



## 전력관리 효율화 운용방안 연구

김세동, 김지경, 정연해, 남기범, 정형용, 신만석, 이기철

### 1. 서론

우리나라는 경제 사회의 발전에 따라 에너지다소비 형태의 사회로 변모해가고 있으며 업무용건축물과 산업시설에서도 그 기능이 점차 다양화, 고도화, 고기능화해 짐에 따라 전력소비가 매년 급속히 증가하고 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 전력다소비 건축물을 중심으로 전력관리 운용실태를 조사 분석하고 전기설비의 에너지절약 운용을 위한 요소기술과 기법들을 검토하였다. 아울러 전력다소비 시설에 대한 전력관리 효율화 운용사례 조사를 통한 기술 분석 및 현장 계측을 실시하여 사용합리화 방안을 제시하였다.

### 2. 전력다소비 건축물의 전력사용실태 및 부하특성

#### 2.1 변압기시설용량의 변경현황

조사된 사무소용 건축물중 준공 당시보다 변압기 시설용량이 증가 또는 축소된 건물이 121개소중 48개소로 나타났다. 이중에서 변압기용량을 축소한 건물이 26개소로 조사되었다. 축소요인으로는 과다설계가 주요 요인으로 지적되었으며 이로 인하여 변압기 용량의 축소, 용도별 분리 축소한 것으로 나타났다.

#### 2.2 종합변전시설밀도 분석

종합변전시설밀도는 수용가에 시설된 전체 변압기시설용량에 대하여 단위면적당(총 연면적을 기준) 변압기시설용량을 표시하는 지수를 나타내며 표 1에서 보는 바와 같이 실태조사 결과 사무소용 건물의 경우 평균 종합 변전시설밀도는 87.8 VA/m<sup>2</sup>으로 분석되었다.

그리고 병원건물의 평균 종합변전시설밀도는 72.6 VA/m<sup>2</sup>으로 분석되었고 베드당 평균 종합변전시설밀도는 6,091 VA로 나타났으며 대형 병원일수록 변전시설밀도가 높은 것으로 분석되었다.

그리고 호텔의 실태조사 결과, 평균 종합 변전시설밀도는 160 VA/m<sup>2</sup>으로 분석되었으며 백화점의 경우 실태조사 결과, 평균 종합 변전시설밀도는 123.6 VA/m<sup>2</sup>으로 분석되었다.

표 1 연면적 기준 종합변전시설밀도의 적용실태

건물의 용도	건물수	종합변전시설밀도 (VA/m <sup>2</sup> )
사무소용 건물	121	87.8
병원	19	72.6
호텔	20	160
백화점	18	123.6
인텔리전트빌딩	2	152

#### 2.2 수용률 실태

수용률은 수용가에 시설된 전부하설비 용량에 대하여 실제로 사용되고 있는 부하의 최대

수요전력의 비율을 표시하는 지수로서 설비부하에 대하여 최대로 걸리는 부하량의 정도를 나타내는 값이며 전기설비 설계시에 수전설비의 용량이나 간선 등을 결정하는데 필요한 지수이다.

표 2는 건물 용도별 수용률의 적용실태를 나타낸 것이며 사무소용 건물의 경우 48.7%, 병원건물 40%, 호텔 32.2%로 조사되었고 백화점의 경우 38.5%로 나타났다.

표 2 건물 용도별 수용률 적용 실태

건물의 용도	건물수	수용률 (%)
사무소용 건물	36	48.7
		상가없는 건물(15개소) : 46.2%
		상가있는 건물(21개소) : 50.2%
병원	17	40
호텔	20	32.2
백화점	18	38.5

## 2.3 년간 최대수요전력의 발생 실태

### 1) 사무소용 건물

조사건물의 동절기, 하절기중의 월간 최대전력을 비교한 결과, 하절기의 변압설비 수용률(최대수요전력/변압기시설용량)은 58.6%, 동절기의 변압설비 수용률은 34.2%로 나타났다. 그리고 대형화된 건물일수록 하절기의 변압설비 수용률이 높게 나타났다. 이와같이 사무소용 건물은 여름철 냉방부하용으로 전력을 현저하게 많이 소비하고 있는 것으로 지적되어 하절기 냉방부하에 대한 적극적인 저감대책이 요구되고 있다.

특히 샘플 건물 28개소를 대상으로 건물 준공이후 년간 최대수요전력의 증가추이를 분석한 결과, 1990~1995년 사이의 5년간 최대수요전력의 증가율은 평균 14% 증가한 것으로 나타났고 1985~1995년사이의 10년간 최대수요전력의 증가율은 평균

35.2% 증가한 것으로 분석되었다.

최대수요전력의 증가요인으로는 사무자동화기기의 보급 증가, 대형 컴퓨터 보급 증가, 단위 에어컨시설의 증가, 외기 온도 상승 등으로 냉방부하가 증가하고 있는 것으로 분석된다.

일반적으로 전기설비 설계시 장래의 부하 증가에 대비해서 5~10년 정도 예견하여 설계에 반영하고 있는데 이에 대한 자료가 현재까지 전무한 실정이다.

### 2) 병원

조사대상 병원의 년간 최대수요전력의 현황 분석결과, 건물 준공당시보다 2배 이상 최대수요전력이 증가한 병원이 3개소로 나타났다.

증가 원인으로는 병원의 증축으로 인한 전기설비 용량의 확장과 하절기 냉방부하의 급증, 특수 의료장비의 도입 급증으로 분석된다.

그리고 건물 준공당시 보다 최대수요전력의 발생이 거의 변화가 없는 병원이 5개소로 분석되었으며 이의 원인으로는 당초 설계상의 변압기뱅크가 합리적으로 구성되어 있어 효율적인 전력관리가 이루어지고 있는 것으로 판단된다.

### 3) 호텔

조사대상 호텔의 년간 최대수요전력의 현황분석 결과, 건물 준공당시보다 1.4배 이상 최대수요전력이 증가한 호텔이 1개소로 나타났다. 증가 원인으로는 호텔의 증축으로 인한 전기설비 용량의 확장과 하절기 냉방부하의 급증으로 분석된다.

그리고 건물 준공당시 보다 최대수요전력의 발생이 거의 변화가 없는 호텔이 10개소로 분석되었으며 이의 원인으로는 당초 설계상의 변압기뱅크가 합리적으로 구성되어 있어 효율적인 전력관리가 이루어지고 있는 것으로 판단된다.

#### 4) 백화점

조사대상 백화점의 연간 최대수요전력의 현황분석 결과, 건물 준공당시보다 1.4배 이상 최대수요전력이 증가한 백화점이 2개 소로 나타났다. 증가 원인으로는 시설의 확장으로 인한 전기설비 용량의 확장과 조명부하의 향상 및 하절기 냉방부하의 급증으로 분석된다. 그리고 건물 준공당시보다 최대수요전력의 발생이 거의 변화가 없는 백화점이 7개소로 분석되었으며 이의 원인으로는 당초 설계상의 변압기뱅크가 합리적으로 구성되어 있고 또한 효율적인 전력관리가 이루어지고 있는 것으로 판단된다.

### 2.4 월부하특성 분석

#### 1) 병원

표 3은 1998년도 기준 지역별 월별 최대수요전력의 분포를 나타낸 것이며 대구지방과 부산지방의 경우에는 냉방기간이 5월부터 시작하여 10월까지 지속되는 것을 알 수 있다.

따라서 이에 대응한 에너지절약형 냉동기 시스템을 구축하여야 할 것이다.

그리고 냉동기 부하로 인하여 냉방기 계절동안의 최대수요전력은 중간기 계절과 난방기 계절보다 훨씬 높게 최대전력이 나타나고 있다. 반면에 중간기 계절과 난방기 계절에는 최대수요전력의 변화가 거의 없는 것으로 나타나고 있다.

#### 2) 호텔

1997년~1998년도 기준 지역별 월별 최대수요전력의 분포를 조사한 결과, 지역의 구분에 관계없이 냉방기간이 5월부터 시작하여 10월까지 지속되는 것을 알 수 있다 (표 4 참조).

표 3 병원의 월부하특성[단위 : kW]

지역별 월별	서울(17)	대전(12)	대구(2)	광주(19)	부산(9)
1	6086	600	1248	1200	1649
2	5962	637	1243	1200	1649
3	6029	622	1195	1250	1570
4	6077	572	1147	1250	1548
5	6566	504	1214	1250	1785
6	7949	572	1728	1600	1903
7	8889	1267	1953	1872	2023
8	8765	1325	1824	1973	2239
9	8285	1307	1651	1680	1980
10	6182	540	1742	1105	1476
11	6220	619	1156	1110	1576
12	6480	666	1161	1200	1620
동절기의 최대치	6480	666	1248	1200	1649
하절기의 최대치	8889	1325	1953	1973	2239
동.하절기의 증가율	137.2%	198.9%	156.5%	164.4%	135.8%

비고 : ( )의 번호는 병원명을 나타냄

표 4 호텔의 월부하특성[단위 : kW]

지역별 월별	서울(2)	서울(10)	경주(17)	부산(19)
1	3139	10897	1221	8110(15:33)
2	3058	10094	1062	8341(14:17)
3	3118	10699	1062	9381(16:33)
4	3658	12110	1566	10390(11:45)
5	4601	14968	1620	10473(14:38)
6	4977	14728	1674	12032(15:20)
7	4932	16942	1710	13010(15:21)
8	5004	16949	1752	12980(17:07)
9	4795	14717	1620	12050(14:42)
10	3550	13990	1656	11550(14:11)
11	3146	12182	1368	10210(15:05)
12	3233	10678	1296	9460(15:29)
동절기의 최대치	3233	10897	9460	1296
하절기의 최대치	5004	16949	13010	1752
동.하절기의 증가율	154.8%	155.5%	137.5%	135.2%

비고 : ( )의 번호는 호텔명을 나타냄

그리고 냉동기 부하로 인하여 냉방기 계절동안의 최대수요전력은 중간기 계절과 난방기 계절보다 150% 이상 높게 최대전

력이 나타나고 있는 건물도 있으며 이에 대응한 에너지절약형 냉동기 시스템을 구축하여야 할 것이다.

최대수요전력의 발생 시간대를 살펴보면 호텔의 특수성 때문에 오전 11시에서 부터 오후 18시 사이에 발생하고 있는 것을 알 수 있다.

### 3) 백화점

표 5는 1997~1998년도 기준 지역별 월별 최대수요전력의 분포를 나타낸 것이며 계절의 구분에 관계없이 냉방기간이 연간 내내 계속되는 것을 알 수 있다.

따라서 이에 대응한 에너지절약형 냉동기 시스템을 구축하여야 할 것이다.

또한 일부 백화점의 경우에는 냉방기 계절동안의 최대수요전력은 중간기 계절과 난방기 계절보다 150% 이상 높게 최대전력이 나타나고 있는 건물도 조사되었다.

표 5 백화점의 월부하특성 [단위 : kW]

지역별 월별	지역별			
	서울(1)	서울(2)	서울(3)	대구(15)
1	4429	11200	3438	2016
2	4429	10800	3330	1987
3	4429	10400	3420	1958
4	4429	10600	4392	2465
5	4429	11100	4410	2704
6	4429	12000	4464	2830
7	4429	12000	5140	3384
8	4361	11500	5112	3247
9	4241	12400	5022	3132
10	4241	10900	4554	2858
11	4206	10800	3402	2218
12	4206	11400	3465	2045
동절기의 최대치	4429	11400	3465	2045
하절기의 최대치	4429	12400	5140	3384
동.하절기의 증가율	100%	108.8%	148.3%	165.5%

비고 : ( ) 의 번호는 백화점명을 나타냄

### 2.5 일부하특성

표 6은 병원의 하절기 1일 부하특성을 나타낸 것이며 일반 사무소용 건물과는 달리 오전

8시부터 부하 가동이 급속하게 증가하기 시작하여 오후 6~8시까지 최대전력을 나타내고 있으며 피크 발생시간대는 오전 11시부터 오후 4시까지 계속되고 있음을 알 수 있다.

또한 병원의 특성상 야간시에도 계속적으로 일정 부하(조명부하 및 냉난방부하) 이상이 가동되고 있음을 알 수 있다.

표 6 병원의 일부하특성[단위 : kW]

병원명 시간	종합병원(2)	종합병원(7)	종합병원(19)
	96.8.6(화)	96.8.6(화)	95.7.10(화)
02	1000	1100	790
04		1100	1130
05	1000		
06		900	1100
08	1700	1450	1600
10		1900	1600
11	1850		
12		2000	1640
14	1850	2090	1620
16		2000	1620
17	1700		
18		1600	1900
20	1300	1400	1900
22		1200	1130
23	1150		
24		900	830

호텔의 하절기 1일 부하특성 조사결과, 일반 사무소용 건물 및 병원과는 달리 오전 8~9시부터 부하 가동이 급속하게 증가하기 시작하여 오후 7~8시까지 최대전력을 나타내고 있으며 피크 발생 시간대는 호텔별로 오전 11시부터 오후 5시 사이에 발생되고 있음을 알 수 있다.

백화점의 하절기 1일 부하특성 조사결과, 일반 사무소용 건물, 호텔, 병원 건축물과는 달리 오전 9~10시부터 부하 가동이 급속하게 증가하기 시작하여 폐장시간이 가까워지는 오후 17~18시까지 최대전력을 나타내는 것으로 나타났다.

그리고 19~20시부터는 사용부하가 크게 떨어지고 있음을 알 수 있다.


### 3. 검토 및 결론

- (1) 사무소용 건물과 병원, 호텔, 백화점 등과 같은 전력다소비 건축물을 조사한 결과, 전반적으로 효율적인 전력관리가 이루어지지 않고 있는 실정이며 수변전 설비, 조명설비, 전동력설비, 공조설비, 반송설비 및 심야전력 활용부문에서 초보적인 전력관리 방법을 사용하고 있는 것으로 나타났다.
- (2) 전력다소비 건축물에서 수용률의 적용은 설비의 효율적 이용면에서 매우 중요하며 실태조사 결과, 평균 수용률은 사무소용건물이 48.7%, 병원 40%, 호텔 32.2%, 그리고 백화점이 38.5%로 분석되었고 대부분이 합리적인 설계 및 전력관리가 이루어지지 않고 있음이 지적된다.
- (3) 전력다소비 건축물의 부하특성 분석결과, 건물의 용도 및 설비구성에 따라 부하특성이 다르게 나타났으며 최대전력의 발생 시간대는 사무소용 건물이 14~16시, 병원이 11~16시, 호텔이 11~18시,

백화점이 9~18시까지 계속되는 것으로 나타났다.

주요 발생원인으로는 병원의 경우, 특수의료기기의 급증과 냉방부하의 증가, 호텔의 경우, 대형 연회장의 이용 급증과 이로 인한 냉방부하의 증가, 백화점의 경우, 조명도의 향상으로 인한 냉방 부하의 사용 급증 등으로 분석되었으며 또한 대형 컴퓨터 및 OA기기의 사용이 증가되고 있는 것도 원인으로 지적되고 있다.

따라서 이에 대응한 에너지절약형 냉방시스템의 구성과 냉방부하를 효율적으로 제어하기 위한 기법의 적용이 요구된다.

- (4) 우리나라는 에너지의 대부분을 수입에 의존하고 있음에도 불구하고 에너지 소비 효율성은 매우 낮은 것으로 지적되고 있다. 앞으로 보다 합리적이고 체계적인 기술 분석을 통하여 효율적인 전력 관리를 통한 전기에너지 절감은 절실하다. 

※ 연구보고의 참고문헌은 지면상 생략하였음을 양해바랍니다.



로키 산맥 해발 3천미터 높이에 수목한계선인 지대가 있습니다.

이 지대의 나무들은 매서운 바람으로 인해 곧게 자라지 못하고

‘부릐뚱고 있는 모습’을 한 채 있어야 합니다.

이 나무들은 열악한 조건이지만 생존을 위해 무서운 인내를 발휘하며 지냅니다.

그런데 세계적으로 가장 공명이 잘 되는 명품 바이올린은

바로 이 ‘부릐뚱고 있는 나무’로 만든다고 합니다.

아름다운 영혼을 갖고 인생의 절묘한 선율을 내는 사람은

아무런 고난없이 좋은 조건에서 살아온 사람이 아니라 온갖 역경과 아픔을 겪어 온 사람입니다.

♥ 아침을 여는 지혜 중에서