

에너지節約을 위한

# 大型建物の 電力使用合理化

Rational Electric Utilization  
of Large Building



▲전자식 형광등

손 학 식

에너지관리공단 지도역·기술사

경제성장과 함께 대형 건물은 점차 고급화·고층화되는 추세에 있으며, 건물의 에너지 비용중 전기요금이 차지하는 비용 또한 10~90[%]를 차지하고 있어 대형 건물의 전력사 합리화는 필연적인 과제로 대두되고 있다.

특히 조명분야에서의 전력사용 합리화는 가장 우선적으로 해결되어야 할 과제로, 에너지관리공단이 대형 건물을 대상으로 정밀진단을 실시한 결과 전력절감 전체요인의 52.9%나 되는 것으로 도출되었으며, 이는 아직도 백열등의 시설비율이 32.4%로 높은 것에 기인하는 것으로 분석되었다(표5).

뿐만 아니라 중앙냉방의 증가로 오일쇼크 직후인 '81년도를 기준할 때 매년 15~16%의 냉방전력 증가와 함께 평균적으로 전체 전력원단위의 약 13.68%인 13.96 kWh/m<sup>2</sup>·년을 유지하고 있어 대형 건물의 전력사용 합리화는 적극적이고 구체적으로 수립, 실천되어야 할 것으로

나타났다(표4).

## 1. 전력사용합리화의 필요성

우리나라 대형건물의 특징은 층별·용도별 전력관리가 가능토록 전력량계가 취부된 곳은 극소수에 불과하며 대부분 일괄관리를 통한 절전운동 수준이다.

특히 임대용 상용건물의 경우에는 전력사용량의 다소와는 관계없이 임대면적 기준으로 전력비를 부과하고 있어 시설관리자의 적극적인 노력없이 전력사용 합리화란 기대하기 어려운 실정이며, 전력사용 채택 또한 표1에서 분석된 바처럼 설비규모와 무관하게 전력이 소비되고 있어 대형 건물의 전력사용 합리화란 시설관리자를 중심으로 한 기기별·용도별 관리가 철저하게 추진되어야 할 필요성이 있는 것으로, 표7에서는 전력사용 합리화의 방향을 잘 제시해 주

〈표 1〉 전력수요의 증가 추세

구 분		'81년	'82년	'83년	'84년	'85년	'86년
시 설 용 량 (MW)		9,835 100	10,304 104.8	13,115 113.4	14,190 144.2	16,137 164.1	18,060 183.6
최 대 전 력 (MW)		6,144 100	6,661 108.4	7,602 123.7	8,811 143.4	9,349 152.2	9,915 161.4
판매전력량 (GWh)		35,424 100	37,880 106.9	42,620 120.3	47,051 132.8	50,732 143.2	56,310 159.0
전 물	상 용	5,195 100	5,840 112.4	6,563 126.3	7,472 143.8	8,402 161.7	9,178 176.6
	주 택	6,934 100	6,599 111.2	7,743 130.5	8,756 147.6	9,632 162.3	10,299 173.8
	소 계	11,129 100	12,439 111.8	14,306 128.5	16,228 145.8	18,034 162.0	19,477 175.0
냉방 부하	냉 방 부 하 (MW)	553 100	966 174.6	1,362 246.3	1,370 247.7	1,680 303.8	1,370 247.7
	냉 방 도 일 (℃일/년)	518	513	561	578	614	454

고 있다.

## 2. 전력사용 합리화 기법과 적용

〈표 2〉 건물유형별 평균전력원단위

건물 유형	원단위 조사 건물수	평균전력원단위(kWh/m <sup>2</sup> ·년)			대상업체의 원단위분포 (최저~최고)
		전기설비 및동력용	조명용	계	
상 용	54	60.1	27.9	88.0	52.3~163.5
공 공	13	45.5	29.2	74.7	31.3~113.0
호 텔	45	89.7	36.8	126.5	27.3~263.1
병 원	39	62.8	22.5	85.3	35.9~170.7
상 가	33	76.5	87.4	163.9	31.7~432.5
전화국	22	120.2	22.5	142.7	31.2~243.5
은행	13	181.0	30.1	211.1	67.9~580.8
연구소	8	62.8	20.1	82.9	59.1~130.3
학 교	22	12.2	9.2	21.4	12.6~42.8
APT	78	11.9	18.9	30.8	15.6~97.0
기 타	17	44.3	36.5	80.8	12.2~239.4
총 합	344	58.9	31.1	90.0	12.2~580.8

자료: 에너지관리공단

### 가. 조명설비의 전력사용합리화

#### (1) 현 황

대형건물의 조명설비는 백열등·형광등·HID 램프가 주류를 이루고 있으며 표 11에서와 같이 대부분의 조명시설이 비절전형인 백열등으로 시설되어 있고 절전을 위해 광 효율이 높은 형광등이 설치된 경우도 여러가지 원인이 있겠지만 전력다소비형인 “코일식”으로 되어 있어 조명설비의 전력사용 합리화 노력이 시급히 요구되는 실정이다.

#### (2) 조명전력 사용합리화 기법

##### TAL 조명방식과 주광이용 조명기법

전반조명과 국부조명의 혼합조명방식으로, 이를 적용할 경우 일반적으로 전체 조명설비의 시

〈표 3〉 계절별 소비구조와 주야간 수요증가율

○계절별 소비구조

계절별	봄	여름	가을	겨울	계
구성비 (%)	22.6	30.5	24.8	22.1	100

에너지센서스 결과보고서

○수요의 주야간 증가율

구분	'81년	'82년	'83년	'84년	'85년	'86년
심야부하 (05:00)	4,234	4,625	5,150	5,839	6,138	6,504
주간부하 (15:00)	5,895	6,541	7,572	8,630	9,306	9,865
심야부하 주간부하 ×100	71.8	70.9	68.0	67.6	66.5	65.9

한전 산업조사 연구실

〈표 4〉 대형 건물의 냉방원단위

원단위 용도	전력원단위	냉방용 전력원단위	비율 (%)
	상용	88.08	
공공	79.95	8.47	10.60
호텔	128.47	22.89	17.82
병원	88.67	14.55	16.40
학교	25.67	0.69	2.70
상가	140.67	15.69	11.15
기타	61.90	4.40	7.11
전화국	162.36	27.16	16.73
은행	121.88	8.88	7.28
연구소	80.97	11.06	13.65
합계	102.08	13.96	13.68

\*중앙냉방을 실시하는 건물만의 전력원단위 분포현황임.

〈표 5〉 국내 대형건물의 조명설비현황

조명구분	백열등	형광등		외곽등			기타	계
		코일형	전자식	수은등	메탈등	나트륨등		
시설용량(kW)	60,762	84,123	4,187	6,103	4,983	3,270	10,486	187,411
구성비 (%)	32.4	44.8	2.2	3.2	2.6	1.7	5.5	100.0

〈표 6〉 에너지관리 정밀진단 분석결과

구분	절감률 (%)	절감가능량 (kWh/연)	절감가능액 (천원/연)	투자비 (천원)	회수기간 (연)
·인버터설치 (VVVF)	1.8	923,733	137,751	422,322	3.1
·조명개선	2.7	1,333,412	187,958	439,214	2.3
·모터절전기설치	0.2	128,398	19,375	52,715	2.7
·난방방식개선	0.3	141,740	21,970	-	-
·운전관리합리화	0.1	48,337	7,186	3,700	0.5
계	5.1	2,575,620	374,240	917,951	2.5

〈표 7〉 기기별 전력사용실태

구분	대상 건물	등 력 용					조명	계
		냉동기	엘리베이	전산	기타	소계		
전력원단위 (kWh/m <sup>2</sup> ·연)	344	11.8	5.72	7.12	34.22	58.89	31.06	89.96
구성비 (%)	-	13.11	6.35	7.91	38.03	65.46	34.52	100.0

자료: 에너지관리공단

실용량은 2/3정도까지 내려가고 절전효과로는 종래의 방식에 비해 절반정도 전력사용을 줄일

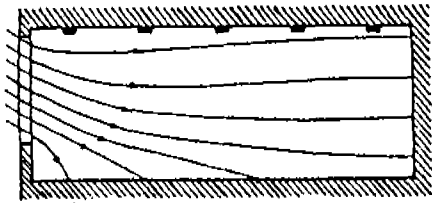
수 있다.

이 경우 전반조명 150~200lx, 국부조명 500~700 lx로 계획한다면 국부조명은 15W 정도의 형광등을 사용해도 되고 전반조명과 국부조명의 비를 1 : 3으로 해도 시각적인 효과는 양호하게 된다.

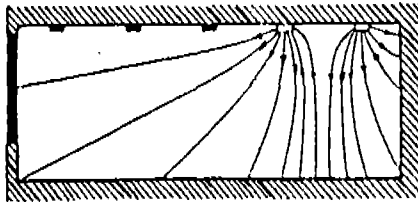
특히 대형 건물에서 주광을 잘 활용하게 되면 조명전력의 절감은 물론 공조부하도 함께 줄일 수 있게 되어 더욱 효과적이다 (주 : TAL : Task Ambient Light).

고역률 전자식 안정기와 전자식 형광등의 선택사용 기법

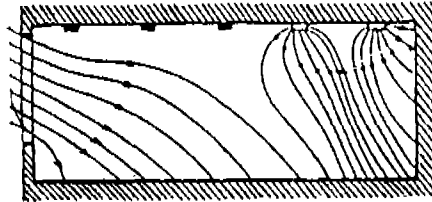
· 일반적으로 형광등은 효율이 높은 반면 점등용 안정기(Ballast)의 소비전력이 상시 발생하는 등 직접 조명에 사용되지 않는 전력소모가 발생한다. 이것은 필라멘트 가열을 통한 방전효과를 얻기 위하여 사용되는 전력으로, 최근에는 코일식이 아닌 전자식형의 안정기가 개발, 보급되고 있으며 이는 고주파 발전에 의한 방전방식으로, 안정기의 소비전력이 거의 없어 등당 약 25~40%의 조명전력 절감은 물론 공조부하의 감소도 가능하다.



주 광



인공광



주광과 인공광  
축광채광실의 흐름

〈그림 1〉 축점법에 의한 창 중심면상  
작업면 조도분포

〈표 8〉 대형 건물의 용도별 전력원단위

원단위 용도	건물수	동 력 용					조 명	합 계	최 고	최 저
		냉동기	엘리베 이터	전산용	일반동력 기타동력	소 계				
상 용	54	10.84	8.77	8.19	32.44	60.06	27.88	87.96	163.51	52.25
공 공	13	8.49	3.98	4.02	29.01	45.52	29.22	74.75	112.99	31.25
호 텔	45	21.66	10.88	0.83	56.33	89.73	36.79	126.53	263.13	27.28
병 원	39	13.45	7.05	1.86	40.62	62.81	22.58	85.35	170.70	35.89
학 교	22	0.71	0.28	0.84	10.34	12.20	9.17	21.37	42.79	12.60
상 가	33	19.46	5.80	2.45	48.72	76.46	87.44	163.90	432.52	31.68
아파트	78	-	2.39	-	9.52	11.91	18.89	30.8	96.98	15.60
기 타	17	11.88	2.74	3.51	26.17	44.32	36.45	80.78	239.39	12.16
전 화국	22	20.70	5.20	9.46	84.84	120.22	22.46	142.69	243.53	31.18
은 행	13	35.37	9.08	108.58	27.98	181.04	30.10	211.15	580.77	67.89
연구소	8	12.63	2.67	7.06	40.38	62.78	20.14	82.92	130.29	59.14

일본 등 선진국에서는 이미 오래전 부터 사용되고 있으며 우리나라에서도 수개 회사의 제품이 생산되고 있으나 반드시 “고역률형 전자식안정기”를 선택, 사용할 필요가 있으며 특징을 들면 대략 다음과 같다.

- 표면방열상태가 적어 화재위험이 감소된다.
- 직접접촉방식의 것은 저온에서 접점이 가능하다.
- 흑화현상이 늦어 램프 수명연장이 용이하다.

· 전자식 형광등은 백열등 대신에 사용 가능한 것으로, 소비전력이 50% 이상 절약되는 효과가 있다(표 12).

· 고역률 전자식 안정기를 선택 사용하면 냉방부하도 감소되고 기종에 따라 25~40%까지 소비전력이 줄어든다(표 13).

**조명 콘트롤러 활용 기법**

· 주광조명(창측 채광)을 최대한 활용하여 조

〈표 9〉 단위면적당 부하설비 용량

단위 : W/m<sup>2</sup>

용도	용량	동 력								합 계
		초 명	냉동기	송풍기	펌 프	엘리베 이터	항습기	급배수	기 타	
상 용	13.8	29.6	10.9	21.0	6.4	2.3	4.0	3.8	78.0	91.8
공 공	18.5	22.4	7.1	15.4	2.7	2.2	2.9	5.1	57.8	76.3
호 텔	15.3	22.2	7.9	17.9	4.0	0.8	5.0	8.4	66.2	81.5
병 린	8.5	18.9	5.3	13.4	2.5	1.0	4.1	9.7	54.9	63.4
학 교	9.0	2.3	1.8	2.1	0.3	0.4	1.9	4.6	13.4	22.4
상 가	25.0	38.3	12.1	15.0	2.4	0.3	2.8	6.8	77.7	102.7
기 타	14.9	12.7	4.8	9.3	1.8	3.1	3.5	3.1	38.3	53.2
전화국	7.6	31.7	5.7	5.5	1.8	2.4	3.9	32.7	83.7	91.3
은 행	12.1	22.9	6.9	17.7	3.8	11.0	5.2	10.5	78.0	90.1
연구소	13.6	26.7	8.7	10.8	0.9	5.5	1.7	22.4	76.7	90.3
평 균	18.5	20.7	6.5	11.6	2.4	2.6	3.2	9.7	56.7	75.2

〈표 10〉 부하설비와 전력원단위 실적

구분	조 명	동 력					합 계	
		냉동기	엘리 베이터	전산용	기 타	소 계		
부 하 설 비 A	용 량 [W/m <sup>2</sup> ]	18.5	20.7	2.4	2.6	31.0	56.7	75.2
	구성비 [%]	24.6	27.5	3.2	3.5	41.2	75.4	100.0
전 력 소 비 B	원단위 [kWh/m <sup>3</sup> ]	31.06	11.8	5.72	7.12	34.22	58.89	89.96
	구성비 [%]	34.52	13.11	6.35	7.91	38.03	65.46	100.0
부하대 소비율	$\frac{B}{A} \times 100$	140.3	47.7	198.4	226.0	92.3	86.8	1.0

〈표 11〉 대형 건물의 조명설비현황

용도	조명구분	백열등	형광등		의과등			기타	계
			코일형	전자식	수은등	메탈등	나트륨등		
상용	용량(kW)	3,293	16,527	722	174	42	241	1,787	22,786
	(%)	14.4	72.5	3.1	0.7	0.1	1.0	8.2	100.0
공공	용량(kW)	1,459	4,781	426	691	150	512	1,282	9,301
	(%)	15.6	51.4	4.5	7.4	1.6	5.5	14.0	100.0
호텔	용량(kW)	13,573	2,948	105	171	280	152	2,919	20,148
	(%)	67.3	14.6	0.5	0.8	1.3	0.7	14.8	100.0
병원	용량(kW)	1,736	6,498	250	98	2	106	675	9,365
	(%)	18.5	69.3	2.6	1.0	-	1.1	7.4	100.0
학교	용량(kW)	3,536	18,751	513	475	364	157	2,136	25,932
	(%)	13.6	72.3	1.9	1.8	1.4	0.6	8.4	100.0
상가	용량(kW)	5,150	6,551	1,020	115	971	197	680	14,684
	(%)	35.0	44.6	6.9	0.7	6.6	1.3	4.9	100.0
아파트	용량(kW)	27,032	18,757	1	3,049	43	1,384	11,415	61,681
	(%)	43.8	30.4	-	4.9	-	2.2	18.6	100.0
기타	용량(kW)	3,432	3,200	403	1,178	3,078	423	2,757	14,552
	(%)	23.5	22.6	2.7	8.0	21.1	2.9	19.2	100.0
전화국	용량(kW)	289	1,582	201	4	-	37	105	2,218
	(%)	13.0	71.3	9.0	1	-	1.6	5.0	100.0
은행	용량(kW)	473	2,189	403	31	53	14	210	3,373
	(%)	14.0	64.8	11.9	9	1.5	4	6.5	100.0
연구소	용량(kW)	798	2,249	143	117	-	47	17	3,371
	(%)	23.6	66.7	4.2	3.4	-	1.3	0.5	100.0
합계	용량(kW)	60,762	84,123	4,187	6,103	4,983	3,270	10,486	187,411
	(%)	32.4	44.8	2.2	3.2	2.6	1.7	5.5	100.0

〈표 12〉 백열등과 전자식 형광등의 특성비교

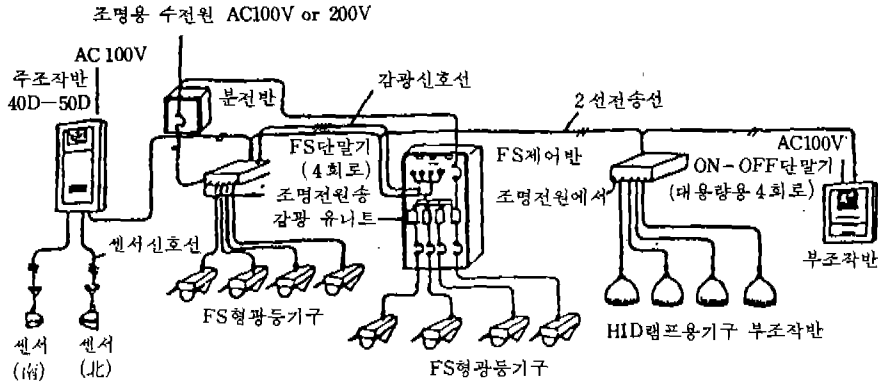
구분	백열등	전자식형광등	비교
소비전력(W)	60	17	△43
수명(Hr)	1,000	8,000	
광속(lm)	730	730	

〈표 13〉 래피드 전자식 안정기의 소비전력 비교

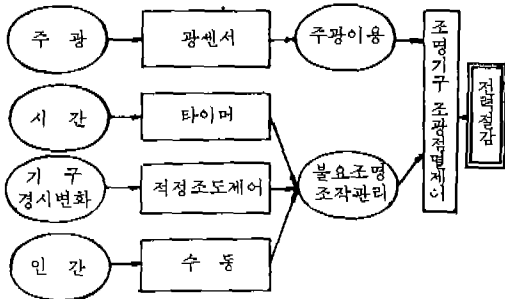
구분	220V		
	래피드식(W)	전자식(W)	소비전력차(W)
40W×1	48	41	△7
40W×2	98	78	△20

도의 과잉방지와 인공조명 전력을 경감시키기 위해 점등시간과 점등등수를 줄여 적정조도의 유지를 통한 전력사용 합리화로 냉·난방 제어계와 조합하여 총괄관리가 중앙감시망에서 가능하도록 최적 제어기능을 수행하는 절전기법으로 최근에는 국내에서도 조명 컨트롤러와 함께 BAS (Building Automation System) 제어가 개발, 보급되고 있으며 제어계는 그림 2와 같이 구성되고 주요 기능으로는 다음과 같은 것이 내장되어 있다.

- 적정조도제어
- 동력계통표시 제어



〈그림 2〉 조명에 있어 에너지 절약 制御例



〈그림 3〉 전력절감을 위한 조명제어 체계 예

- 디맨드 제어
- 스케줄 제어
- 열원계통표시 제어
- 이상 리스트 및 그래픽 기능

**조명배선회로의 분할관리 기법**

· 주광조명이나 국부조명을 포함한 조명제어의 적정관리를 위해 방위별·실용도별·모듈별로 조우닝이 가능토록 배선회로의 분할공사 실시로 실질적인 전력절감효과를 직독할 수 있으나 기존건물의 개조비용 또는 신설건물의 공사비 부담등을 고려한 적정 조우닝으로 조명 컨트롤러의 기능확대 수단으로 활용된다.

일반적으로 창에서 5미터 이내에서 2단 조우닝을 실시함이 바람직하고 실내가 클 경우 40m<sup>2</sup> 이하는 국부조명, 40m<sup>2</sup> 이상인 곳은 천정조명방식으로 조우닝할 필요가 있다.

**(3) 조명전력 용합리화 적용사례**

**사례 A**

- 업체명 : D 빌딩 (한자)
- 설비개요
  - 수전설비 : 12,000kVA
  - 냉동설비 : 950R/T × 3기
  - 난방설비 : 보일러 6 T/H × 3대
- 시스템 : BAS Control
- 절감효과 (TOE)

구 분	유 류	전 력	에 너 지
사용량	880	3,660	4,540
절감량	208	443	651
절감률	19%	11%	13%

\*금액 : 2.8억원 상당

**사례 B**

- 업체명 : (주) S 호텔
- 설비개요
  - 수전용량 : 3,250 kVA
  - 발전설비 : 420 kW
  - 냉방설비 : 1,060 RT
- 적용사례
  - 개요 : 백열전구 및 형광등 안정기가 설치된 객실, 방, 복도, 업장 및 공용부분의 조명시설은 사용시간이 길고 교체가 어려운 여건에 있어 조도가 향상되고 수명이 긴 전구, 즉 전자식 안정기와 전자식 형광등을 선택, 사용하여 전력이 절감됐다.

- 효 과

구 분	절감량	절감액	투자비	회수기간
전자식안정기	331,044	33,504	11,908	0.4
전자식형광등	kWh/년	천원/년	천원	년

나. 공조설비의 전력사용 합리화

(1) 현 황

대형건물에서의 설비별 에너지 소비율은 표14에서 처럼 공기조화에서 약 20%의 구성비를 보일 뿐 아니라 실제 공조구역에서의 누설치를 허용토록 표 15에서와 같이 규정하고 있어 설계시에는 반드시 충분한 여유를 두고 설계하게 된다. 따라서 필요이상의 동력설비와 누설로 공기조화계는 과열 또는 과냉으로 인한 전력낭비가 심각하게 발생할 수 있는 요인을 안고 있다.

따라서 빌딩 자동제어 시스템의 도입과 함께 반드시 유틸리티와 밸런스가 이루어지고 있는가를 확인할 필요가 있으나 BAS가 확보된 업체마저 사용률이 60% 미만인 업체가 63%나 되어 대형건물의 공기조화설비의 전력사용합리화가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

(2) 공기조화설비의 전력사용 합리화 기법

〈표 14〉 설비별 소비율

단위 : %

구 분	난방전용건물	냉난방건물	평 균
난방·급탕	50	30	40
공기조화	-	30	20
조 명	20	20	20
동력기타	30	20	20
비 고	KEMCO	D 빌딩	에너지센서스

〈표 15〉 공조구역에서의 토출구풍량 허용공차

공 조 지 역	동일공간내 토출구수		
	1	2	3
일 반 건 물	-5 ~ +10%	±10%	±15%
산 업 용 건 물	-5 ~ +10%	±15%	±15%
수술·특별환경실	+5 %	± 5%	±10%

자료 : 에너지관리공단

TAB에 의한 최적 공조기법

공기조화설비에 대하여 입력되는 전동력, 즉 펌프·블로워와 풍량·수량의 적정산출과 공조 지점에서 출력되는 풍량·수량의 Test·Adjust·Balance를 실시함으로써 불필요한 에너지 낭비를 제거하고자 에너지 반송제통의 매체를 각종 측정장치를 이용하여 조정하는 최적 공조기법으로 균형 잡힌 공조제로 환원시키는 작업이다.

(3) 공조전력 사용합리화 적용사례

- 업체명 : D빌딩 (연면적 : 7,519평)
- 설비개요

설 비 명	대수	설 비 명	대수
흡수식냉온수기	2	VAV unit	102
보 일 러	2	FCU	36
냉 각 탑	5	AHU	18
냉 방 기	2	환·배기팬	57
가 습 기	16	순환펌프	9

· 적용사례

- 공조기풍량 : 19.7 (%) 절감
- 난방에너지 : 10.4 (%) "
- 순환펌프 : 14.8 (%) "
- 송풍동력 : 19.5 (%) "

에너지	사용량 TOE	절감량TDE		절 감 액 (백만원)		절감률 (%)	
		실적	기대 효과	실적	기대 효과	실적	기대 효과
연 료	133	33	51	4.6	7.1	19.88	27.72
전 기	217	52	104	28.2	56.4	19.33	32.4
계	350	85	155	32.8	63.5	19.54	30.69

3. 결 론

대형건물의 전력사용 합리화는 조명 한등끄기 등 단순전력절감방식을 지양하고 BAS 활용 등 절전형 기자재를 이용한 미시적 전력사용 합리화를 통한 에너지 종합관리체제로 적극 추진되어 나가야 할 것이다.