合理的 電力使用 啓導를 위한

電力設備 에너지 診斷事例

The Case of Energy Diagnosis for Electric Facilities

韓國電力公社 에너지管理室 제공

머리말

에너지는 국가경제발전과 직결되는 필수적인 요체로서 우리나라는 그 동안 지속적인 경제성장과 더불어 에너지 수요 또한 현저하게 증가하였으며 앞으로 2001년에는 현재의 약 2배로 수요가 늘어날 전망이다.

부존자원이 빈약하여 에너지 수요의 대부분을 외국에서 수입해야만 하는 우리나라는 에너지를 보다 더 합리적으로 사용하여 효율을 제고시키는 것이 무엇보다도 중요하다고 하겠다.

따라서, 우리 공사에서는 '85년부터 고객에 대한 적극적인 봉사활동의 일환으로 산업체의 전력설비에 대한 에너지 진단을 실시하여 손실 요인을 도출하고 합리적인 사용방안을 제시함으로써 많은 에너지 절감 효과를 실현했을 뿐만 아니라 설비의 안전한 사용 및 관리에 의한 사고예방 측면에서도 적지 않은 기여를 하였다.

이번에 기계, 전선, 비철금금속 제조업을 대상으로 15개 산업체 고객을 선정, 표본 에너지 진단을 실시한 바 그 결과의 요약을 소개한다.

우수한 개선사례 및 기법에 대하여는 실무에 적용하여 산업체에서의 합리적인 에너지 사용에 다소나마 도움이 되기를 기대한다.

1. 진단개요

가. 진단목적

○고객에 대한 능동적인 최선의 봉사 구현
○고객의 합리적인 전력사용 계도
○에너지 손실요인도출 및 개선방안 제시

나. 진단고객(15개 고객)

○기계 제조업
H기계공업(주), C산업(주), D기계공업(주), D건설산업(주), D기계(주)
○전선 제조업
D전선(주), D전선(주), K전선(주), C전사, H전선(주)
○비철금속 제조업
D금속(주), L알미늄(주), S금속(주), H티타늄공업(주), D주강공업(주)

다. 진단기간

○'88. 10. 5～11. 19(실진단기간 40일)

라. 진단기관 및 인원

○한전 에너지관리실 : 1명
○대한전기협회 : 2명

2. 진단결과 요약

가. 전력사용 실태

(1) 전력 사용량

업종	진단고객	전력사용량(kWh/원)		증가율	비고
		'87	'88	(%)	
기계조업	H 기계공업	164,088	173,163	5.5	
	C 산 업		135,943		'87. 12월 가동
	D 기계공업	29,511	32,939	11.6	
	D 건설산업	557,507	552,533	−0.9	공장 지방으로 이전중
	D 기 계		91,111		'88. 1월 가동
전선제조업	D 전 선	483,045	524,790	8.6	
	D 전 선	2,032,350	1,937,409	−4.7	
	K 전 선	1,444,980	1,374,300	−4.9	
	C 전 사	473,089	486,545	2.8	
	H 전 선	228,015	327,435	43.6	
비철금속제조업	D 금 속	128,144	263,979	206.0	'87년 일부 미가동
	L 알미늄	1,140,128	1,220,713	7.0	공장 일부 지방 이전
	S 금 속	205,698	215,636	4.8	
	H 티타늄공업	1,527,015	1,704,802	11.6	
	D 주강공업	379,209	484,165	27.7	설비증설

PHOTO REPORT

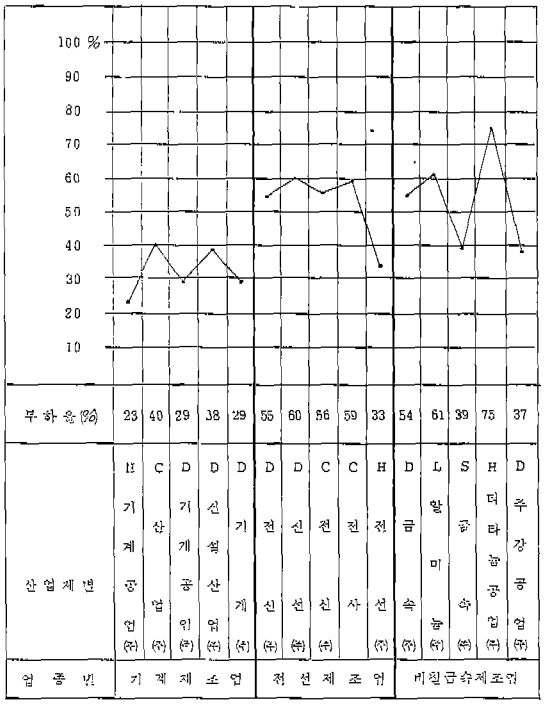
런던의 밤風景

런던 웨스트 엔드의 Regent Street는 해마다 다가오는 쇼핑 호황에 따른 떠들석함으로 인한 축제분위기에 맞추어, 전통적인 크리스마스 조명이 밤거리를 밝혀준다.

1988년 크리스마스를 위해 이 조명을 디자인한 Imagination 사는 뮤지컬 "Time"과 "Phantom of the Opera"를 위한 조명과 소품, 런던 금융가 빌딩의 조명설비도 담당했었다.

(2) 부하율

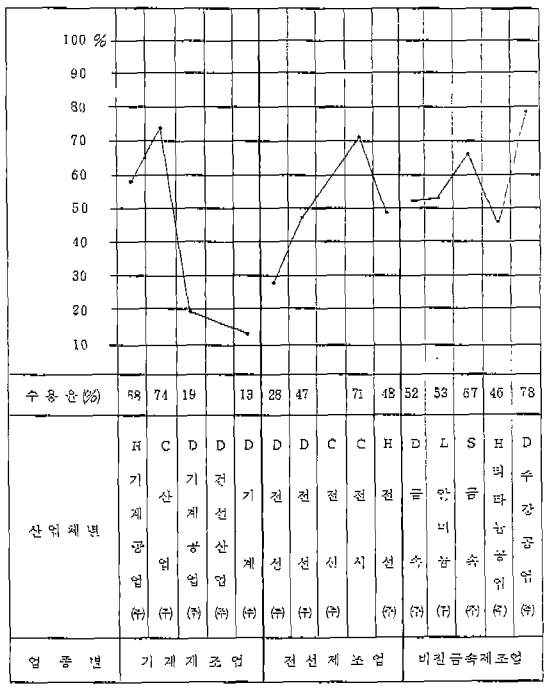
<'87년도 기준>



부하율(%)	23	40	29	38	29	55	60	56	59	33	54	61	39	75	37
산업체별	H 기계공업(주)	C 산업(주)	D 기계공업(주)	D 신설산업(주)	D 기계(주)	D 전신(주)	D 신선(주)	C 전선(주)	C 전사(주)	H 전선(주)	D 금속(주)	L 알미늄(주)	S 금속(주)	H 타올공업(주)	D 주강공업(주)
업종별	기계제조업					전선제조업					비철금속제조업				

(3) 수용율

<'87년도 기준>



수용율(%)	58	74	19		13	28	47		71	48	52	53	67	46	78
산업체별	H 기계공업(주)	C 산업(주)	D 기계공업(주)	D 건설산업(주)	D 기계(주)	D 전선(주)	D 전선(주)	C 전선(주)	C 전시(주)	H 전선(주)	D 금속(주)	L 안티몬(주)	S 금속(주)	H 피타늄공업(주)	D 주강공업(주)
업종별	기계제조업					전선제조업					비철금속제조업				

나. 주요 문제점 및 개선대책

〈문 제 점〉

○과다용량의 변압기 설치 운전
- 이용률 : 11~53%
  (적정이용률 60~80%)

○전동기의 불합리한 사용
- 과다용량의 전동기 사용
  (16%~43%)
- 무부하시 공운전으로 손실발생
- 효율이 낮은 VS모터 및 M/G Set 사용

○펌프 및 집진설비의 제어방법 불량
- Blower, Pump 등의 Damper 및 Valve제어
- 냉각수 Cooling설비의 상시운전

○절연불량으로 누설전류 발생
- 누설전류 : 90.6A

○압축공기설비 관리 미흡

〈개선대책〉

○경부하 변압기의 통합 및 V결선 운전
- 운전정지 : 33대 (용량 8,125kVA)
- 변압기의 무부하 손실 감소

○전동기의 합리적사용으로 효율향상
- 적정용량으로 전동기 교체
  (75%~100%)
- 무부하시 운전정지
- 고효율 DC 모터 및 Thyrister방식 채택

○펌프 및 집진설비의 제어방법 개선
- VVVF설치에 의한 가변속제어 채택
- 온도검출에 의한 자동제어로 동절기 등 저온시 운전정지

○누설전류 제거로 손실방지
- 절연보강 및 불량설비 보수

○압축공기설비 관리 개선

〈문 제 점〉	〈개선대책〉
-불필요한 과다 압력의 공기 사용 -압축공기 누설개소의 과다 -압축공기의 저효율 사용 (Open Air Nozzle) -고저압 Air 사용기기의 혼용	-적정사용 압력으로 하향 조정 (1 kg/cm² 강하시 6 % 절감 가능) -누설개소 보수로 손실방지 -공기유량 증폭기 사용 (60% 절감 가능) -고저압 Air Line 분리로 적정압력 사용
○조명설비 운영상태 미흡 -저효율등 (백열등, 수은등) 사용 -자연채광 활용 미흡 -저효율 안정기의 사용	○조명설비의 시설 및 개선사용 -고효율등 (나트륨, 메탈등) 으로 교체 -Sun Light 설치로 주간 소등 -고효율 전자식안정기로 교체
○전압 및 역률관리 미흡 -저전압 공급으로 기기효율 저하 및 전력 손실 발생 (220V→188V) -콘덴서의 전원측 일괄부설 및 동일뱅크에 편중부설	○전압및 역률관리 개선 -변압기의 Tap조정으로 정격전압 공급 -콘덴서의 부하측 개별부설 및 타뱅크에 분리부설
○고온의 배기로 열손실 발생 -대기방출 배기온도 : 388℃	○폐열 회수장치 설치 -폐열회수에 의한 열손실 방지
○용접기의 사용방법 불량 -무부하시 계속가압으로 손실발생 및 안전사고 위험 (141대)	○용접기의 사용방법 개선 -전격방지기 부설로 손실 및 안전사고 발생 방지
○설비관리 미흡 -배전반 Knife SW 과열 -변압기의 부하분담 불평형 -변압기의 2종접지 미시행 -110V전원을 접지잡아 사용	○설비관리 철저 -Knife SW를 적정용량으로 교체 시공 -변압기의 부하분담 조정 -변압기의 2차측에 2종접지시공 -⊖측의 전선을 별도로 가설하여 사용

3. 진단의견

가. 고객에 대한 능동적인 봉사활동으로 진단의 지속적인 시행 필요

진단에 대해 고객의 호응도가 높았으며, 국가적인 차원에서 에너지의 합리적인 사용에 대한 계도가 필요하였다.

나. 진단고객 선정방법 개선으로 진단효과가 제고됨

임의 선정이 아닌 희망고객에 대해서만 진단을 을 시행하였다.

다. 진단사례의 홍보로 타고객의 확산적용 유도

동일업종 고객에 진단사례 책자를 배부하고, 관련지에 진단내용 게재 홍보 등이 필요하다.

4. 세부진단내용 (일부 발췌)

L 알미늄 (주)

〈수전설비〉

○ 현황 및 문제점

-수전용 변압기 부하현황

용 량	정 격 전 압	정 격 전 류	2 차전압	2 차전류	부하율	누설전류	비 고
1φ500 KVA×3 No.1	13.2KV/3.3 KV	39.7/262 A	3290 V	230 A	83.6 %	8.5 mA	
1φ500 KVA×3 No.2	12.6KV/3.15 〃	39.7/275 A	3202 V	280 A	102 %	3.5 mA	

-배전용 변압기 부하현황

설 치 장 소	상 별	용량(KVA)	정 격 전 압	정격전류(A)	2 차전압	2 차전류	부하율	누설전류	접지유무
소 둔 로 #1	3	400	3.15KV/210 V	1100 A	195 V	295 A	27 %	2.4 mA	무
〃 #2	3	600	3.3 〃/440 V 220	104.9/ 787.2 157.4	195 〃	520 〃	33 〃	2.5 〃	〃
〃 #3	3	400	3.15 〃/210 〃	- /1100 A	205 〃	343.〃	31.2〃	9.3 〃	〃
〃 #4	3	400	3.15 〃/210 〃	- /1100 〃	206 〃	140 〃	13 〃	10 〃	〃
〃 #5,6	3	100	3.15 〃/210 〃	- /275 〃	197 〃	158 〃	57.5〃	0.7 〃	〃
접 합 A	3	400	3.3 〃/210 〃	- /1049 〃	101 〃	374 〃	36.7〃	-	〃
접 합 B	3	400	3.15KV/210 V	- /1100 A	203 V	142 A	15.2 %	-	무
접합조명 C	1	50	3.15 〃/210 〃 105	- /238 〃 476	199 〃 100 〃	54 〃 12 〃	22.7 〃	3.0 A	유
〃 D	1	50	3.3 〃/220 〃 110	2 /227.2 〃 454.4	100 〃 203 〃	38 〃 28 〃	16.7 〃	3.1 A	유
인 쇄 A	3	600	3.15 〃/210 〃	- /1649 〃	222 〃	727 〃	44 〃	5.5 mA	무
인 쇄 조 명	1	50	3.3 〃/210 〃 105	- /238 〃 476	109 〃 222 〃	92.6〃	40 〃	28 〃	유
인 쇄 B	3	500	3.15 〃/220 〃	- /1312 〃	221 〃	563 〃	43 〃	15.8 〃	무
압 연	3	500	3.15 〃/210 〃	- /1357 〃	202 〃	530 〃	39 〃	11.1 A	무
가 공	3	400	3.3 〃/220 〃	- /1049 〃	225 〃	610 〃	58.1 〃	23 mA	무
압 연 조 명	1	50	3.3 〃/210 〃 105	- /238 〃 476	206 〃 102	64 〃	14.4 〃	14.4 A	유
Mill #3	3	550	3.3 〃/460 〃	96.2/690 〃	-	240 〃	35 〃	-	〃
〃 #3(보조)	3	500	3.3 〃/460 〃	87.5/628 〃	-	153 〃	24.4 〃	-	〃
〃 #4	3	1,000	3.3 〃/780 〃	175 /740 〃	-	402 〃	54.2 〃	-	〃
〃 #4(보조)	3	1,250	3.3 〃/460 〃	219 /1569	-	1150 〃	73 〃	-	〃

-수전전력현황

· 수전변압기 용량 : 3,000kVA

· 최저계약전력 : 2,260kW

· 최대 Peak치 : 2,870kW

-수전변압기중 과부하로 운전되고 있는 Bank가 있음

· No.1 1φ 1,500kVA× 3대 (국제) : 83.6%

· No.2 1φ 500kVA× 3대 (이천) : 102%

-배전변압기중 경부하 운전하고 있는 Bank가 있음

○개선대책

-수전변압기중 과부하 TR No.2 Bank는 부하감시토록 할 것

-경부하 배전변압기를 운휴토록 함

설치장소	용 량	부하율	개 선 대 책
소둔로#1	3φ 400kVA	27 %	·400 kVA 운휴
〃 #2	3φ 600 〃	33 〃	
〃 #3	3φ 400 〃	31.2〃	·400 kVA 운휴
〃 #4	3φ 400 〃	13 〃	
접 합 A	3φ 400 〃	36.7〃	·400 kVA 운휴
〃 B	3φ 400 〃	15.2〃	
압 연	3φ 500 〃	39 〃	·400kVA운휴TR로 교체
계	2,700 〃		운휴TR계 1,300kVA

○개선효과

-절감전력량

· 1,300kVA×5W×8,760H=56,940kWh/년

-절감금액 : 56,940kWh×51원=2,903,940원/년

○투자비 : 없음

〈절연관리〉

○현황 및 문제점

-변압기 접지선의 누설전류가 과다함.

설치장소	용 량	정격 전압	누설전류
소둔로#3	400kVA	3.15kV/210V	9.3A
압 연	500 〃	3.15kV/210V	11.1〃
접합조명C	50kVA	3.15kV/$\frac{210}{105}$V	3.0A
〃 D	50 〃	3.3 kV/$\frac{210}{105}$V	3.1〃
압연조명	50 〃	3.15kV/210V	14.4〃
계			40.9〃

○개선대책

-절연불량개소의 제거

○개선효과

-절감전력량

· 210V×40.9A×8,760H=75,239kWh/년

-절감금액

· 75,239kWh×51원=3,837,189원/년

○투자비 : 없음

〈M-G Set 설비 개선〉

○현황 및 문제점

-효율이 낮은 M-G Set설비를 사용하고 있음

〈'87년도 M-G Set 전력사용량 현황〉

· #1 : 고압 7 796,059kWh/년,
저압 450,293kWh/년

· #2 : 고압 1,122,042kWh/년,
저압 648,916kWh/년

계 : 고압 1,918,101kWh/년,
저압 1,099,209kWh/년

○개선대책

-효율이 좋은 Thyristor 방식으로교체토록함

○개선효과

-절감전력량

· M/G Set 무부하손실 전력량
12.47A×3.3kV×8,760H=360,474kWh/년

· TR 무손하손실 전력량
400kVA× 6 W×8,760H=21,024kWh/년

-절감전력량 : 360,474kWh-21,024kWh
=339,450kWh/년

-절감금액

· 339,450kWh×51원=17,311,950원/년

○투자비

· 변압기 설치 : 자체 변압기 활용(경부하 변압기 철거분)

· Thyristor대 : 275kW 17,500,000원

45kW 5,180,000원

30kW 4,200,000원

계 : 26,880,000원

○투자비 회수기간 : 1.5년

〈Compressor 운전방법 개선〉

○현황 및 문제점

-고·저압 압력을 같이 사용함으로써 효율이 낮음

· 운전압력 6.5kg/cm²~6.8kg/cm²

(전류 : Loading시 99A, Unloading시 91A)

-Loading, Unloading Time이 빈번함 (30초에 1회)

○개선대책

-Mill Line을 분리하여 단독 운전함(압력 5 kg/cm²)

-운전압력의 상·하한치 폭을 넓혀 빈번한 Loading Unloading 시정

○개선효과

-절감전력량

· 1,537,704kWh/년(연간 사용량) × 9% =69,196kWh/년

-절감금액

· 69,196kWh/년×51원=3,528,996원/년

○투자비 : 약간

〈역률관리〉

○현황 및 문제점

-평균역률 : 93.9%

-No.1 수전 TR Bank : 500kVA× 1,
300kVA× 2

-No.2 수전 TR Bank : Condenser 없음

-No.2 TR Bank에는 Condenser가 없어서 역률개선이 되지 아니하며, No.1 TR Bank가 무부하시는 진역률이 되어 역률관리가 비합리적임.

○개선대책

-No.2 TR Bank로 Condenser를 일부 이설해야 함

〈전동기 용량관리〉

○현황 및 문제점

-경부하 운전되고 있는 전동기가 많음

구 분	기 기 명	용 량	정격 전류	부하 전류	부하율
Blower	MILL # 3	37.5kw	63.7A	10.3A	16.2%
	지하배기 # 2	3.7〃	13.8〃	4.3〃	31.2〃
Fan	전기로순환 (1~4)	11.0〃	38.0〃	12 〃	31.5〃
	소둔로순환 (7~10)	11 〃	38.2〃	12.8〃	33.5〃
Pump	냉각수 P/P	30 〃	10 〃	30 〃	29.1〃
	Cooling tower	7.5〃	27 〃	26 〃	96.2〃

○개선대책

-경부하 전동기의 점진적인 적정용량 교체

〈설비관리〉

-배전변압기 2차측 접지가 없는 개소(11대)는 추가접지 요함

-소둔로 단열상태가 대단히 양호함

-집진기 및 냉각 fan에 Inverter 설치는 좋은 사례임

-전산을 이용한 설비관리등 행정관리상태가 우수함

-배전변압기 2차전압이 저전압인 변압기는 Tap을 조정하여 정격전압이 공급되어야 함. (소둔로#1~6, 접합A, B, 압연 변압기 등)

5. 전기의 합리적인 사용기법

〈변압기 용량범위〉

가. 변압기는 적정용량 설치

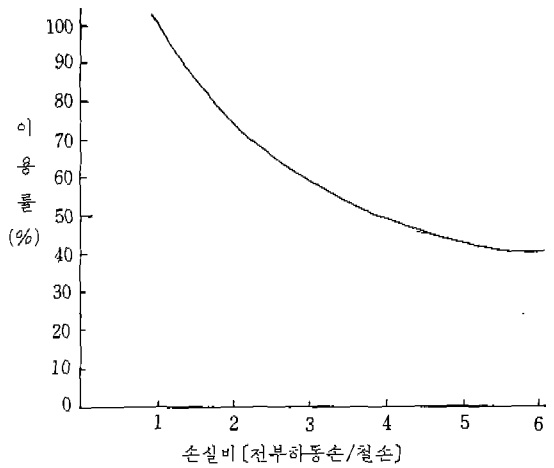
부하에 대하여 변압기의 용량이 적을 때는 저부하 운전이 되어 장시간 사용이 계속되면 온도상승에 의하여 절연물을 열화시켜 수명을 단축시키는 결과가 된다.

또 반대현상일 때는 전력 손실면에서 비경제적이다. 변압기의 용량은 각 부하의 설비용량, 수용률, 부등률과 장래의 증설을 고려하여 결정하나 일반적으로 변압기는 부하의 등가연속용량(kVA)에 대하여 규격으로 정하여진 온도상승 한도를 넘지 않도록 하고 허용 사용률이 얕은 저항용접기나 시동전류가 큰 전동기 부하는 도리어 부하가 허용하는 전압변동의 한도내로 하는 것이 바람직하다.

나. 변압기의 고효율 운전

변압기의 손실에는 부하전류의 증감에 관계없이 발생하는 무부하손(철손)과 부하전류의 2승에 비례하는 부하손이 있다.

정격부하시의 부하손 W_{cn}과 철손 W_i의 비 $(\frac{W_{cn}}{W_i})$를 손실비라고 하며, 이는 일반적으로 2~5가 된다.



〈그림 1〉 손실비-효율이 최대가 되는 이용률

변압기효율은 철손과 동손이 같게 되는 출력에서 최대가 되며 손실비에 따라 최대효율이 되는 변압기의 정격용량에 대한 출력의비, 즉 이용률 $\left[\frac{\text{출력(부하)}}{\text{정격용량}}\right]$은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는 바와 같이 변압기의 손실비에 따라 최대효율이 되는 이용률이 각각 다르지만 일반적으로 50~70%의 이용률에서 변압기를 운전할 때 최대효율이 된다.

변압기 효율은 일반적으로 정격출력일 때를 말하며 임의의 출력에서의 효율 η는 다음식과 같이 된다.

$$\eta = \frac{\text{출력(W)}}{\text{출력(W)} + \text{무부하손} + \text{부하손(75℃에 환산한 것)}} \times 100\%$$

한편, 변압기의 부하는 시시각각 변화하기 때문에 그런 경우에 있어 그때마다의 효율을 생각하는 것은 의미가 없고 전일효율을 생각해야 하며, 전일효율은 다음 식으로 표시된다.

$$\text{전일효율} = \frac{\text{1일의 출력전력량(kWh)}}{\text{1일의 출력전력량(kWh)} + \text{1일의 손실전력량(kWh)}} \times 100\,(\%)$$

매일의 부하변동의 형태가 거의 같을 경우 전일효율이 최고로 되도록 변압기 용량을 설정하면 손실전력량을 가장 적게 할 수 있다.

즉, 적정변압기의 용량

$$= \frac{\text{변압기의 평균전력(kW)}}{\text{최대효율이 되는 이용률(\%)}}$$

$$= \frac{\text{최대부하(kW)} \times \text{부하율(\%)}}{\text{최대효율이 되는 이용률(\%)}}\ (\text{kVA})$$

의 이론식이 성립하나 부하율이 낮을 경우는 최대부하시 과부하 현상이 나타나므로 이를 고려하여 결정하여야 한다.

다. 변압기의 합리적인 운전방법

(1) 경부하 변압기의 정지

복수변압기가 있어 이용률이 낮은 경우는 이

용률이 낮은 변압기를 정지하고 부하를 통합하는 편이 절전이 된다. 단, 경우에 따라서는 정지시켰을 때에 변압기의 손실이 증가하는 역효과의 경우가 생기기 때문에 이득 효과를 계산할 필요가 있다.

(예 1) 500kVA의 변압기가 2대 있는 경우, 지금 그림 2와 같은 전원설비에 있어 각각의 변압기의 이용률이 40%인 경우 1대의 변압기를 정지할 때의 절전효과를 계산해 본다.

〔변압기 특성은 무부하손이 1.3kW, 부하손이 7.5kW일 때〕

○No.1, No.2 변압기를 같이 운전하면

철손=1.3(kW)

$$동손=전부하동손\times\left(\frac{이용률}{100}\right)^2=7.5\times(40/100)^2$$

$$=1.2(kW)$$

따라서,

전손실=2(1.3+1.2)=5(kW)

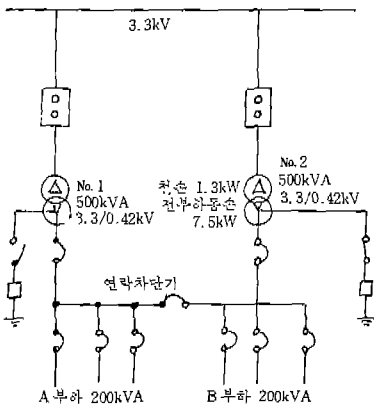
○No.1변압기를 정지한 후에는

No.2변압기의 철손=1.3(kW)

$$No.2변압기의\ 동손=7.5\times\left(\frac{80}{100}\right)^2=4.8(kW)$$

전손실=1.3+4.8=6.1(kW)

즉, 1대의 변압기를 정지시킨 쪽이 손실이 커진다.



〈그림 2〉

(2) 야간, 휴일의 변압기 정지

야간, 휴일에 조업하지 않는 설비나 공장등에서는 정전할 수 없는 부하는 다른 변압기에 모으며 주간 전용변압기를 설치하여 야간, 휴일에 정지를 행함으로써 절전을 실시할 수 있다. 그러나 주간과 야간의 전력차가 그다지 없는 경우는 효과가 적다.

(3) 변압기의 대수 제어

여러 대의 변압기를 병렬운전하고 있는 경우에는 부하의 대소에 따라 운전대수를 가감함으로써 총손실을 경감할 수 있다.

전원설비에 있어 변압기를 병렬운전하는 경우에는 용량, 특성이 같은 변압기를 이용하는 것이 보통인데 그 경우에는 각 변압기가 분담하는 부하는 같다.

〈역률관리〉

가. 역률개선용 콘덴서의 설치위치

역률을 개선하기 위해서는 콘덴서를 부하와 병렬로 접속하지만 그 위치가 전원변압기측에 가까우면 전력절감은 기대하기 어렵다.

따라서 콘덴서를 부설할 때는 부하말단과 병렬로 접속하여 역률개선은 물론 전력절감을 기하도록 하여야 한다.

다만, 저압용 콘덴서가 고압용 콘덴서에 비해 단위용량당 가격이 높고 설치면적도 많이 차지하므로 경제적인 시설을 함께 검토하여야 한다.

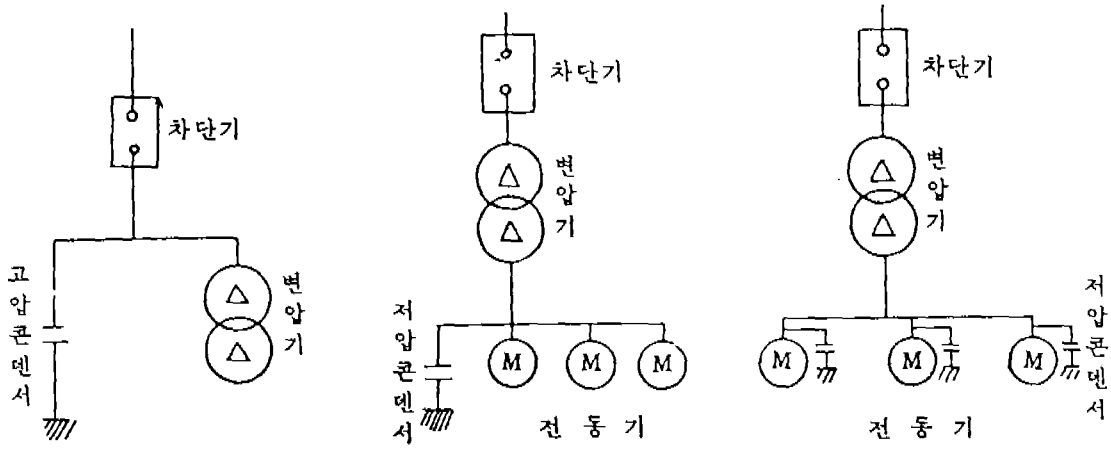
그림 3, 4는 콘덴서의 설치 위치별 절전효과 및 역률개선범위를 그림으로 나타낸 것이다.

나. 콘덴서 취부방법에 따른 전력손실 비교 (예시)

콘덴서를 모선에 일괄 취부(a점)하는 방법과 부하측에 개별 취부(b점)하는 방법에 대한 간선에서의 전력손실을 비교해 보면 다음과 같다(그림 5 참조).

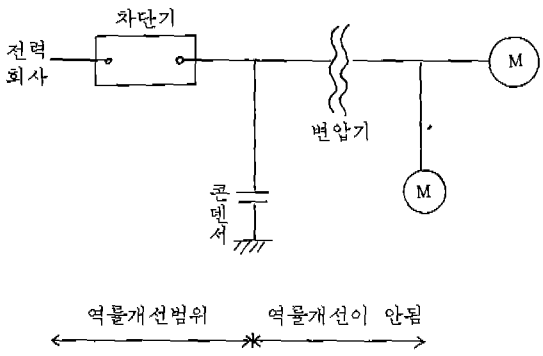
(1) 모선에 일괄취부시 a-b점 사이에서 전압, 전류 및 전력의 실측치는

전압 : 215V, 전류 : 127A, 전력 : 35.4kW

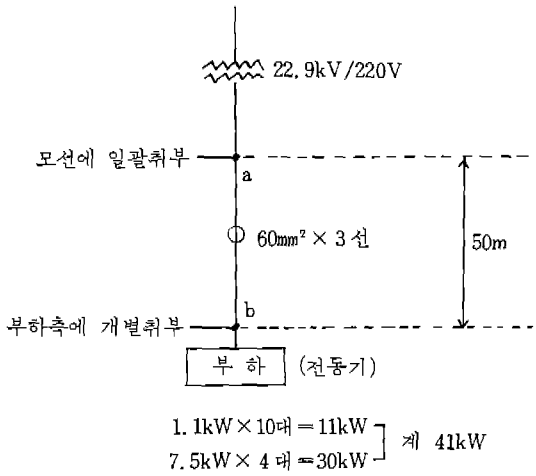


고압측에 취부<저압모선 일괄취부<부하 개별취부

〈그림 3〉 콘덴서 설치위치별 절전효과 비교



〈그림 4〉 콘덴서의 역률개선범위



〈그림 5〉

이 경우 역률 $\cos\theta_1 = \frac{35,400}{3\times215\times127} \fallingdotseq 0.75$

(2) 부하측에 개별취부시 a-b점 사이에서 전압, 전류 및 전력의 실측치는

전압 : 215V, 전류 : 102A, 전력 : 35.4kW

이 경우 역률 $\cos\theta_2 = \frac{35,400}{3\times215\times102} \fallingdotseq 0.93$

(3) a-b 사이의 전선자체 전력손실은

-a점에 일괄취부시 전력손실 $= I_1^2 \times R = 127^2 \times \frac{1}{58} \times \frac{50}{60} \times 3$ (선) $= 695$W

-b점에 개별취부시 전력손실 $= I_2^2 \times R = 102^2 \times \frac{1}{58} \times \frac{50}{60} \times 3$ (선) $= 448$W

-전력손실차 $= 695 - 448 = 247$W

(4) a점 취부의 경우보다 b점 취부에 의한 연

간 절감금액은

0.247(kW)×12(H)×365(일)×50(원/kWh)

=54,093원/년

다. 관련 전기공급규정 내용

제37조 (역률의 유지 및 콘덴서 부설)

① 수용가는 수용장소의 전체부하역률을 90% (이하 "기준역률"이라 합니다) 이상으로 유지하여야 합니다.

② 수용가는 제 1 항의 기준역률을 유지하기 위하여 콘덴서 부설 용량기준표에 의한 정격용량의 콘덴서를 개개의 전기기기별로 전기기기와 동시에 개폐되도록 부설하여야 합니다.

다만, 수용형태에 따라 설비의 부분별 또는 일괄하여 콘덴서를 부설하는 것이 기술적으로 타당하다고 당공사가 인정할 경우에는 설비의 부분별 또는 일괄하여 콘덴서를 부설할 수 있읍니다. 이 경우, 경부하시에 있어서 진상역률(進相力率)이 되지 아니하도록 부분개방장치 등 당공사가 인정하는 조정장치를 부설하여야 합니다.

제64조 (기준역률 미달시의 요금)

① 역률이 제37조(역률의 유지 및 콘덴서 부설)에 정한 기준역률(90%)에 미달될 때에는 미달되는 매 1%마다 전기요금표에 의하여 계산한 금액에 그 금액의 1%씩을 가산한 것을 해당월의 전기요금으로 합니다.

② 제 1 항의 적용은 업무용전력·산업용 전력 농사용전력 및 임시전력수용에 한하여 적용합니다.

※ 기준역률 미달시 추가요금 계산(예시)

○월 전력요금(기본요금+사용량요금)

: 10,000,000원

○역률 : 88%(2% 미달)

○추가요금 : 200,000원

-- 10,000,000원×0.02=200,000원

콘덴서 부설용량 기준표

1. 단상유도 전동기

출력		부설용량 (μF)	
kW	HP	100V	200V
0.1	1/8	40	10
0.2	1/4	50	15
0.25	1/3	75	20
0.4	1/2	100	20
0.55	3/4	100	30
0.75	1	120	30

2. 200V 교류번호(電弧) 용접기

최대입력 (kVA)	3 kVA	5 〃	7.5 〃	10 〃	15 〃	20 〃
부설용량 (μF)	100	150	250	300	450	600
최대입력 (kVA)	25 kVA	30 〃	35 〃	40 〃	45 〃	50 〃
부설용량 (μF)	700	900	1,000	1,100	1,300	1,450

※ 교류저항 용접기에 대하여는 윗표의 1/2용량을 사용할 것

3. 200V, 380V, 3상 유도전동기

출력		부설용량 (μF)		출력		부설용량 (μF)	
kW	HP	200V	380V	kW	HP	200V	380V
0.2	1/4	15	–	7.5	10	200	75
0.4	1/2	20	–	11	15	300	100
0.75	1	30	10	15	20	400	100
1.5	2	50	15	22	30	500	150
2.2	3	75	20	30	40	800	200
3.7	5	100	50	37	50	900	250
5.5	7.5	175	50				

4. 3,000V 고압전동기

출력		부설용량
kW	HP	(kVA)
37	50	15
55	75	25
75	100	30
110	150	50
150	200	75

海外技術

새로운 槪念의 전동기 개발

직류·교류모터의 장점 모두 지녀

▩ 英國産業뉴스 제공

교류형 전동기와 유사한 형태로 제작되었으면서도 작동방식은 직류형 전동기와 유사하게 기능을 발휘하는 새로운 개념의 설계를 채택한 전동기가 영국의 엔지니어에 의해 개발되었다. 이 전동기는 값싸게 제작할 수 있는 외에도, 뛰어난 작동성능을 발휘하는 잇점을 지니고 있다.

이 전동기는 당초 전자기학(電磁気学)의 새로운 이론을 검증하기 위한 시험장치로서 고안되었다.

이 전동기를 발명한 Gareth Jones는 최근까지 세계 최대의 자동차용 파워스티어링(자동조타) 시스템의 공급업체 가운데 한 기업에 근무해 왔으며, 그동안 종래의 유압스티어링 시스템을 대체하기 위한 Jones 전동기의 개발에 주력해 왔다.

새로운 전동기의 용용과 관련, 신형 전동기는 작은 프레임으로부터 보다 강력한 회전력(Torque)을 발생하기 위해 기존의 유압식 장치보다 훨씬 적은 힘으로도 필요한 회전력을 얻을 수 있는 구조로 되어 있다.

電動機 크기 줄여

소형 전동기의 생산업자인 Tuscan Engineering사는 새로운 전동기의 원형 모델장치를 몇대 제작하고 있으며, 개발자인 Jones는 그의 설계에 따른 신형의 전동기 성능을 시험하는 것과 더불어 본격적인 생산에 나서기 위해 필요한 설비를 갖출 계획이다. 그는 특히 네오디뮴-철자석을 이용하는 전동기 구조에 관심을 집중시키고 있다. 이러한 구조의 전동기는 보다 강력한 힘을 발휘하면서도, 대폭 소형화할 수 있는 혁신적인 방식으로 평가되고 있다.

전자적인 정류(整流) 방식을 활용하는 필수적으로 내장되는 브러시나 정류자를 필요로 하지 않는 잇점을 지니고 있다. 이러한 설계는 또 주권선(主巻線)이나 회전자(回転子)가 고정자(固定子) 부분으로서의 역할을 하도록 함으로써, 컨덕터의 직경을 훨씬 크게 하고 권선저항을 낮추게 하는 특징을 지니고 있는 것이다.

새로운 전동기의 상대적으로 넓은 표면적은 작동시 발생하는 열의 발산이 보다 용이하게 이뤄지도록 함으로써 전동기의 크기 자체를 대폭 줄일 수 있게 해준다. 결국 동일한 용량의 직류전동기에 비해 크기를 훨씬 줄이는 것이 가능하다.

새로운 Jones 전동기는 속도, 회전력, 효율면에서도 특성이 뛰어나며, 이들 특성은 자장(磁場) 흐름의 크기에 비례한다.

---

5. 기타 전기기계, 기구의 경우

부 하 종 별	론덴서 용량(최저 kVA)
380V삼상으로 사용하는 것	부하정격입력(kVA)의 1/3
220V삼상 또는 단상으로 사용하는 것	부하정격입력(kVA)의 1/4
110V단상으로 사용하는 것	부하정격입력(kVA)의 1/5
기타의 전기기기	수용가와 협의 결정

〈압축공기관리〉

가. 압축공기의 누설방지와 유효이용

전기가 새는 것은 누전으로 문제시하고 있으나 압축공기는 다소 새더라도 별로 문제시하지 않는다. 그러나 에너지로서 압축공기를 볼 때에는 귀중한 것으로서, 조금이라도 새는 곳을 발견하여 수리하는 것은 대단히 중요한 일이다.

압축공기 누설개소의 발견과 수리에 관심을 갖고 지금까지 손이 닿지 않은 곳까지 다시 살펴서 보수함으로써 10~20%를 절감한 예도 있다.

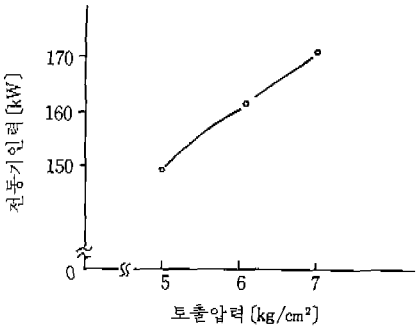
나. 압축공기를 적정압력으로 사용

공장에서 무심히 쓰고 있는 압축공기의 압력이 반드시 그만큼 필요한가를 조사하여 보면 확실한 근거도 없이 그전부터 그렇게 써왔으니까 그대로 쓰고 있다는 예가 많다.

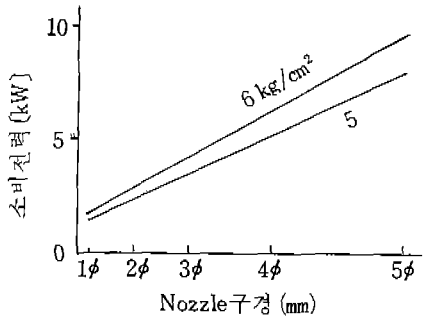
그러나 이 압력을 1 kg/cm²을 내리면 약 6%의 절전이 된다. 그러니까 될 수 있는 한 압력을 줄이고 도저히 줄일 수 없는 곳은 부분적으로 소형 Compressor를 이용하는 방법이 있다. 어느 공장에서 이점에 착안하여 압력을 7 kg/cm²에서 6 kg/cm²로 내려 12,000kWh/월의 대폭적 절감을 한 예가 있다.

그림 6은 165kW Compressor의 토출압력과 전동기입력의 관계를 표시한 것이다.

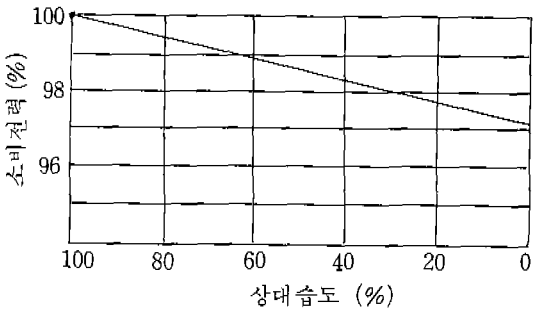
압력을 7 kg/cm²에서 6 kg/cm²으로 줄이면 전동기입력은 173 kW에서 162kW로 줄게 됨을 알 수 있다.



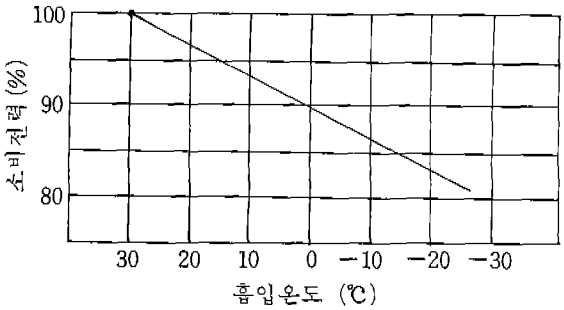
〈그림 6〉 토출압력과 전동기입력의 관계



〈그림 7〉 Nozzle 구경과 소비전력과의 관계



〈그림 8〉 공기중의 상대습도와 소비전력과의 관계 (흡입온도 30℃)



〈그림 9〉 흡입온도와 소비전력과의 관계

다. Air Nozzle Hose의 구경과 소비전력

공장에서 구경이 큰 Air Nozzle이나 Hose를 쓰고 있는 것을 볼 수 있으나 구경이 참으로 적정한 것인가를 검토해 보아야 한다.

일반적으로 쓰고 있는 6 kg/㎠의 압력으로 5㎜의 구경에서 압축공기를 불어내려면 대략 10kW의 소비전력이 발생한다. Air로서는 별로 중요하지 않은 것 같으나 10kW의 전력이라 함은 매우 큰 것이다.

Nozzle이나 Hose의 구경을 다시 한번 살펴보고 필요 최소한의 것으로 바꾸는 것이 좋다.

어느 공장에서는 사용중인 것을 일제히 다시 검토하여 적은 구경으로 바꾸어 23%의 절전을 실현한 예가 있다.

그림7은 Air Nozzle 구경과 소비전력과의 관계를 표시한 것이다.

라. 흡입공기의 상대습도와 소비전력

일반적으로 제습압축공기가 필요할 때는 압축기에서 나온 공기를 제습기 등으로 제습, 건조한다.

그러나 압축전에 제습하면 수분을 압축하는 데 필요한 동력이 절감된다.

마. 흡기온도와 소비전력

압축기동력은 기체의 흡입상태에서 절대온도에 비례하기 때문에 흡입온도가 낮으면 소비전력도 적게 된다.

따라서 Compressor 실은 창문의 개방 등으로 환기가 잘 되도록 해야 한다.

그림9는 흡입온도와 소비전력과의 관계를 나타낸 것이다.