

# 建築物 負荷計算 方法의 적정화

(The Optimum Method of Electrical Load Calculation in Office Building)

## 1. 서 론

### 차 례

- 1. 서론
- 2. 건축물 전기부하계산의 목적과 문제
- 3. 건축물의 전기적 분류
- 4. 전동기등 개별부하량 계산의 모순

### 이 경 식

(화인엔지니어링 대표)

건축물의 전기설비 계획의 근간은 부하량을 어떻게 계산하여 적용하느냐에 있다고 말할수 있다. 간단하게 보면 실비부하의 단순한 합산과 수용율, 부등율 등의 적용만으로도 가능하다고 하겠으나 이들의 기초요소가 불완전하거나 단순한 예상 또는 가정치 일때 실질결과와 많은 차를 낳게 되고 미래대처와 비정상시에 대한 대처가 어려워지게 된다. 실제 건축물의 전기설비 계획이나 설계시의 부하설비량의 계산은 실제 시설되는 부하 즉 현실성에 기초하여야 하나(어떻게 보면 나열되는 부하의 정상상태하에서의 운전부하) 경미한 고장상태가 유지되면서 운전될 때의 부하량 증가, 고장상태하에서의 부하량 증가, 사고상태하에서의 부하량 증가는 물론 OA, FA, HA등에 따르는 부하의 자연증가등의 장래성이 함께 고려되어야 하는것이다. 또한 현실부하의 계산도 단순히 노출되는 전동기의 출력전력의 정격이나 방전등의 정격출력으로 단순히 계산될때 문제를 안게 되는 것이다.

## 2. 건축물 전기부하계산의 목적과 문제

전기설비의 부하량을 계산하는 목적을 크게 대별하면 전력회사와의 전기 사용량 계약을하기 위한 전력수급용과 전기설비를 시설하기 위한 전기설비

시설용도로 분류할수있다. 전력수급용(계약 최대 전력 및 계약전력의 결정, 전기공급규정 제15조내지 제19조)은 전기공급규정에 의한 현실부하계산으로 그목적을 달성할수 있으나 전기설비 시설용은 그리 단순하지가 않아 부하계산상 현실성이 충분히 고려 되어야 함은 물론 허용되는 고장상태하에서의 운전 부하, 부하의 동정특성, 기기의 열화, 피구동체의 이상에 의한 부하증가는 물론 투개폐시의 이상현상, 지락 및 단락 상태하에서도 정하여진(허용되는) 시간내에서 안전할수 있도록 함은 물론 장래성이 고려되어 계산되고 결정되어 시설되어야 한다.

전기설비 시설용 부하가 충분히 고려된 경우에는 전력수급용 부하는 언제든지 변경이 용이하나 전기설비시설용 부하가 잘못된 경우에는 무리가 반드시 따르게 된다. 우리나라의 경우 전기설비 시설이 고려된 부하계산 방법이나 적정량등을 제시하여주는 기준치가 없어 안타까운 실정이며 이들을 계산하기 위한 기초요소인 수용용 부동율등의 최소치하나 제시된것이 없어 크나큰 문제로 대두되고 있는 것이다.(수용용 표-3참조) 실제 계획, 설계, 전기설비설치 시에는 전기설비 시설용으로 부하를 계산하여야 한다는 것을 누구나 인정하고 있으나 초기투자의 적정성이나 무지에 의해 잘시행되질 않고 있다.

예를들어 건축물의 부하설비중 전동기 부하가 차지하는 비율은 60~80%에 달하나 전동기 부하계산 방법은 매우 다양하다.

- (1) 내선규정에 의한 규약전류를 활용하기도 하고
- (2) 출력 나누기 역율, 효율등으로 계산하기도

하고 동시에 부하율도 함께 고려하기도 하며

(3) 실제 설치하는 전동기의 전부하 전류를(혹은 운전부하전류) 조사하여 입력 부하량을 계산하기도 한다.

(2)의 방법은 어떤 특정 기기의 경우는 맞을수도 있으나 대부분의 경우 역율, 효율, 부하율등이 가정 또는 예정수치로 오차를 내포하고 있고 또한 고장시 반드시 원래의 기기설치를 보장할수 없다는 결점이 발생한다. (3)의 경우도 고장시 반드시 동일 제품이 설치된다는 보장이 없어 위험부담이 있다. 또한 (2), (3)의 경우 운전상태하에서의 고장전류(전동기의 경우 종별에 따라 다르기는 하나 부하전류가 20~40%이상 증가하여도 운전이 되므로)를 감당할수 있다는 보장이 없게 된다. 그러므로 (1)의 경우와 같이 규약 전류를 적정하게만 설정한다면 이를 적용하는것이 시설용으로 적절함을 알수 있다.

이런경우는 방전등의 경우도 같아서 일정역율에 대한 입력 기준이 설정되어 시설부하계산에 적용됨이 타당하다고 보는 것이다.

(표-1, 표-2 참조, 기타상세한 사항은 다음 3항 참조)

### 3. 건축물의 전기적 분류

각종 건축물의 부하는 설계자 또는 시공자(이하 시설자라 칭한다)가 계획하고 설계한 의도대로 시설되어 큰 변경없이 사용하는 공장, 업무용 건물, 학교 등의 건축물 즉 부하설비가 어느정도까지는 확정상

표 1. 단상 전동기의 전부하시 입력

용 량		내선규정	공급규정	KS. 일반용	US. NEC	각제작자 평균
HP.	KW.	VA.	W.	VA.	-	VA.
1/20	0.035	230	35	-	-	210~270
1/12	0.065	310	65	-	-	295~350
1/8	0.1	450	100	510	-	440~508
1/4	0.2	667	200	720	667	630~710
1/2	0.4	1,127	400	1,110	1,127	950~1,050
1	0.75	1,840	750	-	1,840	1,690~1,780

주기: 1. 일반용 밀폐형 기준

2. 모든부하는 전부하 전류를 기준하여 계산한 입력임.

표 2. 삼상 전동기의 전부하시 입력

용 량		내선규정	공급규정	KS. 일반용	US. NEC	각제작자 평균
HP.	KW.	VA.	W.	VA.	VA.	VA.
1/4	0.2	624	267	-	485	420~650
1/2	0.4	1,110	534	797	797	980~1,210
1	0.75	1,665	1,000	1,434	1,317	1,520~1,700
1 1/2	1.5	2,253	2,000	2,072	2,356	2,100~2,280
3	2.2	3,846	2,933	3,825	3,291	3,080~3,900
5	3.7	6,027	4,932	6,055	5,196	5,075~6,100
7 1/2	5.5	9,006	7,332	8,764	7,967	7,800~9,000
10	7.5	11,778	9,998	11,155	10,739	9,900~11,800
15	11	16,320	14,663	16,731	15,241	14,800~17,000
20	15	22,518	19,995	21,512	20,784	19,800~22,500
25	18.5	27,336	20,961	27,089	-	24,800~27,500
30	22	32,217	24,926	31,869	29,444	28,500~33,000
40	30	43,302	33,990	41,430	39,836	38,750~43,500
50	37	55,425	41,921	51,788	48,496	47,500~56,200
60	45	65,817	50,985	61,348	-	58,500~66,500
75	55	79,674	62,315	76,485	-	71,800~80,120
100	75	107,388	84,975	98,794	-	95,380~115,000
120	90	124,707	101,970	-	-	111,000~135,000
150	110	152,421	124,630	143,410	-	134,000~165,000
175	132	173,205	149,556	167,311	-	150,000~185,000

- 주 기 : 1. 내선규정, 공급규정, US. NEC 등은 각종 전동기의 평균 입력을 기준한 것으로 규약 용량으로 볼 수 있으나 KS 기준은 4극 밀폐형 A종을 기준한 것임. US. NEC의 경우 저속 또는 고토르 크 전동기의 경우 상향 조정하도록 정하고 있음.
2. 모든 부하는 전부하전류를 기준으로 계산한 입력임.
3. 제작자 평균값은 4~6극 기준의 밀폐형 A종 일반형 기준값임.

표 3. 우리나라의 제규정상 수용율

전 기 공 급 규 정		내선규정 205-10조. 간선의 전선용기		
부하설비(kw)	승율(%)	용량별(KVA)	수용율	비 고
0~75	100	0~10	100	전등, 소형, 전기, 기계, 기구
76~150	85	10초과*	50	주택, 기숙사, 여관, 호텔, 병원, 창고
151~225	75	10초과**	70	학교, 사무실, 은행
226~300	65			
300kw 초과	60			

태에서 운전되어지는 것과(이하 확정상태의 부하라 칭한다) 시설자의 의도대로 기본적 시설을 하여주면 이를 기본으로 하여 부하 설비의 한계적 유동성을 갖고 사용자 편의대로 운전되는 부하 즉 일정범위의 부하 유동이 가능한 주택, 상업용 건축물, 시한적 제품을 생산하는 생산공장등의 확정되지 아니한 부하가 운전되는 비확정상태의 건축물 부하설비로 구분할 수 있다.(이하 비확정상태라 칭한다.) 확정상태의 부하는 현실적으로 설치되는 부하에 충실하면서 고장상태 또는 미소한 부하 증가에 대처만 하면 충분하며 증설등에 대비하는 공간여력만 고려한다면 부하에 대한 대처는 충분하다고 말할 수 있다.

그러나 비확정상태의 부하는 사용용도에 큰 변화가 없는 한 누가 사용하여도 안전하여야 하는 시설을 요하는 부하로서 주택등이 그 좋은 예라고 할 수 있다. 주택의 경우 기본적으로 있다고 할 수 있는 배선과 개폐기 시설을 하여주면 등기구, 가전제품등의 부하설비는 사용자 의도대로 변형이 가능하여 설계나 시공자에 의한 정확한 계획이나 예측이 불가능하고, 부하변동에 대한 파악이나 대처가 용이하지 않다. 중요한 이유는 사용자의 무지라고 할 수도 있으나 책임을 지워줄 사유는 되지 않고 시설자등의 철저한 대처만이 최선책이라고 보는 것이다. 주요 부하변동 사유도 가정생활의 개선(가정전화)과 편의성요구 증대 및 미적 감각의 개선(어떻게 보면 주거환경 개선) 요구등에 기인하고 이들의 요구는 억제나 통제가 어려운 이상 이에 대한 대처만이 최선책임을 유의하여야 한다. 실제 이러한 시설 측면을 고려하여 건물내에 최소한의 시설을 유도하기 위하여 자율추천 규정인 내선규정 제205-1조는 건물의 부하상정 방법과 표준상정 부하량(VA/m<sup>2</sup>)을 제시하고는 있으나 적용여부는 전기사용자의 임의에 맡겨져 있어 지속되는 부하 증가에 대처할 방법이 없으며 우리나라의 전력부하 현실 조사 및 부하증가에 대한 예측, 통계등의 연구조사 부족으로 우리 현실 적용에 어려움이 따르고 수용율등도 50%, 70%등으로 단순히 정하고 있는점 등 많은 보완요소를 갖고 있다. 규정상 정하고 있는 내용은 일본과 같지만 최소의 부하시설량으로서 적용에는 많은 차이가 있으며 미국의 경우는 NEC(강제규정은 아님, 일부주 제외) 220-2절에 건물별 일반조명 부하밀도를 정하고 있고(최소치, 단위면적당 최소

전동부하량과 내선규정상 정하고 있는 부하량이 거의 같으므로 실제로는 많은 차이가 있음.) 220-10절내지 220-40절에는 수용율 등을 정하고 있으며 이들은 IES의 경우도 같다. 그러므로 이런 비확정상태의 건축물은 실제 신설초기에 시설되는 부하를 기준하여 전기시설을 할 것이 아니고 현실성, 장래성(선진 외국의 예등도 충분히 검토하여 고려하고) 등이 충분히 고려된 최소한의 통계학적 적정부하량을 제시하여 적용케 함으로서(단위 면적당 부하량 제시등) 부적절한 전기설비의 증설방지에 큰 도움이 되고 생활환경개선등이나 부하의 자연증가에 대처하기가 용이하여지고 간접적으로는 안전확보에 도움을 줌은 물론 안정 전원공급에도 큰 도움이 됨을 알 수 있다.(선진국의 경우 실제 조도나 소비전력등은 보통 10년에 2배 정도씩 증가하고 있으므로)

#### 4. 전동기등 개별부하량 계산의 모순

전2항에서도 언급하였듯이 전동기 부하의 부하입력량을 계산하는 방법은 다양하나 우리나라의 경우는 내선규정상 규약전류치가 있을뿐 적정 부하 입력치의 기준이 없으나 미 NEC의 경우 제430-6절은 설비측면에서 전동기 회로의 적용과 부하산정 방법(표430-147내지 430-150)등을 정하고 있는데 특이한 것은 전동기 회로의 부하산정은 특수한 경우(저속 또는 고티크)를 제외하고는 명판에 표시된 실전류 부하를 부하계산의 기준으로 잡지않고 NEC가 정하고 있는 전류를 기준하도록 정하고 있어 우리의 경우와 판이하다는 것이다.(우리의 경우 내선규정 305-1에 전동기 명판에 기재된 실사용 부하가 원칙이고, 일반 전동기의 경우는 규약전류를 적용할 수 있음) 이 NEC 내용은 CEC나 IEE의 경우도 같다. 이런사유는 초기 설치된 전동기등이 고장등으로 교체될때 반드시 부하량이 같을 수 없다는 점과 건축물 설계시 전동기 규격외에 특성을 잘알수 없고 각 제작자의 부하특성이 다 다르다는데 있다. 그러므로 외국의 경우는 실질적인 전기시설 측면에서(물론 부하변동이 예상되지 않는 확정부하는 제외) 생산되고 있는 동일규격의 제품중 적정치(범오나 제규정상 허용되는 최대치등)를 선정하여 기준화함으로써 어느 정도의 부하유동 또는 증가에 대처할 수 있게

표 4. 각종 규격상 방전등 입력기준

등기구종별, 규격	공급규정 입력W.	내선규정(VA)	KS. 보통용(VA)
형광등 10W.	10+ 3= 13	14~ 23	23
20W.	20+ 4= 24	27~ 37.5	37.5
30W.	30+ 5= 35	41~ 62	62
40W.	40+ 6= 46	52~100	52~100
1/110W.	110+ 7= 117	142~156	156
2/110W.	220+ 10= 230	-	-
수은등 100W.	100+ 20= 120	130~200	200
200W.	200+ 30= 230	240~380	380
250W.	250+ 35= 285	300~420	420
300W.	300+ 40= 340	360~500	500
400W.	400+ 50= 450	460~660	660
700W.	700+ 70= 770	820~1,180	1,180
1,000W.	1,000+ 100= 1,100	1,160~1,660	1,660

- 주기: 1. 내선규정은 역율등을 저역율, 고역율등으로 구분하고 있으며 입력이 적은것은 고역율, 많은것은 저역율이며 220V. 용을 기준함.  
 2. 전기공급규정은 입력기준으로 역율 명시가 없음.  
 3. KS는 저역율의 보통형 기준값.

합이 안전확보에 유리함을 알수 있다.(표-1, 표-2 참조)

이경우는 대부분의 전등부하를 점유하고 있는 방전등의 경우도 마찬가지다. 우리나라의 경우 전기공급 규정 제15조에 전기사업자와의 계약 최대전력의 결정기준에 관한 사항중에 “가산W. 수”라고 하여 안정기등의 소비전력을 고려토록 하고는 있으나(표-4 참조) 실질입력과 많은 차가있어 시설물 시설기준으로서의 적용에는 어려움이 있고 내선규정도 같기는 하지만 형광등과 수은등에 한정되어 있어 문제이다. 실제 전기설비 설치상 필요한 요소는 전류량이므로 그 입력은 피상입력(VA)으로 표시되어야 하나 출력 또는 유효입력(WATT)등으로 표시될때 관계되는 제반계수(역율, 효율등)의 부정확으로 입력

전류산출에 어려움이 있게 된다.

이런이유로 제외국의 규정은 모든 부하량을 피상 전력(VA)으로 표시토록하고 있으며 우리의 경우도 피상 전력 기준으로 입력 값을(기준값)을 제시하여 각종 전기설비가 적절히 시설되도록 유도하여야 한다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 전기설비기술 기준에 관한 규칙
- 2) 내선규정
- 3) 미 NEC, 캐나다 CEC, 영 IES등
- 4) 제작자 카다록의