

발송배전기술사 예상시험문제

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

시험 공부 요령

‘기술사 자격 취득은 누구에게나’ 가능한가?

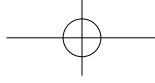
누군가가 이렇게 묻는다면 ‘가능하다’고 자신있게 답할 수 있다. 기술사 자격 취득에 걸린 기간은 개인별로 그 차이가 커서 최소 8개월에서부터 길게는 5년 이상까지 다양하다.

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 그어져 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 7

발·변전소에서는 선로의 접속이나 분리를 위해 차단기 및 단로기를 설치하고 있다. 이들의 역할을 설명하고 조작 시 유의사항에 대해 설명하시오.

| 해설 |

1. 차단기 및 단로기 역할

(1) 차단기 역할

- ① 차단기는 전기계통에서 발생하는 모든 단락전류(I_k), 사고전류, 부하전류(I_n), 무부하전류(I_c) 등을 차단 할 수 있으나, 주로 단락전류나 고장전류 차단을 한다.
- ② 차단기는 보호계전기에 의해서 동작하며 필요시 수동 투입 개·폐로 가능하다.
- ③ 주로 계전기와 함께 설치되며 차단 속도에 따라 큰 가격 차이가 있고 고가이다.

(2) 단로기 역할

- ① 단로기는 단락 전류나 고장전류는 차단할 수 없고, 무부하 충전전류만 개·폐로 가능하다.
- ② 단로기는 전력계통에 사용 시 단독보다는 차단기와 직렬로 설치 회로가 차단 후 선로 분리 등의 역할을 한다.
- ③ 차단기에 비해 가격이 저가이고 단상, 삼상 일체형으로 동작한다.

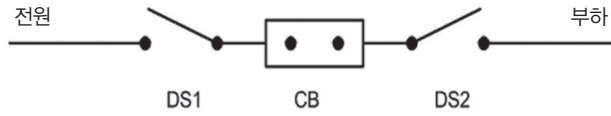
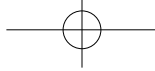
2. 조작 시 유의사항

(1) 차단기

- ① 차단기는 이동 시 절대 동작해서는 안 된다.
- ② 차단기는 정위치(차단기는 3가지 포지션을 가지고 있음)에서만 조작 시켜야 한다.
- ③ 투입신호가 지령되고 나면 투입 성공, 실패에 관계없이 투입해제신호를 주어야 한다.
- ④ 회로가 구성 시에 마지막으로 조작해야한다. (Inter-Lock Check)
- ⑤ 종류에 따라 소호능력이 확보 후에 조작해야한다.

(2) 단로기

- ① 전력회로에서 단로기는 차단기에 앞서 투입되어야한다.
- ② 3상 타입(Type)의 경우 결상을 방지해야한다.
- ③ 수동 타입의 경우 고압은 조작 기구를 사용해야한다.
- ④ 투입 조작순서 DS1 ⇨ DS2 ⇨ 차단기순, 차단은 투입순서의 역순으로 시행.
- ⑤ 3번 검토 2번 확인 1번조작의 수칙을 철저히 지킨다.



[그림 1] 차단기와 단로기조작순서



[그림 2] 3상 일체형 2절점 단로기외형



[그림 3] 차단기 외형 및 포지션(Position)

문제 8

최근 조사한 전력변압기의 연간 평균 부하율이 낮게 나타나고 있어 설비비용량의 과다로 변압기 효율적 이용을 못하고 있는 실정이다. 이에 대한 전력용 변압기의 효율적 관리 방안에 대하여 설명하시오.

| 해설 |

1. 전력변압기의 연간 평균 부하율

- (1) 보통 사용하는 부하율(A)은 어느 기간의 평균전력과 최대전력의 비를 말하며, 이 부하율(A)은 변압기의 효율을 검토할 때 사용하는 부하율(B) (부하용량[kVA]/변압기 용량[kVA])과는 전혀 다른 개념이다. 전력변압기의 부하율(B)은 어느 시점에서 특정 변압기가 공급하는 부하용량과 변압기 시설 용량과의 비율을 말하며, 변압기가 시설 용량에 대하여 어느 정도의 부하로 운전되고 있는가를 보여주는 계수다. 이 부하율은 변압기의 효율을 결정하는 중요한 요소가 된다.
- (2) 변압기의 평균 연간 부하율의 추정치는 18.4%이며, 모집단 평균 부하율의 95% 신뢰구간은 (17.8, 19.1)이다. 연간 부하율을 변압기 용량별로 구분해 볼 때, 용량 500 kVA 미만은 16.6% 이었으나 용량 500~999 kVA 사이의 변압기는 18.0% 그리고 용량 1,000 kVA 이상은 20.1%로 나타나, 변압기의 평균 연간 부하율은 변압기의 용량이 클수록 높은 것으로 나타났다.



2. 전력용 변압기의 효율적 관리 방안

(1) 에너지 절약형 변압기의 선정: 부하율을 고려한 에너지 절약형 변압기의 선정

- ① 부하율이 60[%]이하 인 경우 아몰퍼스 철심 변압기 적용
- ② 부하율이 60[%]이상 인 경우 자구미세화 철심 변압기 적용
- ③ 단시간 부하율이 높은 경우 몰드 변압기를 적용 한다.

구분	지구 미세화, HGO(레이저)	아몰퍼스	비고
철손[W/kg]	0.41	0.12	무부하손실 (비정질유리)
포화자속밀도[Tesla]	2.03	1.52	비정질 변압기 소형화 곤란
변압기 가격	상대적 고가	고가	
소재 두께	0.23	0.025 내외	
소재 가격	유리	불리	
소음	유리	불리	
총 손실	고부하에서 유리	저부하에서 유리	
제작가능용량	대용량 제작가능	대용량 기술적 한계	
열처리	500℃ 이상에서 열화	결정화 온도: 550℃	기존 전기강판 대비 (열처리 곤란)
공급사	다수	일본 히타치 금속	아몰퍼스 변압기 대량 생산 곤란

(2) 부하특성을 고려한 고효율 운전

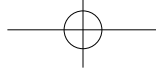
변압기의 효율은 무부하 손실과 동손이 같을 때 고효율 운전이 된다. 따라서 아래와 같이 운전한다.

$$\text{'최고효율 부하율'} = \sqrt{\frac{\text{무부하손}}{\text{동손}}}$$

(3) 변압기 용량의 적정화

적정 수용률과 부등률을 적용하고 다음사항을 검토하여 적정용량을 선정한다. 부하 조건의 특수성을 고려한 이에 대응하는 적절한 변압기로의 선택이 필요

- ① 부하조사
- ② 급전방식과 변압기대수
- ③ 전압변동 전압강하 순시 정전대책
- ④ 주위온도와 발열량 파악
- ⑤ 단락보호방식
- ⑥ 단락 전류 추정 및 차단기 선정
- ⑦ 부하 밸런스, 시간정격
- ⑧ 기타(접지보호, 켜지보호, 전기기술기준, 여자돌입전류, 플리커 대책)



(4) 경부하시 단독운전

일반 제조업의 경우 야간에는 주간에 비하여 부하가 현저히 줄어든다. 일반적으로 경부하시의 부하량이 20% 이하일 경우 변압기를 분리하여 1대 단독 운전하는 것이 경제적인 수가 있다.

(5) 변압기 통합운전

변압기의 통합운전은 변압기를 효율적으로 운전하여 변압기의 손실을 절감하기 위한 운전방식으로 변압기의 병렬 운전대수가 최소가 되도록 변압기를 필요시 정지하여 운전하는 것을 말한다.

① 변압기의 통합운전 조건

- a. 변압기의 통합운전 중에 고장이 발생해도 전력공급 신뢰도를 유지할 수 있을 것
- b. 통합 운전시간이 변압기의 단시간의 과부하 운전조건을 만족하여야한다.
- c. 변압기 전체의 손실을 충분하게 경감할 수 있어야한다.

② 변압기의 손실을 최소화하는 조건의 부하조건과 변압기 대수

$$Z_n = \frac{1}{\frac{P_1}{\%Z_1} + \frac{P_2}{\%Z_2} + \dots + \frac{P_n}{\%Z_n}}$$

여기서, 각각의 기호가 각각 나타내는 것은 다음과 같다.

- P_1, P_2, P_n : 변압기 용량
- $\%Z_1, \%Z_2, \%Z_n$: 변압기 %임피던스
- Z_n : 변압기 n대의 병렬 임피던스[%/kVA]
- n : 변압기 운전대수

변압기 n대 운전시의 전력손실 W_n 은 다음과 같이 된다.

$$W_n = \sum_{n=1}^n \{P_{in} + P_{cn} (\frac{Z_n}{\%Z_{1n}} \times P)^2\}$$

변압기 n-1대 운전시의 전력손실 W_{n-1} 은 다음식과 같이 된다.

$$W_{n-1} = \sum_{n=1}^{n-1} \{P_{in} + P_{cn} (\frac{Z_{n-1}}{\%Z_{1n}} \times P)^2\}$$

여기서, 각각의 기호가 각각 나타내는 것은 다음과 같다.

- P_{in} : n대 운전시의 변압기의 철손
- P_{cn} : n대 운전 변압기 100% 부하시의 동손
- Z_{1n} : 변압기 n의 %임피던스



상기 식에서와 같이 변압기 n 대를 운전하는 것 보다 운전 중에서 임의의 1대를 정지하여 $(n-1)$ 대로 운전하는 것이 전력손실이 적어지는 조건은 $W_n > W_{n-1}$ 이다.

(6) 변압방식의 개선

가능하면 직강압방식 으로 하여 변압기 손실을 경감한다.

(7) 과전압의 억제

- ① 과전압은 변압기 철심의 자속량을 증가시켜 무부하손과 여자전류를 증가시키며, 소음의 증가 및 변압기 수명 단축의 원인이 된다.
- ② 변압기에 10% 이상의 과전압이 공급되지 않도록 하여야 한다.

(8) 역률의 개선

- ① 변압기의 실용량(kVA)은 정격전압, 전류에 부하역률 $\cos\phi$ 를 곱한 값으로 결정되며 역률은 부하의 종류와 량에 따라 변화 한다.
- ② 부하에 용량성 부하가 많으면 진상 역률, 유도성 성분이 많으면 지상 역률로 나타난다.
- ③ 역률은 90%이상의 지상 역률로 운용한다.

3. 결론

해외의 선진 각국은 2005년 2월 교토의정서 발효 이후 지구 온난화 방지 및 이산화탄소 배출 저감 등을 위해 국가적 차원에서 적극적으로 고효율 변압기의 사용을 장려하고 있다. 현재 우리나라에서도 에너지소비효율등급제도, 에너지절약마크제도, 고효율기자재 인증제도 등 세 가지 효율관리제도가 시행 중이나 관련법규나 규정 등을 개정하여 보다 적극적인 적용이 필요하다.

문제

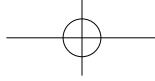
9

해수 양수 발전의 특징 및 문제점에 대해 설명하시오.

| 해설 |

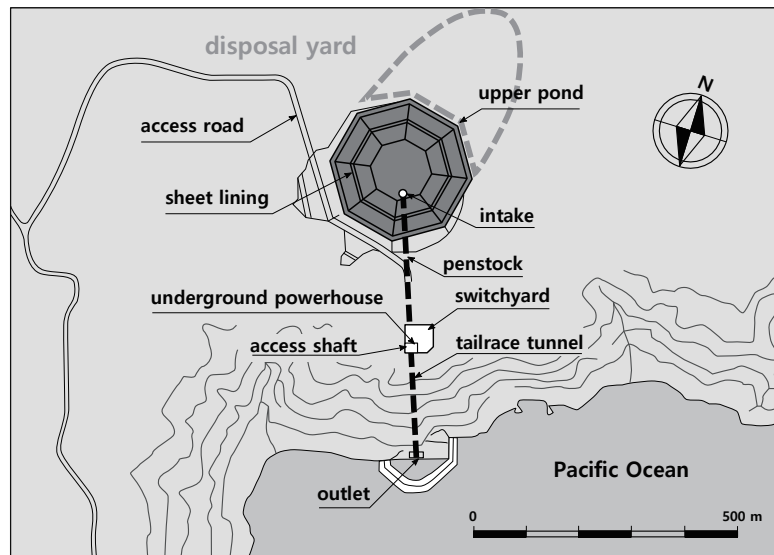
1. 해수 양수발전이란?

양수발전은 심야 또는 경부하시의 잉여전력을 사용하여 낮은 곳의 물을 높은 곳으로 퍼 올려 침두부하 시에 이 양수된 물을 사용해 발전하는 방식이다. 이와 같이 해수양수발전은 바닷물을 이용하는 방식으로 다음과 같은 특징과 문제점을 가지고 있다.

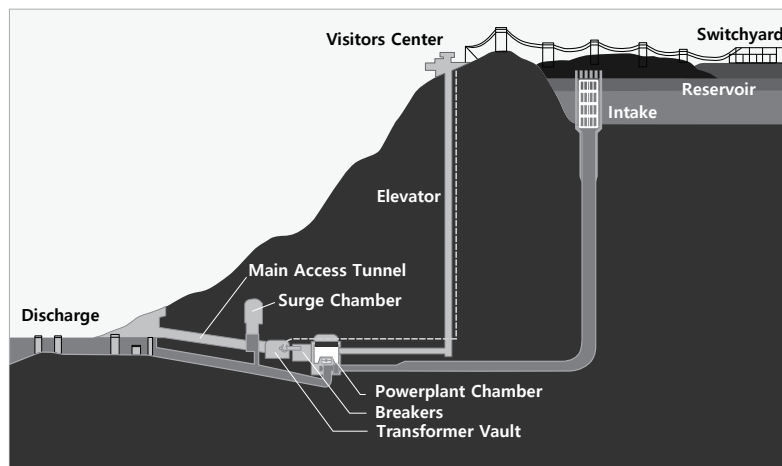


(1) 해수양수발전의 특징

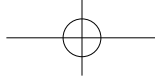
- ① 일반 양수발전은 상·하부 저수지가 필요하나 해수양수는 넓은 바닷물을 사용하므로 하부조정지가 없어도 된다.
- ② 하부조정지가 없으므로 건설비가 경감된다.
- ③ 적정한 건설부지 확보가 매우 어렵다.
- ④ 소규모 발전 설비는 가능하나 대용량 발전설비는 설치가 어렵다.
- ⑤ 송전선로의 연계가 어렵다.



[그림 4] 일본 오키나와 해수양수발전소 계획도
(Okinawa Seawater Pumped Storage Power Plant, Japan, 출처: IEA)



[그림 5] 해수양수발전소 개념도.
출처: 미국 테네시강 유역 개발공사(TVA: Tennessee Valley Authority)

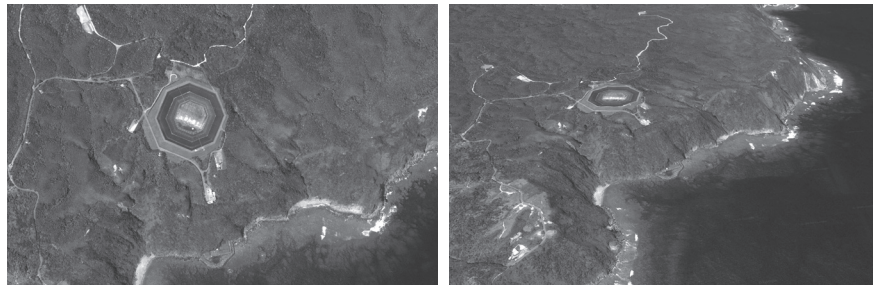


(2) 해수양수발전의 문제점

- ① 발전용수로 바닷물을 사용하므로 각종 구조물에 부식이 발생된다.
- ② 높은 낙차를 얻기가 어렵고, 해양생물들의 관로에 부착문제를 발생시킨다.
- ③ 상부 저수지에 바닷물을 저수해야 하므로 주변 환경에 피해를 일으킨다.
- ④ 부식 방지설비 및 유지정비에 투자비가 많다.
- ⑤ 전 세계적으로 해수양수발전이 초보단계수준으로 경제성이 떨어진다.

(3) 해수양수발전의 국내외 동향

일본이 세계최초로 오키나와에 있는 안바루 해수양수발전소 설비용량 30,000kW를, 1999년에 건설 후 5년간 시험운전을 거쳐 2004년부터 상업 발전을 하고 있으며 우리나라에서는 동해안에 건설부지 등을 검토 단계에 있다.



[그림 6-1, 2] 일본 오키나와 해수 양수발전소 전경(출처: google earth)

[표] Seawater pumped storage power plant specifications(출처: IEA)

Item		Specification
River system		—
Catchment area		—
Power Plant	Name	Okinawa Yanbaru Power Plant
	Max. output	30 MW
	Max. discharge	26 m ³ /s
	Effective head	136 m
Upper regulating pond	Type	Excavated type, Rubber sheet-lined
	Max. embankment height	25 m
	Crest circumference	848 m
	Max. width	251.5 m
	Total storage capacity	0.59×10 ⁶ m ³
	Max. depth	22.8 m
Waterway	Penstock	Inside dia. 24 m Length 314 m
	Tailrace	Inside dia. 27 m Length 205 m