

냉방전력과 그 절감방안(상)

글/한전 전력경제처 수요계획부

목 차

1. 서 언
2. 냉방부하의 추정방법과 현황
 - 2.1 냉방부하 개념
 - 2.2 냉방부하 추정방법과 향후 전망
 - 2.3 향후 냉방부하 전망
3. 냉방부하의 전력수급 현황
4. 냉방부하 절감방안
 - 4.1 요금제도에 대응하는 부하곡선의 변화
 - 4.2 빙축열 및 가스냉방으로의 대체
 - 4.3 최대전력제어방법
 - 4.4 냉동기의 DUTY CYCLE 운전
 - 4.5 최적기동정지
 - 4.6 조명제어
 - 4.7 외기도입제어
 - 4.8 냉방기의 역률관리
5. '93 수요관리 중점 추진사항
6. 합리적 전기사용을 위한 전기인의 역할

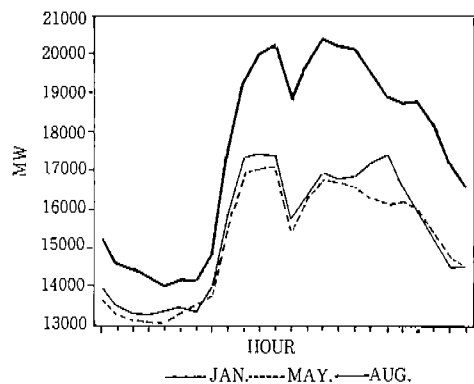
1. 서 언

전력 에너지의 합리적 사용은 불필요한 전기사용을 억제하고 규제하는 것이라기 보다는 전기 이용의 효율을 증대시키자는 것이다. 이러한 의미에서 사용자와 사업자의 공동이익을 만족하는 범위내에서 전

기를 어떻게 효율적으로 공급하고 사용할 것인지에 대한 수요측 관리(DSM)전략이 최근 많은 관심을 끌고 있다. 전반적인 전력계통의 부하관리 방안은 연재를 통해 이미 다룬 바가 있으므로 본고에서는 전력회사에게는 연피크를 높여 전력회사 설비투자요인을 유발하고 수용가에게는 순간적인 피크 상승에 의해 높은 요금을 부담케 하는 냉방부하를 중심으로 기술하고자 한다.

아래 그림은 계절별 일부하곡선을 비교해 본 것이다. 사계절이 뚜렷한 우리나라의 경우 냉난방부하가 없는 5월은 자연적 성장 추세에도 불구하고 1월보다 오히려 낮아 난방부하 증가현상을 볼 수 있다. 그러나 아직까지 전기난방은 냉방에 비해 매우 낮은 단

'92 계절별 일부하곡선



계이다. 따라서 하계의 냉방부하가 우리나라 전력부하 규모를 결정지으며 그림에서 보듯 타 계절보다 매우 크다. 냉방전력 절감이 곧 수요관리의 관건이 되고 있다.

2. 냉방부하의 추정방법과 현황

2.1 냉방부하의 개념

여름철 최대부하는 계절요인에 거의 영향을 받지 않는 기저부하와 기상요인이나 생활수준의 향상에 따라 변하는 냉방부하로 이루어지는 것으로 볼 수 있다. 기저부하분은 경제지표(GNP)나 산업활동 수준에 의해 서서히 움직이고 있으나 냉방부하는 기상요인의 변동과 냉방기기의 보급률에 따라 빠르고 불규칙적으로 변화하고 있다.

일반적으로 냉방분석을 위한 하계 계절부하의 구성요소를 검토해 보면

- 쾌적한 주거 및 근무환경을 위한 주택, 사무실 또는 작업장의 냉방
- 식품의 보존 및 제빙을 위한 냉장용 전력
- 농업용수의 공급 및 농작물 건조를 위한 농사용 전력
- 정밀기계 운영 및 보존을 위한 공조 및 냉방설비의 전력사용분 등이 있는데 연구목적과 논의의 전개에 따라 무엇을 냉방부하로 볼 것인가가 달라진다.

이러한 요소들을 단순화하기 위해 냉방부하에 영향을 미치는 효과를 두가지로 분석해 보기로 한다. 첫째로는 에어컨 보급대수에 의해 결정되는 보급(Stock)효과이고 둘째로는 기상요인의 변동에 의해 결정되는 이용(Utilization)효과이다. 위에서 언급된 하계 계절부하를 관찰해 본다면 이러한 두가지 효과를 포함하고 있다. 정밀기계 운영을 위한 공조부하나 식품의 보관 및 제빙을 위한 냉장전력은 산업활동이나 경기에 따라 변동하고 가정용 사무실 냉방 등은 기상요인의 변동에 매우 민감하다. 최근 2년간의 8월 이상 저온현상에 의해 냉방부하의 규모는 크게 늘지 않았으나 에어컨 보급 증가율은 매우 높았으므로 언제든지 냉방부하가 높게 시현될 가능성이

있다. 본고에서는 이러한 점을 감안, 다음과 같은 분석방법들을 통해 다양하게 냉방부하의 규모를 추정하고 그 특성을 보기로 한다.

- 이용률을 주된 요인으로 한 분석
 - 기상요인에 의한 민감도 분석법
- 보급률과 이용률을 동시에 감안한 분석
 - 냉방기기 보급 및 소비행태 조사 분석법
 - 5월부하와 피크를 이용 분석

2.2 냉방부하의 추정과 향후 전망

가. 기사요인에 의한 민감도 분석법

- 모형식

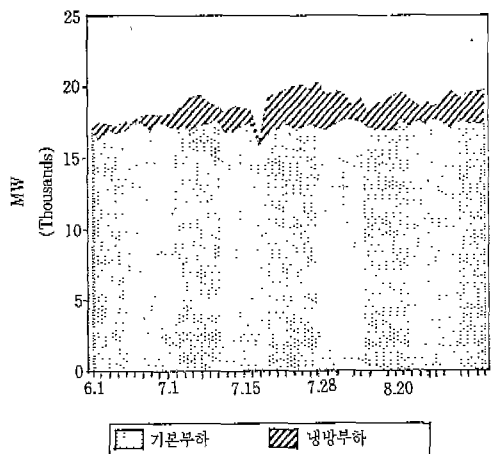
하계 15시 전력부하와 당일 불쾌지수와의 상관관계를 분석하여 불쾌지수 증가에 따른 냉방부하 민감도를 추정하는 방식이다.

모형식 : 여름철 15시 부하

$$= \text{기본부하} + \text{기상민감도} \times \Delta\text{thi}$$

(추세증가)(계절성부하)

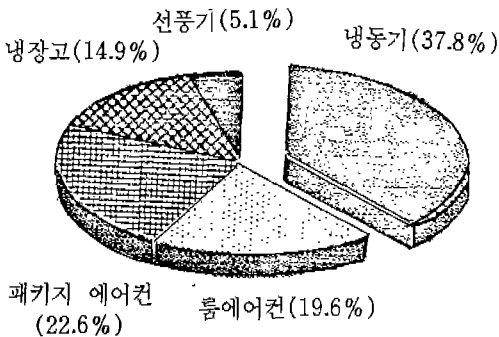
- Δthi = 불쾌지수 72에서 더 올라간 증가분 (불쾌지수 - 72)
- 기상민감도에 의한 냉방부하 추정



* 입력자료

Peak : 6~8월 근무일 일최대부하

- 7월말 8월초순 산업체 휴가기간 제외
- 하계휴가 조정제도 조정부하 보정
- 불쾌지수 72 이하치 제외
- ΔTHI : 6~8월 일불쾌지수에서 72를 차감한 증가분
- * 불쾌지수 산정 공식 : 0.72(건구온도 + 습구온도) + 40.6
- 습구온도는 온도계의 등근부분에 젖은 형질을 싸서 대기중의 습도를 잴 수 있도록 한 온도계에 의해 측정된 온도
- 보통 불쾌지수 72 이상에서 냉방부하가 발생하므로 시험된 불쾌지수에서 72를 뺀



이상에서 살펴 본 냉방부하 추정은 각각 그 접근 방법에 따라 규모가 차이가 있으며 그 구성 요소도 약간씩 다르다. 그러므로 냉방부하 분석의 목적에 따라 각각 활용할 수 있을 것이나 한전에서는 기상 요인에 의한 민감도 분석방법을 주된 방법으로 하고 있다.

2.3 향후 냉방부하 전망

가. 예측방법

불쾌지수 1단위당 냉방민감부하를 지수함수로 회귀분석하여 냉방부하를 예측하고 기본부하는 장기 수요예측의 연성장률을 감안하였다.

예측모형

$$LN(SNSTVT) = A + B(T)$$

여기서, SNSTVT : 기상민감도(MW/ΔTHI)

T : 연도(80~92)

(Coincident Factor : 총냉방부하 대 총냉방기 용량)을 표본조사에 의해 파악해야 한다. 여기서는 냉

동기에 대한 수용률은 실제 표본조사 자료를 참고하였고 타 기기는 하계기상, 에너지 절약 캠페인을 감안 추정치를 적용하였다. 또 전기 냉장고의 경우와 같이 연중 대부분 부하가 걸리는 기기는 피크시의 증가분을 하계냉방부하로 적용하였다.

○ '92.7 현재 냉방기기별 냉방 전력부하

(단위 : 대, USRT, kW, %)

구분	보급대수	대당냉동톤	소비전력	수용률	냉방부하	비중
냉동기	왕복동식	17,152	61	60	627,766	16.9
	원심식	3,279	356	60	700,418	18.9
	흡수식	436	441	97	25,391	0.7
	냉온수기	1,875	195	43	48,974	1.3
	계	22,742			1,401,949	37.8
룸에어컨	2,008,013	-	1.21	30	728,909	19.6
패키지에어컨	607,319	-	3.46	40	840,530	22.6
전기냉장고	14,151,839	-	.13	20	551,922	14.9
선풍기	17,080,017	-	.058	30	187,880	5.1
합계					3,711,189	100

* 냉방부하 추정식 : 보급대수 × 소비전력 × 수용률

* 냉동톤(USRT)이란 : 24시간동안 2000파운드(907KG)의 얼음을 만드는 능력으로 3024kcal/H로 나타내며 이의 전력소비단위로 환산하면 .75kW에 해당

* 참고 : 아래와 같이 출하량 조사후 기기별 내용연수와 잔존율 감안 총누계 보급대수 추정

- 냉동기 : '90년 이후 생산업체 전수조사 그 이전은 냉동공조협회 자료
- 에어컨, 냉장고 : '91년까지 냉동공조협회 자료 '92년도는 가전3사 전망치
- 선풍기 : 가전3사 전망치

○ 추정 결과

불쾌지수 한 단위 증가에 따른 냉방부하 민감도를 추정된 결과에 의하면 1단위 증가당 약 34만 8천 kW의 부하가 증가하는 것으로 나타났다. 연도별 추이를 보면 '90년까지는 증가 추세가 높고 '91, '92년도에는 매우 낮다. 이것은 '91년에는 여름 계절별 차등요금제와 요금적용 전력 12개월 연동제 등의 실시로, '92년에는 강력한 절전시책의 영향으로 냉방부하가 상당히 억제된 것을 보여준다.

○ 연도별 냉방부하 추이

(단위 : MW)

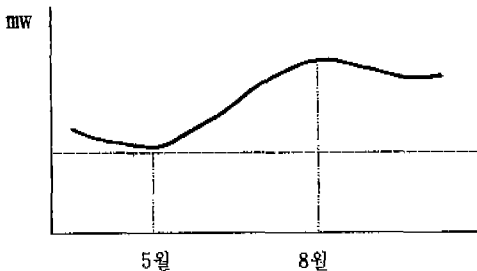
연 도	'87	'88	'89	'90	'91	'92
냉방부하	1,336	2,382	1,467	3,073	3,528	3,308
MW/ΔTHI	148.4	183.2	244.5	330.4	314.1	348.3
조정냉방	1,570	1,973	2,550	3,420	3,270	3,604

- * 냉방부하 = 불쾌지수 민감도(MW/ΔTHI) × ΔTHI(9.5)
- * 조정냉방부하 : 피크일 불쾌지수가 예년일 경우로 가정하여 보정한 냉방부하
('92년의 경우 계산예 : 냉방부하 × 10.35/9.5)
- 10.35 : 지난 10년간 평균 ΔTHI

나. 5월 근무일 부하와 피크를 이용 분석

이 방법은 5월 근무일의 15시 부하를 냉방부하가 거의 없는 기저부하로 간주하고 이를 8월 최대부하에서 단순히 차감하는 방법으로 손쉽게 단위 수용가 별로 매년도의 냉방부하를 추정 비교하여 부하관리 업무에 참고할 수 있을 것이다. 특히 5월 부하를 기저부하로 보는 이유는 5월부하가 연평균부하의 100-110% 수준으로 5월이 온난(월평균 18℃)하고 기상조건에 따라 변화가 큰 냉방부하 등 계절성 부하가 거의 발생되지 않는 기간이기 때문이다. 다만 이 방법을 사용할 경우에는 5월과 피크일간의 자연 추세 성장분이 포함되어 있어 실제보다 과다 추정의 가능성이 있다. 또 각월의 산업생산활동이나 경기 등의 변수를 별도로 고려하지 않았다는 점을 감안해야 한다.

- 추정방법 : 최대부하 - 기저부하
(기저부하는 5월 근무일 15시 평균부하)



○ 추정결과

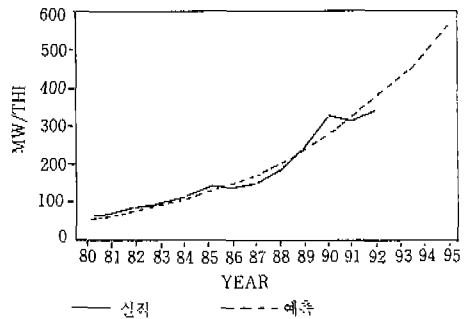
(단위 : MW)

연 도	'87	'88	'89	'90	'91	'92
냉방부하	1,875	3,064	3,161	3,732	4,032	3,654

다. 냉방기기별 보급 및 소비행태조사에 의한 추정 및 분석

하계 최대부하 발생시 전체냉방기기의 냉방부하를 파악하기 위해서는 각 냉방기기의 누적 보급대수, 소비전력 등에 대한 상세한 조사자료가 확보되어야 한다. 또 기기의 보급률외에 당년도의 기상이나 절전 캠페인 등에 의해 달라지는 피크시 수용률

전력부하의 기상 민감도



라. 예측결과

요율구조, 절전시책에 의해 최근 억제효과가 많이 나타났으나 '91 및 '92 발생한 이상기온 현상이 예년 수준으로 회복될 경우 냉방부하는 다음과 같이 증가할 것으로 보인다. 여기서 냉방 민감도는 지난 10년간의 피크일 평균불쾌지수를 기준으로 하

(단위 : MW)

구 분	'93	'94	'95	비 고
기 본 부 하	18,887	20,643	22,480	
냉 방 부 하	4,043	4,382	5,051	부하관리후
부하관리효과	609	1,066	1,329	
최 대 부 하	22,930	25,025	27,531	부하관리후
민 감 도	449	526	616	

* 부하관리 효과 : 93.5 한전 전력경제처 수요예측안 참고

였는데 표준편차 ± 2.09 를 감안시 전체 냉방부하는 당일 기상에 따라 약 ± 70 만 kW정도의 변폭을 감안해야 한다.

3. 냉방부하와 전력수급 현황

3.1 최대부하와 냉방부하

냉방부하의 추세는 접근방법에 따라 차이가 있으나 기상요인과의 상관분석에 의한 민감도를 이용한 냉방부하의 경우를 볼 때 초대부하 성장률보다 훨씬 높고 점점 비중이 증가하고 있는 추세이다.

한편 최근 2년간은 연속된 8월의 이상저온 현상, 경기의 침체, 강력한 절전시책 등에 의해 냉방부하

(단위: MW, %)

연도	최대부하		냉방부하		냉방비중 (%)
	MW	%	MW	%	
1983	7,602	14.1	1,051	13.8	13.8
1984	8,687	15.9	1,201	14.3	13.8
1985	9,349	6.1	1,481	23.3	15.8
1986	9,915	6.1	1,449	-2.2	14.6
1987	11,039	11.3	1,570	8.4	14.2
1988	13,658	23.7	1,973	25.7	14.4
1989	15,058	10.3	2,550	29.2	16.9
1990	17,252	14.6	3,420	34.1	19.8
1991	19,124	10.9	3,270	-4.4	17.1
1992	20,438	6.9	3,604	10.2	17.6

* 냉방부하는 연도별 기상 불규칙요인을 평균치로 보정한 조정 냉방부하임

가 억제된 것으로 보인다. 그러나 전반적으로 경제성장이 둔화되었어도 전력수요의 GNP탄력성은 낮아지지 않고 있다. 또 기상이나 절전시책 등에 의한 억제현상이 언제든지 탄력성을 원상태로 회복시켜 전력부하와 냉방부하에 반영될 경우 상당한 증가를 나타낼 것으로 보이므로 이에 대한 대책이 필요하다 하겠다.

3.2 향후 예비율 전망

한전은 전력수요의 급증과 설비부족으로 인하여 '90년 전후하여 위험예비율 시대를 맞이하였다. 단기 전력수급 안정대책 및 강력한 에너지 절약운동을 전개하여 위기 연도인 '91년과 '92년 여름을 넘겼으나 향후 3년간 안정수준을 밑돌고 있는 상황이다. 그러므로 적정 예비율을 유지하고 새로운 설비 증가의 압박에 대응하기 위해서는 발전설비를 증가시키기 보다는 수요측관리나 냉방부하 억제책 등을 통해 전력 에너지의 효율적 이용에 역점이 주어지게 될 것이다.

연도	1993	1994	1995	1996	1997	2001	2006
최대수요 (MW)	22,688	24,758	26,775	28,752	30,617	38,409	48,155
공급예비율 (%)	10.0	10.3	12.0	14.7	14.9	17.7	15.8

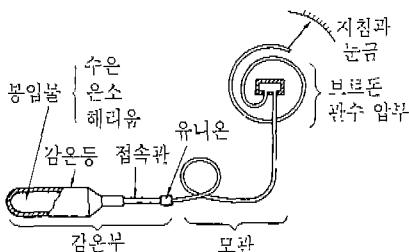
* 91.9 장기 전력수요 예측안

<다음호에 계속...>

전기전자 용어

압력식 온도계

온도에 의한 액체의 압력변화를 이용한 온도계



[특징] 감온통내의 봉입물은 온도의 변화에 따라 압력이 변하는 기체이다. 브르돈관이 그 압력을 받아 변형하고 끝에 취부한 지침이다. 기록용펜이 그에 따라 위치가 변경된다. 또 원격측정을 할 때는 변환기가 변위를 받는다.

[종류] 액체팽창식, 증기압식, 기체팽창식 등이 있다.