

지하상가시설의 부하특성을 고려한 전기설비 설계기준 설정에 관한 연구

(A Study on the Design Standard of Electrical Installations and Load Characteristics in Underground Streets)

金世東*
(Se-Dong Kim)

요 약

대규모 지하상가시설과 같은 전력다소비 시설에 있어서 전력의 효율적 이용에 의한 에너지절감은 물론 설계단계에서의 합리적인 전기설비설계가 요청되고 있다. 본 연구에서는 우리나라 지하상가시설의 부하특성에 적합한 전기설비 설계기준을 도출하기 위하여 지하상가시설의 설비구성 및 가동특성을 고려한 전기설비 현황 및 전력사용 부하특성을 실측, 조사하여 전기설비용량의 합리적 설계를 위한 부하종별 변전시설밀도와 수요증가율, 수용률 기준을 설정하여 제시한다.

Abstract

With a rapid growth of national economics and living standard, electrical energy consumption markedly increased. We need to evaluate possible electricity losses and to develop efficient techniques for electricity savings. This paper shows a reasonable design standard of substation facility density 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 8 underground streets.

1. 서 론

우리나라는 급속한 경제성장과 도심지의 집중 개발로 지하철과 연계된 대규모 지하상가시설이 증가하고 있으며, 이와같은 전력다소비 시설에서

의 전력의 효율적 이용에 의한 에너지절감은 물론 설계단계에서의 합리적인 전기설비설계가 요청되고 있다. 따라서, 우리나라 지하상가시설의 부하특성에 적합한 합리적이고 통계적인 부하종별 변전시설밀도와 부하밀도에 대한 적용 기준이 요구되며, 보다 정확한 장래 전력수요 예측이 필요하다.

*正會員 : 斗원공업전문대학 전기과 교수
接受日字 : 1996年 9月 10日

본 연구에서는 국내 지하상가시설의 설비구성 과 가동특성을 고려한 전기설비 현황 및 전력사용 부하특성을 실측, 조사하여 변전시설용량의 합리적인 설계를 위한 부하종별 변전시설밀도와 수요증가율, 수용률 기준을 제시한다.

2. 부하특성 분석

그림 1은 K 지하상가시설의 계절별 일부하곡선(사용전압은 22.9[kV], 변류비는 300/5[A])을 나타낸 것이다. 전 부하기기의 가동특성을 살펴보면, 10시부터 부하 가동이 증가하기 시작하여 12시경에 최대수요전력을 나타내고 있었고, 20시 까지 최대수요전력을 계속 유지하고 있는 것으로 분석되었다. 일반 건축물과는 달리 상가시설의 특성상 점심시간대 부터 저녁시간대 까지 부하가동이 정상적으로 계속되고 있음을 알 수 있다.

계절별 부하특성을 살펴보면, 냉방기 계절은 중간기 계절의 2배 이상 최대 수요전력이 발생하는 것으로 조사되었고, 난방기 계절에는 다소 높게 나타났다. 따라서, 최대수요전력 발생에 가

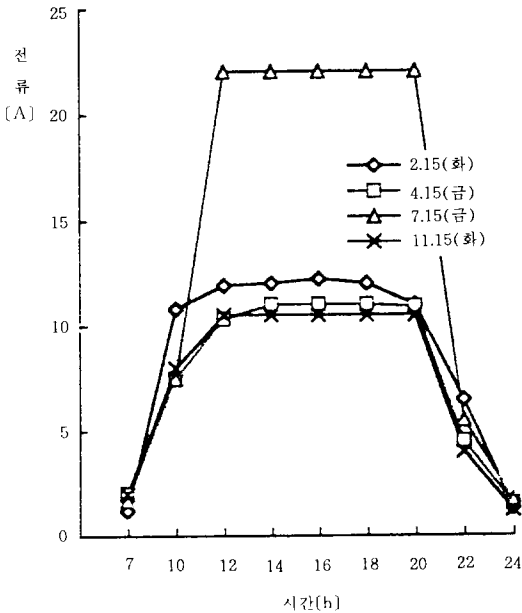


그림 1. 일 부하곡선
Fig. 1. Daily load curve

장 크게 영향을 주는 것은 냉동기 부하이므로 에너지절약형 냉동기시스템(흡수식냉동기, 빙축열 등)의 채택으로 효율적인 전력관리가 요구된다.

3. 변전시설밀도와 부하밀도의 적용 실태 및 기준(안)

3.1 부하종별 적용실태 및 기준(안)

3.1.1 조명용 변전시설밀도와 부하밀도

1) 적용실태 및 조명부하의 특성

가) 적용실태

본 실태조사에서는 조명용 변압기의 용량과 단위면적(점포면적과 보도면적을 기준)을 기준으로 변전시설밀도를 분석하였으며, 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 점포면적과 보도면적 기준시 평균 조명용 변전시설밀도는 66.2[VA/m²]로 분석된다.

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 점포 조명용 부하밀도는 평균 138.5[VA/m²]로 분석된다. 그러나, 일본 Azalea 지하상가에 적용된 점포당 조명용 부하밀도와는 많이 차이가 있음을 알 수 있다.

나) 규정상의 검토

사무실, 상점, 은행 등의 표준부하밀도는 30[VA/m²], 다방 등의 표준부하밀도는 20[VA/m²]이며, 상점의 진열창에 대하여는 진열창 폭 1[m]에 대하여 300[VA]를 별도로 계상하도록 규정하고 있다.

다) 조명부하의 특성과 수요증가 현황

지하상가시설에 있어서 전력사용량에 가장 큰 영향을 주는 부하는 조명부하로 지적된다. 일례로, 한 지하상가에서 새로운 상품전시용 조명기구를 사용할 경우에는 전 지하상가에 까지 확산되어 하루 아침에 조명용 사용전력은 크게 증가하는 현상이 야기된다. 이로 인하여 변압기의 과

표 1. 조명용 변전시설밀도 및 부하밀도

Table 2. Substation Facility Density and Load Density for Lighting

지 하 상 가 시 설 명	조명용 변전시설밀도 (점포면적과 보도면적 기준)	조명용 부하밀도 (점포당 제한부하용량을 기준)	조명수준
국 내 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
평 균	66.2 VA/m ²	138.5 W/m ²	
일 본 아젤리아	86.1 VA/m ²	설계기준 - 물품판매점 : 전등 200VA/m ² - 식료품점 : 전등 150VA/m ² - 음식점 : 전등 150VA/m ²	조명기준 - 보도 : 500 lx - 광장 : 400~600 lx - 점포 : 500 lx

부하로 변압기가 폭발한 사례도 있다.

지하상가시설의 특성상 냉방부하가 가동되기 전월(月)인 경우에 주로 사용되는 부하가 대부분이 조명부하이다. 따라서, D지하상가시설의 경우에 3월을 기준으로 하여 1984년 이후 최대사용전력의 증가 추이를 조사한 결과, 1984년도부터 1995년 사이의 3월 기준 최대전력은 432 [kW]에서 742[kW]로 증가하였고, 12년 사이에 약 70(%)가 증가한 것으로 분석된다.

최근 조명기준의 향상 및 상품전시용 조명기기의 개발과 더불어 지하상가의 밝은 조명 연출을 위한 분위기 조성의 붐으로 점포마다 예전에 비해 많은 조명기기를 사용함에 따라 조명용 전력소비가 매년 증가되고 있는 것으로 분석된다.

2) 설계기준(안)

(1) 지하상가시설의 용도와 사용목적을 고려하여 조명용 부하밀도를 설정하여야 하며, 경제성장에 따른 조도수준의 향상과 관련한 부하증가예측 등을 종합하여 고려한다.

(2) 조명방식은 지하공간의 쾌적한 조명환경을 조성하기 위해서 보다 밝은 간접조명방식과 전반매입조명방식을 병용하여 채택하는 것이 바람직하며, 보도 및 광장, 점포 등에는 500[lx]이상을 확보하는 것이 바람직하다.

(3) 지하상가시설의 조명설비는 중요도에 따라 크게 보도조명용, 비상조명용(방재센터, 각종 설비의 운전조작에 필요한 장소의 조명, 정상 조명부하의 1/3 정도 확보), 일반 조명용(점포, 사무

실 등)으로 구분한다. 보도조명용 부하는 가로등 전기요금을 적용받을 수 있도록 전용 배선으로 하며, 수전도 단독으로 하는 것이 바람직하다.

(4) 지하상가시설에 있어서 조명용 전력소비가 가장 큰 비중을 차지하고 있으므로 전자식안정기 및 고효율 램프, 고효율 반사갯 등을 채택하여 에너지 절약을 도모하여야 한다.

(5) 지하상가시설에는 자연채광이 가능하도록 시설하는 것이 바람직하며, 천공조건에 따라서 인공조명과 병용하여 조명제어함으로써 에너지 절감을 도모하도록 한다.

3.1.2 일반동력용 및 냉동기용 변전시설밀도와 부하밀도

1) 적용실태와 규정상의 검토

가) 적용 실태

(1) 일반 동력용

본 실태조사에서는 일반동력용 변압기의 용량과 단위면적(점포면적과 보도면적을 기준)을 기준으로 일반동력용 변전시설밀도를 분석하였으며, 지하상가시설마다 일반동력용으로 적용되는 부하종류가 다소 차이는 있지만, 표 2에서 보는 바와 같이 점포면적과 보도면적 기준시 일반동력용 변전시설밀도는 30~54[VA/m²]정도가 적용되고 있는 것으로 분석된다.

반면에 일본 Azalea 지하상가시설의 경우에는 167.4[VA/m²]가 적용되었으며, 국내 수준의 4배 이상이 되는 것으로 분석된다.

(2) 냉동기용

표 2. 일반동력용 변전시설밀도 및 부하밀도

Table 2. Substation Facility Density and Load Density for Power

지하상가명	일반동력용 변전시설 밀도 (점포면적과 보도면적 기준)	일반동력용 부하밀도 (점포면적과 보도면적 기준)	적 용 부 하
국 내 N	36.1 VA/m ²	53.3 W/m ²	- 난방, AHU, 소방, 급배수, 정화조, E/S용, 분수대 등
L	30.9 VA/m ²	34.4 W/m ²	- 소방, 급배수, 정화조
D	53.6 VA/m ²	39.1 W/m ²	- 난방, AHU, 소방, 급배수, 정화조 등
K	39.8 VA/m ²	42.8 W/m ²	- 냉각탑 보조동력, 난방, AHU, 소방, 급배수, 정화조 등
평 균	40.1 VA/m ²	42.4 W/m ²	
일 본 아젤리아	167.4 VA/m ²	설계기준 - 식료품점 : 동력 60W/m ² - 가스를 사용하는 음식점 : 동력 60W/m ² - 가스를 사용하지 않는 음식점 : 동력 800W/m ²	- 냉동기 보조동력용, 난방, AHU, 소방, 급배수, 정화조, E/S용, 분수대시설 등

표 3. 냉동기용 변전시설밀도 및 부하밀도

Table 3. Substation Facility Density and Load Density for Chiller

지하상가명	냉동기용 변전시설 밀도 (점포면적과 보도면적 기준)	냉동기용 부하밀도 (점포면적과 보도면적 기준)	적 용 부 하
국 내 N	72.1 VA/m ²	53.3 W/m ²	- 터보식 냉동기, 냉각탑 및 보조동력
L	30.9 VA/m ²	61.6 W/m ²	- 흡수식 냉난방 겸용
D	냉동기용 : 42.9 VA/m ² 냉각탑 및 보조동력용 : 80.4 VA/m ²	냉동기용 : 42.0 W/m ² 냉각탑 및 보조동력용 : 42.0 W/m ²	- 스크류식 냉동기
K	39.8 VA/m ²	33.9 W/m ²	- 터보식 냉동기, 냉각탑 및 보조동력 제외

수변전설비에 가장 큰 영향을 미치는 냉동기 부하는 그 방식에 따라 소요전력이 크게 다르며, 터보식 냉동기(냉매가스를 전기모터로 회전 압축후 증발시 냉방), 흡수식 냉동기(배열, 증기를 이용한 흡수식 냉방) 및 스크류식 냉동기의 적용에 따라 변전용량 결정이 크게 다르다.

실태조사 결과, 표 3에서 보는 바와 같이 냉동기용 변전시설밀도는 31~72[VA/m²]정도가 적용되고 있음을 알 수 있고, 냉동기의 적용 방식에 따라 변압기뱅크 구성이 크게 다르다.

나) 규정상의 검토

내선규정에 의하면 전동기부하의 산정은 개개

의 표시된 정격전류(전부하전류)를 기준으로 하여 부하용량을 산정하도록 규정하고 있다. 다만, 일반용 전동기일 경우에는 그 정격출력에 따른 규약전류(설계기준치)를 정격전류로 적용할 수 있다.

그리고, 엘리베이터, 에어컨디셔너 또는 냉동기 등 특수한 용도의 전동기부하의 산정에는 그 전동기 또는 기기의 명판에 표시된 정격전류외의 특성 및 사용방법을 기준으로 하여 산정하도록 규정하고 있다.

다) 관련 문헌상의 부하밀도

일반적으로 건물의 규모 및 용도, 냉방시스템

의 방식(터보식, 흡수식)을 고려하여 유사한 건물의 조사데이터를 토대로 단위면적당의 부하용량, 즉 부하밀도를 추정하여 설비용량을 산정하고 있다.

일본 전설공업협회의 자료에 의하면, 일반동력과 냉방동력, 냉동기용을 포함하여 75~78[VA/m²] 정도로 제시하고 있고, 냉동기용으로는 38[VA/m²] 정도 제시하고 있다.

그러나, 국내 67개소 사무소용 건물의 동력용(냉동기 포함) 변전시설밀도는 평균 61.3[VA/m²]로 분석되었고, 터보식냉동기를 설치한 66개소 사무소용 건물의 냉동기용 변전시설밀도는 평균 31.7[VA/m²]로 분석되었다.

2) 설계기준(안)

(1) 일반적으로 설계 당초에 동력설비 및 냉동기의 형식 결정은 기계 설계에서 결정이 된 다음 전기부하 조건이 결정됨으로 사전에 기계설계 담당자와 충분한 협조가 이루어져야 한다.

앞에서 설명한 바와 같이 동력부하용량을 산정하는 경우에는 각 전동기의 부하조건, 입력조건, 사용전압, 기동방식 등을 가능한 정확히 파악하여 산정하여야 한다. 아울러, 동력설비는 용도별, 운전기간별, 비상동력용으로 구분하여 변압기 배크 구성을 계획하는 것이 바람직하다.

(2) 수변전설비에 가장 큰 영향을 미치는 냉동기 부하는 그 방식에 따라 소요전력이 크게 다르며, 터보식 냉동기에서는 1냉동톤당 1(kW) 정도의 부하용량과 부속동력용 부하용량을 산정하며, 흡수식 냉동기에서는 가스를 연료로 사용하기 때문에 부속동력용 부하용량만을 산정한다.

따라서, 냉동기를 흡수식으로 채택하는 경우에는 냉동기용 부하가 크게 축소되어 별도의 냉동기용 변압기를 설치하지 않을 수 있다.

(3) 지하상가시설은 장래의 부하증가에 대하여 변전용량의 증설이 쉽지 않으므로 경제성장에 따른 쾌적 환경의 조성과 관련하여 보다 정확한 부하증가 예측을 하여야 한다.

실태 결과 및 관련 기준 등을 고려하여 일반동력용 변전시설밀도는 점포·보도면적 기준시 45[VA/m²] 이상 고려하는 것이 바람직하고, 냉동기용 변전용량은 냉동기의 형식과 부속동력을 고려하여 산정한다.

3.2 종합변전용량과 수용률, 수요증가율의 적용실태 및 기준(안)

1) 적용실태

가) 종합 변전시설밀도 및 부하밀도

본 실태조사에서는 총변압기시설용량과 단위

표 4. 종합 변전시설밀도 및 부하밀도

Table 4. Total Substation Facility Density and Load Density

지 하 상가명	N	종합 변전시설 밀도[VA/m ²]		종합 부하밀도 [W/m ²]		종합수용률[%]	냉동기부하
		전 연면적 기준	점포·보도 면적 기준	전 연면적 기준	점포·보도 면적 기준		
국 내	N	126.8	162.3	143.5	183.7	65	터보식
	L	122.7	146.9	181.7	217.5	43	흡수식
	D	210.7	262.5	197.1	245.5	56.3	스크류식
	K	124.2	149.3	143.3	186.9	40~50	터보식
	E	96.0					터보식
	F	163.2	209.8				빙축열
	G	170.6					공냉식
	I	154.9					터보식
평 균		146.1	186.2	166.4	208.4	54.8	
일 본 아젠틸리아		196.1	276				가스식 3기 터보식 1기

비고 : 1) 전연면적의 기준은 총연면적에서 주차장 면적을 제외한 면적임.

2) 변압기시설 용량은 주변압기의 용량을 기준으로 함.

면적을 기준으로 하는 종합 변전시설밀도 및 전 부하설비용량과 단위면적을 기준으로 하는 종합 부하밀도를 분석하였다.

실태조사 결과, 표 4에서 보는 바와 같이 냉동기의 형식과 적용 부하특성, 종합 수용률 등이 다르지만, 국내 8개소에 적용한 종합 변전시설밀도는 전체 연면적 기준시 평균 146.1[VA/m²]로 분석되고, 점포·보도·사무실 면적 기준시 종합 변전시설밀도는 186.2[VA/m²]로 분석된다.

그리고, 종합 부하밀도는 전체 연면적을 기준하여 평균 166.4[W/m²]로 분석되고, 점포·보도·사무실 면적 기준시 208.4[W/m²]로 분석된다.

일본 아젤리아 지하상가시설의 경우에는 국내의 적용실태보다 50~90[VA/m²]이상 높게 시설되어 있음을 알 수 있다.

나) 수용률

실태 결과 표 4에서 보는 바와 같이 N 지하상가시설의 종합 수용률은 65(%), L 지하상가시설의 수용률은 43(%), D 지하상가시설의 종합 수용률은 56.3(%로 나타났고, 종합 수용률의 평균값은 54.8(%로 분석되었다.

부하종별 수용률 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.

다) 장래의 수요증가율

표 5는 1985년도 이후 7개소 지하상가시설의 연간 최대사용전력치를 나타낸 것이며, 조사 결과 '91~'95년 사이의 5년간 최대사용전력의 증가율은 평균 10.6(%가 증가한 것으로 분석된다. 그리고, '85~'95년 사이의 11년간 최대사용전력의 증가율은 평균 22(%가 증가한 것으로 분석된다.

증가요인은 조명기준의 향상 및 상품전시용 조명기기의 개발 보급으로 인한 조명부하가 증가되고 있고, 가스기기의 사용 대신에 전기레인지를 사용함으로써 일반 콘센트부하가 크게 증가하고 있는 것으로 분석된다.

특히, 앞에서 지적한 바와 같이 D지하상가시설의 경우에 중간기 계절인 3월을 기준하여 1984년도 부터 1995년 사이의 최대전력은 432[kW]에서 742[kW]로 증가하였고, 12년 사이에 약 70(%가 증가한 것으로 분석된다. 이와

표 5. 연간 최대사용전력의 증가분포
Table 5. The Increasing Distribution Chart of yearly Peak Loads

[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	1,653	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	

같이 조명기기의 사용 급증으로 인한 조명 발열로 냉방부하가 가중되어 냉방용 전력소비가 매년 증가되고 있는 것으로 분석된다.

반면에 조명기준의 향상 및 상품 전사용 신조명기구의 사용이 증가되고 있음에도 불구하고, 일부 지하상가시설의 경우에는 적극적으로 점포별 조명사용량의 제한 관리를 실시하고, 또한 에너지절약형 냉동기시스템을 채택함으로써 최대사용전력의 효율적인 관리를 실시하여 최대전력의 증가율이 낮은 곳도 있다.

2) 설계기준(안)

(1) 지하공간시설의 규모, 용도, 냉동기 형식, 부하 용도(일반/비상부하, 계절부하, 조명부하 등), 부하종별 특성을 고려하고, 정전 및 전기화재사고에 대비한 변전설비의 합리적인 배크 구성을 하여야 한다.

(2) 부하밀도는 부하종별 특성과 수용률, 장래의 수요증가율을 고려하여 관련 기준과 실태자료를 토대로 적정하게 설정하여야 하며, 종합부하밀도(전 연면적 기준)는 $170(W/m^2)$ 이상 확보하는 것이 바람직하다.

(3) 수용률은 부하종별 특성을 고려하여 관련 기준과 실태자료를 토대로 적정하게 설정하여야 하며, 냉동기용 부하는 100[%], 냉동기 보조동력용 부하는 85[%], 일반동력용(난방용, 급수용, 소방용, 정화조용, 승강기용, 분수대용, 기타) 부하는 55[%], 조명용 부하는 60[%] 정도를 확보하는 것이 바람직하다.

(4) 일반적으로 장래의 부하증가에 대비하여 5~10년 정도 예견하여 설계에 반영하는 것이 바람직하다. 지하상가시설의 조명기준 향상과 부하종별 특성을 고려하여 관련 기준과 실태 자료를 토대로 적정하게 설정하여야 하며, 5년간 최대전력의 평균 증가율은 10[%], 10년간 최대전력의 평균 증가율은 20[%] 이상을 반영하는 것이 바람직하다.

4. 검토 및 결론

본 연구에서는 우리나라의 지하상가시설 특성을 고려한 합리적인 부하종별 변전시설밀도와 수

요증가율, 수용률 기준(안) 설정을 위하여 지하상가시설의 부하특성과 전력사용실태를 중점적으로 분석하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 하절기 주간(週間)중의 일부부하특성은 10시부터 부하가동이 증가하기 시작하여 12시~20시까지 최대전력을 계속 유지하고 있고, 1일중 최대수요전력은 16시경에 나타나는 것으로 분석되었다.

(2) 월부하특성은 지역과 계절에 따라 다소 다르지만, 4~5월에 냉방이 시작되어 10~11월 까지 계속되며, 냉방기간이 6~8개월 동안 계속되는 현상이 발생함으로써 이에 대응한 에너지절약형 냉동기시스템의 채택이 요구된다.

(3) 실태 결과, 4개소 지하상가시설의 종합 수용률은 52.2%로 나타났으며, 전반적으로 설비이용면에서 비효율적으로 관리되고 있음이 지적되고 있다. 부하종별 수용률 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) 실태결과 및 관련 기준을 감안하여 점포면적과 보도면적 기준시, 조명용 및 일반동력용 변전시설밀도는 각각 $70(VA/m^2)$, $50(VA/m^2)$ 이상 고려하는 것이 바람직하고, 냉동기용은 냉동기 형식과 부속동력을 고려하여 산정한다.

(5) 1985년도 이후 7개소 지하상가시설의 연간 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.

(6) 수용률은 장래의 수요 증가 및 부하종별 특성을 고려하여 냉동기용 부하는 100[%], 냉동기 보조동력용 부하는 85~90[%], 일반동력용(난방용, 급수용, 소방용, 정화조용, 승강기용, 분수대용, 기타)부하는 55~60[%], 조명용 부

하는 65~70[%]를 적용하는 것이 적합하다고 판단되었다.

참 고 문 헌

- 1) 김세동 외, 지하생활공간 개발 요소기술 연구(전원설비분야), 건기연95-ME-1401, 1995
- 2) 지철근 외, 건물의 수용률 및 부등률 기준설정에 관한 연구, 조명전기설비학회지, Vol.4, No.1, 1991
- 3) 大仙 壓司, 自家用受變電設備의受電設備容量, 電氣と工事, No. 3, 1996
- 4) 山岐 武志, 山岐地下街アゼリアの電氣設備と防災對策, 建築防災, No. 4, 1987
- 5) 渡部餘四浪, 地下建築物のデザイン手法, 丸善(株), 1986
- 6) 八木幸二, 地下空間の인 디テール, 디テール 95冬季號, 1988
- 7) 吉田君夫, 名古屋セントラルベーク地下街の建築と設備, 建築設備, 1989
- 8) 正置正和, 地下空間利用ガイドブック, 青文社, 1994
- 9) Raymond L. Sterling, John Carmody, Underground Space Design, Van Nostrand Reinhold, 1993
- 10) Jonathan D. Sime, Safety in the Built Environment, London New York, 1989
- 11) John Carmody, Design for People in Underground Facilities, Van Nostrand Reinhold, 1993

◇ 著 者 紹 介 ◇



김 세 동(金世東)

1956年 3月 3日生. 1980年 漢陽大學校 電氣工學科 卒. 1986年 同大學院 卒. 1995年~現在 서울市立大 電子工學科 博士課程. 1980~1984年 韓國電力公社. 1984~1997年 韓國建設技術研究院 首席研究員. 斗源工業專門大學 電氣科 教授. 技術士. 當學會 編修委員.