

지하상가시설의 조명용 변전용량 기준설정에 관한 연구

(A Study on Design Requirements of Lighting system in Underground Streets)

金世東* · 崔度赫**
(Se-Dong Kim · Do-Hyuk Choi)

요 약

본 연구는 국내 지하상가시설의 부하특성과 수요증가 현황, 조명용 변전시설밀도 등을 실측, 조사하여 합리적이고 통계적인 조명용 변전용량의 적정 설계를 위한 기준을 설정하여 제시하며, 조명설비의 합리적 설계에 의한 전기설비 사용 합리화를 도모하고자 한다.

Abstract

This paper shows a reasonable design standard of lighting system in underground streets, that was made by the systematic and statistical way considering actual conditions, such as investigated lighting transformer capacity, electric power consumption for lighting, load characteristics, etc for 5 underground streets.

1. 서 론

최근 조명기준의 향상 및 장식용 조명기구가 개발 보급되고 있고, 더욱이 지하상가의 밝은 조명연출을 위한 분위기 조성의 붐이 일어 상가시설의 조도수준은 매우 높아지고 있으며, 조명용 전력소비가 급증하고 있는 것으로 지적된다. 조명설비설계는 지하공간시설의 용도, 사용목적, 조명방식(자연채광과 인공조명의 병용)등을 고

려하여 계획되어야 하며, 가능한 조명설계의 합리화를 위해서 조명설비 전력을 적정화하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 국내 지하상가시설의 부하특성과 수요증가 현황, 조명용 변전시설밀도 등을 실측, 조사하여 이를 토대로 합리적이고 통계적인 조명용 변전용량의 적정설계를 위한 기준을 제시한다.

2. 조명부하 특성 및 적용실태 분석

2.1 일 부하특성

그림 1은 N 지하상가시설의 하절기중 일부하

*正會員：韓國建設技術研究院 先任研究員 / 技術士

**正會員：韓國建設技術研究院 研究員 / 팀장

接受日字：1996年 1月 19日

곡선을 나타낸 것이다. 조명용 부하는 12시 부터 20시 까지 최대전력이 발생되고 있으나, 특히 18~20시경에 최대피크전력이 발생되는 것으로 나타났다.

이와같은 특성은 일반 건축물과는 달리 저녁시간대에 조명부하가 가장 많이 소비되는 것으로 분석되고, 상가시설의 특성상 매장분위기 연출을 위한 장식용 고휘도 조명기기가 많이 사용되고 있는 것으로 나타났다.

2.2 조명용 변전시설밀도 및 부하밀도

본 실태조사에서는 조명용 변압기의 용량과 단위면적(점포면적과 보도면적을 기준)을 기준으로 변전시설밀도를 분석하였으며 표 1에서 보는 바와 같이 점포면적과 보도면적 기준시 평균 조명용 변전시설밀도는 66.2VA/m²로 분석된다.

그러나, 국내 2개소의 지하상가시설은 일본 아젤리아 지하상가시설과 비슷하게 변압기시설이 설치되어 있는 반면에 조명수준은 일본의 1/2~2/3정도로 나타났다. 그리고 국내 2개소의 지하상가시설은 일본 아젤리아 지하상가시설에 비하여 매우 적게 나타났다.

점포당 제한용량을 기준으로 하였을 때의 조명

용 부하밀도는 평균 138.5W/m²로 분석된다. 그러나, 일본 Azalea 지하상가에 적용된 점포당 조명용 부하밀도와는 많이 차이가 있음을 알 수 있다.

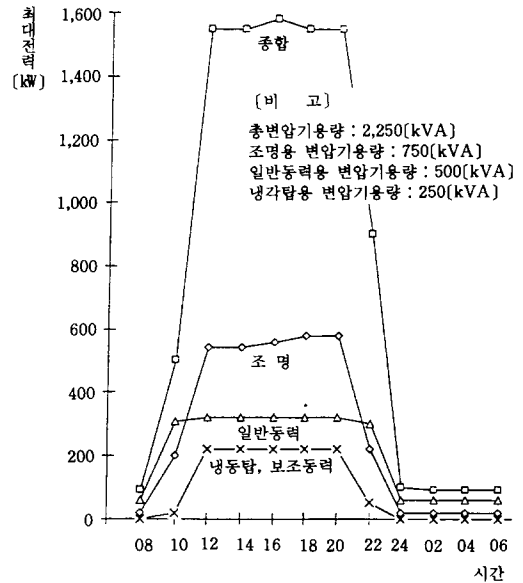


그림 1. 일 부하곡선
Fig. 1. Daily load curve

표 1. 조명용 변전시설밀도 및 부하밀도

Table 1. Load density and substation facility density for lighting

지하상가시설명	조명용 변전시설밀도 (점포면적과 보도 면적 기준)	조명용 부하밀도 (점포당 제한용량을 기준)	조명 수준
국내 N	54.1 VA/m ²	166.7 VA/m ²	보도 : 250~270 lx 중앙홀 : 100 lx
L	85.1 VA/m ²	143.7 W/m ²	보도 : 200 lx
D	85.7 VA/m ²	113.6 W/m ²	보도 : 390~440 lx
K	39.8 VA/m ²	130.0 W/m ²	보도 : 200 lx
평균	66.2 VA/m ²	138.5 W/m ²	
일본 Azalea	86.1 VA/m ²	설계기준 - 물품판매점 : 전등 200VA/m ² - 식료품점 : 전등 150VA/m ² 동력 60W/m ² - 가스를 사용하는 음식점 전등 150 VA/m ² 동력 60 W/m ² - 가스를 사용하지 않는 음식점 : 전등 150 VA/m ² 동력 800 W/m ²	조명기준 - 보도 : 500 lx - 광장 : 400~600 lx - 점포 : 500 lx

2.3 조도수준 및 조명방식

조도수준은 표1에서 보는 바와 같이 일본에 비하여 현저하게 낮게 유지하고 있었으며, 조명방식은 전반조명방식과 간접조명방식이 적용되고 있다. '90년대 이전에 건설된 지하상가시설은 전반조명방식으로 직부형 형광등기구를 설치하고 있고, '90년대 이후에 건설된 지하상가시설은 간접조명방식과 다운라이트방식을 병용하여 채택하고 있다.

그리고 상가의 종류에 따라 다소 다르지만, 상가내에는 할로겐(HQI 150W, 매입하면 개방형), 삼파장램프(26W, 매입), 할로겐스포트(50W) 및 형광등 (40W×2, 매입하면개방형)등을 사용하고 있다. 또한 국내의 지하상가시설에는 자연채광을 채택하고 있는 시설은 없었다.

따라서, 지하생활공간의 방재안전을 위한 조명의 확보는 물론, 보다 밝고 쾌적한 조명환경의 조성을 위해서는 자연채광 및 인공조명이 병용된 조명환경을 조성하는 것이 요구된다.

일본의 경우에는 천창구조식으로 지하공간을 개발하여 자연채광이 가능하며, 따라서 자연채광과 인공조명을 병용하여 쾌적한 실내 조도를 확보하고 있고, 또한 보다 밝은 간접조명방식을 채택하고 있다.

2.4 조명용부하의 수용률

수용률은 수용가에 시설된 전 부하설비용량에 대하여 실제로 사용되고 있는 부하의 최대전력의 비율을 표시하는 지수로서 설비부하에 대하여 제대로 걸리는 부하량의 정도를 나타내는 값이며,

표 2. 수용률
Table 2. Demand factor

부하종류	부하설비용량 [kW]	변압기 용량 [kVA]	최대 전력 [kW]	수용률 [%]
조 명 용	약1,071(kVA)	750	560	52.3
전 체 용 량	2,546.2	2,250	1,658	65

- 비고 : 1) 최대전력은 1995년 7월에 발생된 최대전력의 실측자료를 기초로 한 것임.
 2) 종합 수용률에서 적용한 최대사용전력은 지하상가시설 준공이후 최대값을 기준.
 3) 조명용 부하용량은 변압기용량에 수용률 70%(내선규정 참조)를 적용하여 추정함.

변전설비의 용량이나 간선 등을 결정하는데 필요한 지수이다.

표 2는 N 지하상가시설의 수용률 적용실태를 분석한 것이다. 전체 부하설비기에 대한 종합 수용률은 65%로 분석되었으며, 조명용 부하에 대한 수용률은 52.3%로 분석되었다.

2.5 조명용 부하의 수요증가율

지하상가시설에 있어서 전력사용량에 가장 큰 영향을 미치는 것은 조명부하로 지적된다. 상품에 대한 구매욕구는 조명효과가 가장 큰 영향을 주는 관계로 한 상가에서 새로운 장식용 고휘도 조명기구를 사용할 경우에는 전 상가에 까지 확산되어 하루 아침에 조명용 사용전력은 크게 증가하는 현상이 야기된다. 이로 인하여 일부 지하상가시설의 경우에는 과부하로 인하여 변압기가 폭발한 사례도 있다. 이러한 특성을 고려하여 효율적인 조명설비의 관리가 필요하다.

실태결과, 계절과 지역에 따라 다르지만, 지하상가시설의 특성상 냉방기간이 4~5월에 시작하여 10~11월까지 계속되는 것으로 나타났으며, 냉방부하가 가동되기 전월(前月), 즉 중간기 계절에 사용되는 부하가 대부분이 조명부하이므로 3~4월의 조명부하 증가현황을 살펴본다.

그림 2는 D 지하상가시설의 월별 최대전력의

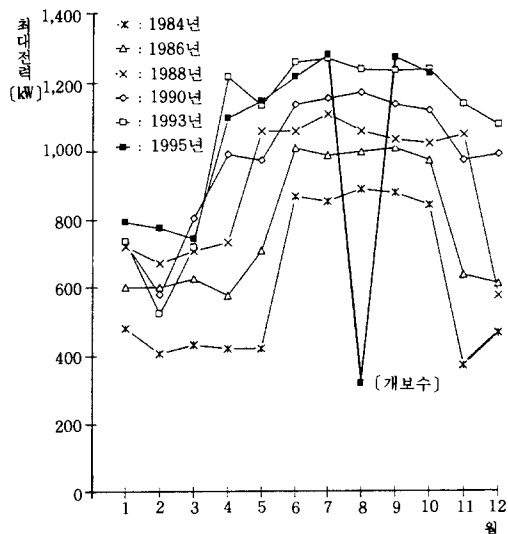


그림 2. 월별 최대전력의 발생주이
Fig. 2. Monthly peak loads after 1984

발생추이를 나타낸 것이며, 3월을 기준으로 하여 1984년도 부터 1995년 사이의 최대전력은 432kW에서 742kW로 증가하였고, 12년 사이에 약 70%가 증가한 것으로 분석된다.

K 지하상가시설의 경우에 4월을 기준으로 하여 1991년도 부터 1995년 사이의 최대전력은 390kW에서 468kW로 증가하였고, 5년 사이에 약 20%가 증가한 것으로 분석된다.

이와같이 점포용 조명기준의 향상 및 장식용 조명기구가 개발 보급되고 있고, 더욱이 지하상가의 밝은 조명연출을 위한 분위기조성의 붐이 일어 상가시설의 조도수준은 매우 높아지고 있으며, 조명용 전력소비가 급증하고 있는 것으로 분석된다.

3. 검토 및 결론

본 연구는 지하상가시설의 부하특성과 전력사용실태를 중점적으로 분석하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 지하상가시설은 일반건축물과는 달리 저녁 시간대에 조명용 부하의 최대전력이 발생되고 있고, 최근 조명기준의 향상으로 조명용 전력의 수요증가는 계속 되리라 예상되며, 효율적인 조명용 전력관리가 필요하다.

(2) 국내 지하보도 상가의 조명수준은 매우 낮게 나타났으며, 보도 및 광장, 점포 등에는 500 lx 이상을 확보하여 보다 밝은 조명환경을 조성하여야 한다.

(3) 조명방식은 지하공간의 쾌적한 조명환경을

조성하기 위해서 보다 밝은 간접조명방식과 전반 매입조명방식을 병용하여 채택하는 것이 바람직하다.

(4) 지하보도 조명용부하는 가로등 전기요금을 적용받을 수 있도록 전용 배선으로 하여야 하며, 방재안전상 조명의 중요성을 고려하여 가능한 수전(受電)도 단독으로 하는 것이 바람직하다.

(5) 지하상가시설의 용도와 사용목적을 고려하여 조명용 부하밀도를 설정하여야 하며, 경제성장에 따른 조도수준의 향상과 관련한 부하증가에 측 등을 종합하여 고려한다. 실태결과 및 관련기준 등을 감안하여 점포면적과 보도면적 기준시 조명용 변전시설밀도는 70VA/m² 이상 확보하는 것이 바람직하다.

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

참고 문헌

- 1) 久保登夫, 地下街アゼリア, 日本電氣設備學會誌, 1992, Vol.106, No.6
- 2) 玉置正和, 地下空間利用ガイドブック, 清文社, 1994
- 3) 水田義明, 地下環境制御とエキスパートシステム, 山海堂, 1993
- 4) 宿谷昌則, 光と熱の建築環境學, 1991
- 5) R.L. Sterling and J. Carmody, Underground Space Design, Van Nostrand Reinhold, 1993
- 6) 지철근 외, 건물의 수용률 및 부등을 기준설정에 관한 연구, 조명전기설비학회지, 1991, Vol.4, No.1
- 7) 김세동 외, 지하생활공간 개발 요소기술 연구(전원설비 분야), 건기연95-ME-1401, 1995.

◇ 著者紹介 ◇



최 도 혁(崔度赫)

1962년 3월 9日生. 1988년 崇實大學校 電氣工學科 卒. 1991년 同大學院 卒. 現在 同大學院 博士課程. 現在 韓國建設技術研究院 機電研究室 研究員/팀장.

연구員/팀장.



김 세 동(金世東)

1956년 3월 3日生. 1980년 漢陽大學校 電氣工學科 卒. 1986년 同大學院 卒. 1995년~현재 서울市立大 電子工學科 博士課程. 韓國電力公社

(1980~1984) 勤務. 現在 韓國建設技術研究院 機電研究室 先任研究員. 技術士. 當學會 編修委員.