

대형건물의 에너지 관리방안

1. 현황

가. 국내 에너지 소비실태

우리나라는 급속한 경제성장 기간인 '60~'70년대에 에너지소비가 7% 수준으로 증가하다가 '80년대 2차 석유파동으로 인해 소비는 연평균 4%의 증가에 머물렀다. 그런데, '86년 이후 경제가 급속히 성장하고 국내 석유가격을 비롯한 모든 에너지 가격이 하락함에 따라 에너지소비는 다시 크게 증가하여 '86-'89년 기간중 연평균 11%라는 높은 증가세를 보였다. 에너지 원별로 살펴보면 석유는 경제규모의 확대와 산업구조의 고도화에 힘입어 '60년대는 26%로 높게 증가한 반면 1, 2차 석유파동 때 12%, '80년 전반기에는 0.8%로 내려갔다가 다시 '80년후반부터 11% 수준으로 증가하고 있다.

〈표 1〉 주요에너지 관련 지표

구분 \ 년도	단위	'86	'87	'88	'89	'90추정	'91전망
○ 총 에너지 소비(증가율)	천 TOE (%)	61,462 (9.2)	67,878 (10.4)	75,351 (11.0)	81,659 (8.4)	92,673 (13.5)	103,662 (11.9)
○ 에너지/GNP (탄성치)	"	0.713	0.806	0.887	1.254	1.500	1.700
○ 1인당에너지 소비(증감률)	TOE/인년 (%)	1,492 (8.1)	1,633 (9.5)	1,795 (9.9)	1,927 (7.4)	2,166 (12.4)	2,399 (10.8)
○ 에너지 해외 의존도	%	78.2	80.0	83.2	85.5	87.6	90.6
- 석유 의존도	%	46.4	43.7	47.0	49.6	53.6	56.9
○ 에너지수입액 (증감률)	백만\$ (%)	4,538 (Δ30.7)	5,579 (22.9)	5,516 (Δ1.1)	7,526 (21.2)	10,941 (45.4)	13,869 (26.8)

무연탄은 석유파동 당시 급증하였으나 '80년대 유가 인하로 인해 증가세가 둔화되고 있다. 원자력은 발전 부분의 석유대체원으로서 '78년 처음 원자력 1호기가 가동된 이래 계속 증가하여 발전량 비중이 '89년에는 50.1%에 이르고 있다. LNG는 '86년부터 2006년까지

글/유영근

〈동력자원부 에너지관리과 행정사무관〉

인도네시아와 연간 2백만톤씩 도입계약을 맺고 발전 용 및 도시가스 난방·취사용으로 급증세를 보이고 있다.

〈표 2〉 1차에너지 소비현황

월별	년도	'89	'90	'91	전년대비증가율(%)	
		(실적)	(추정)	(전망)	'90	'91
석유	(백만BBL)	287.1(49.6)	353.7(53.6)	418.4(56.9)	23.2	18.3
무연탄	(백만 톤)	23.7(13.5)	21.6(11.0)	21.0(9.6)	-8.8	-2.9
유연탄	(백만 톤)	20.5(16.5)	21.5(15.4)	25.8(16.4)	5.3	19.8
L N G	(만 톤)	202.7(3.2)	229.9(3.3)	257.0(3.2)	13.4	11.8
수력	(천 GWH)	4.6(1.4)	6.4(1.7)	4.7(1.1)	39.8	-26.7
원자력	(천 GWH)	47.4(14.5)	52.4(14.1)	50.7(12.2)	10.6	-3.2
신탄	(백만 톤)	3.7(1.3)	2.8(0.9)	2.2(0.6)	-22.9	-22.5
국산에너지		11.8(14.5)	11.5(12.4)	9.7(9.4)	-	-
수입에너지		69.8(85.5)	81.2(87.6)	94.0(90.6)	-	-
1차에너지계	(백만 TOE)	81.7(100.0)	92.7(100.0)	103.7(100.0)	13.5	11.9
최종에너지계	(백만TOE)	65.8(100.0)	74.7(100.0)	84.2(100.0)	13.5	12.7
전력	(천 GWH)	82.2(10.7)	94.2(10.8)	104.2(10.9)	14.6	10.6
도시가스	(억m ³)	5.9(0.9)	9.9(-1.4)	14.7(1.7)	66.0	50.1

주) ()내 수치는 에너지원별 소비구성비(%)임.

〈표 3〉 국내 에너지소비 증가추세

구분	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91
증가율(%)	13.5	1.6	4.1	-0.2	8.3	8.0	5.5	9.2	10.4	11.0	8.4	13.5	11.9

그럼에도 불구하고 경제성장률보다 높은 에너지소비증가는 에너지집약산업 생산방식의 선호와 철강과 같은 에너지를 많이 쓰는 산업의 높은 생산증가 또는 그와 유사한 산업구조의 변화, 지속적인 차량대수의 증가, 국민소득 수준향상에 따른 결과라고 여겨진다.

그런데, 이렇게 해서 증가된 에너지는 주로 석유가 충당하게 되어 있으므로 에너지 해외의존도는 점차 늘어나지 않을 수 없다.

에너지의 해외의존도는 '91년에도 국내무연탄이나 신탄이 감소하고 수력발전도 '90년도에 급증한 것에 대한 상대감소로 전체국산에너지 소비는 6%정도 감소했다.

이렇게 볼때 해외의존도는 계속 심화되어 90.6%에 이를 것으로 예상된다.

'90년도 최종에너지소비는 모든 부문에 걸쳐 높은 증가를 보여 13.5% 증가한 7천4백69만 TOE로 추정된다.

용도별로 분류해보면, 산업부문 에너지소비는 납사

분해 설비능력 확충에 따른 원료용 납사소비의 급증과 산업생산활동의 회복에 힘입어 전년대비 14.6%로 증가했다.

수송부문 에너지소비는 내수 경기회복에 따른 산업물동량 증가와 자동차 대수 급증세 지속 및 관광수요 증가에 힘입어 휘발유 34.3%, 경유 13.3% 증가하여 평균 15.8%의 증가율을 보였다. (차량증가 24%, 승용차 증가 31.6%)

〈표 4〉 에너지의 해외의존도

구분	'80	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91
해외의존도(%)	73.5	76.2	78.2	80.0	83.2	85.5	87.6	90.6
석유의존도(%)	-	-	46.4	43.7	47.0	49.6	53.6	56.9

가정, 상업부문은 건설경기 활황에 따른 난방면적의 이례적 급증과 '89년도의 이상난동에 따른 반사적 증가효과로 10.5%의 높은 증가를 가져왔다.

그러나 무연탄은 8.8% 감소하였으며 난방용 등유는 83%를 넘는 소비 급증세를 보였다.

〈표 5〉 부문별 최종 에너지소비

(단위 : 천TON)

부문	산업		수송		가정		공공		계	구분비(%)
	산업	구분비(%)	수송	구분비(%)	가정	구분비(%)	공공	구분비(%)		
'89	30,871	46.9	12,268	18.6	20,010	30.4	2,654	4.0	65,840	100
'90	35,366	47.3	14,204	19.0	22,107	29.6	3,022	4.1	74,699	100
'91	41,865	49.7	16,158	19.2	23,201	27.6	2,959	3.5	84,183	100

〈표 6〉 전년대비 증가율

(단위 : %)

부문	산업	수송	가정·상업	공공·기타	계
'90	14.6	15.8	10.5	13.9	13.5
'91전망	18.4	13.8	4.9	-2.1	12.7

나. 대형건물 에너지관리현황

에너지 다소비 건물의 연평균 증가율이 18.7%로서 건물이 점차 대형화, 고급화 되어가는 추세임.

〈표 7〉 에너지 다소비 건물 증가 추이

구 분	'82	'84	'86	'88	'90	비 고
건물수(개소)	452	661	774	913	1,157	* 건물에너지 지
증감률(%)	100	146	171	202	256	정업체 현황

〈표 8〉 대형 건물의 에너지 원단위 변화 추이

(단위: Mcal/㎡, 년)

구 분	사무용	백화점	교육기관	호 텔	아파트	비 고
'86	311	355	136	711	217	* 동자연 에너지
'89	290	497	137	719	226	센서스 자료
증감률(%)	↓ 6.8	↑ 4.0	↑ 1.0	↑ 1.1	↑ 4.1	

국민생활 수준의 향상 및 건물의 고급화 추세에 따라 서비스용 건물의 에너지 원단위가 '89년부터 증가 추세로 전환

〈표 9〉 에너지 절약형 설비 도입 현황

구 분	전열교환기	절전형조명등	VAV시스템	BAS
설치건물수	59	193	20	44
구성비(%)	17.9	58	6.1	13.3

* 구성비: 절약형 기기설치 건물수/실태조사 건물수(330개소)

대부분의 건물이 절약형 설비에 대한 투자가 매우 미흡할 뿐 아니라 건물 설계시 절약형 설비에 대한 반영 미흡

〈표 10〉 일본과의 난방 연료 원단위 비교

(단위: kg/㎡, 년)

구 분	사무용	호 텔	병 원	비 고
한 국	10.8	47.7	33.5	()은 일본
일 본	9.6(18.5)	37.2	41.6	북해도 기준

국내 건물의 난방 연료 원단위가 동일 용도의 일본 건물에 비해 높은 편임. (일본보다 춥기 때문)

○ 문제점

- 건물 준공시 에너지절약형 설비에 대한 반영이 매우 미흡한 실정임.
- 건물주의 인식 부족으로 에너지 절약형 설비에 대한 투자 미흡
- 대부분 건물이 임대건물로 에너지 비용을 입주자에 부과하기 때문에 형식적인 에너지절약 초래

○ 개선방안

- 건물 준공시부터 에너지절약형 건물로 유도 (에너지절약 계획서를 에너지 관련 전문기관에서 검토하는 방안 검토 요망)
- 에너지 절약형 설비에 대한 자금 융자 지원 및 세제 지원 방안 강구
- 에너지 원단위가 높은 건물의 경우 전문기관에서 에너지관리 진단을 실시하도록 제도화
- 에너지 절약 효과가 큰 설비에 대하여 정부에서 정책적인 지원방안 강구 (건물에너지 절약 시범사업 등)

다. 국내 냉방에너지 소비실태

우리나라의 최근 전력수요는 국민생활수준 향상 및 신축건물의 증가로 냉방수요가 급증하여 연간 냉방전력 사용량이 '81년도에 75만7천MWH이었으나 '90년에는 2백47만5천MWH로 연평균 17.1%나 증가하여 최소비전력 연평균 증가율 11.4%에 비하여 높은 증가세를 나타내고 특히 주거용을 제외한 일반건물에서의 냉방(상업용 냉방)용 소비전력의 증가가 21.2%로 현저하게 향후 냉방에너지절감에서 주요부분이 되고 있다.

이러한 하절기 냉방수요는 연간 피크치에 영향을 주어 '90년의 경우 전력공급예비율이 8.3%에 불과하는 결과를 초래하여 향후 하절기 전력공급에 심각한 문제로 대두되고 있다.

그러나 하절기 혹서기의 일시적인 부하를 위하여 막대한 건설비가 소요되는 발전소 증설은 국가경제에 큰

〈표 11〉 냉방수요 구성비(연간)

(단위: Gwh)

구분	총소비량		가정용냉방		상업용냉방		계	
	GWH	증가율 (%)	GWH	증가율 (%)	GWH	증가율 (%)	GWH	증가율 (%)
'81	35,424	-	583	-	174	-	757	-
'82	37,880	6.9	794	36.2	209	20.1	1,003	32.5
'83	42,620	12.5	1,033	30.1	224	7.2	1,257	25.3
'84	47,051	10.4	1,092	5.7	317	41.5	1,409	12.1
'85	50,732	7.8	1,234	13.0	434	36.9	1,668	18.4
'86	56,310	11.0	1,324	7.3	314	-27.6	1,638	-1.8
'87	64,169	14.0	1,326	0.2	395	25.8	1,723	5.2
'88	74,318	15.8	1,617	21.9	514	30.1	2,131	23.7
'89	82,192	10.6	1,538	-4.9	555	8.0	2,093	-1.8
'90	93,700	14.0	1,651	7.3	824	48.5	2,475	18.3
연 평균 증가율(%)	11.4		13.0		21.2		17.1	

손실이므로 하절기 냉방에너지에 대한 효율적인 관리 는 전력사업의 중요한 과제라 할 수 있다.

예를 들면 하계 냉방부하로 발생되는 피크치를 50 만km 낮출 경우 약 3천억원의 투자비가 절감되고(유연탄 발전소 기준) 이에 따른 연간연료 비용절감은 약 6백50억원에 달할 것으로 추정되고 있다. 따라서 이에 대한 대책으로 하절기 냉방부하의 비중이 큰 대형 건물을 중심으로 효율적인 냉방에너지 관리방안을 소개하고자 한다.

〈표 12〉 하절기 최대부하와 냉방부하

연도별	발전설비용량(MW)	최대부하		냉방부하		냉방비출(%)	설비용량	발전예비율(%)
		MW	증가율(%)	MW	증가율(%)			
'81	9,835	6,144	14.4	874	136.9	14.2	60.0	36.1
'82	10,304	6,661	8.4	966	10.5	14.5	55.0	31.5
'83	13,115	7,602	14.1	1,193	23.5	15.7	72.5	46.6
'84	14,190	8,811	15.9	1,362	14.2	15.5	61.0	36.9
'85	16,137	9,349	6.1	1,680	23.3	18.0	72.6	46.7
'86	18,060	9,915	6.1	1,370	-18.5	13.8	82.1	61.2
'87	19,021	11,039	11.3	1,336	-2.5	12.1	72.3	51.5
'88	19,944	13,658	23.7	2,382	78.3	17.1	46.0	18.7
'89	20,997	15,058	10.3	2,550	7.1	16.9	39.4	18.7
'90	21,021	17,252	14.6	3,706	45.3	21.5	21.8	8.3
연평균 증가율(%)	9.1		12.5		18.1			

〈표 13〉 냉방기기 보급대수에 의한 냉방부하

구분	(단위: 대)				
	냉방기	패키지 에어컨	룸에어콘	선풍기	냉장고
보급대수	19,128	231,936	992,828	13,961,000	12,280,452
단위당 소비용량(KW)	118	6	1.1	58W	130W
수용률(%)	60	55	35	20	40
냉방부하(MW)	1,354	765	382	162	639
합계	3,710MW (*발전단)				

〈자료〉

※ 냉방기, 패키지형 에어컨: 한국냉동공조협회
룸에어콘, 선풍기, 냉장고: 한국전자공업진흥협회

2. 냉방전력 절감방안

가. 흡수식 냉동기 설치

국내에 설치된 공조용 냉동기는 소형건물일 경우 왕복동식, 중·대형 건물은 터보식으로 전력구동식이 주류를 이루고 있으며 최근에 와서 흡수식 냉동기가 중형건물에 일부 채용되고 있다. 냉방기기는 종류에

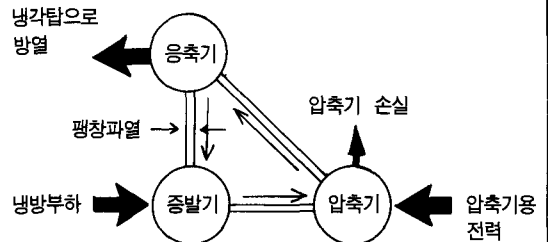
따라 각각 장단점이 있으므로 개개건물의 특성에 적합한 기종을 선택하는 것이 바람직하나 국내 중·대형 건물의 경우 흡수식 냉방기에 대한 인식부족 및 성능에 대한 신뢰성 결여 등으로 전력구동형 냉방기에 편중되어 있는 것으로 추정된다.

물론 흡수식 냉동기가 전력구동형에 비하여 고가로 초기 투자비가 다소 많이 들기가 하나 전력구동형에 비하여 운영비면에서 유리하며 하절기 냉방부하로 인한 최대 피크가 발생하지 않으므로 해서 계약전력에 따른 기본요금 경감 및 변압기 손실을 줄일 수 있으며 또한 국가적인 견지에서도 부하율을 향상시키므로 해서 발전설비의 증설을 억제할 수 있어 매우 바람직하다.

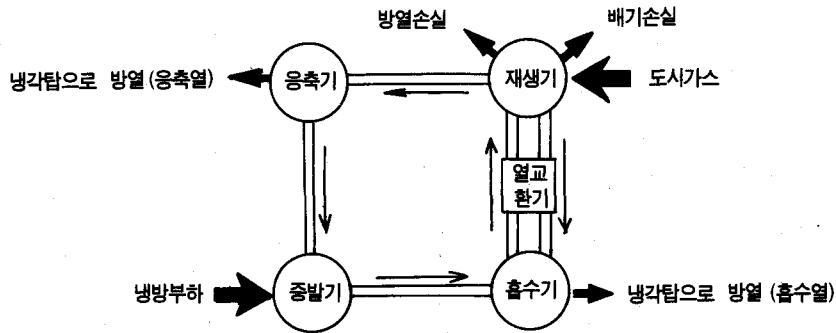
〈표 14〉 냉동기 출하현황

(단위: 대)

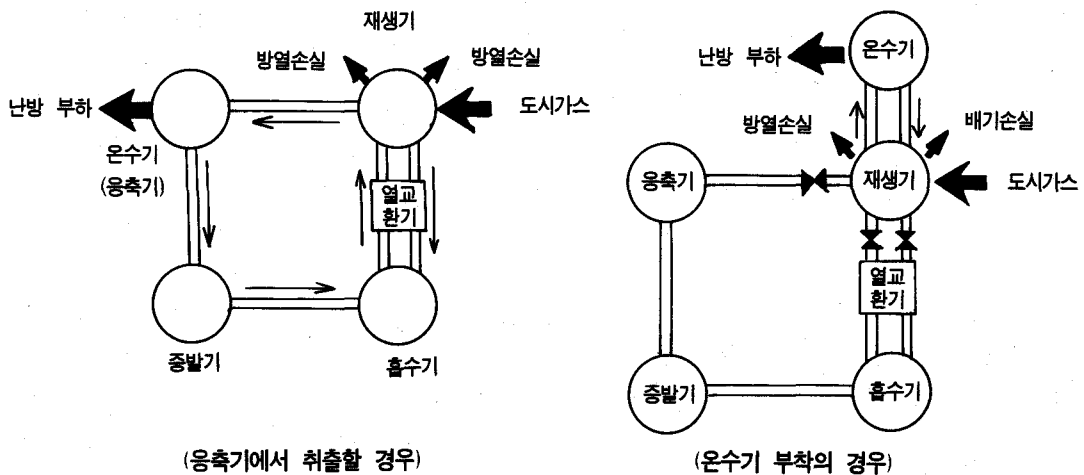
품목	년도										계	%
	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89		
왕냉동기	580	725	926	1,583	1,583	1,757	1,993	2,210	1,127	1,318	13,429	82.0
흡수식 냉동기	-	-	-	-	12	15	46	55	75	58	261	1.6
흡수식 냉동수기	-	-	-	-	-	33	68	58	154	164	477	2.9
원심식 냉동기	150	162	171	190	210	250	270	285	219	297	2,204	13.5
총계	730	887	1,097	1,400	1,805	2,377	2,377	2,606	1,575	1,837	16,371	100
전년대비(%)	-	122	124	128	129	114	116	110	80	117		
연도별 증가율(%)	100	122	150	192	247	282	326	357	216	252		



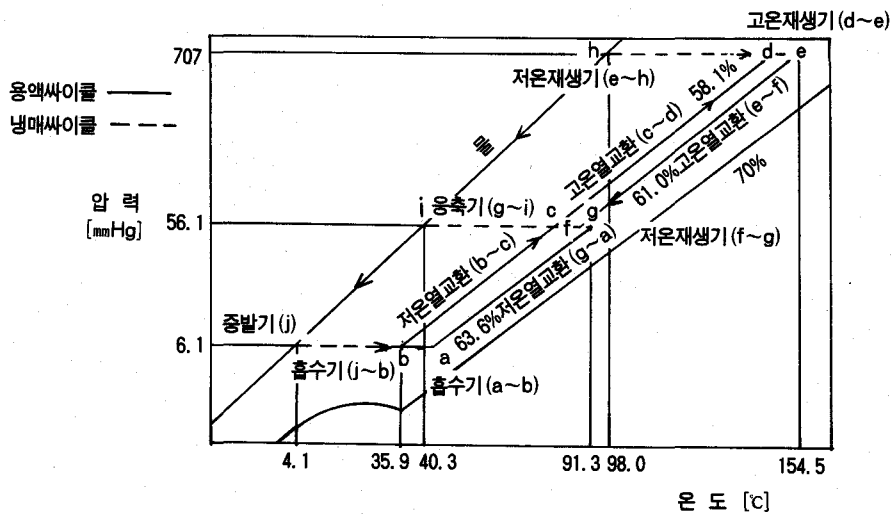
〈그림 1〉 전동흡수식 냉동기

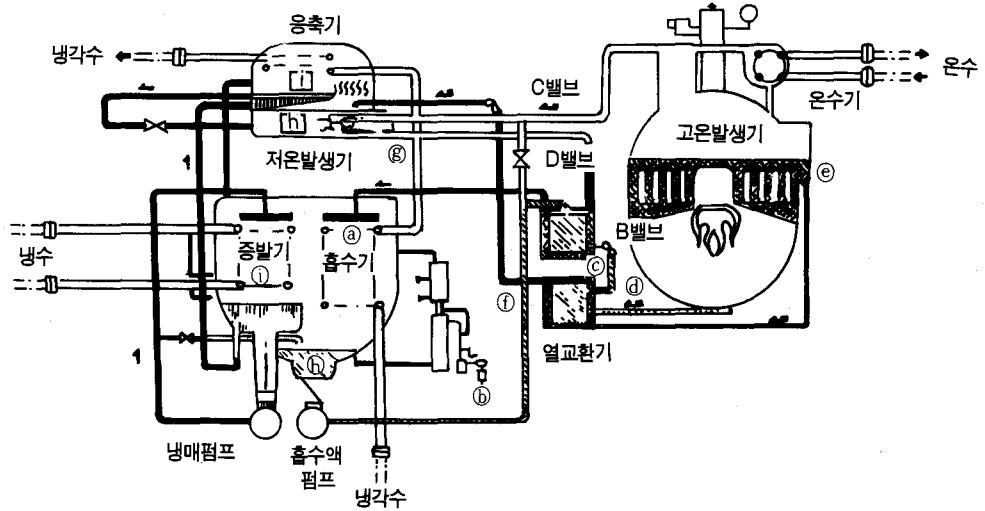


〈그림 2〉 가스흡수 냉온수기(냉방시) 동작원리



〈그림 3〉 가스흡수 냉온수기(난방식) 동작원리



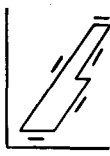


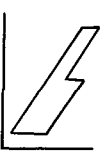


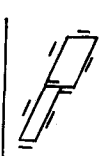


〈그림 4〉 흡수식 냉동 사이클

〈표 15〉 냉방기기의 특성 비교

냉방방식	흡 수 식		터 어 보		
기 기 명	가스직화식 2중효용 흡수냉동기	증기식 1중효용 흡수 냉동기	증기식 2중효용 흡수 냉동기	일 반 형 질 전 형	
에 너 지 원	가 스	고온수 (140-160°C) 증 기 (1-1.5kg/cmG)	증 기 (6kg/cmG) 고온수 (190-200°C)	전 기 전 기	
난 방 방 식	별도 설비 불필요	보 일 리	보 일 리	보 일 리 보 일 리	
문 제 점	<ol style="list-style-type: none"> 1) 온수발생이 가능하나 동기에는 가슴 및 급탕용 소형보일러가 필요 2) 고온의 열원을 얻지 못하므로 동절기 초기 부하시간이 길다. 3) 난방시 보일러 효율에 비해 다소 낮다. 4) 에너지 단가가 높다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 하절기에도 보일러를 가동해야 한다. 2) 냉각탑 용량이 증가 3) 하기운전시 기기발생열이 크다. 4) 보일러 효율저하시 에너지소비 증대 5) 에너지 소비가 많다. 6) 제어성이 나쁘다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 하절기에도 보일러를 가동해야 한다. 2) 냉각탑 용량이 증가 3) 하기운전시 기기발생열이 크다. 4) 보일러 효율저하시 에너지소비 증대 5) 냉방용 고압보일러가 필요 6) 증기보일러 용량이 과대로 숙련된 운전자 필요 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 고압 수전설비 필요 2) 진동 및 소음이 건물에 미치는 영향이 크다. 3) 수배전 설비비가 높고 계약전력이 높으므로 전력단가가 높다. 4) 에너지 단가가 가장 높다. 5) 저부하시 에너지 소비량 증가 6) 냉매가 프레온으로 환경 규제대상 물질이다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 고압 수전설비 필요 2) 진동 및 소음이 건물에 미치는 영향이 크다. 3) 수배전 설비비가 높고 계약전력이 높으므로 전력단가가 높다. 4) 저부하시 에너지 소비량 증가 5) 냉매가 프레온으로 환경 규제대상 물질이다.
장 점	<ol style="list-style-type: none"> 1) 전자동 방식으로 운전원 불필요 2) 소형, 경량화 3) 공해, 부식의 장애가 없음 4) 냉난방 겸용 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 폐중기가 많아 발생하는 사업체에 다소 유리 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 다량의 증기 소비처인 호텔, 병원 및 산업체에 다소 유리 2) 에너지 절약형이다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 효율이 가장 양호 2) 관리가 용이하다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 효율이 가장 양호 2) 관리가 용이하다.
에너지소비량 (냉방식) 금액비(%)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가스소비량 : 0.276m³/RT (열량 11,000Kcal/m³기준) <p>100</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증기소비량 : 8.2kg/RT <p>121 : B-C유</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증기소비량 : 4.8kg/RT <p>70.7 : B-C유</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전력소비량 : 1.05kw/RT <p>131.6</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 0.755kw/RT

<표 16> 각사 에너지절약형 기기의 특징(일본)

메이커	에바라	산요	다이칸	미쓰비시	야자끼	가와사끼	히다찌
형식 용량범위	* 표준시양 1) 16JR (K) 중형 40~75RT 2) 16JR (K) 대형 90~110RT * 특별에너지 절약형 3) 16JR (K) E 90~400RT	* 중소형 1) TSA SUW- CGE 20~ 30RT 2) PUW-T 50~ 75RT * 25% 에너지절 약형 V시리즈 3) AUW-V 80 ~1400RT * 30% 에너지절약 형 VX시리즈 4) AUW-VX 80~770RT	* 중형 1) ADGE-F 50~70RT * 에너지절약형 2) ADGE-H 80~770RT 3) ADGE-HE 80~770RT	* 표준형 1) MGH, MGF 100~1400RT * 에너지절약형 2) MGHE 100~365RT 3) MGHA 100~365RT	* 소형 1) CH-D 20~30RT	* 중형(Mark II) 1) GWKB-F 90~75RT * 표준형 2) GWK 100~700RT * 특별에너지 절약형 3) GWK-E 100~700RT 4) GWK-U 80~580RT	* 중형 1) HAU-F-G 30~70RT * 표준형 2) HAU-F-G 100~1500RT * 에너지절약형 3) HAU-F-N 100~1500RT
구조	쌍동형	쌍동형, 온수열교환	쌍동형, 온수열교환	쌍동형	동심단동형	단동형	단동형
펌프	용액펌프, 냉매펌프	흡수액펌프, 냉매펌프	흡수액펌프, 냉매펌프	재생기펌프, 냉매펌프, 흡수기펌프	용액 펌프	고온흡수액펌프, 저온흡수액펌프, 냉매펌프	용액펌프, 냉매펌프
냉방사이클	Series Flow 	Series Flow 	Series Flow 	Series Flow 	Series Flow 	Reverse Flow 	Parallel Flow 
난방사이클	냉각수 열교환	전용 열교환	전용 열교환	냉각수 열교환	냉수 열교환	냉수 열교환	냉각수 열교환
성능 냉방, 난방, 냉난방, Cop, 효율, 용량비	1) 0.93, 0.81, 1.15 2) 0.96, 0.78, 1.22 3) 1.07, 0.86, 1.25	1) 0.93, 0.85, 1.10 2) 0.96, 0.82, 1.05 3) 0.99, 0.80, 1.25 4) 1.07, 0.85, 1.25	1) 0.92, 0.80, 1.01 2) 0.99, 0.80, 1.25 3) 1.07, 0.85, 1.25	1) 0.93, 0.78, 1.19 2) 0.99, 0.78, 1.27 3) 1.07, 0.84, 1.27	1) 0.90, 0.82, 1.10	1) 0.82, 0.81, 1.01 2) 0.93, 0.81, 1.15 3) 0.99, 0.86, 1.15 4) 1.07, 0.85, 1.25	1) 0.93, 0.85, 1.10 2) 0.93, 0.81, 1.15 3) 0.99, 0.80, 1.15
추기방식	Hermetic식	기계식	캐세트형 연속추기	기계식	파라돌셀	기계식	기계식
비고	1) 옥외형	1) 옥외형, 병렬 설치, 추기 파라돌셀			1) 옥외형, 병렬 설치	1) 옥외형	1) 옥외형

나. 심야 전력 이용 축냉 시스템

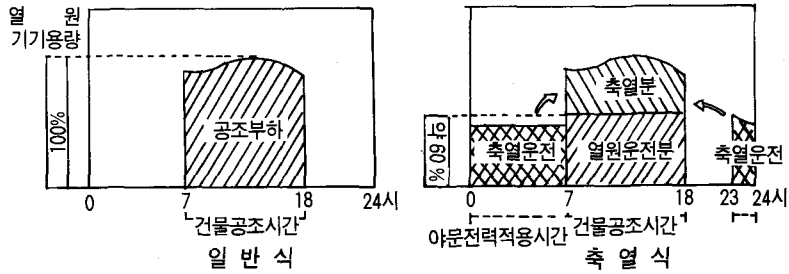
공조설비 가운데 냉방용 전력은 다른 일반 동력에 비하여 전력사용비중이 크기 때문에 축열조를 설치하여 심야 저부하시에 열을 축냉하므로 주간에 냉방기가 가동으로 인해 발생하는 피크치를 효율적으로 제어할 수 있을 뿐만 아니라 냉동기 운전 외기 조건이 좋아 전력사용 합리화를 기할 수 있다.

특히 근래에 와서 축열능력을 4~10배까지 향상시킨 빙축열이라든가 STL축열방식등이 국내에 도입, 보급단계에 있어 심야전력을 이용한 축냉시스템을 이용한 축냉시스템의 전력이용 합리화 방안은 향후 전망이 매우 밝다 하겠다.

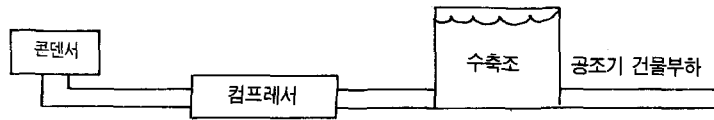
다. 최대수요 전력 감시제어 시스템

최대수요 전력 감시제어 시스템이란 15분간의 수전 전력량을 감시하여 설정된 목표 전력에 대해 사용전력이 초과할 경우 각 단계별로 기설정된 우선 순위에 따라 자동으로 부하를 차단함으로써 최대 수요전력을 효율적으로 제어할 수 있다.

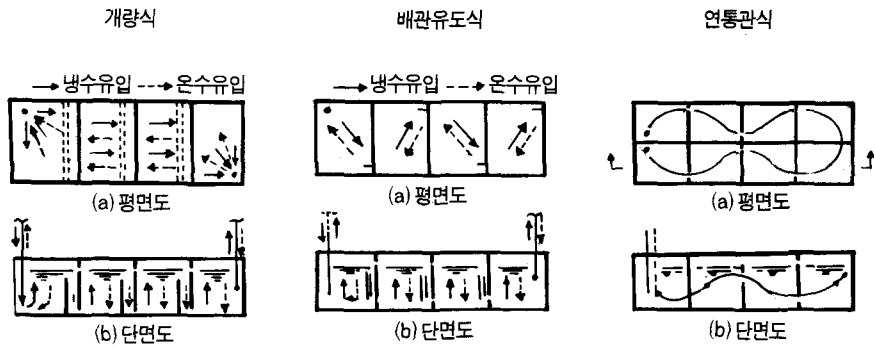
일반적인 최대 수요전력은 냉방초기 부하시 주로 발생하기 때문에 최대 피크가 발생하는 시간대에 부하를 부분적으로 제어함으로써 최대 수요 전력의 효율적인 관리를 기할 수 있으며 기설정된 각 그룹별로 전력 사용 현황 파악이 가능할 뿐 아니라 일반부하에 대해 균등제어도 가능하다. 최대 수요전력 감시제어 장치의



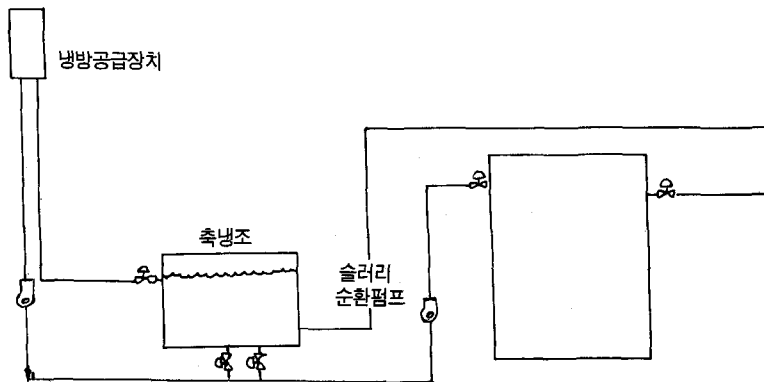
〈그림 5〉 일반식과 축열시스템 운전형태 비교



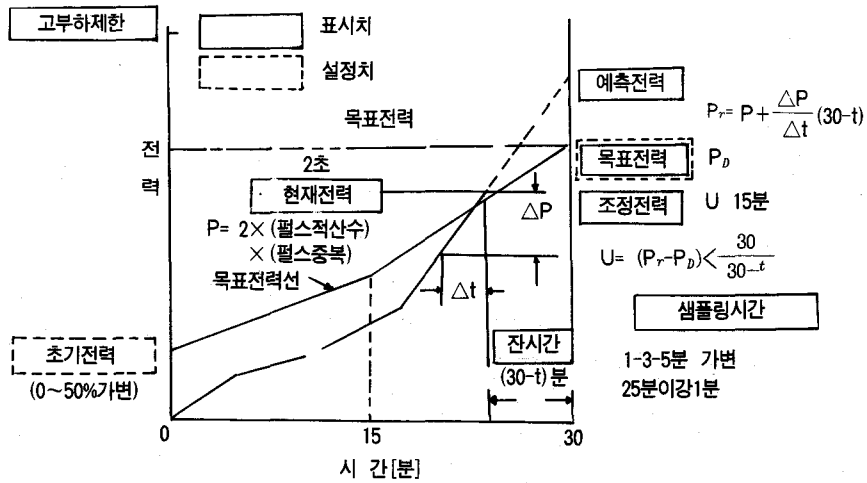
〈그림 6〉 수축열시스템 개념도



〈그림 7〉 수축조의 여러가지 형태



〈그림 8〉 동적제빙형 빙축시스템(슬러리식)



〈그림 9〉 최대전력 감시제어 장치의 기능

시스템 구성 및 기능을 개략적으로 설명하면 〈그림 9〉와 같다.

* $P = 2 \times (\text{필스적산수}) \times (\text{필스중복})$
 [KW]……시한 30분의 경우→현재전력치: 2초마다 자동으로 바뀌고 시한종료시는 "0"으로 복귀

* $P = P + \frac{P}{A} \times (30-t)$ (kw)……

P : 현재전력시
 t : 샘플링시간 (1, 3, 5분 전력)
 P : 현재전력중분

* $U = (P-P) \times \frac{30}{30-t}$

P : 목표전력 U<0 : 투입
 P : 예측전력 U>0 : 차단
 조정전력 : 시한종료시에 목표 전력과 일치

라. 공조설비의 에너지 절약

1) 운전제어 방법

항 목	방 법	효 과 적 용
외기량감소	○ 취입 외기량의 조정 CO ₂ 농도에 따라 외기 침입량을 조정 - 자동제어: CO ₂ 농도에 따라 외기량퍼 조작 - 수동제어: 인원변동	○ 외기량 1m ³ /h 감소시 - 냉방부하감소: 약 1,200Kcal/월 - 난방부하감소: 약 1,300Kcal/월

	데이터에 의거 스케줄에 따라 운전	
적 정 실 운 유 지	○ 실내 적정유지온도 - 하절기: 28°C이상 - 동절기: 18°C이하	○ 하절기 실내온도를 1°C 낮출 경우 약 8~10%의 전력소비가 증가하며 동절기 실내온도를 1°C를 향상시키는데 약 5~7%의 연료가 소비된다.
조 명 감 소	○ 적정 조도유지 KSA 3011에 의거 적정 조도 유지 ○ 창가의 조명 회로분리 (전기설비술 기준명 제 128조) ○ 광센서 등에 의한 창가 조명 등의 효율적인 관리	○ 조명의 효율적인 관리 시 소비전력 및 냉방 부하 감소의 이중효과가 있음.
가동·정지 시간의 최적화 및 예열, 예냉시 외기 취입 정지	○ 예열, 예냉시 외기취입 정지 ○ 계절 및 외기에 따라 가동정지 시간의 최적화	○ 외기도입에 따른 냉, 난방 부하감소 및 예열, 예냉 시간의 단축
기기의 운전조건 합리화	○ 냉동기의 균관리 운전 시 효율적인 대수제어 ○ 냉동기의 냉수온도 상승 및 냉각수 온도저하 방안검토 ○ 터보 냉동기 냉수 입구 온도제어 방식을 검토 ○ 가변풍량 제어방식 검토 ○ 가변수량 "	○ 냉동기 운전부하 및 전력절감 ○ 냉동기의 성적계수 향상에 따른 동력절감 ○ 출구온도 제어방식에 비해 3~4% 절감가능 ○ 송풍기 동력의 절감 ○ 펌프동력의 절감

2) 보수관리 방법

항 목	방 법	효 과 적 용
수 질 관 리	○ 냉각수의 수질관리	○ 부식, 스케일방지 및 열교환 효율 향상
기기의청소	○ 냉동기의 콘덴서 청소 ○ 공조기의 에어필터 청소	○ 열교환 효율 향상
기기의교환	○ 베어링, 벨트 등 소모 부품 교환 ○ 성능이 열화된 기기의 교환	○ 기기의 효율 향상
열회수장치의 실시 덕트계통의 변경	○ 전열교환기 설치 ○ 변풍량공조 방식으로 변경 ○ 덕트의 풍속 감소방지 : 굴곡부의 완만한 경사	○ 배기열의 효과적인 회수 ○ 변풍량장치, 송풍기의 용량제어 장치 ○ 천정고 조정으로 실내 온도의 성층화 ○ 송풍기의 플리변경
냉온수 배관 계통의 변경	○ 변유량 제어방식으로 변경 ○ 배관의 저항 감소 ○ 부스타 펌프의 이용 : 말단화로나 국부적인 저항이 큰 부분에 설치시 효과가 크다.	○ 펌프의 용량제어 장치 설치 ○ 배관의 개조변경 ○ 주펌프의 동력감소 : 대규모 건물이나 고층빌딩에 유리
기타설비의 개 조	○ 에어 커튼 설치 ○ 국부배기 장치 ○ 조명배기 ○ 고효율 냉방기기 활용	○ 호텔, 백화점, 창고 등에 설치시 외기 침입방지 ○ 배기량 감소에 따라 외기취입량 감소 ○ 실내 냉방부하의 감소 ○ 1중 효율 흡수식 냉동기→2중 효율 흡수식 냉동기 ○ 일반 터보 냉동기→절약형 터보 냉동기
건물의개조	○ 건물의 단열강화 ○ 창, 도어, 기타 개구부의 기밀강화 ○ 다량의 배기를 요하는 부분격리 : 객연실, 주방 등 ○ 일사 차폐	○ 냉·난방 부하감소 ○ 외기 침입량 감소 ○ 냉·난방 부하감소 ○ 전력부하 감소

마. 냉동기의 효율운전을 위한 성능 산출

냉동기의 성능을 정기적으로 산출하여 성능저하요인을 분석하고 개선하는 것이 냉방에너지 관리의 가장 기본되는 사항으로 다음표의 추장 성능을 유지하도록 하여야 할 것이다.

〈표 17〉 칠링 유니트의 성적계수

기 종	용 량	성적계수	운 전 조 건
수냉 유니트	6만Kcal/h를 초과하는 것	3.6	a) 전부하 운전 b) 냉수 12C→7C c) 냉각수 32C→37C
공냉 유니트	6만Kcal/h를 초과하는 것	2.7	a) 전부하 운전 b) 냉수 12C→7C c) 외기 35C DB

〈표 18〉 흡수 냉동기의 표준 성적계수

기 능	성적계수	운전조건(정격시)	적용범위	열 원
①이중효율냉온수기냉방용	1.00*	냉 수 12C→7C 냉각수 32C→37.5C	2.3<x	도시GAS
②이중효율냉방전용	1.15	냉 수 12C→7C 냉각수 32C→37.5C	2.3<x	중 기
③단효율냉방전용	0.68	냉 수 12C→7C 냉각수 32C→41C	3.2<x	중 기
④이중효율냉온수기냉방용	0.85*	온 수 55C→60C 온 수 45.7C→50C	2.3<x	도시GAS

주 1) x=능력×10³, 능력은 ①, ②, ③에서는 냉수가 빼앗긴 열량, ④에서는 온수에 주어진 열량(Kcal/h)

2) 보조기류의 전력소비량은 1kwh=860Kcal로 하여 계산한다.

3) 성적계수=능력/매 시간당 소비 Energy(Kcal)

1) 수냉식 성능계수(Cop) 산출법

$$\text{전동식 Cop} = \frac{\text{냉수유량}(\ell/H) \times \text{입출구 온도차}(C)}{\text{압축기 시간당 소비전력}(kW/H) \times 860(Kcal/kwH)}$$

$$\text{흡수식 Cop} = \frac{\text{냉수유량}(\ell/H) \times \text{입출구 온도차}(C)}{\text{시간당 연료사용량}(kg/H) \times \text{저위발열량}(Kcal/kg)}$$

2) 공냉식

$$\text{Cop} = \frac{\text{냉각풍량}(kg/H) \times \text{입출구 공기엔탈피차}(Kcal/kg)}{\text{압축기 소비전력}(kW/H) \times 860(Kcal/kwH)}$$