

지하상가 부하설비의 사용특성과 전력관리 방안 연구

김 세 동^o, 최 도 혁*, 류 승 기**
 한국건설기술연구원 선임연구원^o, 연구원*, 연구원**

A Study on the Reasonable Power Demand Method and Load Characteristics in Underground Streets

Se-Dong Kim^o, Do-Hyuk Choi*, Seung-Gi Ryu**
 Korea Institute of Construction Technology

Abstract

This paper shows a reasonable power demand method and load characteristics in underground streets, that was made by the systematic and statistical way considering actual conditions, such as investigated electric equipment capacity, electric power consumption, load characteristics, etc for 13 underground streets.

1. 서론

계속되는 경제성장과 생활수준의 향상으로 전기에너지의 소비는 급격히 증가되고 있다. 특히 대규모 지하상가시설과 같은 전력다소비 시설에서는 부하설비의 사용특성에 적합한 효율적 전력관리에 의한 에너지절감은 물론 설계단계에서의 합리적인 전기설비설계가 요청되고 있다.

본 연구에서는 국내 지하상가시설의 설비구성과 가동특성을 고려한 전력사용 부하특성을 실측, 분석하고, 최대수요전력의 효율적 관리방안을 제시하여 전기설비 사용合理화를 도모하고자 한다.

2. 부하특성 분석

2.1 일부부하특성

그림 1은 하절기중 최대수요전력 발생일의 일부부하곡선을 나타낸 것이다. 전 부하기기의 가동특성을 살펴보면, 10시부터 부하 가동이 증가하기 시작하여 12시경에 최대 수요전력을 나타내고 있었고, 20시 까지 최대수요전력을 계속 유지하고 있는 것으로 분석되었다.

이중에서도 16시경에 1일중 최대수요전력을 나타내고 있었는데, 이의 원인으로는 일반동력과 냉동기 부하는 최대전력 발생동안에 일정하게 유지된 반면에 조명부하는 16시부터 20시까지 조금 더 증가하는 것으로 나타나 오후 시간대 부터 조명기기의 사용이 급증하고 있는 것으로 분석되었다.

일반 건축물과는 달리 상가시설의 특성상 점심시간대부터 저녁시간대 까지 부하 가동이 정상적으로 계속되고 있음을 알 수 있다.

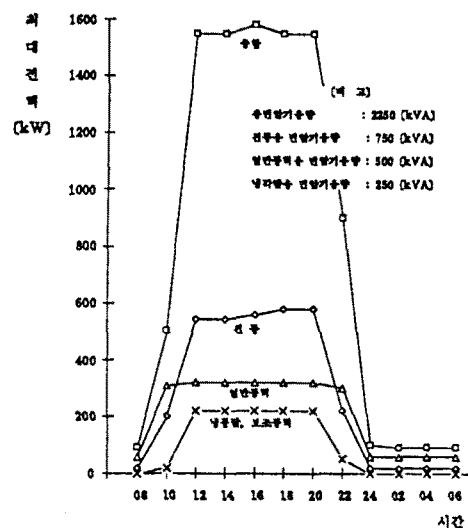


그림 1. 일 부하곡선

Fig.1 Daily load curve

2.2 주간 부하특성

K 지하상가(서울지역)의 일주일간 시간대별 부하전류의 사용현황을 조사한 결과, 주간 중 화요일부터 금요일까지는 12시 이후에 정상적인 부하가동이 시작되어 20시까지 변동없이 계속 가동되는 것으로 나타났다.

일요일(휴무일)의 경우 완전 폐점으로 부하 가동이 거의 나타나지 않았으며, 월요일에는 정상적인 부하가동이 14시 이후에 발생하고 있었고, 주(週)중에서 가장 늦게 상점들이 개점하는 것으로 분석되었다.

2.3 월 부하특성

그림 2는 N 지하상가(부산지역)의 월별 최대수요전력의 발생현황을 나타낸 것이다. 일반적으로 5월(빠른

경우에는 4월) 부터 10월(늦은 경우에는 11월) 까지 냉방 기기를 가동시키고 있음을 알 수 있고, 냉방기 계절동안의 최대수요전력은 중간기 계절과 난방기 계절보다 500~600[kW] 높게 최대수요전력이 발생되고 있었다.

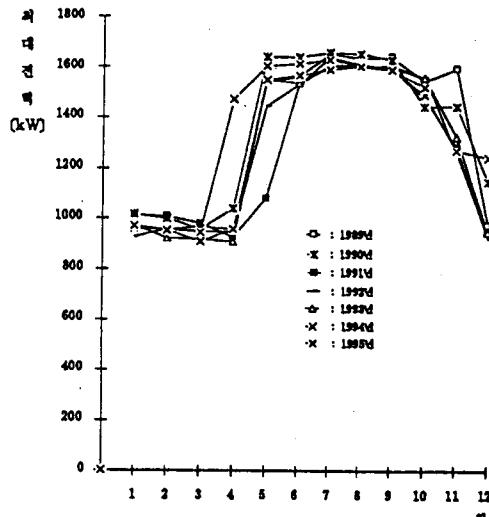


그림 2. 월 부하곡선
Fig. 2 Monthly load curve

또한 서울지역 K 지하상가의 월별 최대수요전력 실태 결과에 의하면, 대체로 6월부터 9월 까지 냉방기를 가동시키고 있음을 알 수 있고, 냉방기 계절동안의 최대수요전력은 중간기 계절과 난방기 계절보다 400~500[kW] 높게 최대수요전력이 발생되고 있었다.

3. 지하상가의 설비구성과 최대수요전력 현황

3.1 부하뱅크별 최대수요전력과 수용률 현황

지하상가의 주요 부하는 조명과 동력으로 대별할 수 있으며, 동력설비로는 냉동기 및 냉동기보조동력, 난방용, 소방용, 급배수용, 정화조용, 승강기용, 분수대시설용 등력 기기가 주요한 것이다. 이중에서 수변전설비의 용량 결정에 가장 크게 영향을 주는 것이 냉동기부하이다.

표 1은 N 지하상가에 있어서 1995년 7월에 발생된 최대 전력의 실측자료를 기초로 하여 뱅크별, 부하종류별 수용률의 적용실태를 분석한 것이다. 전체 부하설비기기에 대한 종합 수용률은 65%로 분석되었으며, 냉동기용 부하에 대한 수용률은 100%, 냉각탑 및 보조펌프용 부하에 대한 수용률은 82.4%, 일반동력용 부하에 대한 수용률은 44.7%, 조명용 부하에 대한 수용률은 52.3%로 분석되었다.

3.2 전력수요 증가 실태

표 2는 7개소 지하상가시설의 년간 최대수요전력을 나타낸 것이며, 조사 결과 '91~'95년 사이의 5년간 최대 전력은 평균 10.6%, '85~'95년 사이의 11년간 최대전력은 평균 22% 가 증가한 것으로 분석되었다.

표 1. 뱅크별, 부하종별 수용률 적용실태

Table 1. Status of demand factor by loads and/or transformer banks

부하 종류	부하설비용량 [kW]	변압기 용량 [kVA]	최대수요전력 [kW]	수용률 [%]
냉동기	470	750	470	100
냉각탑 및 보조펌프용	267	250	220	82.4
일반동력용	737.8			
- 난방용	(94.3)			
- AHU	(313.5)			
- 소방용	(154.2)			
- 급배수용	(76.8)	500	330	44.7
- 정화조용	(47.4)			
- E/S	(30.8)			
- 분수대용	(20.8)			
조명용	약 1,071.4 [kVA]	750	560	52.3
전체 용량	2,546.2	2,250	1,658	65

증가 요인으로는 상품연출용 조명기기의 보급과 더불어 밟고 분위기있는 지하상가 조명환경 조성으로 조명기기의 사용이 급증하고 있고, 아울러 조명열로 인한 냉방부하가 가중되어 냉방용 전력소비가 매년 증가되고 있는 것으로 분석된다.

또한, 일부 지하상가에서는 가스기기의 사용 대신에 전기레인지 사용함으로써 일반 콘센트부하가 크게 증가하고 있는 것으로 분석되었다.

표 2. 년간 최대전력의 증가 분포

Table 2. The increasing distribution chart of yearly peak load

[단위 : kW]

지하상가명 년도	F	G	I	N	L	D	K
1985			657			996	
1986			657			1,008	
1987			657			1,044	
1988			680	1,637		1,104	
1989			681	1,654		1,080	
1990			690	1,658		1,170	
1991	1,968		700	1,643	1,050	1,260	846
1992	2,268	1,370	706	1,611	1,080	1,217	852
1993	2,304	1,272	727	1,607	1,084	1,267	888
1994	2,052	1,348	750	1,633	1,109	1,289	900
1995	2,592		760	1,604	1,159	1,278	936
5년간('91~'95) 증가율 (%)	31.7		8.6	-2.4	10.4	1.4	10.6
11년간('85~'95) 증가율 (%)			15.7			28.3	

4. 최대수요전력의 효율적 관리방안

4.1 조명용 부하의 전력관리

최근 조명기준의 향상 및 상품전시용 조명기기의 개발과 더불어 지하상가의 밝은 조명 연출을 위한 분위기 조성의 봄으로 상가마다 많은 조명기기를 사용하면서 조명용 전력소비가 매년 크게 증가되고 있으므로 조명용 부하의 효율적인 관리가 필요하다.

(1) 보도조명용 부하는 가로등 전기요금을 적용받을 수 있도록 전용 배선으로 하여야 하며, 가능한 수전(受電)도 단독으로 하는 것이 바람직하다.

(2) 지하상가시설에 있어서 조명용 전력소비가 가장 큰 비중을 차지하고 있으므로 전자식안정기 및 고효율 램프, 고효율 반사갓 등을 채택하여 에너지절약을 도모한다.

(3) 지하상가시설에는 자연채광이 가능하도록 시설하는 것이 바람직하며, 천공조건에 따라서 인공조명과 병용하여 조명제어함으로써 에너지절감을 도모하도록 한다.

(4) 조명방식은 지하공간의 쾌적한 조명환경을 조성하기 위해서 보다 밝은 간접조명방식과 전반 매입조명방식을 병용하여 채택하며, 보도 및 광장, 점포 등에는 500lux 이상을 확보하는 것이 바람직하다.

4.2 동력용 부하의 전력관리

실태 결과, 수변전설비 용량에 크게 영향을 미치는 부하가 냉동기이며, 또한 냉방기의 최대수요전력을 발생시키는 부하이기도 하다. 따라서, 지하상가시설의 특성상 6 ~ 8개월 동안 계속되는 냉동기 부하에 대한 효율적인 전력관리가 요구된다.

1) 에너지절약형 냉동기시스템

표 3은 냉동기 방식의 종류를 비교한 것이며, 냉동기의 방식 선정에 따라서 최대전력 발생에 크게 영향을 미치게 됨으로 터보식, 왕복동식 냉동기 대신에 흡수식 냉동기를 채택하는 것이 바람직하다.

표 3. 냉난방시스템의 비교

Table 3. Comparison of HVAC

방식	냉방 시스템	난방시스템	작동원리 및 전기필요용량
흡수식 냉동기	가스	보일러 (가스,유류)	배열, 증기를 이용한 흡수식 냉방방식으로 부속동력용 부하용량만 산정
터보식 냉동기	전기	보일러 (가스,유류)	냉매가스를 전기보터로 회전 압축후 증발시 냉방을 이용하는 방식으로 1냉동론당 약 1kW 정도의 부하용량과 부속동력용 부하용량을 산정

2) 심야전력을 이용한 빙축열 냉방시스템

종래의 일반적인 냉방방식은 냉방이 필요한 시간에 냉동기를 직접 가동하는 방식인데 비하여 빙축열 냉방시스템은 심야전력을 이용하여 야간에 얼음 또는 냉수를 생산, 저장하였다가 낮시간대의 냉방에 이용하는 냉방방식으

로 최대전력을 크게 줄일 수 있고, 또한 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

① 이 방식은 심야전력을 이용하기 때문에 일반 냉방방식에 비하여 전기요금을 절반 수준으로 줄일 수 있다.

② 일반 냉동기방식에 비하여 40 ~ 60% 정도로 냉동기 용량을 줄일 수 있으므로 수전설비의 용량을 축소할 수 있고, 또한 수전설비의 초기투자비를 절감할 수 있다.

③ 냉동기를 고효율로 운전할 수 있으며, 축열조가 설치되어 있기 때문에 냉동기가 고장난 경우에도 단시간은 축열조의 냉열로 냉방부하를 처리할 수 있어 축열조가 없는 경우보다 양호한 상태로 실내 온도를 유지할 수 있다.

3) 자가용발전설비의 가동에 의한 피크제어

지하상가시설에는 자가용발전설비가 설치되어 있으므로 부하특성을 면밀히 검토하여 목표전력을 초과하는 최대수요전력에 대해서는 자가용발전설비가 분담하도록 설비 개선을 한다.

5. 검토 및 결론

(1) 하절기 주간(週間) 중의 일부부하특성은 10시 부터 부하가동이 증가하기 시작하여 12시~20시 까지 최대전력을 계속 유지하고 있고, 1일중 최대수요전력은 16시경에 나타나는 것으로 분석되었다. 월부하특성은 지역과 계절에 따라 다소 다르지만, 4~5월에 냉방이 시작되어 10~11월 까지 계속되며, 냉방기간이 대략 6~8개월 동안 지속되는 반면에 중간기 계절이 매우 짧고, 난방기 계절이 2~3개월 정도이다.

(2) 1985년도 이후 7개소 지하상가시설의 년간 최대수요전력 발생현황 조사결과, '91~'95년 사이의 5년간 최대수요전력은 평균 10.6% 가 증가한 것으로 분석되고, '85~'95년 사이의 11년간 최대수요전력은 평균 22% 가 증가한 것으로 분석되었다. 증가요인으로는 조명기준 향상과 신조명기기의 보급으로 조명용 전력이 가장 크게 급증된 것으로 지적되었다.

(3) 부하종별 수용률을 분석결과, N 지하상가시설의 경우에 냉동기용 부하에 대한 수용률은 100%, 냉각탑 및 보조펌프용 부하에 대한 수용률은 82.4%, 일반동력용 부하에 대한 수용률은 44.7%, 조명용 부하에 대한 수용률은 52.3%로 분석되었다.

(4) 최대수요전력 발생에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 냉방부하이며, 지하상가시설의 특성상 6 ~ 8개월 동안 계속되는 냉동기 부하에 대한 효율적인 관리가 요구된다. 따라서, 에너지절약형 냉동기시스템 및 심야전력을 이용한 빙축열 냉방시스템의 채택, 자가용발전설비의 가동에 의한 피크제어방법 등의 검토가 요청된다.

참 고 문 헌

- 1) 김세동 외, 지하생활공간 개발 요소기술 연구(전원설비 분야), 전기연95-ME-1401, 1995
- 2) 大仙壓司, 自家用受變電設備の受電設備容量, 電氣と工事, No.3, 1996
- 3) 山崎武志, 山崎地下街アセリヤの電氣設備と防災対策, 建築防災, No. 4, 1987
- 4) Raymond L. Sterling, John Carmody, Underground Space Design, Van Nostrand Reinhold, 1993