

전기철도 수변전설비의 유지 및 운용 ①

자료제공 / 교육훈련팀



목 차

제1장 변전소의 종류

제1절 제어방식에 따른 분류

제2절 형태에 따른 분류

제2장 전철용 변전소의 구성

제1절 직류 변전소의 구성

제2절 교류 급전용 변전소의 구성

제3절 직 · 교류 변전 방식의 비교

제3장 변전소의 용량과 간격

제1절 전철용 변전소 부하의 특성

제2절 직류변전소의 용량

제3절 교류급전용 변전소의 용량

제4절 직류변전소의 기기수와 예비

제1장 변전소의 종류

제1절 제어방식에 따른 분류

1. 수동 변전소

변성기기의 기동, 운전, 정지 기타 운전상의 조작에 관한 모든 것을 수동으로 행하는 변전소이다.

2. 반자동 변전소

변성기기의 기동, 운전, 정지 등의 기기조작은 전기적 연동에 따라 필요한 단계까지 자동적으로 행하고 변성기기 운전대수의 증감과 절환 등은 부하상태에 따라 수동으로 행하는 방법이다. 운전 조작상의 인위적인 오조작을 방지하고 운전원의 절감을 목적으로 한 것으로서 전자동식에 비해 설비는 간단하다. 이 방식은 대용량 변전소에서 부하상태가 복잡한 경우에 적용된다.

3. 자동 변전소

변성기기의 기동, 운전, 정지는 물론, 부하증감에 따른 운전대수의 증감, 사고차단후의 재폐

로 등 모든 조작을 자동적으로 행하는 것으로 수동조작은 전혀 불필요하다. 자동조작방식은 다음과 같은 것이 있다.

가. 부하가 증감하여 급전선 전압이 변화하면 그에 따라 운전대수를 자동적으로 증감시키는 것.

나. Time S/W에 의해 정해진 시각에 필요한 대수만 자동적으로 기동시키거나 정지시키도록 한 것.

자동식은 수동식, 반자동식에 비하여 인건비는 절감할 수 있으나 신뢰도가 높은 자동조작장치가 필요하고 설비가 복잡하여진다. 이 방식은 부하상태가 복잡한 경우와 중요변전소, 대용량 변전소 등에는 적합하지 않다.

4. 원방감시제어 변전소

원격의 제어소 또는 제어변전소에서 변전소의 운전상태, 사고발생 상황 등을 끊임없이 감시하면서 기기의 운전조작 기타를 제어시키는 피제어변전소를 말한다. 자동식과 같은 운전원은 불필요하지만 자동식이 한정된 범위내의 자동조작을 하는데 대해 이 방식은 인위적인 판단을 요소에 부가할 수 있으므로 운전조작의 신뢰도가 높고 다수 변전소인 경우 한곳으로 집중제어함에 따라 설비 운용 효율을 높일 수 있으며 인건비 절감이 크다. 한편 제어장치가 필요해 소수의 제어회선을 써서 다수의 제어를 하도록 한다.

제2절 형태에 따른 분류

1. 단위 변전소

교류 전화방식에서 변전소 간격을 15~20Km정도로하고 변성기기는 예비를 고려하여 2대이상 설치하였으나 변성기기를 1대로 예비를 생략하여 간소화 시킨 비교적 소용량 변전소를 약 10Km간격으로 배치, 용량과 간격을 적당히 선정하므로써 변전소 고장과 점검시 1개변전소를 정지시켜도 운전이 지장을 주지 않도록 변전소 단위로 운용하는 변전소를 단위 변전소 또

는 분포 변전소라 한다. 이 방식은 변성기기와 원방제어 기술의 진보에 따라 변전소의 무인 운전이 가능하게 되었으며 다음과 같은 장점이 있다.

가. 변성기기는 單器로 대용량이며 수전설비 기타 부속설비를 간략화, 건설비 절감가능

나. 무인화에 따른 인건비 절감 가능.

다. 변전소 간격이 짧고 상시의 전압강하가 적다.

라. 열차 운전이 그다지 지장을 주지않고 변전소를 정지시켜 점검이 가능하며 1개 변전소가 사고정지 되어도 열차 운전이 큰 지장을 주지 않는다.

2. 이동 변전소

변전설비를 貨車 또는 트럭에 적재하여 이동가능토록 한 것으로 상설변전소 사고 또는 공사시 반입하여 사용하므로써 각 상설변전소의 예비 기기를 절감가능케하여 기기 이용율을 향상시킨다. 또 계절에 따라 부하가 급증하는 한산한 구간에서는 多負荷時만 이동변전소를 반입 사용하여 상설변전소 설치 절감이 가능하며 화차에 적재하는 것은 궤도에 의해 제한을 받는 인입선이 없는 곳에서는 이용할 수 없지만, 트럭에 적재하는 것은 인입선에 의한 제약이 없다.

3. 지하 변전소

도시의 지하철 등은 用地 기타 이유로 변전소를 지하로 설계하는 경우가 있다. 지하 변전소 건설시 다음과 같은 점에 주의를 요한다.

가. 변전소의 폭, 높이가 제한되므로 변성기기의 치수, 배열을 충분히 고려한다.

나. 변성기기의 반입 반출구를 특히 고려한다.

다. 설치개소가 좁으므로 소화장치를 완비하고 주요기기의 냉각에 강제통풍을 채용하는 경우는 전차, 터널내 철분이 침입하지 않도록 주의.

라. 습기와 전차에 의한 진동등에 대해 기기, 전선, 배전반 등에는 방호장치를 한다.



마. 감시원에 대해서는 보건위생면에서 특별 장치를 설치한다.

4. 옥외 변전소

종래 직류 변전소는 변성기기를 ROOM내에 수용한 옥내형이었는데 최근 변성기기가 진보하여 소형 경량화된 결과 ROOM 건설비 절감을 위해 큐비클내로 변성기기를 수납 옥외설치가 많아졌는데 큐비클 구조는 방수, 방한,防暴에 충분히 주의를 기울여야 한다.

5. 전력회생 변전소

전력회생 브레이크를 쓰기 때문에 설비되는 변전소를 전력회생 변전소라 한다. 일반 변전소와 같이 전차선로에 전력을 급전하는 것은 물론 전력을 회생하여 전원측으로 반환하는 것이 특징이다.

제2장 전철용 변전소의 구성

제1절 직류 변전소의 구성

전철용 직류 변전소는 3상 교류 특별 고압전력을 수전하여 변압기로 적당한 전압으로 강압한 후 실리콘정류기 등 변성기기에 의해 직류전력으로 변환 전차선로에 급전하는 것이다.

직류변전소의 주회로는 수전용기기, 직류변성기기, 급전용기기로 구성되며 그밖에 소내용기기와 필요한 신호 및 전동전력 고압배전용 기기가 있다. 직류변성기기는 수전된 전압을 강압하는 정류기용 변압기와 강압된 교류를 직류로 변환하는 정류기로 구분된다. 정류기는 예전에는 수은정류기나 회전변류기가 사용되었으나 요즘에는 정류소자로 실리콘다이오드나 싸이리스터 등의 반도체가 사용된다.

제2절 교류 급전용 변전소의 구성

상용주파 단상교류 급전용 변전소는 직류변전소와 같이 송전망으로부터 수전하여 단상변압

기, V결선변압기, 스코트결선 변압기 등의 급전용 변압기에 의해 TROLLEY선 전압으로 낮춰 단상 교류전력을 전차선로에 직접 급전하는 것이다. 전용의 발전소를 설치하거나 변전소에 주파수 변환기를 설치하여 25Hz, 16 $\frac{2}{3}$ Hz 등 특수 주파수를 쓰기도 한다.

제3절 직 · 교류 변전방식의 비교

1. 주요 전기방식

가. 직 류 : 3,000[V], 1,500[V], 1,000[V], 750[V], 600[V]

나. 교류단상 : 60Hz, 50[kV], 25[kV], 20[kV]

2. 직 · 교류방식의 비교

구분	직류 1,500[V] 방식	교류 25,000[V] 방식	
전 차 기 차	전류	· 교류에 비해 전압이 낮으므로 전류가 크다.	· 전압이 높아 직류와 같은 출력시 전류는 작다.
	집전장치	· 전류가 크므로 집전용량이 크고 판타그래프의 중량이 무거워 고속운전시 추중성이 나쁘다.	· 전압이 높아 직류와 같은 출력시 전류는 작다.
	보호장치	· 직류 대전류의 차단이나 사고전류의 선택차단이 곤란하므로 보호계통이 복잡하여진다.	· 직류방식과 비교시 작은 사고전류라도 선택차단이 용이하여 보호계통이 간단하여 진다.
	속도제어	· 속도제어방식이 복잡하다.	· 변압기의 탭 전환이나 싸이리스터에 의해 속도제어가 용이하다.
	점착성능	· 교류방식에 비해 점착성능이 나빠 견인전동기가 대출력을 요구한다.	· 점착성능이 좋아 소형으로 큰 하중을 견인할 수 있다.

구분	직류 1,500[V] 방식	교류 25,000[V] 방식
전 기 차	부속기기 · 가선전압으로 직류를 구동하기 위한 구조가 복잡하고 조명, 냉난방 등의 전원설비 또한 복잡하여진다.	변압기에 의하여 필요한 전압의 전원을 간단히 취할 수 있다.
	변전소 · 변전소 건설비가 많이 소요된다. · 변전소 간격이 3~5Km로 변전소 수가 많아진다. · 교류를 직류로 변환하는 변성기가 필요하며 설비가 복잡하여진다.	변전소 건설비가 비교적 적다. · 변전소간격이 BT 방식은 30~50Km로 멀다(AT방식은 약100km) · 변성설비는 변압기 뿐으로 설비구성이 간단하여진다.
전 력 설	급전전압 · 주전동기, 직류변성기 등의 절연설계상 제약으로 높은 전압 이용 곤란	전기차에 변압기를 채용하므로 고전압 이용이 용이
	전차선로 · 전류가 커서 소요 동량 증가, 구조복잡, 하중부담 증가	전류가 작아 소요 동량 감소, 구조간단, 경량
비	보호장치 · 운전전류가 커서 사고전류의 선택 차단이 곤란, 보호설비 복잡	· 운전전류와 사고전류 판별용이, 보호설비 간단
	전압강하 · 급전선 증설, 변전소간에 급전구분소 설치	· 직렬 콘덴서인 자동전압조정장치로 간단히 보상가능
전압불평형	· 문제없다.	· 단상부하로 3상전원 불평형 발생
절연이격	· 전압이 낮아 절연이격거리 짧다.	· 전압이 높아 절연이격거리 증가, 일반적으로 터널등 단면이 커진다.

구분	직류 1,500[V] 방식	교류 25,000[V] 방식
전 력 설 비	궤도회로 · 상용주파교류궤도 회로 이용가능	· 상용주파교류궤도 회로 이용불가
	통신유도장애 · 유도장애가 적어 전차선로 등에 특별한 설비 불필요	· 유도장애가 커서 흡상변압기, 단권 변압기, 통신선 케이블화 등 필요

다음호에 계속됩니다

국제전력전자 및 전기설비전개최 알림

우리 협회는 전력 및 전기산업의 첨단 기술 산업화와 초고압 대용량기기의 고부가 가치화를 촉진하고, 국내 수요기반 확충은 물론 경쟁력있는 유망 수출산업으로 발전할 수 있도록 마케팅과 기술정보교류의 장을 마련해 드리고자 아래와 같이 전시회를 개최하오니, 회원께서는 꼭 참여하셔서 첨단 기술정보 교류는 물론 국내·외 바이어들과의 직접적인 만남을 통해 제품홍보 및 판로 확대의 기회로 활용하시기 바랍니다.

- 전시회명 : 국제 전력전자 및 전기설비전 (Electric/Power Korea 2003)
- 전시기간 : 2003.4.8(화)~4.11(금)
- 관람시간 : 10:00~17:00
- 개최장소 : 코엑스(COEX)인도양홀
- 주 최 : 한국전력기술인협회
- 후원기관 : 산업자원부, 에너지관리공단, 한국전기안전공사, 한국전기연구원, 대한전기학회, 대한전기협회, 전력전자학회, 한국전기전자재료학회, 한국전선공업협동조합, 한국조명·전기설비학회



지능형 건물(IB : Intelligent Building)의 계획과 운영관리⑨

글 / (주)선강엔지니어링 대표이사 이순형
(사)IBS KOREA 이사 임상채



목 차

1장 출연배경의 정의

2장 지능형 건물의 특성

3장 지능형 건물의 시스템의 계획

- 1. 주요시스템소개
 - 1.1 시스템의 통합
 - 1.2 공조설비 자동제어시스템
 - 1.3 전력설비제어
 - 1.4 조명제어시스템
 - 1.5 에너지 관리 시스템

나. 실내공기환경

미국에서는 에너지절약을 목적으로 필요한 환기량기준을 낮게 함으로써 사회적인 문제를 야기시켰지만 에너지를 절약하는 관점에 본다면 개개의 오염물질의 발생량을 예측하여 최대 허용농도 이하로 억제하고 최소 환기량을 구할 필요가 있다. 표1.3은 실내에서의 용도별 배기량을 보여준다.

표1.3 사무실 용도별 배기량

실명	환기회수 [배기량/실용적(회/h)]	
기계실·오일탱크실·고압가스·냉동실·봄베실	4~6	
수조실·분전반실	3~4	
변전실 엘리베이터기계실	8~15	
배터리실	10~15	
화장실(고빈도)	10~15	
주 방	영업용(대)	40~60
	영업용(소)	30~40
배전실	6~8	
실내주차장	10~	

주) 건축에서의 CO2 기준값 1,000ppm 이하를 유지하기 위한 필요 외기취입량은 대략 30m³/h·인이다.

다. 사무실 근무환경

과거에는 사무실에서 환경조건이 책상 위에서 서류 등을 작성하는 작업이 많았기 때문에 조명설계는 책상 위의 조도를 확보하는 것이 중요하며 임의로 조도를 높임으로써 에너지 절약과는 다소거리가 있었다. 그러나 OA기기의 보급에 따라서 화면상에서의 휘광(Glare)과 실루엣 방지나 피로감 방지 등 작업환경을 고려한 간접조명방식 또는 개별작업에 따른 조명방식 등을 채용하는 경향이 증가하고 있다. 최근에는 이러한 복잡한 시각 환경을 결정하기 위해 다양한 프로그램 등이 개발되어 시뮬레이션이 행해지고 있다.

조명의 에너지절약을 위해서는 조명방식과 고효율 광원의 선정, 공조와의 결합, 조명의 자동제어 시스템 채택 등이 이루어져야 하며, 조명설비에 대한 적절한 보수·관리 등이 절대적으로 필요하다.

1.5.3 전력설비의 에너지절약

전기설비는 변압기를 비롯하여 원래 에너지효율이 높은 것이 많지만, 조명설비 등은 한층 더 에너지절약을 꾀할 필요가 있다.

(1) 수변전설비

수변전설비 에너지절약의 기본은 변전효율을 높이고 손실저감을 꾀하는 것이다. 수요측에서의 역률개선이나 수요제어 등이 필요하며, 이들

은 전력요금의 저감에 연결된다. 또 배전손실은 배전압 및 부하역률의 상승과 전선의 단면전에 반비례하고 배선길이에 비례하여 증가하기 때문에 전기실은 부하중심에서 가까운 위치에 설치할 필요가 있다. 전기설비의 에너지 절약 체계의 예를 그림 1.1에서 보여주고 있다.

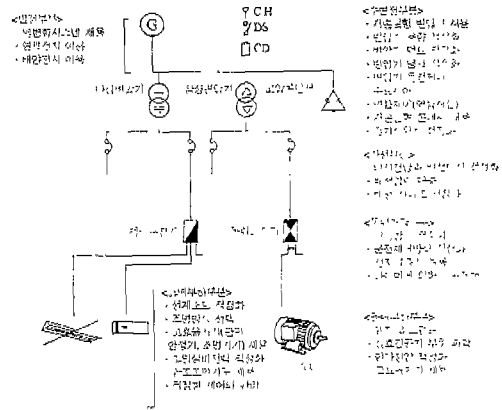


그림 1.1 전기설비의 에너지 절약체계

(2) 배전설비

배전설비에서는 가능한 한 부하전류를 작게할 수 있는 배전방식과 전압방식을 채택한다. 간선에서는 부하에 대해서 전압을 올리고 그 부하전류를 작게 되도록 고려한다. 전력손실은 전류를 작게 하던가 저항을 작게 함으로써 저감할 수 있다.

(3) 조명의 에너지절약

사무실 조명의 목적은 '안전하고 쾌적한 시황경에 의해서 시작업의 능률향상'에 있다. 조광계획 때에 적절한 광원을 선택하는 조건으로는 첫째, 효율이 높은 것 둘째, 공간목적에 적합한 연색성을 갖을 것 셋째, 수명이 길고 보수가 용이할 것 넷째, 플리커가 적은 것 등을 들 수 있다



또, 조명기구를 선택할 때의 주요 유의점은
 첫째, 용도에 적합한 휘도제한이 되어있는 것
 둘째, 디자인이 좋은 것
 셋째, 기구효율이 높은 것
 넷째, 보수가 용이한 것 등이다

가. 효율이 좋은 광원을 채용

사무실조명의 90%이상은 형광램프이다. 일반 사무실에는 직관형 형광램프(백색, 주백색, 주광색)가 대부분이고 에너지 절약이나 고효율 형광램프(Hf)(전용안정기 사용)가 적용되고 있다. 또 일반자기식 안정기의 전력손실은 램프의 15~20%나 차지하고 있다. 3파장 형광체와 고주파점 등을 가능하게 한 전자회로에 의해 T12(관경 38mm) → T10(관경 32mm) → T8(관경 mm) → T5로 이어지는 세관화를 진척시키는 것이 에너지 절약, 자원절약, 공간활용 등의 장점을 가지며, 사무실 조명을 중심으로 사용이 매년 대폭적으로 증가되고 있다.

나. 조명이 좋고 눈부심이 적은 조명기구의 사용

조명은 램프광속이 작업면에 이르는 비율이고 조명기구의 배광, 방, 크기, 내장재의 반사율에 따라서 결정된다. 눈부심을 억제한 조명기구는 사무실 조명의 기준으로 정해져 있다. 눈부심을 억제하기 위해서는 G2 또는 G1에 상당하는 조명기구를 사용하는 것이 바람직하다. 눈부심 분류의 G3에 상당하는 기구는 넓은 사무실의 경우는 효율이 좋지만, 램프가 노출되어 있으므로 눈부심의 관점에서 바람직하지 않다.

다. 목적에 맞는 조명방식을 고려

작업내용에 따라서 조도기준이 있고 일반사무

실에는 평균 500~1,000lx가 권장되고 있다. 장시간의 미세작업이나 고령자가 있는 경우에는 조도 기준을 적어도 1.5배 이상 높이는 것이 바람직하다. VDT작업시 조명기구는 루버부착이 권장되고 있다.

라. 점멸이 용이한 제어방식을 채용

넓은 사무실에서는 구역마다 연속조광(또는 단조광)을 할 수 있도록 해준다. 타임스케줄 제어, 주광이용제어 등 사무환경에 적합한 다양한 조명제어방식의 채용이 바람직하다.

마. 보수·관리를 계획적으로 실시

청소나 교환을 정기적으로 실시한다.

(4) 조명기구의 동향

가. 전자식 안정기

형광등의 점등장치(안정기)를 전자화해서 전력손실을 최소화하고 발광효율의 향상을 꾀하는 것은 이 미 수십년 전부터 추진되어 왔고, 에너지절약 기술로서 상식화되어 있다고 말할 수 있으며, 그 최신기술로서 고주파전자식 안정기가 있다.

고주파 점등형은 상용의 교류전원을 일단 직류화하고 다시 그것을 수십 kHz의 고주파전력으로 교환해서 점등하는 방식으로 램프의 발광효율을 비약적으로 높일 수 있다. 경량, 순간점등, 깜박거림이 없는 등 뛰어난 장점 때문에 급속히 보급되고 있다. 최근 고주파 점등 전용형 형광등(Hf형광등)과 조합된 시스템이 제품화되면서 에너지절약효과가 한층 높아지고 있다.

이는 종래의 일반형광등기구에 비교해서 밝기가 같고 약 26%의 에너지절약을 꾀할 수 있다.

기구의 경량화, 소형화에 의한 시공절약효과도 높다.

나. 고효율 반사판

일반적인 형광등기구의 반사판에는 철판에 멜라민수지 도장이 이용되어왔다. 이것은 빛을 확산 반사하는 것으로 반사율은 80~85%정도이다. VDT용 눈부심 규제형 기구나 벽면조명기구 등 특수한 배광이 요구되는 경우에는 알루미늄계의 경면마무리가 이용된다. 이것은 빛을 정반사하여 제어할 목적으로 사용되는 것으로 반사율은 약 90%이다. 반사판에 입사한 빛의 약 10%는 흡수되고 에너지절약의 관점으로 보면 무시할 수 없는 양이라 할 수 있다. 이 효율을 극한까지 높이기 위해 고순도의 은층착을 이용한 반사판이 실현화되어 최근 사무실용 조명기구 등에 채용되고 있는 중이다. 이 은층착 반사판의 반사율은 99%에 이르고 반사판의 효율로는 거의 한계에 달한 것이라고 말할 수 있다.

다. 공조조명시스템

공조조명시스템은 그림 1.2에서 보는 바와 같이 조명기구의 일부를 공기조화(냉방)공기의 취출구, 흡입구로 이용함에 의해 설비를 통합하여 천장디자인을 깔끔하게 함을 목적으로 개발된 것이다.

공기통로의 구조에 따라 다양한 타입이 있지만 기본적으로 기구내의 공기통로가 기구내에서 발생하는 열에너지를 제거하기 위하여 조명기구가 설계되어 있다. 에너지절약 차원으로 이 열량을 회수해서 사용함으로써 공조부하의 경감에 효과를 볼 수 있다. 또 형광등은 25℃에서 최대 광출력을 내도록 설계되어 있어 형광등 주변에 공기흐름을 흐르게 함으로써 주위온도를

일정하게 유지하고 램프의 광출력 증대에 도움을 줄 수 있다.

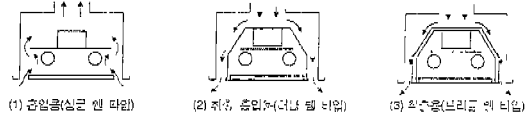


그림 1.2 공조조명시스템의 예

라. 조명제어

기구 자체에 센서나 타이머 제어시스템을 내장해서 점멸을 제어할 수 있는 것이 제품화되어 있다. 주광센서나 인체검지센서가 내장되어 현관이나 복도의 다운라이트용 조명기구로 적용하는 경우도 있다. 그리고 조광제어와 조합해서 사람이 있을 때는 100% 점등하고, 사람이 없을 때는 10~20% 점등으로 절전을 꾀하고 있는 기구도 있다.

다음호에 계속됩니다

점음은 다시 오지 않는다. 하루에 두번 새벽은 없다. 때를 따라 열심히 할 일을 하라. 세월은 사람을 기다리지 않는다.

-도연명(陶淵明) : 중국의 진나라의 시인. (365~427)