

에너지 節約 電氣設備 技術 (II)

(電源 設備)

池 哲 根 <서울대 공대 전기공학과 교수>
 郭 熙 魯 <숭실대공대 전기공학과 교수>
 姜 遠 求 <한전 전력경제연구소실 부장대리>

제 1 장 전력관리 (I)

제 2 장 전원설비 (II) (전호에 이어 계속)

2.1 수변전 설비의 절력 절감 설계

가. 수변전 설비의 적정위치 선정

수변전설비 위치는 전압강하, 전력손실, 건설비 및 보수성에 영향을 미치므로 다음의 조건을 만족하는 곳을 선정하면 좋다.

① 부하의 중심점에 가깝고, 배전에 편리한 장소일 것이며, 부하가 많이 분산되어 있는 경우에는 변압기 뱅크를 적당한 장소에 배치한다.

② 전력회사로부터의 전원인입과 구내배전선의 인출이 편리한 곳

③ 장차의 증설이나 확장의 여지가 있는 곳

④ 수해나 염해의 염려가 없는 곳

⑤ 기기의 반출입이 편리한 곳

⑥ 고온이나 다습의 곳은 피할 것

⑦ 부식성 가스, 먼지가 많은 곳은 피할 것

⑧ 폭발물, 가연물의 저장소 부근을 피할 것

⑨ 진동이 없고, 지반이 견고한 장소

⑩ 침수의 염려가 없는 곳

등을 종합적으로 판단하여 결정할 필요가 있으나, 에너지 절감 측면에서는 실부하의 중심

점에 가깝고, 부하설비로의 배전에 편리한 것에 중요하다. 그리고 실부하의 중심점은, 부하설비의 총용량보다는 가동시간, 부하율등의 가동상황을 잘 파악하고 결정할 필요가 있다.

전원의 위치와 손실과의 관계를 비교하면 표 2.1과 같다.

나. 변압기의 손실과 효율

변압기는 전기기기중에서 가장 효율이 높은 기기의 하나이지만 수변전 설비중에서는 가장 손실이 큰 기기이기도 하다. 그리고 전원기기이기 때문에 부하의 변동에 관계없이 년중 운전되는 것이 보통이며, 약간의 효율향상으로도 전력손실에 주는 효과가 크므로, 될 수 있는대로 고효율의 변압기를 선정한다.

효율은 변압기 용량이 증대함에 따라 높아지

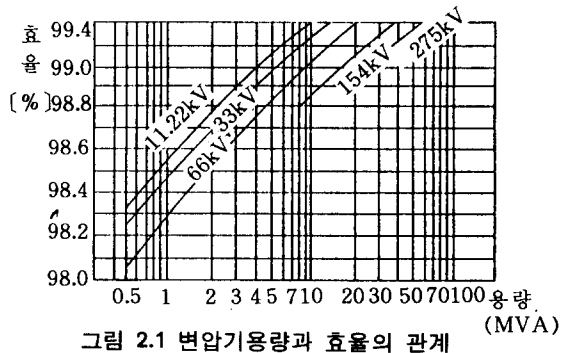
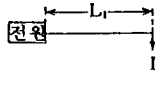
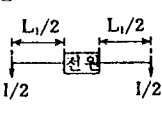
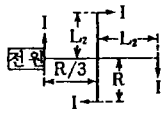
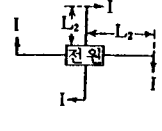


표 2.1 전원위치와 전력손실과의 비교예

구성의 형태	배전 형태	비교 조건	전력손실 계산	전력손실 비교	
장방형의 구내	① 	(1) 전선 1조의 저항 : $R[\Omega]$ (2) 부하전류 : $I[A]$ (3) 전선 1조의 전력손실 : $W_1 [W]$	$W_1 = I^2 R$	$W_2 = \frac{1}{4} W_1$	②에서 전선의 굵기를 1/2로 하였을 때 전력손실의 비교는 $W_2 = (\frac{1}{2})^2 \frac{R}{2} \times 2 \times 2$ $= \frac{1}{2} I^2 R$ $= \frac{1}{2} W_1$
	② 	(1) 전선 1조의 저항 : $R[\Omega]$ (2) 부하전류 : $I[A]$ (3) 전선 1조의 전력손실 : $W_2 [W]$	$W_2 = (\frac{1}{2})^2 \frac{R}{2}$ $\times 2 = \frac{1}{4} I^2 R$		
정방형의 구내	③ 	(1) 전선 1조의 저항 : $R[\Omega]$. 단, 전원에서 분기점까지의 전선은 타부분의 3배의 굵기로 한다. (2) 부하전류 : $I[A]$ (3) 전선 1조의 전력손실 : W_3	$W_3 = (3I)^2 \frac{R}{3} + 3I^2 R$ $= 6I^2 R$	$W_4 = \frac{2}{3} W_3$	
	④ 	(1) 전선 1조의 저항 : $R[\Omega]$. 단, 전구간 동일 전선으로 한다. (2) 부하전류 : $I[A]$ (3) 전선 1조의 전력손실 : $W_4 [W]$	$W_4 = 4I^2 R$		

는 경향이 있으며, 그림 2.1에서 각종 전압, 용량의 유입변압기의 효율을 표시한다. 동일용량에서는 절연계급이 높을수록 효율은 낮아진다.

변압기의 손실은 부하손과 무부하손으로 되며, 무부하손은, 부하의 대소에 관계없이 전압의 인가만으로 내부에 상시 발생하는 손실이다.

다. 변압기의 종류와 용도

변압기는 용도, 구조 및 냉각방식에 의하여 여러가지로 분류되지만, 절연방식의 종류에 따르면 다음의 4종류로 된다.

- 유입형변압기
- H중절연 건식변압기
- 가스절연 변압기
- 물드형 변압기

(1) 유입형 변압기

유입형 변압기는 현재 가동되고 있는 변압기의 용량, 절연계급의 모든 범위에서 실용화되고 있으며, 용량에서도, 100[kVA]이하의 주상 변압기로부터, 1,500[MVA]의 대용량변압기까지 제작되고, 전압면에서는 500[kV]의 송전계통에도 채택되고 있다.

유입형은 다른 H중절연 건식형, 가스절연형 및 물드형에 비하여, 염가이고, 실적도 많고, 용량, 전압의 제한이 적으므로 해서, 변압기의 대부분을 점유하고 있다.

철심구조를 종래의 적철심구조로부터 권철심구조로 하고, 또한 저손실의 고자속밀도 방향성 규소강판을 채택함으로써 무부하 손실을 20~50[%] 저감시키고 있다.

(2) H중절연 건식변압기

이 H중절연 건식변압기는 절연유를 전혀

사용하지 않고 난연성, 비 폭발성이며, 절연매체가 공기이므로 방열기가 불필요하다. 따라서, 소형 경량으로 설치면적이 적어도 된다. 유지보수도 정기 점검시의 청소만으로 충분하다. 그리고 H종 절연재료는 내약품성, 내열성이 우수하고 내구성도 풍부하여, 화재에 유의하여야 할 빌딩, 지하철의 구내, 병원 등에 많이 설치된다.

(3) 가스절연 변압기

가스절연 변압기는 가스절연 개폐장치에 사용하는 가스와 호환성을 갖게하기 위하여 SF₆ 가스를 많이 사용하고 있다. 가스절연 변압기는 불연성이고, 안전성이 높고, 건식변압기보다 높은 절연계급까지 실용화 되고 있다.

보수는 간편하고, 경량이므로 설치시의 작업도 용이하며, 가스를 주입하는 것으로 충분하고, 탱크내에 가스가 충전되어 있기 때문에 차음율이 높고, 소음이 낮다.

가스절연 변압기는, 전기적 특성은 유입형과 같고, 오일리스화, 보수의 간편화, 방제화 등이점이 크다.

(4) 몰드변압기

몰드변압기는 고압 및 저압권선 모두를 에폭시수지로 몰드한 고절연방식을 채택한 것으로서 다음의 좋은 특성을 가지고 있기 때문에 가격면에서 불리하지만 많은 적용이 예측된다.

① 난연성 : 기름을 사용하지 않기 때문에 가연의 위험이 적고 권선몰드 자체가 자기소화성이 있다. 불꽃이 닿는 부분에, 다량의 석영분말층이 생겨서 내부로의 연소를 방지하기 때문이다.

② 소형, 경량화 : 몰드변압기는 유입형이나 건식형에 비하여, 코일 자체 에폭시수지의 높은 절연내력이 있으므로 절연간격이 대폭 축소되어 전체로서 소형, 경량화되고 있다.

③ 고효율, 저손실 : 몰드변압기는, 권선의 전류밀도를 적게하여 권선내의 발생열량을 감소하고 온도상승을 낮게하도록 설계되어, 유입형이나 건식형보다 저손실, 고효율로 되어 있다.

④ 내습성 : 권선이 에폭시수지로 완전히 몰드되어 있으므로 흡습의 염려가 없고, 습기가 많은 장소나 휴지상태에서 장기간 방치된 후에도 안심하고 사용할 수 있다.

⑤ 절연내력 : 건식형보다 절연내력이 좋으며, 습기, 오염등에 의한 절연내력의 저하가 없으며, 경년 변화도 훨씬 적다.

⑥ 단시간 과부하내량이 크다 : 고압 및 저압 권선 모두 에폭시 수지층으로, 일체화되어 있으므로 코일전체의 열용량이 크고, 권선의 열시정수가 크게 되어 있으므로 단시간의 과부하에 의한 권선의 온도상승이 적고, 과부하내량이 크다.

⑦ 저소음 : 에폭시 수지로 몰드된 코일은, 차폐효과가 있으며 종래의 변압기에 비하여 소음이 적다.

표 2.2 각종 변압기의 설치 면적비

정 격	바닥 면적비			용 적 비		
	몰드	건식	유입	몰드	건식	유입
3φ 6kV 200kVA	75	100	100	52	82	100
3φ 6kV 500kVA	70	100	100	50	72	100
3φ 6kV 750kVA	37	55	100	33	40	100

표 2.3 각종 변압기의 손실비교

(3φ 60Hz 6.6kV/210V 500kVA Y-△)

변압기 항목	유 입 자 냉 식		H 종 건 식		몰드·건식
	표준형	에너지절약형	표준형	에너지절약형	
무부하손(W)	2,100	1,100	2,900	1,800	1,750
부하손(W)	6,350	6,300	6,700	6,500	5,900
전손실(W)	8,450	7,400	9,600	8,300	7,650

라. 변압기의 적정용량 선정

변압기의 용량은 각부하의 설비용량, 수용율, 부동율과 장차의 증설을 고려하여 결정하며, 결정방법은 다음식에 의하여 구할 수 있다.

$$\text{변압기용량} \geq \text{합성최대부하} = \frac{\text{설치부하의 총합계} \times \text{수용율}}{\text{부동율}}$$

여기에서 수용율, 부동율은 다음식과 같다.

$$\text{수용율} = \frac{\text{수용가의 최대수요전력(kW)}}{\text{부하설비의 정격용량의 합계(kW)}} \times 100(\%)$$

$$\text{부동율} = \frac{\text{각부하의 최대수요 전력의 합계(kW)}}{\text{각부하를 종합하였을 때의 최대수요전력(kW)}} \times 100(\%)$$

식에서 보통, 수용율 < 1이고, 또한 부동율 > 1이다.

한편 허용 사용율이 낮은 저항용접기 혹은 시동전류가 큰 전동기 부하에 대해서는, 부하의 등가연속용량[kVA]에 대하여 규격에서 정해진 온도상승한도를 초과하지 않는 것으로 하고, 오히려 부하에 허용되는 전압 변동의 한도 내에 들어가도록 용량을 정하는 경우도 있다.

(1) 전동부하

전동부하의 경우의 변압기용량은 다음 식으로 계산한다.

$$\text{변압기용량(kVA)} = \frac{\sum \text{각 전동의 소비전력(W)}}{\text{역률} \times 1,000}$$

백열전구의 역률은 보통 $\cos\phi=1$ 이지만, 형광등, 방전등의 경우는 역률 $\cos\phi$ 는 1보다 적어진다.

“산출예”

어떤 사무실에서 전구 300[W]×1,000등, 형광등 40[W] 2연식 1,000등을 사용하는 경우의 변압기 용량은?

전구의 $\cos\phi=1$, 형광등의 역률을 $\cos\phi=0.8$ 그리고, 40[W]형광램프용 안정기 손실을 10[W]라면,

$$\begin{aligned} \text{변압기 용량} &= \frac{300 \times 1,000}{1 \times 1,000} \\ &+ \frac{(40+10) \times 2 \times 1,000}{0.8 \times 1,000} \\ &= 300 + 125 \\ &= 425(\text{kVA}) \end{aligned}$$

(2) 전동기 부하

전동기의 용량을 알고 있더라도 전원으로서는 필요한 변압기의 용량을 구하는 경우, 일반적으로 다음식으로 계산한다.

$$\text{변압기용량(kVA)}$$

$$= \sum \left\{ \frac{\text{각전동기의 출력(kW)}}{\text{효율}(\%) \times \text{역률}(\cos\phi)} \right\} \times 100$$

$$= \sum \text{각전동기의 출력(HP)}$$

또한 수 대의 전동기가 동시에 기동하는 경우, 전동기 1대에 대하여 변압기 1대의 경우, 비교적 소출력의 전동기로 직입기동하는 경우 등에는 기동 전류에 의한 전압강하 때문에 전동기가 기동되지 않으므로, 이와 같은 경우에 다음식에 의하여 전압변동을 보상하여 미리 전원용량을 크게 잡을 필요가 있다.

$$\text{변압기용량(kVA)} = \frac{\text{전동기의 출력(kW)}}{\text{효율}(\%) \times \text{역률}} \times \left\{ \frac{\%VZ \times Nst}{\text{Reg}(\%)} \right\}$$

단, %VZ: 변압기의 % 임피던스 전압

Nst: 전동기의 정격전류에 대한 기동전류의 배율

Reg: 전동기의 기동에 대하여 허용되는 전압변동(%)의 한도

“산출예”

37[kW], 4극 200[V], 60[Hz]의 3상유도전동기의 경우의 전원변압기의 용량은? 단, 효율 87(%), 역률 0.82라 한다.

$$\begin{aligned} \text{변압기용량(kVA)} &= \frac{37}{87 \times 0.82} \times 100 \\ &= 51.9(\text{kVA}) \end{aligned}$$

변압기의 규격품의 용량은 50[kVA], 75[kVA]이므로 구하는 75[kVA]로 된다.

표 2.4 수용율 등의 참고치

(a) 생산공장의 수용율(%)

업종별	수용율	업종별	수용율
광산	50~60	요철	65~75
석탄	50~60	강업	40~60
건설	45~60	알루미늄제조업	50~60
식품공업	50~65	금속공업	35~50
섬유공업	55~75	기계공업	35~60
제지·펄프공업	60~75	조선소	30~45
화학공업	60~80	가스(제조)	40~60
제염	70~80	가스(공급)	70~90
석유정제	50~70	수도	55~80
고무	50~60		

(b) 빌딩의 수용율[%]

구분	건물의 종류	
	백화점, 대점포	사무실빌딩
전동부하수용율	74.1~100.5	43.2~78.4
동력부하수용율	38.0~ 63.3	41.0~53.8
냉방부하수용율	44.7~ 57.7	56.3~80.2
총합수용율	47.9~ 62.7	41.4~55.1

(c) 전동부하의 수용율[%]

수요별	전동부하의수용율		
	최소	최대	평균
주택(10등이상)			10~ 30
상점			40~100
사무소, 은행			57~ 87
레스토랑			52~ 62
공장			53~ 56
호텔			28~ 55
학교	54.40	84.30	68.62
역사			75~ 95
극장·회관			49~ 80
상업지역	79.90	95.00	87.76
공업지역	69.90	95.00	73.26
주택지역	23.80	96.60	56.94
병원	38.14	70.00	51.26

(d) 부동율

구분	부동율
전동변압기와동력변압기간	1.10
동력변압기상호간	1.36

마. 변압기 운전방식을 고려한 전력절감 설계

(1) 운전댁수제어

전력부하곡선을 보면, 부하가 걸리는 것은 업종이나 건물용도에 따라 차이가 있으나, 기계공업 등의 제조업은 주간에만 부하가 걸리고, 야간, 휴일은 보안전력만의 경우가 많다. 그러나 화학공업이나, 철강업에서는 24시간조업으로 주야간의 부하변동이 적다.

사무소용 빌딩이나 백화점 등에서는 주간에 부하가 걸리며 시각에 따라 다소변동이 있다.

변압기의 운전댁수 제어설비계획은, 복수의 변압기를 병렬로 설치하여, 부하의 변동에 맞추어서 가장 효율이 좋게되는 변압기의 조합을 선정하고, 나머지 변압기를 회로로부터 떼어내는 방법이다.

(2) 소요량 변압기로의 교체

대소용량의 변압기를 2대 설치하여 놓고, 부하상태에 따라서 변압기를 교체하여 철손을 적게하는 방법이다.

예컨대, 하루의 부하가 주간은 동력부하, 야간은 전동 부하가 주인 경우에는, 동력, 전동의 전용변압기를 설치하지 않고, 동력·전동공용 변압기의 사용이나 용량이 다른 V결선에 의해 공급할 수 있도록 설계 계획한다.

(3) 적용예

(가) 경부하 변압기의 정지

여러대의 변압기로 운전할 때 각기의 부하율이 낮을 경우는 부하율이 낮은 기기를 정지시켜 부하통합을 하는 경우가 유리하다.

그러나 이 경우 역효과를 초래할 수 있기 때문에 이득계산을 필히 하여야 한다.

500[kVA]의 변압기 2대인 경우, 각기의 부하율이 40[%]철손 및 전부하 동손이 1.3[kW], 7.5[kW]라고 가정할 때

① 2대 동시인 경우

$$\text{철손} = 1.3(\text{kW})$$

$$\text{동손} = \text{전부하동손} \times \left(\frac{\text{부하율}}{100}\right)^2$$

$$= 7.5 \times \left(\frac{80}{100}\right)^2$$

$$= 1.2(\text{kW})$$

$$\text{따라서, 전손실} = 2 \times (1.3 + 1.2)$$

$$= 5(\text{kW})$$

② 1대로 통합할 경우

$$\text{철손} = 1.3(\text{kW})$$

$$\text{동손} = 7.5 \times \left(\frac{80}{100}\right)^2$$

$$= 4.8(\text{kW})$$

$$\text{따라서, 전손실} = 1.3 + 4.8$$

$$=6.1[\text{kW}]$$

즉, 1대 정지시 손실이 증대된다.

(나) 변압기 교환

예비변압기가 있을 경우, 소용량 변압기로 전부하 근처에서 운전하기보다는, 대용량 변압기로 낮은 부하운전을 함으로써 손실을 줄일 수 있다.

(다) 야간 및 휴일의 변압기 정지

(라) 변압기 대수제어

여러 대의 변압기으로써 병렬운전을 할 경우, 부하의 크기에 따라 운전대수를 제어함으로써 손실을 경감할 수 있으며, 이 경우 병렬운전대수를 N, 변압기 용량을 P[kVA], 총부하를 P_L [kVA]이라 하면, 다음의 조건을 만족해야 한다.

$$\frac{P_L}{P} < \sqrt{\frac{N(N-1)}{\alpha}}$$

예로서 손실비 α=3이고 3대의 변압기를 운전할 경우

$$\sqrt{\frac{N(N-1)}{\alpha}} = \sqrt{\frac{3 \times 2}{3}} = 1.414$$

로 되어 총부하가 변압기 용량(1대)의 141 [%]이하인 경우, 2대 운전이 유리하게 된다.

바. 수전전압 강압방식의 선정

일반적인 규모의 공장이나 건축물의 경우 22.9kV-Y계통으로 수전하는 것이 일반적이다.

22.9[kV]를 변전소 1차 전압으로 할 경우, 2차 전압을 고압인 6.6[kV] 또는 3.3[kV]로 강압하고 수용가 내부에 현장변전실을 두어 고압을 1차전압으로 하고 저압을 2차전압으로 하는 2단식 강압방식으로 할 것인가, 22.9[kV]에서 직접 저압으로 변성하는 1단식 직강압방식으로 할 것인가 하는 것은 변전실 설계에서 매우 중요한 과제이다.

여기서 검토 하여야 할 문제는 배전선로에서의 손실과 변압기에서 발생하는 손실을 비교 검토하는 것이다.

(1) 2단 강압방식

일반적으로 대규모공장이나 대형건물, 대단위 주거단지 등에서는 특고에서 고압으로 변성하여, 부하중심에 위치하는 2차변전소로 배전하는 2단 강압방식이 유리하다.

그러나 1단 강압방식에 비하여, 일반적으로 다음과 같이 사항이 적용한다.

- 전력손실이 많다.
- 시설비가 많이 든다.
- 보호시설인 차단기 용량이 증가된다.
- 사고시 파급 효과가 크다.
- 비교적 보안성이 있다.
- 시설의 소요면적이 크다.

(2) 1단 강압방식

일반적인 규모의 수전시설인 경우에는, 특고압에서 바로 저압으로 변성하여, 변압기에서 발생하는 손실의 증첩을 막아야 한다. 가능한 한 부하전압으로 직강압하는 것이 좋다. 또한 대용량의 특수부하가 있는 경우에는 배전전압을 고압으로 하여 부하에 공급하는 것이 유리하다.

2.2 비상용 발전기 계획

일반 빌딩이나 공장에서 사용전원이 비상정전의 경우 조명, 엘리베이터, 급배수, 공조 등의 정지로 인하여 재해사고를 일으킬 염려가 있다.

이러한 사고를 방지하기 위하여, 건물자위상

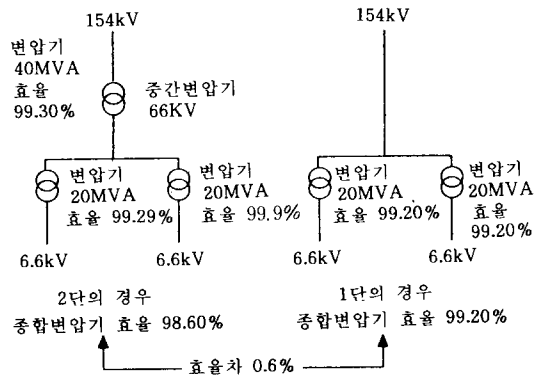


그림 2.2 2단강압과 1단강압의 효율비교

최소한의 보안전력을 확보할 예비전원을 설비할 필요가 있다.

또한 각 국가마다 방재상, 소방법, 건축법을 통하여 예비전원의 설비를 규제하는 실정이다.

소규모의 것은 축전지 설치로 어느정도의 시간을 지탱할 수 있으나, 오랜시간 단전 또는 용량이 큰 경우에는 비상용 자가 발전설비의 설치가 요망된다.

가. 비상용 발전기의 종류

비상용 발전기는 연료로 가솔린을 사용하는 중용량의 가솔린 엔진 발전기와 증유, 경유만을 사용하는 대용량의 디젤엔진 발전기 그리고, 증유, 경유, 등유 및 가스연료를 사용하는

가스터어빈 발전기 등이 있으나, 방화와 연료의 경제성 등으로 디젤 엔진 발전기가 주로 사용되고 있다.

(1) 가솔린 엔진 발전기 30[kVA]이하의 중용량용이며, 주로 자동차용으로 사용되고 있다. 전압의 성립시간이 1분이내이지만 추운곳에서는 기동시에 장애가 있다.

(2) 디젤 엔진 발전기

증유와 경유만을 연료를 사용하며, 연료를 연소실에서 직접 분사하는 방식으로, 열효율이 높고, 대용량의 장시간 계속 운전에 적합하다. 전압성립은 1분 이내이다. 그러나 냉각용 급배수와 배기가스 배기관 등이 필요한 것이 결점

표 2.5 디젤엔진과 가스터어빈엔진의 성능비교

발전장치 항 목	디 이 젤 엔 진	가 스 터 어 빈 엔 진	비 고
원 리	열에너지→왕복운동→회전운동	열에너지→회전운동	
설 비 용 량	500(kW)	500(kW)	중소용량에 사용
출 력 용 량	대기압, 대기온도에 의한 출력저하가 작다	대기압, 대기온도에 의한 출력저하가 크다	
사 용 연 료	증유, 경유에 한정	증유, 경유, 등유 및 가스연료가 사용가능	
연 료 소 비 량	100[%](소)	180~230[%](대)	
윤 활 유 소 비 량	100[%](대)	1~10[%](소)	
공 기 량 (연 소 용)	소	대	
공 기 량 (환 기 용)	대	소	
시 동 시 간 (초)	10~20[초]	40~60[초] (용량에 따라 소요) 30~90[초]	디젤엔진은 규격상 10초 이내
열 효 율	고	저	
진 동	왕복기이기 때문에 진동이 크다.	회전운동이기 때문에 진동이 작다.	
속 도 변 동 율	8~10[%]	1축식(5-10[%]) 2축식(25-35[%])	
냉 각 수	수냉식이므로 약 0.8(t/h)	불 필요	
경 부 하 운 전 소 음	문제가 발생 흡·배기음외에 연소소음, 기계소음 등 저주파소음 때문에 저감곤란, 소음기 부착시 100폰 이상	문 제 없 음 대부분 흡기소음이고 고주파음이 주이기 때문에 비교적 음의 흡수가 용이 70-80폰	

발전장치 항 목	디 이 젤 엔 진	가 스 터 어 빈 엔 진	비 고
공 해 및 배 기 가 스	B.C. 중유를 사용할 경우 SO ₂ , NO ₂ 발생에 대한 대책이 곤란	양질의 원료를 사용하기 때문에 SO ₂ 는 문제없고 NO ₂ 의 발생은 작아져 대책이 용이	
기 기 중 량	300[%](대)	100[%](소)	
기 기 크 기	150~200[%](대)	100[%](소)	
소 요 면 적	비교적 큰 기기이므로 설치공간이 필요	다이젤엔진보다 작으므로 간이식으로 가능	
기 초	필요한 지내력 6~8[t]	기기중량을 받칠 수 있는 정도	
기초콘크리트하중	기기중량에 대해 고정식 : 5~6배, 방진식 : 1.5~2배	기기중량에 대해 1.1~1.2배	
보 수 유 지	유지보수의 횟수는 많으나 고도의 기술이 필요치 않고 시간도 짧다.	왕복운동과 같은 구동부가 없기 때문에 간단하다.	
설 비 비	설비비는 저렴하고 수요증가에 따른 증설도 용이	다이젤에 비해 고가이다.	

이다.

(3) 가스터어빈 발전기

중유, 등유, 경유와 가스 등을 사용할 수 있고, 시동이 빠르고 부하변동에 대한 출력의 자체조정이 민감하고, 소음과 공해가 적은 이점들이 있으나 연료소비량이 매우 크다.

나. 비상발전기 부하결정

(1) 예비전원이 필요한 장소

① 은행, 사무실, 빌딩 : 전기계산실, 손님 대기실, 금고주변, 현금 취급장소, 엘리베이터, 텔레타이프

② 백화점, 사무실, 빌딩 : 금전출납기, 매장의 조명, 장창조명, 냉동설비

③ 병원 : 수술실 기기 및 조명, 병실, 복도, 주방

④ 대극장 : 복도, 객실, 스피커 회로

⑤ 공장 : 정전에 의하여 생산품의 품질, 또는 생산설비에 중대한 영향을 미치는 공장

⑥ 무선수신소 및 중계소, 방송국, 신문사

⑦ 지역적으로 상용전원의 공급을 받을 수 없는 장소

⑧ 외부전원의 사고에 의한 정전 또는 계

회정전의 경우의 비상전원

⑨ 피이크부하 때의 보조발전용으로 사용할 경우

⑩ 기타 건축주가 요망하는 곳

(2) 설비부하의 결정

(가) 동력 및 전력장치의 부하

① 소화펌프 및 자동화재경보기용 전원

② 오수펌프(필요 최소한의 대수)

③ 배수펌프(필요 최소한의 대수)

④ 양수펌프(필요 최소한의 대수)

⑤ 엘리베이터(필요 최소한의 대수)

⑥ 지하, 기타 필요한 방의 환기팬

⑦ 조작용 및 전화용 축전지의 충전기

⑧ 기타 보안상 필요한 최소한의 부하

(나) 전등부하

① 계단 및 복도, 비상구 등의 보안등

② 지하실 및 창이 없는 방 등의 필요개소

③ 변전소 관계방, 자가용 발전기실, 옥외 변전소 구내의 전등 및 콘센트의 필요개소

④ 전화교환실, 통신기실의 전등 및 콘센트의 필요개소

⑤ 각 사무실의 전등의 일부(설치 전등수

의 10~20[%] 정도)

⑥ 기타 보안상 필요한 최소한의 부하

다. 비상발전기 적정용량 산정

발전기 용량은 다음의 (1), (2)중에서 값이 큰 편을 택한다.

(1) 발전기에 걸리는 부하의 합계로 부터 계산하는 방법

발전기 용량(kVA) = 부하의 입력합계 × 수용율

여기서 수용율은 다음의 값을 사용한다.

(가) 동력의 경우

• 최대입력의 것으로, 또한 최소 1대에 대해서 100[%]

• 기타 입력에 대해서 80[%]

(나) 전등의 경우

• 발전기 회로에 접속되는 모든 부하 100[%]

(2) 부하 중에서 가장 큰 유도전동기의 시동시의 용량으로부터 구하는 방법은

$$\text{발전기 정격(kVA)} > \left(\frac{1}{\text{허용전압강하}} - 1 \right) \times X_d \times \text{시동(kVA)}$$

여기서, X_d : 발전기 과도 리액턴스로 23~30[%]임.

허용전압강하 : 2대 이상이 동시에 시동할 경우, 2대의 기동력(kVA)을 더한 값과 1대의 기동(kVA)의 경우와 비교하여 큰 값을 취한다.

2.3 축전지 계획

재생이 가능하고, 반복사용할 수 있는 2차전지를 축전지라고 한다.

축전지는 유도등과 같이 법적인 것과 서어비스업무나 보안상 필요한 최저조도용인 비상용전원등의 전원이 될 뿐만 아니라, 변전기기 및 제어기기의 조작용릴레이, 감시반 등의 전원으로 사용되고, 전화교환 장치나 통신, 신호등의 전원, 비상방송, 전기시계, 화재경보장치의 전원으로 사용된다.

가. 축전지의 종류와 특성

축전지의 종류는 연속전지와 알칼리 축전지가 있으며 내부구조에 따라서 분류되고 있다.

연속전지가 압도적으로 많이 사용되어 왔으나, 근래에는 알칼리 축전지가 급격히 보급되어가고 있는 것이 세계적인 경향이다.

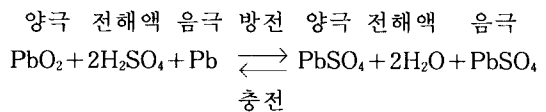
(1) 연속전지

연속전지는 양극에 과산화연(PbO_2), 전해액으로 유산(H_2SO_4) 그리고 음극이 납(Pb)로 되어 있는



의 극히 간단한 구성을 하고 있다.

충방전시의 반응이 가역적이며 다음과 같은 화학반응을 한다.



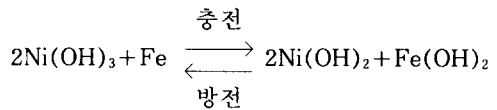
즉 충전으로 H_2SO_4 의 농도가 증가하고 방전으로 농도가 감소한다.

기전력은 약 2.05~2.08[V]정도이며, 이 기전력은 H_2SO_4 의 농도에 따라서 달라진다.

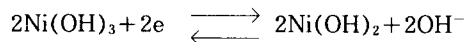
(2) 알칼리 축전지

알칼리 축전지에는 에디슨 전지와 용그너 전지가 있으며, 에디슨 전지는 $Ni(OH)_3$ 를 양극작용물질, Fe분을 음극작용물 그리고 소량의 LiOH를 함유한 수산화칼슘(KOH)용액을 전해액으로 구성된다.

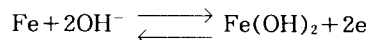
에디슨전지의 기초 화학반응은 다음과 같다.



양극에서는



음극에서는



충전 직후의 기전력이 1.43~1.49[V]정도로 높다. 이 두 축전지의 특징을 비교한것을 표 2.6에서 표시한다.

그리고 일반적으로 가장 실용화되어 있는 저치식 축전지의 종류 및 제원은 표 2.7과 같다.

표 2.6 거치식 축전지의 특징 비교

연 축 전 지	알 칼 리 축 전 지
1. 공칭전압:2(V/셀)	1. 공칭전압 : 1.2(V/셀)
2. Ah당 단가가 낮다.	2. 극판의 기계적 강도가 강하다.
3. 조전지의 필요셀수가 적어도 된다.	3. 과방전, 과전류에 대해 강하다.
4. 충방전전압의 차이가 적다	4. 고율방전특성이 좋다.
5. 전해액의 비중에 의해 충방전상태를 추정할 수 있다.	5. 저온특성이 좋다.
6. 기대수명 : CS형 10~15년 HS형 5~7년	6. 부식성의 가스가 발생하지 않는다.
	7. 보존이 용이하다.
	8. 기대수명:12~20년

나. 축전지의 용량 산출

축전지의 용량인 Ah의 산출은 다음 식을 사용한다.

$$Ah = K_1 I_1 / 60 + K_2 T (I_2 + I_3)$$

여기서 I₁ : 유입차단기 1대의 투입전류 중 최대의 것

I₂ : 정전시에 교류로부터 변환되는 부하 전류

I₃ : 연속부하전류(정전, 무정전에 관계없이 사용되는 사용부하전류)

T : 정전시간

표 2.7 일반적인 거치식 축전지의 제원

종 류		연 축 전 지		알 칼 리 축 전 지				
극판의 종류		클래드식	페이스트식	포 켓 식			소 결 식	
형 식	벤 트 형 시 일 형	CS CS-E	HS HS-E	AM AM-E	AMH AMH-E	AH-P AH-PE	AH-S AH-SE	AHH AHH-E
용 량 [Ah]	정격방전율 ¹⁾ 정격용량범위 ²⁾	10h 15-2000	10h 30-2500	5h 10-800	5h 10-900	5h 20-250	5h 20-600	1h 20-600
용 도		거 치 형 일 반 형	고 율 방 전 용	저 율 방 전	고 율 방 전 용		고 율 방 전 용	초 고 율 방 전 용
전 압 [V/셀]	공 칭 부 동 ²⁾ 균 등 회 복 ²⁾	2 2.15 2.30	2 2.18 2.30	1.2 1.42 1.52	1.2 1.42 1.52	1.2 1.42 1.52	1.2 1.35 1.47	1.2 1.35 1.47
표 준 총 전 전 류 최 대 방 전 전 류 (A) / 5S		0.1C ⁴⁾ 3C	0.1C 3C	0.2C-0.1C 4C	0.2C-0.1C 5C	0.2C-0.1C 6C	0.2C-0.1C 6C	0.2C-0.1C 9C
설 치 방 식 의 용 량 범 위 (Ah) ³⁾	가 태 식 규 비 클 식	15-2000 15-400	30-2500 30-600	10-800 10-300	10-900 10-450	20-250 20-250	20-600 20-500	20-600 20-500
주 요 구 성	극 판 재 질 전 해 액 전 해 액 비 중	PbO ₂ /Pb 희유산 1.215	PbO ₂ /Pb 희유산 1.240	NiOOH/Cd KOH 1.170-1.230			NiOOH/Cd KOH 1.170-21.230	
해 당 규 격	벤 트 형 시 일 형	KSC8505/JISC8740 SBA3007 SBA3011		SBA ⁵⁾ 5005				
		KSC8505/JISC8704 SBA3012		SBA 5006				

주 : 1) 축전지의 용량은 대전류로 단시간 방전할수록 감소하기 때문에 정격용량을 정하는 경우에는 방전전류(방전 시간)을 정해주어야 한다. 예를 들면, 10h(10시간율)용량이란 100Ah축전지의 경우 10A로 10시간 방전했을 때 규정의 방전 종지전압에 도달하는 용량을 말한다.

2) 이 전압치는 알칼리 축전지의 경우, 제작자에 따라 다소의 차이가 있다.

3) 이 범위는 알칼리 축전지의 경우, 제작자 따라 다소의 차이가 있다.

4) 여기에 표시된 C란 축전지의 공칭 용량치(Ah)를 의미한다.

5) SBA는 일본 축전지의 공업협회 규격이다.

Ah : 10h 환산용량

표 2.8 K₁ 계수표

형 식	연	알 칼 리	
		포 켓	소 결
K ₁	40	18	9

표 2.9 K₂ 계수표

구분 h	연			알 칼 리	
	뷰돌	클래드	페이스트	포 켓	소 결
	K ₂	K ₂	K ₂	K ₂	K ₂
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.19	1.18	1.22	1.02	1.01
3	1.39	1.33	1.43	1.04	1.03
1	1.85	1.82	2.00	1.15	1.04
0.5(30분)	2.50	2.50	2.64	1.28	1.14
0.25(15분)	3.57	3.51	3.62	1.43	1.17

“축전지의 용량산정 예”

다음과 같은 부하의 축전지용량을 계산하라.

- ① 차단기 투입전류 중 최대의 것 60A[I₁]
- ② 직류등 100V 40W×100등 40A[I₂]
- ③ 비상등 100V 40W×10등 4A[I₃]
- ④ 표시등 100V 5W×20등 1A[I₃]
- ⑤ 릴레이(동력의 제어용 중 DC조작인 것), 보통 릴레이의 소비전류 0.01-0.2A, 100V 릴레이×100개(1개 0.1A) 10A[I₃]
- ⑥ 최대 정전시간은 본 설계에서는 1시간으로 한다.
- ⑦ 사용축전지는 연폐이스트식으로 한다.

$$K_1 = 40, K_2 = 2.0$$

이상의 값을 축전지용량 계산식에 넣으면

$$Ah = 60 \times 40 / 60 + 2 \times 1(40 + 4 + 1 + 10) = 40 + 110 = 150[Ah]$$

원고 모집 안내

- ◆ 조명 및 전기설비에 관한 논문(논문목차뒷면 투고규정 참조)
- ◆ 조명 및 전기설비에 관한 기술보고, 자료, 해설, 문헌정보 및 초록 등
- ◆ 신제품 및 사업장 소개 : 회사에서 개발한 신제품에 대한 소개와 사진 등을 첨부 제출하시면 널리 선전하여 드립니다.
- ◆ 조명 및 전기 설비사례소개 : 회사에서 납품하여 설비하였거나 직접 시공설비한 실적 사례를 사진, 설비 개요 및 도면 등을 제출하여 주시면 원고료와 함께 회사의 선전효과를 드립니다.
- ◆ 기타회원의 신상변동에 관한 사항

* 원고료 : 200자 원고지 매당 1,500원 지급함.

* 원고 제출시 저자소개용 사진 1매와 간단한 이력사항과 현주소, 주민등록번호, 전화번호, 통장 은 라인번호, 영문제목과 영문이름을 기입하여 보내주시기 바랍니다.

논문 투고 안내

- ◆ 논문심사료 : 20,000원(논문접수시 납부)
- ◆ 논문작성요령 : 논문게재 총면수가 가능한 8면을 초과하지 않는 것으로 하며 본학회지 투고규정에 의하여 작성제출
- ◆ 논문게재료 :
 - 1~6면 : 10,000/면
 - 7~8면 : 20,000/면
 - 9면~ : 30,000/면
- 연구비지원 : 게재료의 50% 추가
- 긴급게재료 : 게재료의 100% 추가

학회지 광고게재안내

(발간회수 : 6회/년)

구 분	규 격	1회광고료(원)	년간6회광고료(원)
표 1 (표 지)	4×6배판 칼라 (4도)	500,000	3,000,000
표 2 (앞표지내면)	"	350,000	2,100,000
표 3 (뒷표지내면)	"	300,000	1,800,000
표 4 (뒷표지)	"	400,000	2,400,000
본문 1 (본문첫페이지)	"	300,000	1,800,000
본문	"	200,000	1,200,000
본문	4×6배판 (1도)	150,000	900,000

* 광고필름제출시 가격임

照明·電氣設備學會誌

Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers

Vol.6. No.4. 1992.

— 論文目次 —

Contents

(6-4-1) ● 변압기내 부분방전 탐지 및 위치검출

.....郭熙魯 · 金載哲 · 黃善柱 · 權泰遠 · 尹用範 · 53

Detection and Location of Partial Discharge in Transformers

.....Hee-Ro Kwak · Jae-Chul Kim · Sun-Ju Hwang

.....Tae-Won Kwon · Yong-Beum Yoon

(6-4-2) ● 직류 서보 모터용 퍼지 제어기의 실현에 관한 연구

.....李五杰 · 宋鎭臣 · 李浚析 · 禹靖仁 · 60

Implementation of the Fuzzy Controller for DC Servo Motor

.....Oh-Geul Lee · Ho-Shin Song · Joon-Tark Lee · Jung-In Woo

**THE KOREAN INSTITUTE OF ILLUMINATING
AND ELECTRICAL INSTALLATION ENGINEERS**

#1044-34, Sadang Dong, Dongjak-ku,
Seoul 156-090, KOREA

TEL. (02) 584-3304. FAX. (02) 521-2407

학 회 지 투 고 규 정

1. 원고의 투고자는 회원에 한다.
2. 원고는 조명 및 전기설비전분야 논문, 기술 보고, 기술자료, 기술해설, 문헌소개, 기타 학술 및 기술상 기여된다고 인정되는 자료로 한다.
3. 원고는 본 학회지에 투고하기 전에 공개 출판물에 발표되지 않았던 것임을 원칙으로 한다.
4. 원고는 수시로 접수하며 투고원고의 접수일은 그 원고가 학회에 접수된 일자로 한다.
5. 논문투고시 투고원고내용의 해당 전문분야를 기재해야 한다.
6. 원고의 채택여부는 본 학회편수위원회의 심사절차에 따르며 편수위원회는 원고의 부분적 수정, 단축, 보완을 요구할 수 있다.
7. 원고작성은 ① 200자 원고지로 작성시: 횡서로 작성하되, 그림, 표를 포함하여 50매내외를 기준으로 한다. ② 타자로 작성시: A4 용지에 한줄씩 띄워서 작성하되, 면당 700자를 기준하며, 그림, 표를 포함한 총면수가 14면을 초과하지 않도록 하며, 모든면에 페이지를 기입한다.
8. 원고는 국문(한문포함) 또는 영문으로 작성하는 것을 원칙으로 한다. 원고는 본문 중에 사용되는 영어는 소문자를 사용하는 것을 원칙으로 한다.(단, 고유명사, 약자는 제외). 문장의 처음이 영어단어로 시작되는 경우에는 첫자를 대문자로 한다.
9. 원고의 제목, 저자명, 소속기관, 직위를 가급적 한문으로 기입하고, 논문은 초록을 국문과 영문으로 작성하여야 한다. 국문초록은 400자내외, 영문초록은 200단어내외를 기준으로 한다.
10. 그림은 인쇄할 수 있도록 200×250mm크기의 트레이싱 페이퍼 또는 백지에 먹으로 깨끗이 그려야 한다. 그림이 인쇄될 때는 폭이 70mm정도 되도록 축소되므로 축소된 후에 글씨의 높이가 최소 2mm가 되고 선의 굵기가 최소 0.1mm가 되도록 주의하여야 한다. 사진의 최소크기는 65×50mm로 한다.
11. 그림과 표는 그림1, 그림2, 표1, 표2... 등으로 표시하고 본문을 읽지 않고도 이해할 수 있도록 상세한 설명을 첨부하여야 한다. 그림의 제목은 그림밑에, 표의 제목은 표위에 기입하며, 설명문은 국문과 영문으로 병기한다.
12. 그림과 표는 일괄적으로 원고 끝에 별첨하고, 본문 중에는 그 위치만 원고 우측에 표시해야 한다.
13. 인용 및 참고문헌의 색인번호를 본문의 인용처에 반드시 첨자^{(1) 2) ...}로 기입하고, 순서는 반괄호(1), 2),...로 다음과 같이 표시한다.
 - 1) 단행본의 경우: 저자명, 책명, 출판사명, 출판년도, 인용페이지.
 [예1] 1) 홍길동, 전기응용, 문운당, 1987, pp. 56~67.
 [예2] 2) C. Mead and L. Conway, Introduction to VLSI Systems, Addison-Wesley, 1980, pp. 145~188.
 - 2) 논문의 경우: 저자명, 제목, 잡지명, 권, 호, 인용페이지, 출판년도.
 [예1] 1) 김훈, "고광도 방전등의 아아크 특성에 대한 이론적 고찰", 조명·전기설비학회지, 제4권2호, pp. 117~124, 1990.6.
 [예2] 2) J. J. Lowke, et al., "Theoretical description of ac arcs in Mercury and Argon", Journal of Applied Physics, Vol. 46, No.2, pp. 650~660, 1975.
14. 논문원고의 모든 단위는 M. K. S. 단위로 하는 것을 원칙으로 한다.
15. 논문은 3부를 작성제출하여야 한다.
16. 투고규정에 위배된 원고는 접수하지 않는다.
17. 다음의 경우에는 투고자가 그 실비를 부담하여야 한다.
 - 1) 아-트지에 사진판을 게재하는 경우
 - 2) 불결한 그림을 정정 또는 정서하는 경우
 - 3) 별책을 필요로 하는 경우에는 처음 10부를 증정하고, 그 이상을 필요로하거나 별책의 표지를 요구하는 경우
 - 4) 저자의 착오로 편집상 손실이 생긴 경우
18. 논문의 경우에는 심사료를 투고자가 접수시 납부하고, 채택된 논문은 게재료를 투고자가 부담한다.
19. 채택된 원고의 저자는 사진1매와 저자소개서를 제출하여야 한다.
20. 원고 및 편집에 관한 모든 연락은 본 학회내 편수위원회로 한다.