

현장 기술자를 위한

전기설비의 운용기술

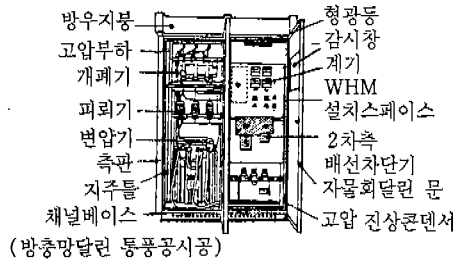
(7)



역/박 한 증(당협회 출판위원)

Ⅲ. 수변전설비의 운용기술(시스템편)

전기설비 운전에는 경제성, 안전성, 신뢰도가 중요한 테마가 되고 있고 기술에 전력을 다하여 보다 나은 상태를 만들어야 한다. 전기설비는 제작 당초에는 충분한 성능을 가지고 있지만 시간이 갈수록 점차 일반적으로 열화가 생겨 성능이 저하하며 결국 사용불능상태에 이르게 되는데, 가동중에는 설비의 적합한 운용과 보수유지가 필요하다. 이 장에서는 “수변전설비”를 시스템으로 잡고 이것을 효과적으로 운용제어하는 방법에 대해서 기술하기로 한다.



<그림 1> 큐비클

1. 수변전실의 구성과 보전기술

가. BASIC

(1) 수변전설비란

수변전설비란 수용가가 전력회사의 배전선로에서 수전한 전력을 수용가의 부하설비에 대응한 전압으로 변성하는 기기류 및 이것을 넣은 수전실 또는 큐비클을 말한다.

(2) 수변전설비의 방식

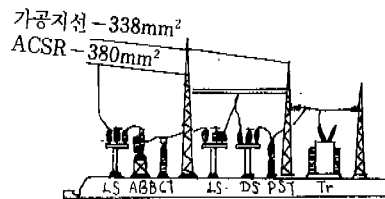
그림 1은 큐비클식 수변전설비이다. 큐비클이란 변압기, 차단기, PCT 등의 기기를 가능한 한 콤팩트하게 하여 이것을 접지가 된 금속함에 수납한 수전설비이다. 수전설비용량 500kVA 이하의 큐비클에 대해서는 그림 2와 같이 정해져 있다.

그림 3은 개방형 수전설비이다.

단위 mm

차압기총용량[kVA]	층내외별	폭	깊이	높이
150이하	내	2,500이하	2,000이하	2,400이하
	외	2,500이하	2,000이하	2,600이하
150초과 300이하	내	3,600이하	2,200이하	2,400이하
	외	3,600이하	2,200이하	2,800이하
300초과 500이하	내	4,500이하	2,200이하	2,400이하
	외	4,500이하	2,200이하	2,800이하

<그림 2> 큐비클식 고압수전설비의 외형치수(JIS C 4620 : K S C 4507)



<그림 3> 77kV 개방형 수전설비

(3) 큐비클의 장점

- ① 안전성이 높다.
- ② 소음 바닥면적이 적어진다.
- ③ 입수가 용이하고 설비하기까지의 기간이 짧다.
- ④ 보수, 점검의 품을 생략할 수 있다.
- ⑤ 옥외, 옥내 어디나 설치할 수 있다.
- ⑥ 차단기나 보호계전장치를 구비하고 있어 사고의 확대를 방지할 수 있다.

나. OPERATION(변전실 대책사항)

장애	기준	대책
소음	조례	방음구조
진동		방진구조
수해		1. 방수구조 2. 물의 침입을 방지한다. 3. 설치장소를 높게 한다.
지뢰		내뢰구조
동물	쥐, 뱀	침입구를 막는다.
실온	최고 40℃	1. 환기 2. 냉방 3. 내열기기
염해	소방법 등	1. 내열기기 2. 옥내에 넣는다.
화재		1. 화재경보기 2. 소화기, 탄산가스, 소화장치 등
유도		접지를 완전하게 한다.
고장		기기 교환을 위한 머신처리, 반출입로를 확보한다.

다. MAINTENANCE

(1) 수요율, 부하율

$$\text{수요율} = \frac{\text{최대수요전력 [kW]}}{\text{설치부하의 합 [kW]}} \times 100 [\%]$$

$$\text{부하율} = \frac{\text{평균전력 [kW]}}{\text{최대전력 [kW]}} \times 100 [\%]$$

(2) 빌딩의 수전설비용량 산출방법

과거의 실적에서 다음 식으로 산출한다.

$$\text{수전설비용량 [VA]} = \Sigma \text{부하밀도 [W/m}^2] \times \text{연면적 [m}^2] \times (\text{수요율 [\%] / 평균역률 [\%])$$

부하밀도의 예를 그림 4에 나타냈다. 그림 5는 사

무소 빌딩의 수전설비용량의 실례이다.

(3) 공장의 수전용량 산출방법

다음 식으로 계산한다.

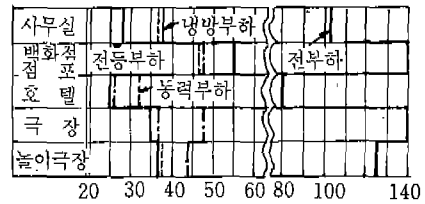
$$\text{수전설비용량} = \frac{\text{최대수요전력 [kW]}}{\text{평균역률 (단위법)}} [\text{kVA}]$$

최대수요전력 P는 다음의 어느 하나로 산출한다.

$$P = (\alpha N / T \times 100 / L) [\text{kW}]$$

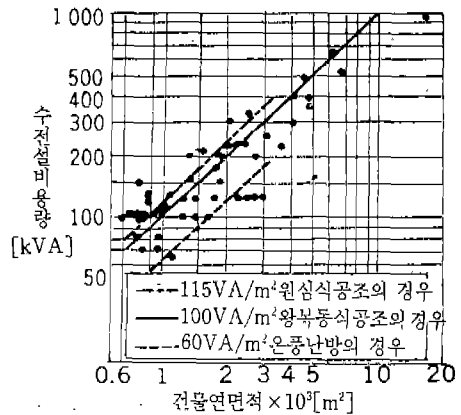
$$P = (\Sigma H D_1 / 100) + (\Sigma Q D_2 / 100) [\text{kW}]$$

여기서 N : 1개월당의 계산생산량(t), α : 원단우



부하밀도 [W/m²]

<그림 4> 빌딩의 부하밀도



<그림 5> 사무실 빌딩의 수전설비용량

업종	수요율 [%]	사업	수요율 [%]
식품공업	50~65	천장업	40~60
섬유공업	55~75	알루미늄	50~60
종이·펄프공업	60~75	제조업	35~50
화학공업	60~80	금속공업	35~50
석유정제	50~70	기계제조업	35~50
요업	65~75	조선소	30~45

<그림 6> 수요율의 예

전력량(kWh/t), T : 1개월의 조업시간(h), L : 일부하율(%), ΣH : 전동기의 총 kW 수, D_1 : 전동기 전체의 수요율(%), ΣQ : 각 전력설비의 총 용량(kVA 또는 kW), D_2 : 전력설비 전체의 수요율(%)

라. PRACTICE(수변전실의 환기량 산출방법)

(1) 수변전실의 환기: 수변전실은 변압기 등의 기기 발열에 의해 실온이 상승한다. 연간을 통해서 최고 40°C, 최저 0°C로 실내의 온도를 조정하는 것이 바람직하다.

(2) 변압기의 발열량 계산: 기기에서의 발열량으로서는 변압기의 발열량이 대부분을 차지하고 있다. 변압기의 발열량 Q 는

$$Q = T\phi - n) \times 860a \text{ (kcal)}$$

여기서 T : 변압기 용량(kVA), n : 4변압기의 효율(단위법), ϕ : 변압기의 역률(단위법), a : 변압기부하의 수요율(단위법)

(3) 환기량의 산출: 환기설비에 의한 환기량 V 는 $V = Q / (\Delta t C_p r [m^2/b])$

여기서 Q : 발열량(kcal/h), Δt : 실내·외의 온도차(°C), C_p : 공기의 정압비열(=0.24kcal/kg·°C), r : 공기의 비중량(=1.14kg/m³)

COUVMN: 단위법이란 퍼센트 값을 100으로 나누어 표시한 것을 말한다. 예를 들면 100%는 단위법으로는 100, 50%는 단위법으로는 0.50이 된다.

2. 전압변동과 그 영향

가. BASIC

(1) 전압의 종류 (일본의 경우)

100V를 초과하는 전선로의 공칭전압에는 다음과 같은 종류가 있고, 저압회로에서는 표1과 같은 전압

공칭전압[V]	최고전압[V]	비 고
3,300	3,450	최고전압 = $\frac{\text{공칭전압}}{1.1} \times 1.15$
6,600	6,900	
11,000	11,500	
22,000	23,000	
33,000	34,500	
66,000	69,000	
77,000	80,500	일부지역에서는 어느 한쪽 전압을 채용

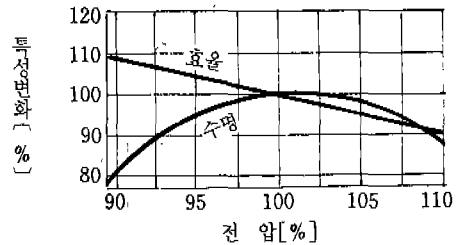
이 사용되고 있다.

① 공칭전압이란 그 전선로를 대표하는 선간전압을 말한다.

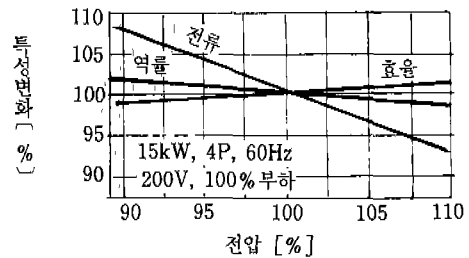
② 최고전압이란 그 전선로에 통상발생하는 최고의 선간전압을 말한다.

(2) 전압변동에 의한 영향

그림 7 및 그림 8는 형광등 및 3상 유도전동기의 전압특성을 나타내고 있는데, 일반적으로 전기기기는 정격전압(표1)으로 운전할 때 가장 경제적이 되도록 제작되어 있다.



<그림 7> 형광등의 전압특성



<그림 8> 삼상유도전동기의 전압특성

<표 1> 저압회로의 공칭전압과 사용기기의 정격전압

공칭전압[V]	전동기 등 부하가 되는 주요전기기의 정격전압[V]
100	100
200	200
100/200	100 또는 200
415	400
240/415	230 또는 400

(3) 허용 변동범위

전압변동이 전혀 없는 이상적인 전압은 없다. 전기기기가 실용상 지장없이 운전되고 또 수명이 손상되지 않는 허용변동범위를 아래란에 표시한다.

나. OPERATION(전압, 주파수, 속도의 허용범위)(JEC,JIS)

기 기	속도	전압	주 파수	비 고
교류발전기 동기조상기	±5%	±5%	-	(1)정격주파수, 지정역 률에서
교류전동기	-	±10	±5	(2)정격주파수에서, 그 리고 저속도 동기 전동기 및 정류자 전동기를 제외.
		전압, 주파수가 동시에 변화하는 경우는 전압 ±10%, 주파수±10 %, ±5%이내이고 그 양 변화%의 절대치의 합이 10%이하	(3)정격전압에서, 그리 고 정류자 전동기 를 제외.	
변 압 기 유도전압기 정 기	-	±5%	±5%	(4)정격주파수, 정격역 률에서 (5)정격전압, 정격역 률에서
전 상 용 콘 덴 서	-	+10%	-	(6)정격주파수에서

다. MAINTENANCE

(1)전압 플리커

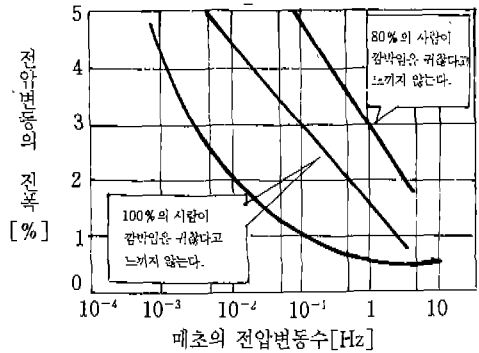
전압변동이 빈번하게 반복되면 형광등이나 전등의 밝기가 눈으로 보아도 알 수 있게 깜박거린다. 이것을 플리커라고 하며 변동하는 전압을 전압 플리커라고 한다.

(2)플리커 한계곡선

그림 9은 플리커의 한계를 나타내는 곡선이며 B, C는 한계곡선이라고 하며 자주 사용된다.

(3) 플리커 발생원인

- ① 전기로에 의한 플리커 : 장입재료가 녹아 떨어질 때 플리커가 발생한다.
- ② 용접기에 의한 플리커 : 스폿용접기가 많이 가동하면 플리커의 발생빈도가 높아진다.
- ③ 소형 전동기에 의한 플리커 : 우물 펌프, 룸 쿨러 등 소형전동기의 시동전류에 의한 전압 강하가



(A) Utilities Coordinated Research, Inc.가 발표한 곡선 (1937)

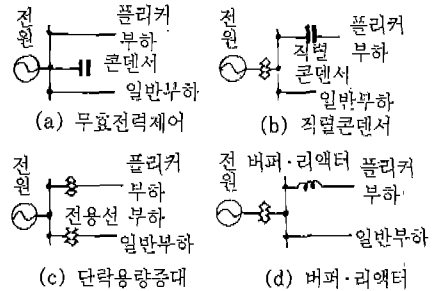
(B) (C) 일본의 동경·중부·관서의 3전력회사 실험결과

<그림 9> 플리커 한계곡선(백열등대상)

플리커를 일으킨다.

(4) 플리커 방지대책

플리커 방지대책을 그림 10에 든다.



<그림 10> 플리커방지대책

구 분	Δ ₁₀ [%]	
	A 그룹	B그룹
최 대 치	0.45	0.83
평 균 치	0.32	0.45~0.63

Δ₁₀ : 플리커전압 Δ 를 정현파 10Hz의 전압변동폭으로 환산한 값

<그림 11> 아크로에 의한 전압 플리커의 허용치

(5) 전압 플리커 V

$$\Delta V = rp + xg [\%]$$

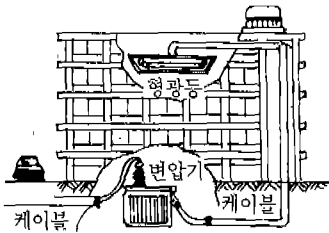
여기서 $r+ix$: 전원측 임피던스[%], $p+jg$: 변동 부하의 크기[단위법], ([단위법]=%/100)

그림 11에 전압 플리커의 허용치를 든다.

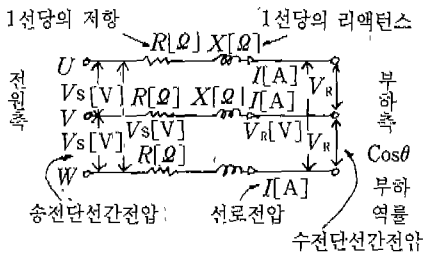
라. PRACTICE(전압변동의 유도전동기에의 영향)

구 분	전 압 변 동		
	90%전압	전압에 관해서 하기에 비해	110%전압
기동토크, 최대토크	-19%	V^2	+21%
동 기 속 도	변화없음	일 정	변화없음
% 슬 립	+23%	$1/V^2$	-17%
전 부 하 속 도	-15%	동기속도 슬립	+1%
효 율	전 부 하 3/4 부하 실제상변화않는다	-	약간증가 실제상변화않는다
역 륙	전 부 하	+1%	-3%
	3/4 부하	+2~3%	-4%
전 부 하 전 류	+11%	-	-7%
기 동 전 류	-10~12%	-	+10~12%

COLUMN : 3상회로에 있어 선간전압의 크기가 동일하지 않은 것을 불평형전압이라고 하는데, 3상 유도전동기의 동손이 증가하여 효율이 저하하고 역방향의 토크가 발생, 토크가 감소한다.



(a) 빌딩내배전계통



(b) 3상 3선식 회로

3상3선식 전로에서는

$$\text{전압강하 } e = \text{송전단전압 } V_s - \text{수전단전압 } V_R \text{ [V]}$$

$$= 3I(R\cos\theta + X\sin\theta) \text{ [V]}$$

$$\text{전압강하율} = \frac{\text{전압강하 } e}{\text{수전단전압 } V_R} \times 100[\%]$$

(c) 계산식

<그림 12> 전압강하

3. 전압제어와 그 대책

가. BASIC

(1) 전압변동폭과 전압강하

전압변동폭이란 통상적인 운전상태에서 나타나는 계통의 최대전압과 최소전압의 차를 말한다.

전압강하란 계통의 임피던스를 구성하는 변압기, 선로 등에 전류가 흐르기 때문에 생기는 것이다.

(2) 전압변동

전력회사가 수용가에 공급하는 전압은 한국의 경우 표준전압 110V에 대해 $110V \pm 6V$ 이내, 200V에 대해 $200V \pm 12V$ 이내, 220V에 대해 $220V \pm 13V$ 이내, 380V에 대해 $380V \pm 38$ 이내로 유지하도록 전기사업법 시행규칙에 정해져 있다.

고압·특별고압에 대해서는 규정되어 있지 않지만 이 조문에 준거한다고 생각하면 전압변동폭이 $\pm 10\%$ 이내일 것이다.

(3) 전압강하의 계산

그림 12(a)는 빌딩의 전기계통인데 변압기, 케이블 등에 의해 전압강하가 발생하며 그림 12(c)와 같이 해서 산출할 수 있다.

나. OPERATION(변압기의 표준전압(JEC-168))

분 류	일차전압[%]	2차전압[%]
A종 발전기전압에서 고압 또는 특별고압으로 채감하는 변압기	발전기 단자전압보다 0~5% 낮은 전압	F115/R110 /F105 또는 F110/R105 /F100
B종 특별고압에서 다른 특별고압으로 채감하는 변압기	F115/R110/F105 (F115)/R110/F105 /F100 또는 (F110)/F105/R100 /F95	R110 또는 R105
C종 특별고압 또는 고압에서 고압으로 채감하는 변압기	(F115)/F110/R105 /F100 또는 (F110)/F105/R105 /F95	R115 또는 R110
D종 고압에서 저압으로 채감하는 변압기	F115/F110/R105/ 100/95	105V 또는 210V

(1) 자가용설비에는 C종 및 B종의 변압기가 사용된다.

(2) F : 전체용량 탭, R : 정격 탭, 무기호 : 저감용량 탭

다. MAINTENANCE

(1) 전압변동대책

- ① 변압기 탭전압의 적절한 선정
- ② 부하시 탭전환변압기의 채용
- ③ 병렬 콘덴서의 자동 입결
- ④ 계통 임피던스의 저하
- ⑤ 전압을 격상하여 부하중심점으로 배전

(2) 변압기의 탭전압

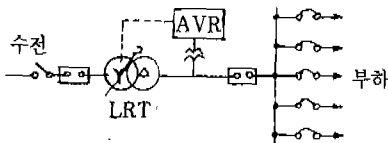
그림 13에 6kV 변압기의 탭전압을 든다.
좌 하란에 변압기의 표준전압과 탭전압을 표시한다. 변압기의 탭전압은 1차측 전압변동에 맞추어 선정하고 또 2차측의 전체 부하전압이 기기의 허용변동범위내에 있도록 한다.

정격일차전압[V]		6600
정격일차전압 [V]	단상	200kVA이하 200kVA초과
	3상	210 210

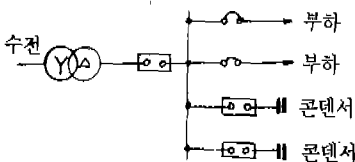
탭전압 [V]	단상	6750, 6450, 6300, 6150	
	3상	50kVA이하	6300, 6000
		50kVA초과	6750, 6450, 6300, 6150

- (1) 6750V, 6450V, 6300V는 전용용 탭전압으로 한다.
6150V, 6000V는 저감용량 탭전압으로 한다.
- (2) JIS C 4304(KS C 4303)

<그림 13> 변압기의 정격전압과 탭전압



<그림 14> 부하시 탭전환 변압기



<그림 15> 전력용 콘덴서에 의한 전압조정

(3) 부하시 탭전환 변압기(LRT)

변압기의 1차권선 또는 2차권선에 설치된 탭을 통전상태에서 전환하여 전압을 조정하는 것으로, 그림 14와 같이 자동전압조정장치(AVR)를 내장하고 있다.

LRT의 전압조정범위 : 일반적으로 $\pm 10\%$

탭 점수 : 9~19 탭

전환방식 : 저항한류식, 리액터 한류식

(4) 전력용 콘덴서

전기부하는 대부분이 뒤진 역률의 부하이므로 그림 15와 같이 부하의 크기에 따라 전력용 콘덴서들은 오프하여 부하역률을 개선하는 동시에 회로의 전압강하를 적게 한다.

라. PRACTICE(부하시 탭전환 변압기의 운용)

(1) 1일당 탭 전환수는 수회~10회 정도로 한다. 탭 전환기에는 우측 표와 같이 수명이 있으므로 빈도가 높은 탭 전환작업은 LRT의 수명을 단축시킨다.

(2) 탭 전환수가 비정상적으로 증가하는 경우는 LRT의 내부고장에 의한 것인가, 전력회사로부터의 수전전압에 의한 것인가를 판별하여야 한다. 그것은 LRT의 자동전압조정장치(AVR)를 일시적으로 정지시키고 어느 탭만으로 운전하여 변압기의 2차측 전압을 측정하면 된다. 2차측 전압에 대폭적인 전압변동이 없으면 LRT 내부에 이상이 있는 것으로 추정할 수 있다.

탭전환기의 종별	기기적수명	전기적수명
저항식(유층차단)	800,000회	200,000회
진공밸브식	2,000,000회	1,000,000회

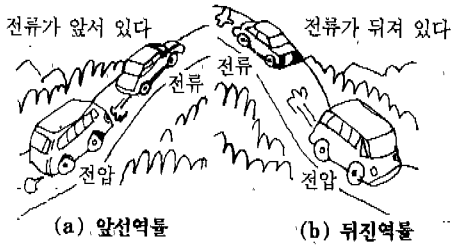
부하시 탭전환 변압기의 탭전환 수명

COLUMN : 정격출력 연속사용에 견디는 변압기의 탭을 전제용량 탭이라고하고, 온도상승의 점에서 이것이 견디지 못하는 탭을 저감용량 탭이라고 한다.

4. 역률제어와 그 대책

가. BASIC

(1) 역률이란 전압과 전류와의 위상차 θ [rad]의 $\cos \theta$ 를 역률이라고 한다. 역률에는 그림 16과 같이 앞선 역률과 뒤진 역률이 있다.



<그림 16> 역률의 종류

실제의 전기기기 역률은 아래와 같이 일반적으로 뒤진 역률이다.

(2) 역률개선

그림 17와 같이 P [kW], 역률 $\cos \theta_1$ 인 부하에 θ [kVA]의 콘덴서를 병렬접속하고 합성의 역률을 $\cos \theta_2$ 로 하면 다음과 같은 관계가 있다.

$$\theta = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = kP/100[\text{kVA}]$$

k 의 값을 표 2에 든다.

[계산 예] 500kW, 역률 65%의 부하를 역률 95%로 할 때 필요한 전력용 콘덴서의 용량 θ [kVA]는 표 2에 의해

$$\text{개선전의 역률 } \cos \theta_1 = 0.65$$

$$\text{개선후의 역률 } \cos \theta_2 = 0.95$$

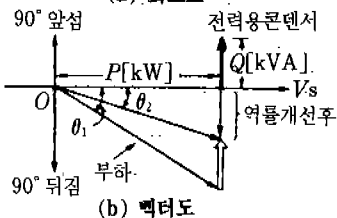
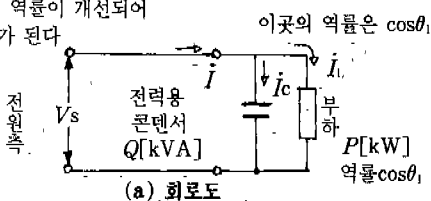
$$\therefore k = 84$$

$$\therefore \theta = 84 \times 500 / 100 = 420[\text{kVA}]$$

또한 부하가 W [kVA] 표시일 때는

$P = W \cos \theta_1$, 단 $\cos \theta_1$: 부하율로 하여 전력 P 를 산출하면 된다.

이곳의 역률이 개선되어 $\cos \theta_2$ 가 된다

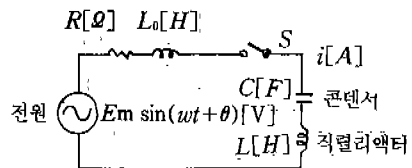


<그림 17> 역률개선의 구성

나. OPERATION(전기기기의 역률(뒤짐))

부하의 종류	뒤진역률의 개수[%]	
	전부하	
백열전등	100	(5W~10kW)
형광등(콘덴서 유)	90	(10~200W)
형광등(콘덴서 무)	60	(10~200W)
슬립라인 형광등(콘덴서 유)	90	(20~60W)
슬립라인 형광등(콘덴서 무)	45~60	(20~60W)
냉음극 형광등(콘덴서 유)	90	(20~100W)
냉음극 형광등(콘덴서 무)	45~60	(20~100W)
아크등	30~70	(1~3kW)
네온관등	40~50	(30~150W)
고압수은등	50	(300W)
나트륨램프	70	(100W)

부하의 종류		뒤진역률의 개수[%]		
		전부하	반부하	무부하
3상유도 전동기	0.75kW(4극농형저압)	73	60	14
	7.5kW(6극농형저압)	78	65	13
	75kW(8극권선형고압)	73	60	10
	750kW(20극권선형고압)	75	60	6
	750kW(60극권선형고압)	63	45	5
단상유도 전동기	100kW(분상 및 콘덴서 시동형)	47	35	16
	200kW(분상 및 콘덴서 시동형)	54	38	17
	400kW(콘덴서 시동형)	60	41	18
천장용병풍기		50~70(100~150W)		
전기드릴(교직양용)		90(100~800W)		



<그림 18> 콘덴서의 투입회로

다. MAINTENANCE

(1) 전력용 콘덴서의 개폐작

그림 18과 같은 회로에서 S를 투입했을 때의 콘

덴서 돌입전류 i 는 직렬 리액터가 없을 때는 정상전류의 10수배에 달한다. 6%의 직렬 리액터가 있으면 돌입전류 i 는 정상전류의 5배 정도로 감소한다.

< 표 2 > k의 값 (역률개선에 필요한 콘덴서용량 조건표)

$\cos \theta_1$	개 선 후 의 역 륭 $\cos \theta_2$																				
	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80
0.50	173	159	153	148	144	140	137	134	131	128	125	122	119	117	114	111	109	106	103	101	98
0.51	169	154	148	144	140	136	132	129	126	123	120	118	115	112	109	107	104	102	99	96	94
0.52	164	150	144	139	135	131	128	125	122	119	116	113	110	108	105	102	100	97	95	92	89
0.53	160	146	140	135	131	127	124	121	117	114	112	109	106	103	101	98	95	93	90	88	85
0.54	156	142	136	131	127	123	120	116	113	110	108	105	102	99	97	94	91	89	86	84	81
0.55	152	138	132	127	123	119	116	112	109	106	103	101	98	95	93	90	87	85	82	80	77
0.56	148	134	128	123	119	115	112	109	105	102	100	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73
0.57	144	130	124	119	115	111	108	105	102	99	96	93	90	88	85	82	80	77	74	72	69
0.58	141	126	120	115	111	108	104	101	98	95	92	89	87	84	81	79	76	73	71	68	66
0.59	137	123	117	112	108	104	101	97	94	91	89	86	83	80	78	75	72	70	67	65	62
0.60	133	119	113	108	104	100	97	94	91	88	85	82	79	77	74	71	69	66	64	61	58
0.61	130	116	110	105	101	97	94	90	87	84	82	79	76	73	71	68	65	63	60	58	55
0.62	127	112	106	102	97	94	90	87	84	81	78	75	73	70	67	65	62	59	57	54	52
0.63	123	109	103	98	94	90	87	84	81	78	75	72	69	67	64	61	59	56	54	51	48
0.64	120	106	100	95	91	87	84	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	50	47	45
0.65	117	103	97	92	88	84	81	77	74	71	69	66	63	60	58	55	52	50	47	45	42
0.66	114	100	94	89	85	81	78	74	71	68	65	63	60	57	55	52	49	47	44	41	39
0.67	111	97	91	86	82	78	75	71	68	65	62	60	57	54	52	49	46	44	41	38	36
0.68	108	94	88	83	79	75	72	68	65	62	59	57	54	51	49	46	43	41	38	35	33
0.69	105	91	85	80	76	72	69	65	62	59	57	54	51	48	46	43	40	38	35	33	30
0.70	102	88	82	77	73	69	66	63	59	56	54	51	48	45	43	40	37	35	32	30	27
0.71	99	85	79	74	70	66	63	60	57	54	51	48	45	43	40	37	35	32	29	27	24
0.72	96	82	76	71	67	64	60	57	54	51	48	45	42	40	37	34	32	29	27	24	21
0.73	94	79	73	69	64	61	57	54	51	48	45	42	40	37	34	32	29	26	24	21	19
0.74	91	77	71	66	62	58	55	51	48	45	43	40	37	34	32	29	26	24	21	19	16
0.75	88	74	68	63	59	55	52	49	46	43	40	37	34	32	29	26	24	21	18	16	13
0.76	86	71	65	60	56	53	49	46	43	40	37	34	32	29	26	24	21	18	16	13	11
0.77	83	69	63	58	54	50	47	43	40	37	35	32	29	26	24	21	18	16	13	11	8
0.78	80	66	60	55	51	47	44	41	38	35	32	29	26	24	21	18	16	13	10	8	5
0.79	78	63	57	53	48	45	41	38	35	32	29	26	24	21	18	16	13	10	8	5	2.6
0.80	75	61	55	50	46	42	39	36	32	29	27	24	21	18	16	13	10	8	5	2.6	
0.81	72	58	52	47	43	40	36	33	30	27	24	21	18	16	13	10	8	5	2.6		
0.82	70	56	50	45	41	37	34	30	27	24	21	19	16	13	11	8	5	2.6			
0.83	67	53	47	42	38	34	31	28	25	22	19	16	13	11	8	5	2.6				
0.84	65	50	44	40	35	32	28	25	22	19	16	13	11	8	5	2.6					
0.85	62	48	42	37	33	29	26	23	19	16	14	11	8	5	2.7						
0.86	59	45	39	34	30	26	23	20	17	14	11	8	5	2.6							
0.87	57	42	36	32	28	24	20	17	14	11	8	6	2.7								
0.88	54	40	34	29	25	21	18	15	11	8	6	2.8									
0.89	51	37	31	26	22	18	15	12	9	6	2.8										
0.90	48	34	28	23	19	16	12	9	6	2.8											
0.91	46	31	25	21	16	13	9	6	3												
0.92	43	28	22	18	13	10	6	3.1													
0.93	40	25	19	14	10	7	3.2														
0.94	36	22	16	11	7	3.4															
0.95	33	19	13	8	3.7																
0.96	29	15	9	4.1																	
0.97	25	11	4.8																		
0.98	20	6																			
0.99	14																				

COLUMN : 저압 전력용 콘덴서의 개폐기로서 배선용 차단기가 많이 사용되고 있지만 빈도가 높은 개폐가 요구되는 경우는 진공차단기가 적합하다.

5. 전력제어와 그 대책

가. BASIC

(1) 전력제어의 목적

- ① 부하율 개선
- ② 부하의 피크 컷트 및 피크 시프트
- ③ 전력원단위의 감소와 에너지 절감

(2) 부하율

부하의 변동정도를 나타내는 것이 부하율이고

$$\text{부하율} = \frac{\text{평균전력[kW]}}{\text{최대전력[kW]}} \times 100[\%]$$

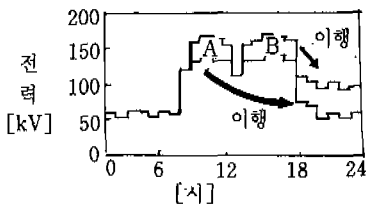
오른쪽에 부하율의 예를 든다.

(3) 전기요금

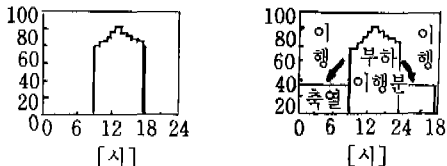
수용가가 전력회사에 지불하는 전기요금은 계약전력(kW)에 의해 정해지는 기본요금과 사용전력량(kWh)에 의한 전력량 요금을 합산한 것이다.

(4) 부하율의 개선

부하율을 개선하면 계약전력을 낮출 수가 있으므로 전기요금을 저감시킬 수 있다. 그림 19은 일부하곡선의 예로서 피크시의 부하 A,B를 피크 시기가 외로 이행하는 것이다.



<그림 19> 부하율의 개선



(a) 냉동기의 부하곡선 (b) 축열에 의한 부하이행

<그림 20> 축열조 이용에 의한 부하이행

빌딩에서는 하기의 냉동기 일부하곡선은 그림 20(a)와 같이 되는데 축열조를 병용해서 야간에 축열 운전하여 그림(b)와 같이 부하를 이행한다.

나. OPERATION(부하율과 주요 물질 전력원단 위표)

부하율의 예							
종	별	부하율	종	별	부하율		
광	산	정	련	철	강	40~65	
석				알	루	미	90~95
식	료	품		금	속	공	55~75
섬				기		계	30~50
종	이	및	펠	선		박	35~45
화	학	공	업	국		철	50~65
제				사		철	45~60
석	유	정	제	가		스	60~75
교				수		도	70~80
요				요		업	60~85

주요물질전력원단위표										
물	질	단	위	전	력	량				
						[kWh]				
석	유	정	제	(원	유	처	리	량)	k/l	23
소	다	(전	해	법)	t	3,306				
시	멘	트			t	127				
고	로	선			t	17				
전	기	선			t	1,335				
평	로	강	괴		t	84				
전	로	강	괴		t	568				
열	간	압	연		t	181				
알	루	미	늄		t	15,802				
알	루	미	너		t	290				

<1977년도 일본의 실적>

다. MAINTENANCE

(1) 피크 컷트

피크 컷트는 냉방설비, 전기기로, 단시간 정지 가능한 부하설비 등이 차단의 대상부하로서 실시된다. 빌딩에서는 부하차단 또는 부하제한의 대상부하로서

- ① 냉동기
- ② 외기조화기용 팬
- ③ 기계실, 가레이지의 배기 팬
- ④ 점포 외기조화 팬

구분	거실의 환경재생관리기준		
	항 목	기 준 치	측정치
공기 환경 관제	1. 부유분진의 양	0.15mg/m ³ 이하	평균치
	2. CO(일산화탄소)의 함유율	10ppm이하	평균치
	3. CO ₂ (탄산가스)의 함유율	1000ppm이하	평균치
온열 요소	4. 온도	17~28℃	순시치
	5. 대습도	40~70%	순시치
	6. 기류	0.5m/s이하	순시치

- (1) 거실이란 사무실, 회의실 등 계속으로 사용하는 방
- (2) 1ppm=1/1,000,000=10⁻⁶

<그림 21> 건축물 환경위생 관리기준

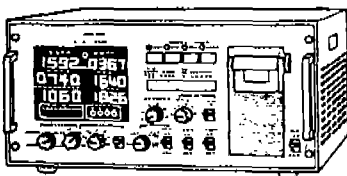
을 생각하고 있다. 일본의 경우 그림 21과 같은 환경위생기준을 만족시켜야 하게 되어 있다.

(2) 디멘드란

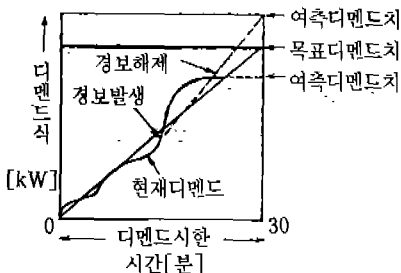
계약전력은 수용가가 사용가능한 최대의 전력으로서 일반적으로 30분간의 평균전력으로 관리되고 있다. 이 30분간의 평균전력을 디멘드(수요전력)이라고 한다.

(3) 디멘드 감시제어장치

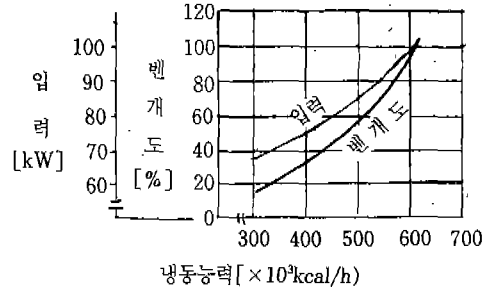
디멘드는 최대수요전력계로 감시되고 있지만 디멘드 제어를 효과적으로 하기 위해 그림 22와 같은 디멘드 감시제어장치가 있다.



<그림 22> 디멘드 감시제어장치



<그림 23> 디멘드 감시제어장치의 동작도



터보냉동기의 특성에(100kW기)

COLUMN : 디멘드 제어의 이유중 한가지는 디멘드가 계약금을 초과한 경우 위약금을 전력회사에 지불회사에 지불하지 않으면 안되는 것을 방지하기 위해서다.

그림 23는 그 동작도로서 예측 디멘드치가 목표 디멘드치를 초과할 때는 경보를 발생하는 동시에 부하제어지령을 내서 부하제한 또는 부하차단을 자동적으로 한다.

라. PRACTICE(디멘드 제어의 실제)

디멘드 제어시에 부하차단 또는 부하제어의 대상이 되는 부하는 다음과 같은 점에 주의한다.

- ① 계약전력의 5~10% 정도를 디멘드 제어의 부하용량으로 한다.
- ② 단시간의 부하정지에서는 큰 영향이 없는 것을 선택한다.
- ③ 부하제한하는 경우는 우측 그림과 같이 부하특성을 충분히 파악해 둔다. <다음호에 계속...>

**전기절약
365일**

