 적정배치

고압 및 특고압기기, 배선의 배치 시에는 지진입력의 영향 정도에 따라 손상 또는 전도로 기능 정지 및 2차 재해발생으로 이어질 수도 있어, 고압용 기기 및 배선설비는 적정 배선로로 기획해야 한다. 구체적인 설계기법에 대해서는 다음과 같다.

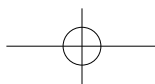
- ① 중요도가 높은 전력용 기기는 작용하는 지진력이 비교적 적은 건물 저층부에 배치한다. (건축물의 내진설계가 잘 되어 있는 경우)
- ② 지진입력으로 오동작할 염려가 있는 설비는 작용하는 지진력이 비교적 적은 아래쪽에 배치한다.
- ③ 공조, 위생설비 등 다른 설비들에서 지진 시 접촉으로 인해 손상을 받지 않는 경로에 배치한다.
- ④ 점검, 확인 및 보수하기 쉬운 장소에 배치한다.

(4) 사용자재의 강도 확보

전기설비의 내진성 검사항목으로서 자재 강도를 들 수 있다. 즉 지진입력으로 건물이 반응하고, 동시에 건물 내 설치된 설비계도 반응한다. 이 때 생기는 분석력 및 변위는 설비계 각 부위의 강도를 검토하는 데 중요한 요소가 된다.

분석력에 대해서는 수평지진력으로 자재 고정부에 가해지는 전단력(수평지진력에 의한 것), 인장력(지진입력으로 생기는 분석모멘트에 의한 것) 및 이러한 복합된 힘을 계산하고 이 수치를 넘는 허용 반응력(단기)이 있는 자재를 사용한다.

변위에 대해서는 층간변위 1/200에 대해 강도적 탄성범위 내에 있으며 전기적 문제가 없는 설계·시공을 한다.





(5) 공진방지

전기설비의 기기 및 배선들은 건물의 지진반응에 대해 공진이 없는 설계·시공으로 해야 한다. 건물설계용 1차 주기는 다음 식으로 구한다.

$T1=0.028H(\text{초})$ (철골조)

$T2=0.020H(\text{초})$ 기타, 철근 콘크리트조, 철골 철근 콘크리트조

여기서 H : 건물의 지상높이[m]

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

(6) 기능보전

지진 중 전력 시설물의 운전에 대해서는 다음과 같은 조건이 있다.

- ① 지진 중에도 운전한다.
- ② 지진측정기로 감지하고 지진정도에 따라 기기운전이 자동적으로 잠시 정지되거나
보수원이 수동으로 잠시 정지시켜 지진 후의 운전재개와 같은 크게 두 가지의 방식이 있으며, 또 지진 후의 운전재개에 대해서도
- ③ 자동적으로 재운전 개시가 가능한 것
- ④ 점검·확인 후 재운전 개시가 가능한 것의 두 가지 방식이 있는데, 무정전이 요구되는 특수한 용도의 부하를 제외하고는 상기 ②·④의 운전조건이 일반적으로 적용되고 있다.

그러나 지진 중의 전원공급에 대해 적극적으로 자가발전설비를 운전하고, 신속하게 공급을 재개하는지의 여부에는 여러 가지 안전도 측면을 검토할 필요가 있으며, 설계 시 건축물의 중요도에 따라 건축 내진설계를 고려하여 적용한다.

3. 내진설계의 요점

- 가. 가요성이 있는 자재를 사용할 것.
- 나. 접속부의 배선에 여유를 둔다.
- 다. 저압 측을 구리 바(Copper bar)로 접속하는 경우 가요성 도체를 필히 사용한다.
- 라. 가요성 도체는 절연커버를 설치한다.
- 마. 변압기 기초볼트는 바닥면에 견고하게 고정시킬 것. 또한 소정의 수량을 지지방법으로 견고하게 부착할 것. 볼트수의 생략이나 볼트 구멍에 비해 볼트 굵기가 너무 작은 경우 볼트의 변형이나 굴절 등의 사고가 발생될 수 있으므로 주의할 것.
- 바. 변압기의 중량에 따라 내진구(耐震具)의 배치·개수·크기를 고려한다.
- 사. 변압기 용량·중량에 따라 적정 방진고무를 설치한다.
- 아. 변압기에 접속하는 전선은 진동에 여유가 있게 시설한다.
- 자. 스톱퍼와 본체 사이의 틈은 정상 운전 중에 접촉되지 않는 범위로 하고, 스톱퍼와 본체 사이의 접촉면에는 완충용 고무판 등을 설치한다.