대규모 복합시설에서의 환경부하 절감방안에 대해

- 시설개요와 운전실적 -

세끼네 쯔도므(야마다케빌딩시스템)
(공기조화 · 위생공학회 학술강연회 강연논문집 2002.9.11~13 후구오까)

번역 : 서 길 진 / 정회원 한국야마다케주식회사(kiljin-suh@yamatake.co.kr)

1. 머리말

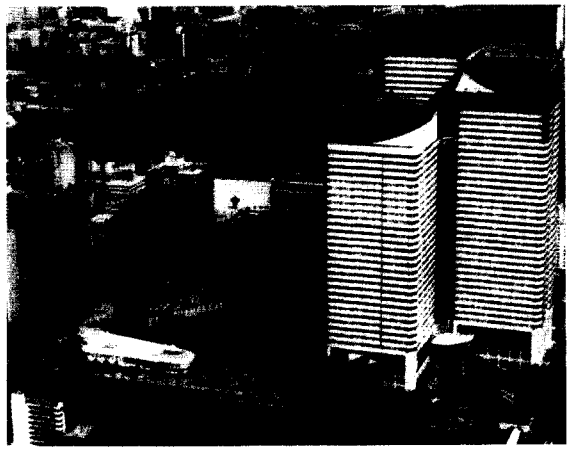
현재의 지구환경보전에 관한 흐름 속에서 대규모 시설의 환경부하절감의 동향은 많은 주목을 받고 있으며, 적절한 관리운영에 의해 에너지 절감이나 폐기물량을 최소한으로 억제하는 방안 등이 연구되고 있다.

적절한 관리를 하려면, 계량계획을 바탕으로 한 운전데이터 관리가 반드시 필요하다. 본 시설에서는 에너지, 물, 폐기물 등, 환경부하에 관한 데이터를 폭넓게 수집하여 개선책을 마련함으로써 시설 전체의 환경부하절감에 도움을 주고 있다.

본 고에서는 계량계획의 개요와 준공 후 1년간의 운전실적에 대해 보고한다.

〈표 1〉 시설개요

용도	사무소, 홀, 상업, 전시, 정비공장
소재지	동경 중앙구
구조	S, SRC, RC
연면적	약 456,000m² (주차장을 포함)



[그림 1] 시설 전경

2. 시설개요

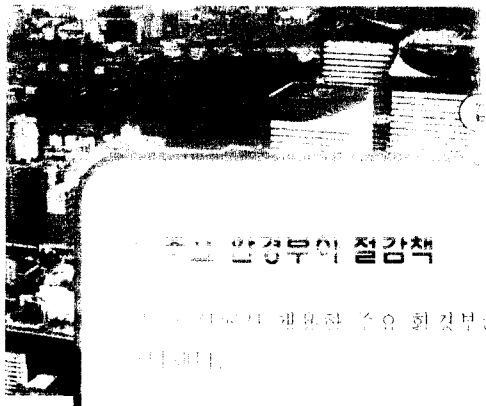
검토대상은 2001년 4월에 그랜드 오픈된 연면적 약 456,000m2의 대규모 복합시설이다(**그림 1**, **그림 2**). 시설개요를 **표 1**, 2에 나타낸다. 오피스 상업 등 복수의 건물로 구성되며, 전력, 급배수, 방재, 방범, 소화 등의 기간설비는 가구(街球)전체에서 일괄적으로 설치되어 있다. 또, 본 시설 내에 설치된 지역열 공급시설에서 냉수 · 온수의 공급을 받고 있다. 기간설비구성은 **그림 3**과 같다.

각 건물의 개별관리를 원칙으로 하고 있으나, 가구 전체의 품질을 일정하게 유지한다는 관점에서

가구의 통일관리자를 설치하여 일원적인 관리를 하고 있다.

〈표 2〉 건물구성

건물명칭	용도	연면적	층수
오피스A	사무소	131,200m²	45F · B4F
오피스B	사무소	119,500m²	40F · B4F
오피스C	사무소	103,800m²	34F · B4F
오피스D	사무소	31,600m²	19F · B1F
홀	홀	4,900m²	6F
상업시설	매점 · 음식점	17,000m²	4F
전시시설	매점 · 음식점	2,800m²	3F
정비공장	공장 · 쇼룸	7,300m²	2F
공용부	그랜드로비 · 센터,플랜트 등	35,600m²	4F · B4F



주요 환경부하 절감책

주요 환경부하 절감책을 표 3에 나타내다.

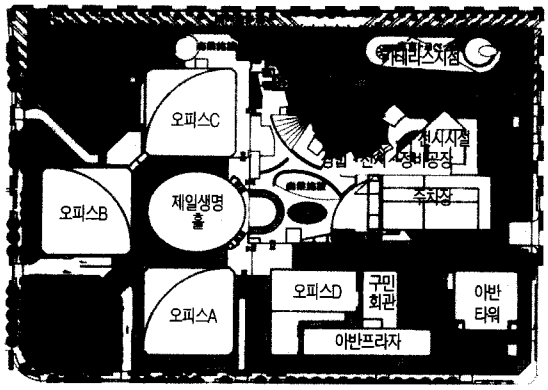
4. 검토의 개요

4.1 데이터 수집의 개요

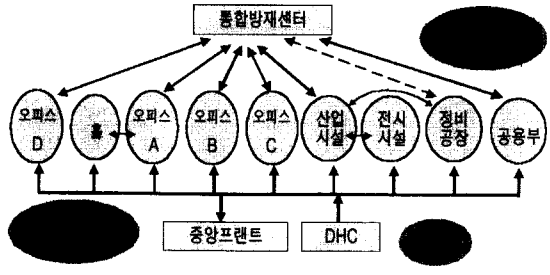
각 건물 및 통합방재센터에 BEMS장치를 설치하여 에너지 등의 데이터를 관리하고 있다. BEMS의 개요를 **그림 4**에 나타낸다.

4.2 에너지 관리의 개요

각 건물의 전력·열계량 외에 오피스동에서는 CEC에 의한 예측치와의 비교가 가능하도록 설비구분별 에너지 계량을 하고 있다. 단, 공조·환기에 대해서는 분리가 어렵기 때문에 같은 계량을 하고 있다. 오피스동 (D동을 제외)에서의 에너지의 계량구분을 **그림 5**에 나타낸다.



[그림 2] 시설 배치 (검토대상 범위)

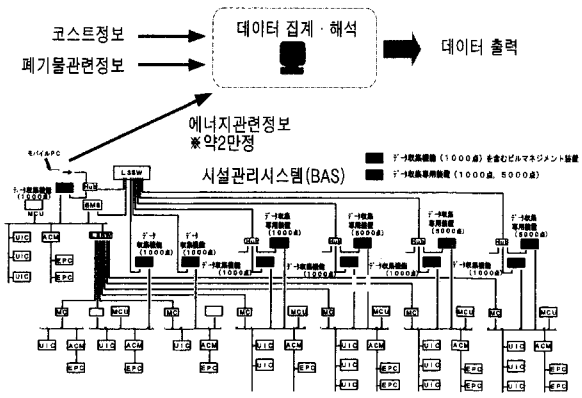


[그림 3] 주요설비구성

설비구분별 에너지 소비량의 해석에 의해 당초의

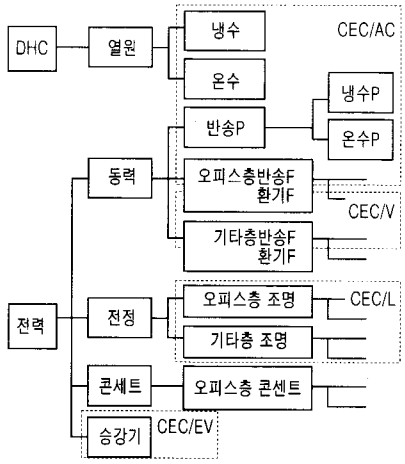
〈표 3〉 주요 환경부하 절감책 ○: 단열 △: 부분채용

대분류	중분류	소분류	오피스	상업시설 전시시설 정비공장	홀	공용부	기계설비
에너지 및 자원 절약	외벽·옥상·바닥의 단열	외벽단열	○	○	○	○	
		옥상단열	○	○	○	○	
		바닥단열		△			
	창의단열, 일사차폐	열선반사유리	○				
		인접건물에의한일영효과	△	○	○	○	
	자연채광	주광연동제어	○				
	자연환기	자연환기구	○			○	
	자연에너지 이용	외기냉방	○		○	○	
		night purge 이용	○				
		기화식 가습기에의한 가습냉각	○		○		
	에너지 다단계이용	전열교환기		○	○		
		배열회수					△
	수송에너지의 최소화	VAV	○	○	○	○	
		VWW	○	○		○	
		냉온수의 대온도차	○	○		○	
		냉온수의 밀폐회로화	○	○		○	
		냉온수배관의 차압최초화제어	○				
		엘리베이터 운행제어	○				
	조명에너지의 최소화	고효율 조명기구	○				
		창측조명의 무란계 조광	○				
		조명의 초기조도 보정	○				
	국부공조·국부배기	리프레시코너에 의한 담배연기제어	○				
		기구탈치변기	○				
	낭비의 회피	혼합손실의 회피	△		△	△	
		제습·재열의 회피	○		○	○	
		분산형 트랜스에의한 반송손실 최소화	○				
		비사용실의 공조정지	△	△	△		
	수자원의 유효이용	자동수전	△	△	△		
		배수재이용					○
		배수재이용지역냉난방시설의					○
		우수이용					○
	자원의다단계이용	쓰레기 분리수거	○	○	○	○	
	최적운용	공조조닝의 세분화	○	○			
		유저터미널의 충실	○				
		공조기의 최적기동 정지	○		○	○	
		BMS의 채용	○	○			○



[그림 4] BEMS개요

상정대로 운전되고 있지 않은 것이 판명되었을 경우에 원인을 상세히 밝혀낼 수 있도록 각 실내온습도, 공조기, 분산 트랜스의 전력량 등에 대해서도 데이터를 수집하고 있다.



[그림 5] 오피스동 에너지 계량구분

4.3 급배수 관리의 개요

본 시설에서는 잡용수(雜用水)의 원수(原水)로서 각종 배수, 빗물, DHC냉각탑 블로우수, 공조드렌수를 재처리하여 사용하고 있다. 절수를 위해 각 건물의 상수·잡용수 사용량, 잡용수의 보급수량 등을 계량하고 있다. 배수 재이용의 과정을 **그림 6**에 나타낸다.

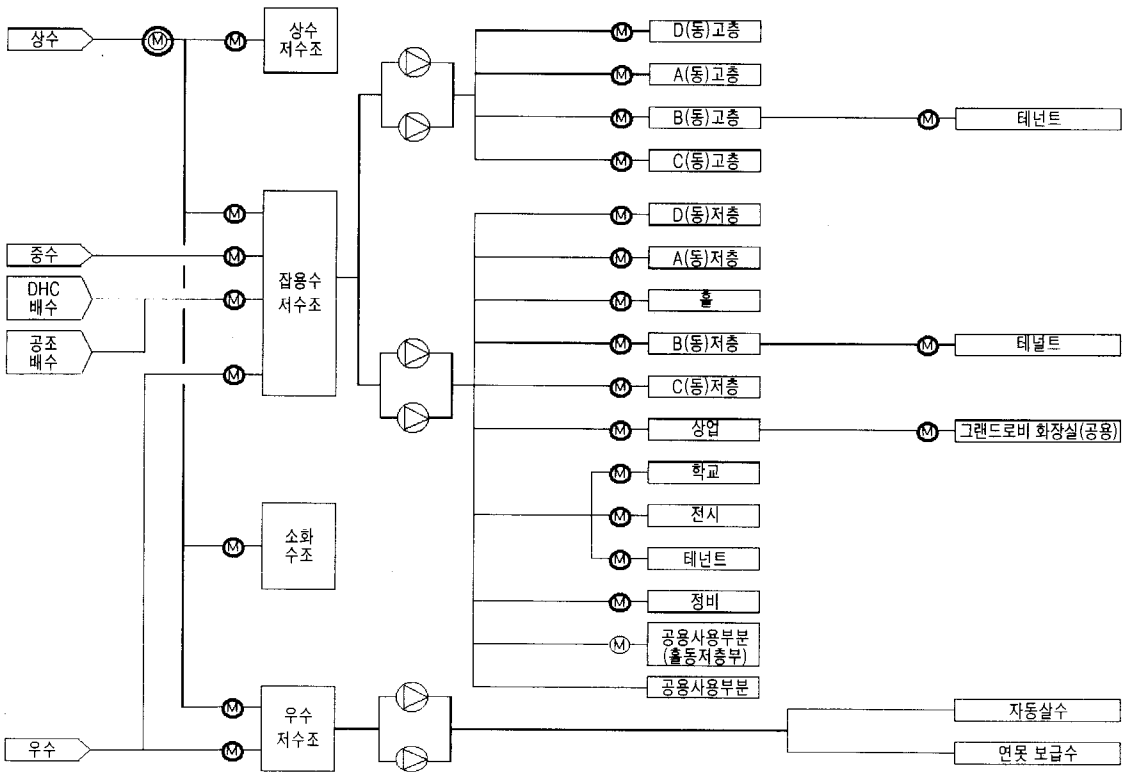
4.4 폐기물 관리의 개요

각 건물에 폐기물의 계량장치를 설치하여 품목별로 계량하고 있다. 품목은 바코드에 의해 등록되며, 품목별 중량이 PC에 자동적으로 저장된다 (**그림 7**).

5. 운전실적

5.1 에너지 소비량

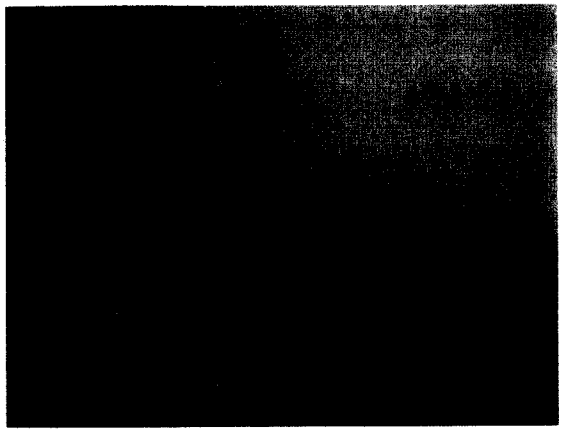
2001년 4월~2002년 3월까지의 1년간의 오피스동(4동 평균치), 상업계통(상업·전시·정비공장 평균치), 공용부에 있어서의 단위 연면적당 일차 에너



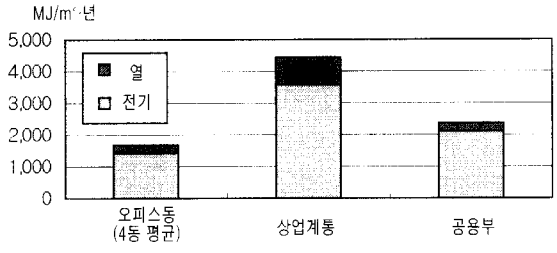
[그림 6] 배수 재이용 순서도

[illegible] 1차 에너지 소비량 평균치 [illegible] 일반 오피스 빌딩의 평균치 [illegible] 대해 약 15%가 절감되고 있다. 상업계는 1,444MJ/m²년이며, 대규모 점포의 평균치 2,913MJ/m²년에 대해 약 50% 증가하였다.

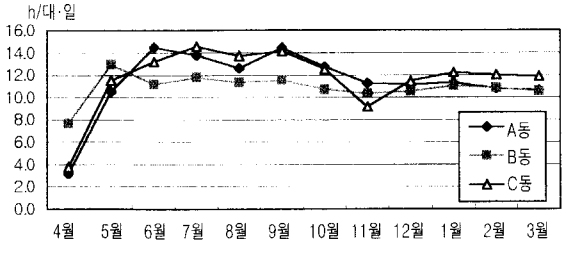
상업계의 에너지 소비량이 큰 이유로서, 유효 면적율이 크다는 것, 운전시간이 길다는 것, 음식점포의 비율이 높고 주방팬 동력이 크다는 것을 들 수 있다.



[그림 7] 폐기물 계량장치



[그림 8] 연간 1차 에너지 소비량

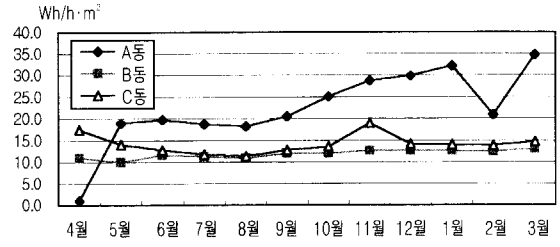


[그림 9] 월별 공조운전시간 (오피스 3동)

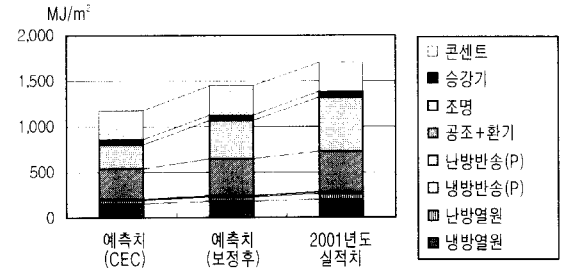
각 건물 모두 1차 에너지 소비량에 점유하고 있는 열에너지의 비율이 작다. 이것은 외기냉방의 효과가 나타나고 있다는 것, DHC 1차 에너지 COP가 높기 때문이라고 생각된다.

D동을 제외한 오피스 3동의 사용상황은 공조의 운전시간 평균치가 연간 2,800시간 전후, 콘센트 용량의 연간 평균치가 17.8W/m²였다(**그림 9, 10**). 이것을 바탕으로 계획시점에서의 CEC를 기초로 하는 설비구분별 1차 에너지 소비량을 보정하여, 실적치와 비교하였다. 그 결과는 **그림 11**와 같다.

각 항목 모두 실적치가 예측치를 상회하고 있으며, 특히 조명 에너지 소비량의 차가 크다.

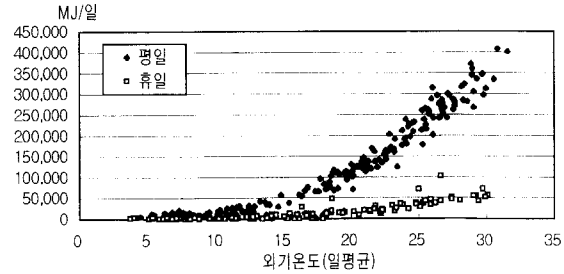


[그림 10] 월별 콘센트용량 평균치 (오피스 3동)

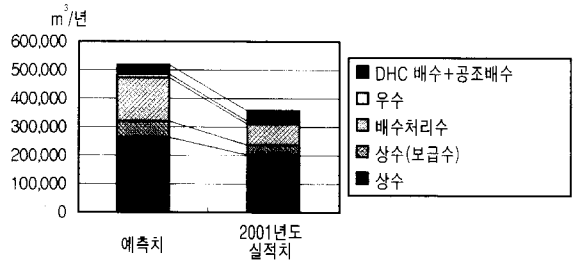


주 3. CEC에는 콘센트 용량의 산정이 없기 때문에, 실적값을 이용했다

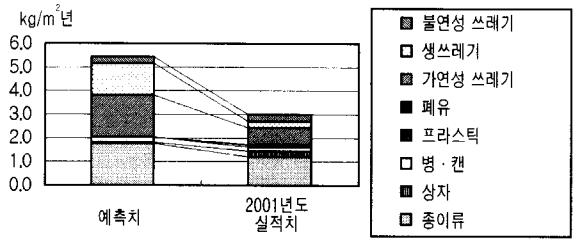
[그림 11] 구분별 에너지 소비량(오피스 3동)



[그림 12] 외기 온도와 냉수 일부하(오피스동)



[그림 13] 연간물 사용량(시설 전체)



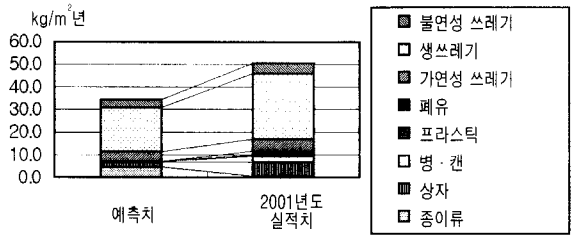
[그림 14] 연간 폐기물량(오피스 4동)

오피스동의 외기온도와 냉수일 부하의 관계를 **그림 11**에 나타낸다. 외기온도와 일(日)부하에는 깊은 상관관계가 있으며, 앞으로 각 년, 월별 비교를 할 때의 보정에 도움이 될 가능성이 있다.

5.2 물 사용량

연간 물사용량의 예측치와 실적치를 **그림 13**에 나타낸다. 재이용율(재이용수 사용량/전체 사용량)은 예측치 38%에 대해 실적치 34%였다. 예측치를 밑돌았던 것은 화장실 용수 사용량이 예측한 것의 60%로 적었던 것과, 4월~5월의 운전 시작시에 재처리수의 수질이 안정될 때까지 재이용을 하지 않았기 때문이다.

5.3 폐기물량



[그림 15] 연간 폐기물량(상업계)

연간 폐기물량의 예측치와 실적치를 **그림 14, 15**에 나타낸다. 오피스동은 예측 배출량의 55%였으며, 재이용율도 예측치 38%에 대해 57%로 양호한 결과였다. 상업계는 예측 배출량의 146%였으며, 재이용율은 예측치 20%에 대해 23%였다.

6. 맺음말

건물에서 사용되거나 배출되는 환경부하에 대해 준공 후 1년간의 운전 데이터를 바탕으로 예측치와 비교하였다. 앞으로는 예측치와의 비교를 통한 성능검증으로 한층 더 환경부하를 절감할 예정이다.

참고 문헌

1) 건축물 에너지 소비량 조사보고서, 2000년 3월, (회사) 일본 빌딩에너지종합관리기술협회
2) 모모타, 이노우에, 오카가키 외 : 대규모 축열조를 가지는 DHC의 도입 효과(제3보~제4보), 공기조화 · 위생공학회 학술강연회 2002.9
3) 요코야마, 오카가키 외 : 하루미 아일랜드 새 톤 스퀘어, 건축 설비사, 2002년 1월