

연구보고

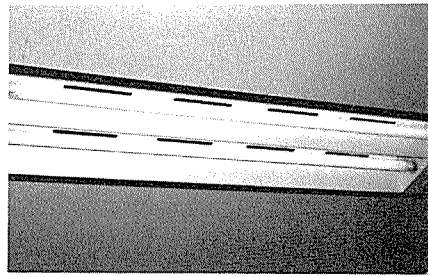
일본 (주) 대림조 기술연구소
**건물의 에너지
 절약기법 (Ⅲ)**

REPORT

Energy Conservation
 Technique of Obayasikumi's
 Technical Research Center
 Building in Japan
 by Tae, Choon Seub

지난 호 (209) 에 이어서

67. 조명기구의 강제냉각
 공조용 순환공기를 조명기구의 반사판에
 개방된 슬리트 (sleet) 를 통해 공조기로
 보내는데 그 결과 조명기구에서 발생하는
 열을 실외로 제거할 수 있으므로 공조
 급기량이 작아질 뿐만 아니라 형광등의
 온도를 광의 최고출력점 부근으로 할 수
 있으므로 최종적으로 등수의 감소가 가능하게
 된다.



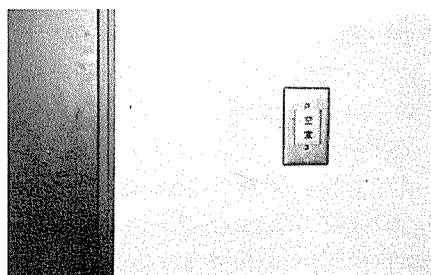
[그림 31] 형광등 반사판의 슬리트

68. 소비전력이 적은 형광등 사용
 건물내에서 가장 많이 사용되는 40W
 형광등은 종래의 40W 와 같은 조도를
 37 W 로 가능한 저소비전력형 형광등이다.
 그 결과 조명전력뿐 아니라 공조 냉방부하도
 감소되었다.

69. 조명기구의 단계적 조광
 남쪽은 창으로부터 많은 주광이 실내로
 입사되는데 이 주광이 충분할 경우에는
 자동적으로 남쪽 창가에 면한 1열의
 천장 조명기구를 100% 의 밝기로부터
 50% 밝기로 조절한다. 그 결과 조명기구
 1대의 소비전력을 45% 절감할 수 있다.

70. 평판(tablet)을 이용한 점멸방식
 회의실, 응접실 등은 평판(tablet)을 스위치
 입구에 삽입함으로써 조명이 점등되도록 되어
 있다. 따라서 이 평판의 대출 및 반환을
 확실히 시행함으로써 조명 소등의 망각을
 방지할 수 있다.

71. 공조 조명기구에 의한 송풍기동력의
 감소
 환기(return air)를 조명기구 반사판에 있는



[그림 32] 소등된 경우

흡입구를 통하여 취입하는 형태를
 공조조명기구라 한다. 이 기구를
 채용함으로써 인접기의 발열량은 실내 부하가
 되지 않는다. 실내에의 공조 급기량은
 실내부하에 비례하므로 실내부하가 감소한
 만큼 급기량은 작게 되어 송풍기의
 소비전력이 감소된다.

72. 유도등을 필요시만 점등
 주광에 의해 충분히 출입구를 확인할 수 있는
 장소와 피난통로가 밝은 경우 또는 야간,
 휴일 등 재실자가 적은 경우에는 유도등을
 소등하고 있다. 그러나 화재시 등에는
 화재 경보기에서 신호를 받아서 점등되도록
 장치하였다.

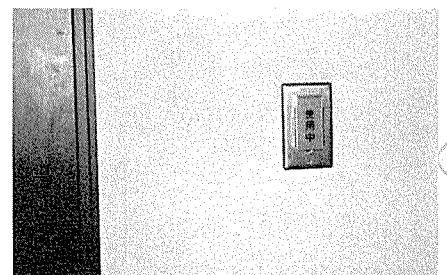
73. 건물 내장마감재의 색을 고려
 조명효과를 상승시키기 위하여 반사광
 (reflection glare) 이 발생되지 않는 범위
 내에서 내장재의 색을 고려하였다. 실내의
 반사율은 천장 85%, 벽 50%, 책상표면
 35%, 바닥 30% 이하의 값을 목표로
 하였다.

74. 절수기구의 사용
 대변기는 절수식 변기(대소변 구분), 남자
 소변기는 적외선 감지 후레쉬밸브 방식으로
 물을 절약하고 있다. 절수기구를
 사용함으로써 종래방식에 비해 전체 사용
 수량의 20% 가 절약된다.

75. 대변기의 급수압을 낮춤
 사무소 건물에 가장 많이 사용되고 있는
 후레쉬밸브 방식의 대변기는 필요최저압력이
 0.7kg/cm² 이다. 이것을 로우탱크(low tank)
 방식을 사용하면 일반수전과 같은 0.3kg/cm²
 정도까지 급수압을 낮출 수 있다. 따라서
 고기수조를 낮은 위치에 설치할 수 있으므로
 양수펌프의 소비전력을 절감할 수 있다.

76. 저층부의 수도 직결 급수
 저층부를 수도 직결 급수방식, 고층부를
 고기수조방식으로 함으로써 전 양을
 고기수조방식으로 한 경우와 비교하여
 양수펌프의 소비전력을 약 33% 절감할
 수 있다.

77. 국소 급탕
 자동 급다기로 급탕하는 국소급탕방식은



[그림 33] 평판을 삽입하여 점등된 경우

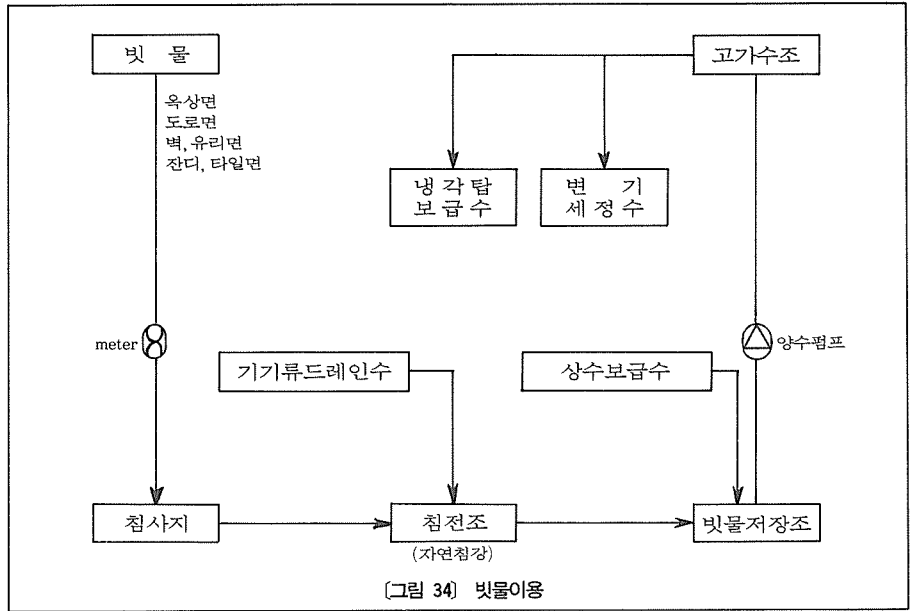
채용하고 있는데 이 방식은 급탕배관 등에서의 열손실이 없고 효율적인 가열이 가능하므로 에너지 절약을 기할 수 있다.

78. 배수의 자연방류

지하층의 배수량이 최소가 되도록 건축계획을 하였다. 즉 지하 1층 펌프의 드레인, 기계실 바닥청소의 배수, 수세기의 배수만 양수펌프를 이용하여 배수하고 있다.

79. 빗물의 이용

옥상, 남쪽 벽면, 잔디 등으로부터 빗물을 수집하여 간이 처리한 후 변기 세정수, 냉각탑 보급수로 사용한다. 각 표면에서 유출된 빗물은 침사지에서 토사를 제거하고 지하 피트를 이용한 빗물 저장조에서 체류하는 동안 자연 침강하여 침전 생성물이 제거된다.



〈표 1〉 빗물이용 시설의 개요

건물연면적	3776m ² (건축면적 887m ²)
집수면적	옥상면 870m ² 도로면(아스팔트 포장) 270m ² 벽, 유리면 700m ² (남쪽 600m ² , 동쪽 100m ²) 잔디, 타일면 510m ²
수조용량	침사지(콘크리트제) 4m ³ 침전조(지하피트이용) 9m ³ 빗물저장조(지하피트이용) 28m ³ 잡용수 고가수조(FRP제) 2m ³
처리방식	침사(沈砂)·침전(沈殿) 처리

빗물(기계류의 드레인 포함)에 의한 상수 대체율을 연간 계산하면 세면기, 변기용 수량의 85%, 건물 전체 사용수량의 35% 이다.

80. 실내 평균 복사온도의 균일화
외벽의 단열, 창 면적의 감소, 창 사시의 기밀성 및 단열성의 향상에 의해 실내 평균복사온도의 균일화를 기하였다. 그 결과 실내의 온도조건을 다소 완화(냉방기 26℃ → 27℃, 난방기 22℃ → 20℃) 하여도 종래와 동등한 온열감을 에너지 절약적으로 얻을 수 있다.

81. 외기냉방 제어

중간기, 겨울철 등에 실내측은 냉방을 요하고 외기 엔탈피가 실내보다 낮은 경우 그 엔탈피 차를 이용하여 외기를 취입함으로써 실내를 냉방하고 있다.

82. 최소 외기도입량으로 제어

외기부하는 도입된 외기량에 일차적으로 비례한다. 재래의 공조설비에서는 설계시점의 최대 열부하 산정에 의해 항상 재석으로 가정하여 매시 일정량의 외기를 도입하고 있다. 그러나 외기도입의 주목적은 실내의 CO₂ 농도를 적정치 이하로 유지하는 것이고 또한 CO₂ 발생량은 재실자수에 비례하므로

이 건물은 실내의 CO₂ 농도를 검지하여 시시각각의 재실자수에 상응하는 외기도입량을 결정하고 있다.

83. 예냉, 예열시 외기도입량 제어
건물의 사용개시 시각에 설정 실온이 유지되기 위하여 사용개시 1~2 시간 전에 예냉, 예열이 실시된다. 그 시간대는 재실자가 없거나 또는 극히 적으므로 신선외기를 도입하여 환기할 필요는 거의 없으므로 댐퍼를 자동제어하여 외기가 도입되지 않도록 함으로써 열부하를 감소시키고 있다.

84. 이중 외피의 통풍제어

이중외피의 온도는 일사의 영향을 받으면 외기온에 비해 몇도 또는 10도 이상 상승한다. 냉방기 및 중간기에는 그 상승을 억제할 필요가 있으며, 난방기에는 상승을 조장하여 열회수 함으로써 이중외피의 효과를 한층 향상시킬 수 있다. 이 건물에는 무통풍, 자연 통풍, 공조용 외기통풍, 공조용 외기통풍 + 환기통풍의 4 종류로 분류하여 상황에 따라 통풍을 제어하고 있다.

85. 야간 환기 (night purge)

여름철 야간에는 창을 열어 시원함을 느낄 수 있는데 이는 직접 시원한 외기에 접한다고 하는 효과에 덧붙여 구조체에 축열된 열을 외기에 의해 내보내고 실온을 낮춘 결과 시원해 진 것이다. 사무소건물의 경우 공조는 정시에 정지되므로 그 축열부하가 야간에 실내로 방열되어 실온이 상승된 효과가 다음 날 공조개시 시에 부하로 나타나는 것이다. 이 건물에서는 냉방기간 중의 야간에 시원한 외기를 이용하여 자연환기 또는 강제환기에 의해 축열부하를 제거하고 있다.

86. VAV 방식

공조부하를 충족시키는 공기 운송방식으로서 공급풍량을 가변으로 하고 급기온도를 일정하게 하는 VAV (Variable Air Volume) 방식을 채용하여 송풍기의 회전수를 제어 함으로써 소비전력의 감소를 기하고 있다.

87. VWV 방식

공조부하를 충족시키기 위한 물 운송방식으로서 공급수량은 가변으로 하고 공급온도를 일정하게 하는 VWV (Variable Water Volume) 방식을 채용하여 필요한 수량에 따라 펌프의 운전대수를 제어함으로써 소비전력의 감소를 기하고 있다.

88. 최적기동제어

재래의 공조설비는 오퍼레이터의 판단에 따라 계절마다 기동시각을 결정하여 운전하고 있으나 이 건물은 컴퓨터에 의해 매일의 예냉, 예열시에 예상되는 공조부하를 계산하여 공조기의 최적 기동시각을 결정, 운전한다. 이 방식을 채용함으로써 운전시간의 단축 및 열손실 방지에 의한 에너지절약 효과가 있다.

89. 냉각수 순환 제어

냉각수 축열방식을 채용하여 냉동기의 성적계수 향상을 목표로 하고 있으나 더욱 효과를 향상시키기 위하여 그 순환패턴을 조내온도, 냉동기 운전스케줄, 외기상태 등의 정보를 받아서 자동적으로 전환운전을 하고 있다.

90. 급다기 스케줄 제어

3 개소에 설치된 급다기는 건물의 사용스케줄에 따라 on-off 제어를 하고 있다. 그 결과 급다기의 비사용 시간에 가열함으로써 발생하는 에너지 낭비가 없게 된다.

91. 빗물 자연방류 제어

빗물을 저장하는 지하 저장조가 만수의 경우에는 수직관으로 부터의 빗물 유출수를 자동전환장치에 의해 하수도로 자연방류 시키고 있다. 빗물 자연방류 제어에 의해 빗물 저장조에서 넘치는 물을 펌프를 이용하여 하수도로 내보내는 양수에너지를 절감할 수 있다.

92. 휴식시간의 강제소등 제어

점심시간 등의 휴식시에 쓸데없이 조명등이 켜져 있는 경우를 방지하기 위하여 마이콤 시간스케줄 (micom time schedule) 에 의해 강제적으로 각 층의 조명전원을 차단하고 있다. 그러나 주위에 창이 없는 실, 통로로서 보행에 지장이 있는 부분은 소등범위에서 제외하였다. 또한 작업상 점심시간에도 조명이 필요한 경우에는 근처에 있는 수동스위치로 재점등이 가능하다.

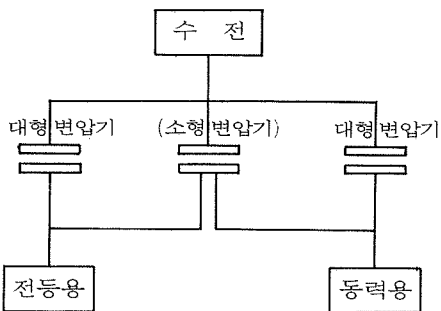
93. interval 소등 제어

각 개인의 책상에 설치된 작업등은 재석자가 없음에도 불구하고 켜져 있는 경우가 종종 있는데 이를 방지하기 위하여 12시, 15시, 17시에 마이콤의 제어 명령에 의해 자동적으로 소등된다. 그러나 몇 초 후에는 전력이 투입됨으로써 작업을 계속하는 사람은 수동스위치를 사용하여 재점등 할 수 있다.

94. 화장실 계단실 조명의 주광이용 제어
화장실 계단실과 같은 비작업공간은 인공조명이 없이 주광만으로도 행동에 지장을 초래하지 않으므로 실내의 조도를 감지하여 자동적으로 조명기구를 점멸하고 있다.

95. 변압기 대수 제어

야간, 휴일 등 부하가 작은 경우에는 전용 소형 변압기를 운전하고 대형 변압기는 운전하지 않는다. 소형 변압기는 대형 변압기에 비해 전력손실이 작으므로 운전효율의 향상이 가능하다.



96. 제어장치 전원의 제어

건물의 제어용으로 사용되는 컴퓨터시스템의 주변기기 (CRT, floppy disk driver, type writer 등) 용 전원을 불필요 시에는 자동적으로 차단한다.

97. 환코일 유니트의 스케줄 제어

각 실에 설치된 환코일 유니트의 전원은 그 실의 사용스케줄에 따라 마이콤에 의해 자동적으로 on-off 되는데 그 결과 불필요한 환코일의 운전이 방지된다.

98. 냉각수 축열방식

재래의 열원시스템은 냉각탑과 냉동기를 직결시켜서 냉각탑의 운전시각은 냉동기의 운전시각에 의해 결정되었다. 그러나 냉각수 축열방식은 냉동기와 냉각탑을 완전히 분리시켜 냉각탑을 임의의 시간에 운전이 가능하게 되므로 외기 습구온도가 낮은

시간대를 선택하여 운전할 수 있으므로

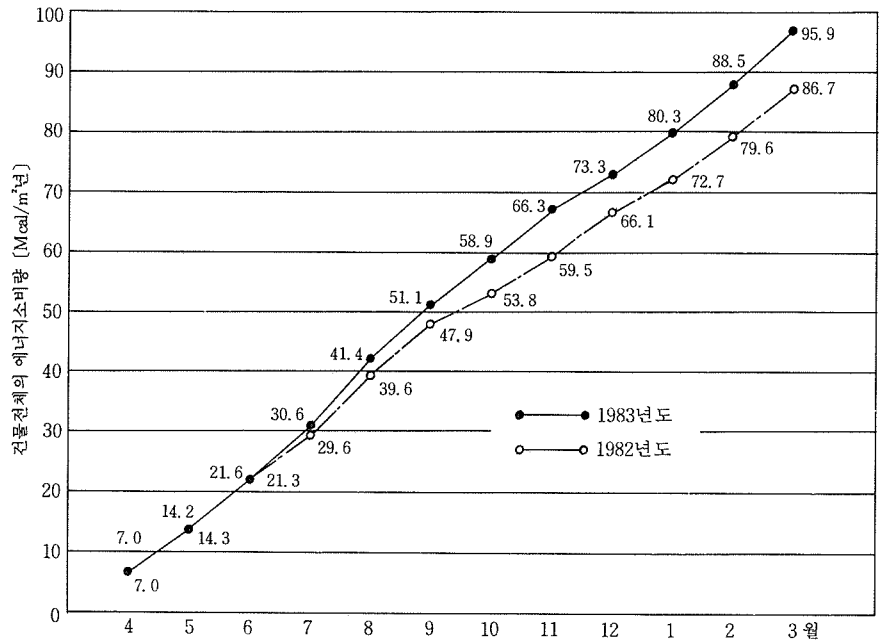
저온의 냉각수를 얻을 수 있다.

이상으로 (주) 대림조 기술연구소 본관건물에 적용된 98가지의 에너지 절약기법에 대한 설명을 마치고 이 건물의 에너지 소비실태에 대해 기술한다.

III. 본관 건물의 에너지 소비실태

1. 에너지 소비량

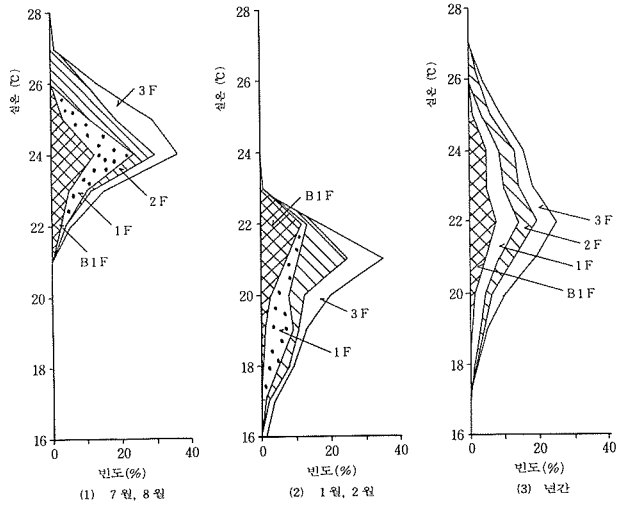
에너지 소비량을 측정된 기간은 1982년 5월 ~ 1984년 4월의 2년간이다.



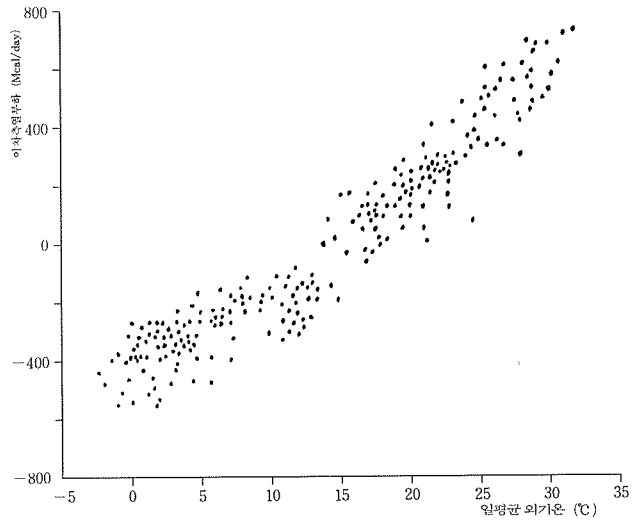
(그림 35) 건물전체 에너지소비량의 누적치

(표 2) 건물전체의 에너지소비량

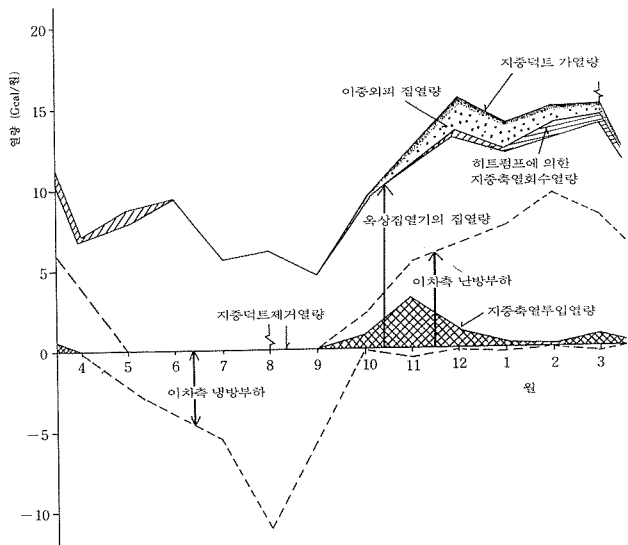
에너지 소비구성	에너지 소비실적			구 성 비 [%]		
	[RWh/년]	[Mcal/년]	[Mcal/m²년]			
공	열 원 용	27,426	67,193	17.8	18.6	
		24,060	58,947	15.6	18.0	
조	반 송 용	18,542	45,428	12.0	12.5	
		16,611	40,697	10.8	12.4	
용	(소 계)	(45,968)	(112,622)	(29.8)	(31.1)	
		(40,671)	(99,644)	(26.4)	(30.4)	
조명·콘센트용		59,797	146,503	38.8	40.5	
		55,361	135,635	35.9	41.4	
기	환 기 용		785	1,923	0.5	0.5
			652	1,598	0.4	0.5
	위 생 용		3,325	8,146	2.2	2.3
			3,243	7,946	2.1	2.4
	자 동 제 어 용		12,446	30,493	8.1	8.4
			12,184	29,851	7.9	9.1
	사 무 기 기 용		19,406	47,545	12.6	13.1
			16,096	39,436	10.4	12.0
	기 타 용		6,064	14,857	3.9	4.1
			5,409	13,251	3.6	4.2
(소 계)		(42,026)	(102,964)	(27.3)	(28.4)	
		(37,584)	(92,082)	(24.4)	(28.2)	
합 계		147,791	362,088	95.9	100.0	
		133,616	327,361	86.7	100.0	



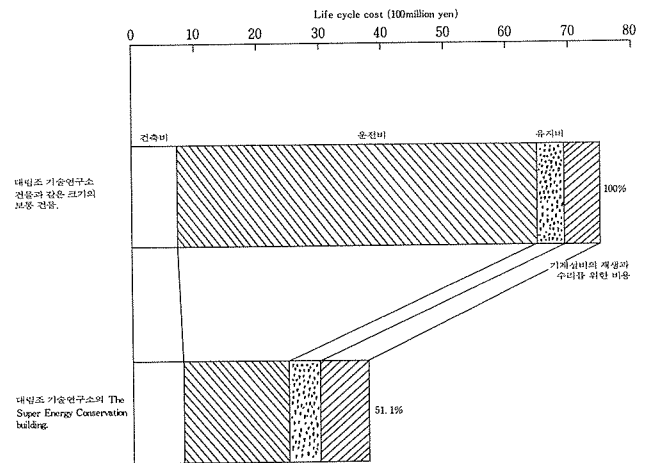
[그림 36] 실온 그래프



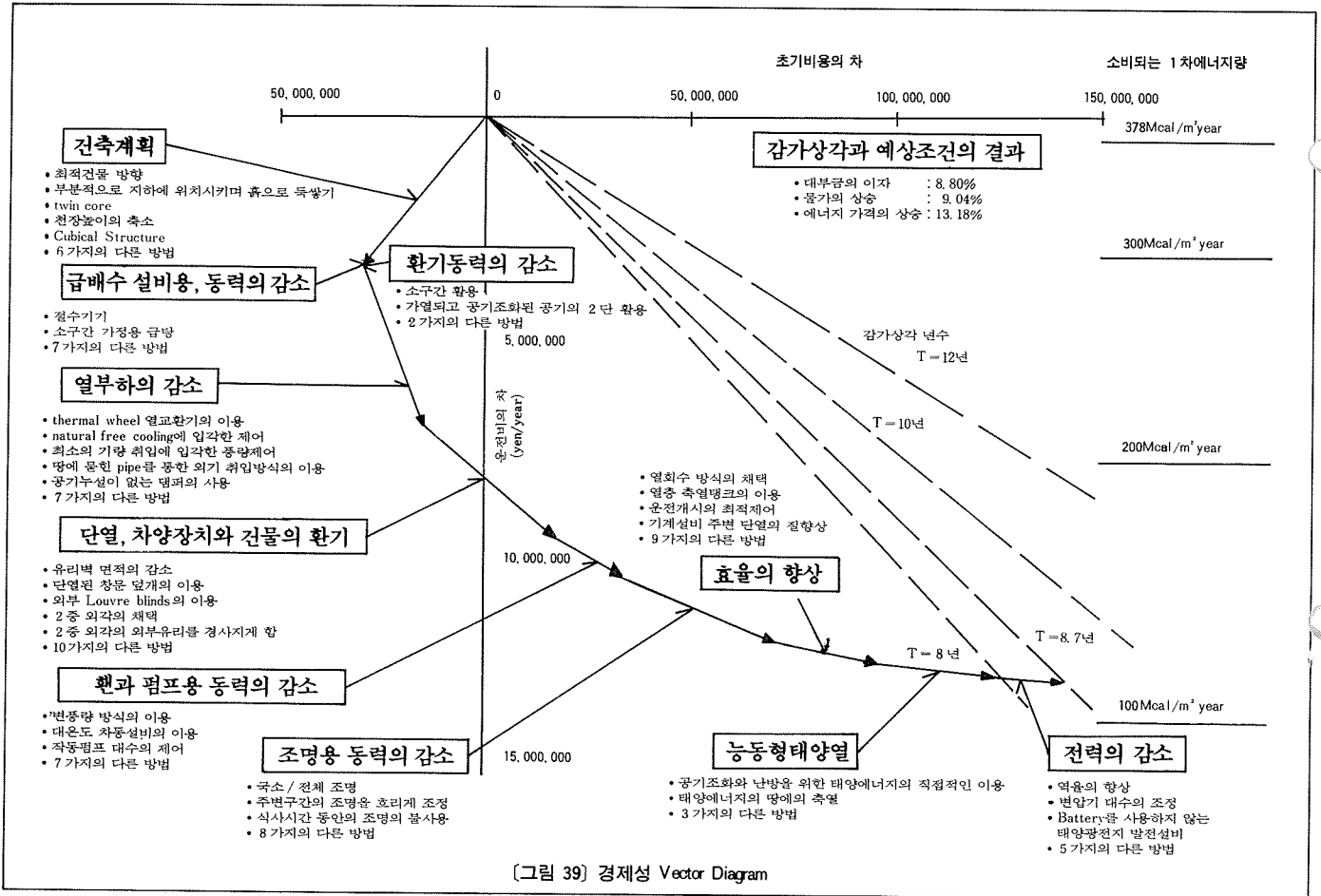
[그림 37] 이차측열부하와 일평균 외기온의 상관



[그림 38] 자연에너지의 월별이용량



[그림 40] 65년 이후의 Life Cycle Cost 비교



[그림 39] 경제성 Vector Diagram

기술연구소에서 개발한 ENECOST 컴퓨터 프로그램이 이 건물의 초기 비용과 운전비용의 변화를 산출하기 위하여 적용되었다. [그림 39]는 경제성 Vector Diagram이다. 수평축은 초기비용을, 수직축은 운전비용을 나타내며 0 점은 가상된 같은 크기에 대한 것이다. 건축과 건축설비계통 상호간에 적절한 에너지 절약기법이 채택되었을 때 건축비와 각 기법에 의해 얻어진 에너지량이 계산되며 벡터량으로 표시된다. 마지막의 벡터 위치는 이 건물의 전체적인 평가를 나타낸다.

2. Life Cycle Cost

철근콘크리트 건물의 법률이 정한 감가상각 기간은 65년이므로 이 기간을 Life Cycle 한계로 가정하여 전체 비용을 산출하였다. Life Cycle cost 를 계산하는 방법은 많지만 그 중의 어떤 것도 정확하다고 할 수 없다. 그러므로 이 계산에서는 65년간의 Life Cycle 기간 중에 건축설비를 3번 재생, 수리하는 것으로 가정하였다. [그림 40]에서 명확히 보는 바와 같이 운전비가 대부분을 차지하고 있으며 이 건물은 극히 에너지절약적이라 할 수 있다. <끝>

기술연구소에서 개발한 ENECOST 컴퓨터 프로그램이 이 건물의 초기 비용과 운전비용의 변화를 산출하기 위하여 적용되었다. [그림 39]는 경제성 Vector Diagram이다. 수평축은 초기비용을, 수직축은 운전비용을 나타내며 0 점은 가상된 같은 크기에 대한 것이다. 건축과 건축설비계통 상호간에 적절한 에너지 절약기법이 채택되었을 때 건축비와 각 기법에 의해 얻어진 에너지량이 계산되며 벡터량으로 표시된다. 마지막의 벡터 위치는 이 건물의 전체적인 평가를 나타낸다.

2. Life Cycle Cost

철근콘크리트 건물의 법률이 정한 감가상각 기간은 65년이므로 이 기간을 Life Cycle 한계로 가정하여 전체 비용을 산출하였다. Life Cycle cost 를 계산하는 방법은 많지만 그 중의 어떤 것도 정확하다고 할 수 없다. 그러므로 이 계산에서는 65년간의 Life Cycle 기간 중에 건축설비를 3번 재생, 수리하는 것으로 가정하였다. [그림 40]에서 명확히 보는 바와 같이 운전비가 대부분을 차지하고 있으며 이 건물은 극히 에너지절약적이라 할 수 있다. <끝>