

# 시설관리동향-커미셔닝에서 설비개보수까지

## (4)시설관리의 현황과 장래(1편)

Koide Toshihro 야마다케시스템(주)연구개발부  
(空氣調和·衛生工學, Vol.76, No.3, 2002)

번역 : 이 상 열 / 정희원 (주)리우스(srleecla@chol.com)

키워드: 열원설비(Heat Source System), 에너지절약(Energy Conservation), 성능평가(Performance Evaluation)

### 머리말

본 시리즈 강좌의 주제인 “커미셔닝·라이프사이클·시설관리”의 관점에서, 당사의 복합용도 빌딩인 “고텐야마 힐즈”(사진 1에 건물외관, 표 1에 건축개요를 나타냄)에서의 대형 축열조를 이용한 전기열원 및 가스열원 복합열원 시스템의 계획단계 취지 설명과 운전실적분석을 위한 데이터수집 및 정리수법과 결과, 그리고 발생한 과제 등을 개략적으로 소개한다. 저자는 커미셔닝의 정의가 아직 존재하지 않았던 시절에 이미 “기획에서 관리까지” 일관한 임대빌딩업이라는 방침으로, 건설시에는 설계부문을 담당하

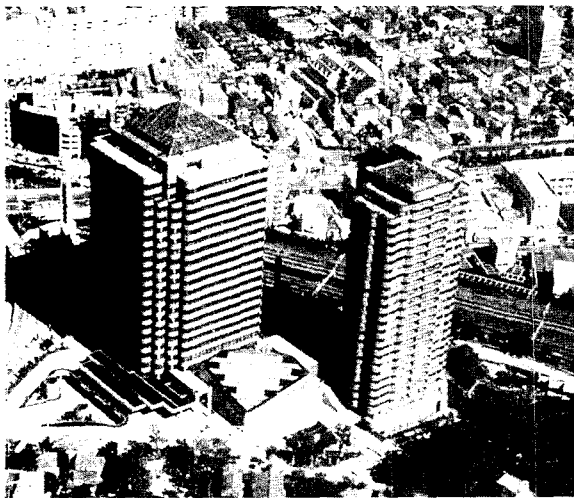
여 기획·설계·시공감리·추적관리를 수행하고, 그 후에도 관리부문의 기술담당으로서 계속해서 추적관리·실행분석·운전관리·보수정비·수영선 등으로 본 건물에 관여하고 있다.

또한, 최근 사무용 빌딩 등의 일반 빌딩도 에너지소비량의 규모에 따라 2중 에너지관리 지정공장 대상이 된 이후에, 빌딩에너지 소비실태 분석에 관한 당사의 에너지관리 수법 등도 일부 소개한다.

금후 부동산의 투자 신탁화 등을 포함한 경쟁시대에 있어서, 높은 수익성이 부동산 가치를 결정하는

<표 1> 고텐야마 힐즈 개요

|                         |  |
|-------------------------|--|
| [전체개요]                  | 소재지 : 도쿄교토시가와구 기타시니가와4-7-35호<br>용도구성 : 사무소·주택·호텔·점포·정원<br>대지면적 : 31,061.24m <sup>2</sup> (9,396.0평)<br>건축면적 : 약 11,600m <sup>2</sup> (35,700평)<br>연바닥 면적 : 약 188,200m <sup>2</sup> (약 35,700평) |
| [사무소동<br>(고텐야마 모리빌딩)개요] | 규모 : 지하 3층 지상 21층, 옥탑 2층<br>사무실 면적 : 약 29,980m <sup>2</sup> (9,069평)<br>공조설비 : 더블로일형 센트럴 공조기<br>perimeter 공조기 열원 히트펌프 유니트  |
| [주택동(고텐야마 타원)개요]        | 규모 : 지하 3층, 지상 25층, 옥탑 1층<br>임대실 총 면적 : 약 12,400m <sup>2</sup> (약 3,750명)<br>세대수 105호<br>공조 설비 : 더블터임 은폐 팬코일<br>더블로일형 PAN가습 부착 외조기   |
| [호텔동(라휘레토요코)개요]         | 규모 : 지하 3층, 지상 25층, 옥탑 1층<br>객실 : 250실<br>시설 : 연회장·레스토랑·헬스장<br>공조시설 : 더블로일은폐 팬코일<br>더블 로일 외조기 +각층배기  |



[사진 1] 건물외관

〈표 2〉 열원 설비 선택 과정

| 계획조건   | 설계과제   | 열원계획         | 채택 열원 설비                   |
|--|--|--------------|----------------------------|
| 주위 자연환경과의 경관조화<br>연중 24시간 가동용도 건물<br>에너지비용 저감화 | 집중열원 공조 방식<br>열원의 안정 공급 확보<br>연간할인단가 가스 계약<br>야간 할인 요금 전력 이용 | → 최적 효율 운전   | → 열원 종합 제어 구축              |
|  |  | → 열원기기의 복수화  | → 기기능력의 평준화                |
| 신설인프라설비 용량의 경감                                 | 최대수요가스량의 저감<br>최대수요전력량의 저감                                   | → 가스식 열원기 채택 | → 가스연소 냉온수 발생기<br>노통연관 보일러 |
|  |  | → 전기식 열원기 채택 | → 냉전 원심 냉동기                |
| 고층 및 저층 연결 일체 건물<br>복합용도 건물의 잠정 향상             | 지하 pit의 유효이용<br>냉난방 동시 부하 이용                                 | → 축열시스템 채택   | → 냉수 축열조<br>냉온수 축열조        |
|  |  | → 열회수 시스템 채택 | → 열회수형 히트 펌프               |

척도가 되므로 설비관리의 중요성이 일반화되고 있다. 특히 광열비 등의 보수 관리비의 절감이나 설비 갱신 등의 수선비의 절감이 중요시 될 것이다. 이들은 지구환경보전을 고려한 사회적인 사명인 자원절약 및 배출물질 억제 추진에도 관련되어 있기 때문에, 여기서는 금후의 빌딩건설에서의 설비사양이나 관리운영에 관해서도 제안하고자 한다.

### 1. 고텐야마 힐즈의 열원시스템 검증

#### 1.1 열원시스템의 구축과정

우선, 녹음이 풍부한 자연에 둘러싸인 언덕에 세워진 이번 복합용도 빌딩의 열원 선택에 있어서 환경을 배려한 집중열원 방식의 채택을 전제로 축열방식 등의 각종 열원시스템을 비교 검토하였다.

이러한 경우에, 연간 운전비용의 산출과 비교적 정확한 부하예측에 의거한 열원시스템에 관련된 각종 기본요금과 종량요금의 산출 등이 중요하게 된다. 본 계획에서는 복합용도 빌딩 특유의 부하 형태나 변동을 예측하였다. 그 중에서도 사무실을 중심으로 하절기 냉방시의 전력피크 및 호텔주택에서의 동절기 난방 및 급탕 부하의 가스소비량 피크가 열원 종량단가에 크게 영향을 미치는 것이 판명되었다. 이러한 배경을 근거로 한 8개의 주제를 만족시키는 열원시스템을 거듭 검토하여, 표 2에 그 선택과정을 나타내었다.

그 결과, 연간 심야전력의 이용 및 하절기의 전력 피크 삭감, 동절기에는 열회수를 겸한 온열의 전력화로 가스 피크의 삭감을 도모하여 에너지를 절약하고 양방의 저단가 계약 실현 및 안정공급을 확보할 수

〈표 3〉 주요 열원 기기 표

| 기번                | 기기 명칭                   | 주요정격  |
|-------------------|-------------------------|---|
| R-1<br>R-2<br>R-3 | 가스연소 흡수식 냉온수 발생기<br>×3대 | 냉각 능력 5,063.4MJ<br>가열 능력 5,190.7MJ<br>×3대                                     |
| R-4               | 원심 냉동기                  | 냉각 능력 5,063.4MJ   |
| R-5               | 열회수형 히트 펌프 냉동기          | 냉각 능력 5,063.4MJ<br>가열 능력 5,190.7MJ<br>열 회수시<br>4,454.0MJ(냉각)<br>5,003.0MJ(가열) |
| HX-1              | 냉수조 방열용 열교환기            | 평형 물-물 열교환기<br>교환열량 5,063.4MJ<br>× 4대   |
| HX-2              | 냉온수조 방열용 열교환기           |   |
| HX-3              | 원심 냉동기용 열교환기            |   |
| HX-4              | 히트 펌프용 열교환기             |   |
| HX-5              | 하기 난방용 보조 열교환기          |   |
|                   | 냉수 축열조                  | 가열능력 502.3MJ  |
|                   | 냉온수 축열조                 | 심천도 온도 성층형 축열조<br>합계 총 수량(水量) 약 5,000m <sup>3</sup>                           |
| B-1               | 노통연관 증기 보일러             | 정격 환산 증발량<br>1,800kg/h  |
| B-2               | 노통연관 증기 보일러             | 정격 환산 증발량<br>3,600kg/h  |
| B-3               | 노통연관 증기 보일러             | 정격 환산 증발량<br>3,600kg/h  |

있는 병용방식을 채택하였다.

이와 같이 복수 또는 이중의 열원기기의 운전 자동화를 위하여, 각 기기나 시스템의 운전데이터 및 기기의 고장이나 교체 정비상태 등의 정보도 집중 파악하여 중앙감시 시스템에서 자동적으로 열원을 운용하는 종합열원 제어 프로그램도 새로이 구축하였다. 그리고 운전관리자가 운용결과를 용이하게 판단하도록, 에너지 데이터나 기기효율을 그래프화하여 보여주는 프로그램을 구현하였다.

#### 1.2 열원설비 개요

지하 3층 주차장의 아래 지하실에 연간 냉수전용과

냉온수 전환용의 2개의 대형 온도 성층형 축열조를 배치하고, 심야전력에 의한 축열 공조시스템용의 전기식 열원기기와 이차측 공조배관에 영향을 미치지 않는 클로즈방식의 판형 열교환기를 인접한 지하3층 열원 기계실에 설치하였다. 또한, 공조용 및 급탕용 가스열원기기 및 공조 펌프류도 같은 공간에 집약하여 종합관리가 용이하도록 하고 있다. 표 3에 주요 열원기기, 그리고 그림 1에 열원기기 주변 배관 계통도를 나타내었다.

### 1.3 열원기기 운전모드

이 열원시스템은 냉수·온수·증기의 연중 24시간 공급을 전제로 한 시스템을 구성하고 있으며, 냉수·냉온수 축열조 및 열회수 공기열원 히트펌프와 가스 흡수식 냉온수 발생기의 계절변화에 맞춘 전환운용 모드에 의해서 기기의 운전 순위가 결정된다. 그 열원운전의 모드전환 형태를 표 4에 나타내었다.

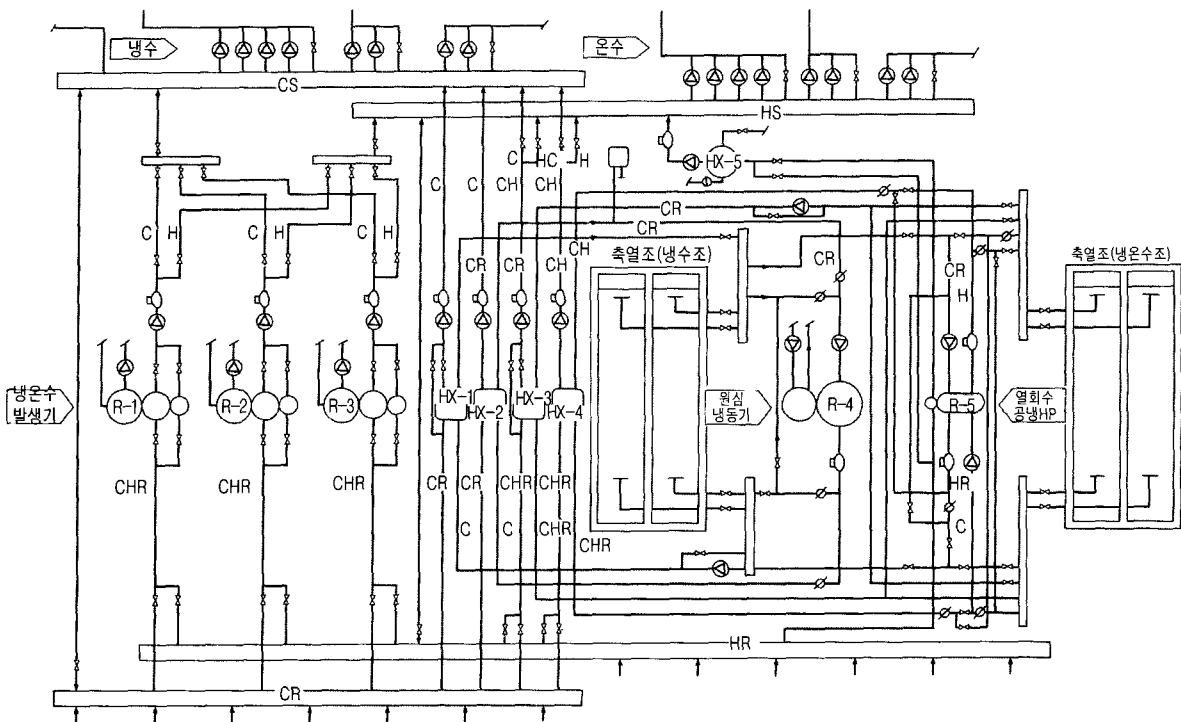
냉수공급은 방열 시간대에 냉수 축열조 방열 열교

환기를 베이스로 운용하고 방열이 완료할 때까지 운전한다. 부하를 감당할 수 없을 때에는 냉수모드에 등록된 냉온수 발생기를 제어 이용하고, 그래도 부하를 감당할 수 없을 때에는 원심냉동기, 히트펌프의 클로즈운전이 자동으로 추중운전을 개시한다.

축열 시간대에는 냉온수 발생기를 베이스로 운용하고, 냉수·냉온수조는 방열을 완료하지 않아도 축열 모드로 되어 냉동기에 의해 축열 운전된다. 긴급시에는 방열기 및 냉동기의 클로즈 운전이 원격 수동신호로 운전된다.

냉수공급과 마찬가지로, 온수공급도 계절모드 전환에 의해 온수 모드로 등록된 온수 축열조를 베이스로 냉온수 발생기와 히트펌프 냉동기의 클로즈 운전이 부하추중으로 자동적 운전된다.

또한, 동절기에 가스의 시간조정 계약의 베이스 가스 소비량을 억제하고자 할 때는, 부하조정 운전 지령을 등록하여 그 기간만 발생기와 히트펌프의 추중 운전 순서가 반대로 설정되게 한다.



[그림 1] 냉온수열원 주변 배관 계통도

## 2. 운전실적과 분석수법

### 2.1 냉난방 피크시의 예측과 실제

각 열원기기의 24시간 운전에 의한 발생 열량의 추이에 대해서, 그림 2에 하절기 냉방 피크일, 그림 3에 동절기 난방 피크일을 예로 들어 설계시의 운전예측과 실제의 운전결과를 나타내었다.

그림 2의 냉방시에는 통상 야간 10시간 축열하여

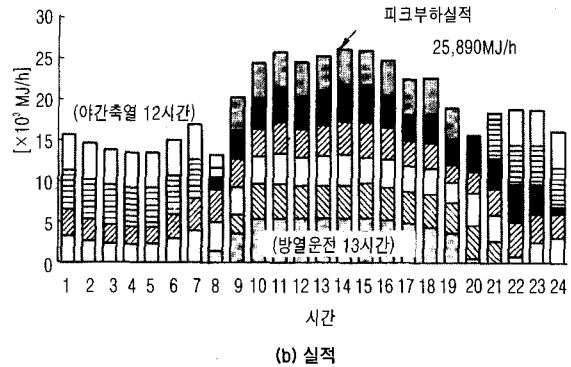
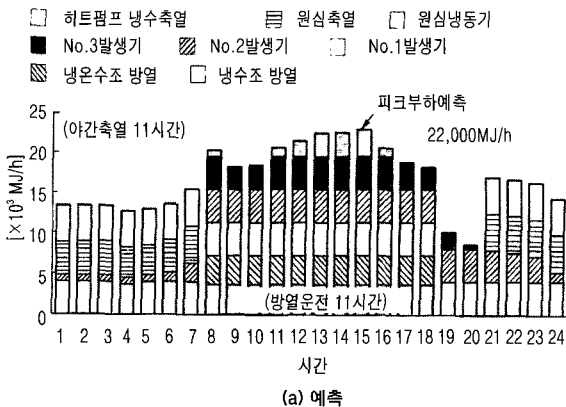
주간 10시간 방열하도록 설계하는데, 당 설계에서는 부하측의 공조운전에서 11시간 축열과 11시간 방열로 계획하였지만, 실제로는 12시간 축열과 13시간 방열로 운전하지 않으면 대응할 수 없는 상태였다. 이것은 설계시의 냉방 피크 부하 22,000MJ이 실제로는 18%증가한 25,890MJ로 커진 것, 혹은 1일 부하량 전체가 설계보다 큰 것에 기인한다.

그림 3의 난방 피크일에서는 피크부하가 최초 예측

〈표 4〉 열원기기 교체 운전 모드 표

| 열원공급 모드                       | 1월                 | 2~3월  |                      | 4~5월                 |                      | 6~9월                 |                      | 10월                  |                      | 11~12월               |                      |                      |                      |                      |
|-------------------------------|--------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                               |                    | 야간    | 주간                   | 야간                   | 주간                   | 야간                   | 주간                   | 야간                   | 주간                   | 야간                   | 주간                   |                      |                      |                      |
| ○ : 공급                        | ○                  | ○     | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    |                      |                      |                      |
| × : 정지                        | ○                  | ○     | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    |                      |                      |                      |
| 축열운전 모드                       | ○                  | ○     | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    |                      |                      |                      |
| 추출조-1(냉수조)                    | ○                  | ○     | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    |                      |                      |                      |
| 추출조-2(냉수조)                    | ○                  | ○     | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    | ○                    |                      |                      |                      |
| 열원운전 모드<br>-1~7<br>운전우선<br>순위 | R-4 원심 냉동기         | 축냉-2  | -                    | 축냉-2                 | -                    | 축냉-1                 | -                    | 축냉-1                 | -                    | 축냉-1                 | -                    | 축냉-2                 | -                    |                      |
|                               | HX-1 냉수조 방열용 열교환기  | 냉수-1  | 냉수-1                 | 냉수-1                 | 냉수-1                 | -                    | 냉수-1                 | -                    | 냉수-1                 | -                    | 냉수-1                 | 냉수-1                 | 냉수-1                 |                      |
|                               | HX-3 원심냉동기용 열교환기   | 냉수-2  | 냉수-2                 | 냉수-2                 | 냉수-2                 | -                    | 냉수-5                 | -                    | 냉수-6                 | -                    | 냉수-4                 | 냉수-3                 | 냉수-3                 |                      |
|                               | R-5 열 회수형 히트펌프 냉동기 | 축온-1  | -                    | 축온-1                 | -                    | 축냉-2                 | -                    | 축냉-2                 | -                    | 축냉-2                 | -                    | 축온-1                 | -                    |                      |
|                               | HX-2 냉수조 방열용 열교환기  | 축냉-1  | -                    | 축냉-1                 | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | 축냉-1                 | -                    |                      |
|                               | HX-4 히트펌프용 열교환기    | -     | 온수-1                 | -                    | 온수-1                 | -                    | 냉수-2                 | -                    | 냉수-2                 | -                    | -                    | -                    | 온수-1                 |                      |
|                               | HP오일쿨러             | 추중운전  | -                    | 온수-2                 | -                    | 온수-2                 | -                    | 온수-2                 | -                    | 냉수-7                 | -                    | -                    | 온수-2                 |                      |
|                               | HX-5 하기난방용 보조난방열교환 | 배열회수  | -                    | -                    | -                    | 온수-1                 | -                    | 온수-1                 | -                    | 온수-1                 | -                    | -                    | -                    |                      |
|                               | 냉온수 발생기            | (증기)  | -                    | -                    | -                    | -                    | 온수-3                 | -                    | 온수-2                 | 온수-1                 | 온수-2                 | 온수-1                 | -                    | -                    |
|                               |                    | R-1~3 | 온수-1<br>온수-2<br>온수-3 | 온수-3<br>온수-4<br>온수-5 | 온수-1<br>온수-2<br>온수-3 | 온수-3<br>온수-4<br>온수-5 | 냉수-1<br>냉수-2<br>온수-2 | 냉수-3<br>냉수-4<br>온수-1 | 냉수-1<br>냉수-2<br>냉수-3 | 냉수-3<br>냉수-4<br>냉수-5 | 냉수-1<br>냉수-2<br>온수-3 | 냉수-2<br>냉수-3<br>온수-2 | 냉수-2<br>온수-1<br>온수-2 | 냉수-2<br>온수-3<br>온수-4 |

주) 가스시간 조정지령시 이외는, 온수-최후발 운전이 된다.



〔그림 2〕 냉방피크일 냉온 열원기기 운전상황(예측과 실적)

의 16,360MJ보다 40% 작은 9,954MJ로 되어, 반대로 주간에 냉방부하가 발생하고 있다. 그러나 전술의 운전모드에서 원심냉동기가 냉수 축열수의 방열에 추종운전하지 않은 사실로부터 판단하면, 주간 및 야간의 사무실 CPU용 냉수부하를 야간의 온수 축열시의 회수열(냉수)에서 조달하여, 결과적으로 히트펌프의 회수효율이 향상된 것을 알 수 있다. 다만, 호텔의 연회 등으로 주간에 축열냉수의 소비가 큰 날의 야간은 히트펌프 열원에 의한 동시회수 축열운전 후에 원심냉동기의 추종 축열운전으로 냉수조의 축열을 완료하는 수도 있다.

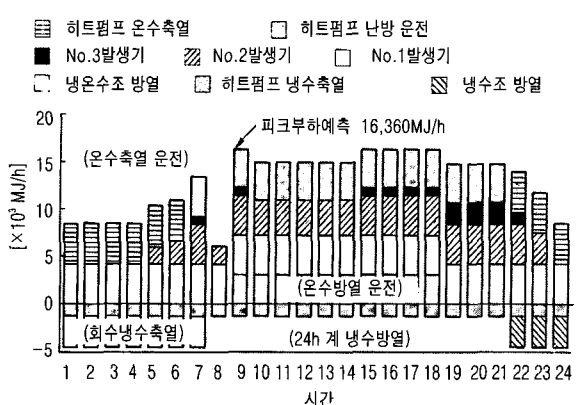
이와 같이, 난방운전에서의 설계와 실제의 차이가 크게 나타난 이유는 난방설계에서 내부 발열부하를 고려하지 않은 것을 들 수 있다.

이번 계획에서는 과거의 동등 빌딩 경험에서 어느 정도 보정하여 예측하고 있었지만, 주택 및 호텔 등의 발열부하에 대해서는 실제로 운용해보지 않고는 예측만으로는 어려우며, 실제 운전에 의한 시스템의

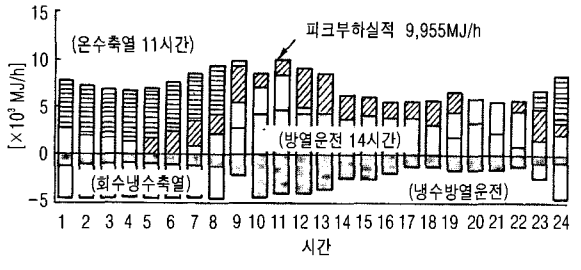
검증 및 불완전한 곳의 보완이 필요하다는 것을 실감하였다.

또한, 동절기의 사무실에 대해서도, 센트럴 공조방식이 1팬 유닛과 4존 더블코일 유닛의 조합으로 되어 있다는 사실로부터 설계 당시부터 구역(Zone) 단위로 냉방과 난방이 혼재하는 것이 예상되었기 때문에 냉수와 온수의 동시 공급 시스템으로 계획하였다. 그러나 공조 개시시의 냉온수 열량의 동시소비의 크기와 저녁때의 소비저하(안정화)의 상황 및 그림 4에 나타난 냉난방 피크 달의 외기온도와 소비열량의 추이에서 보아, 4관식 더블코일에서의 실내온도 제어의 헌팅현상이 냉열과 온열의 동시소비라는 손실을 발생시킬 가능성이 있음을 알았다.

그래서, 공조제어 동작에 대해서 계통마다 실내온도와 급기온도의 로드 재설정값 및 실측데이터의 변화 그래프를 중앙감시장치에서 작성하고 분석하여 각종 변수의 설정을 적정값으로 변경함으로써 헌팅에 의한 에너지 손실의 저감을 도모하였다.

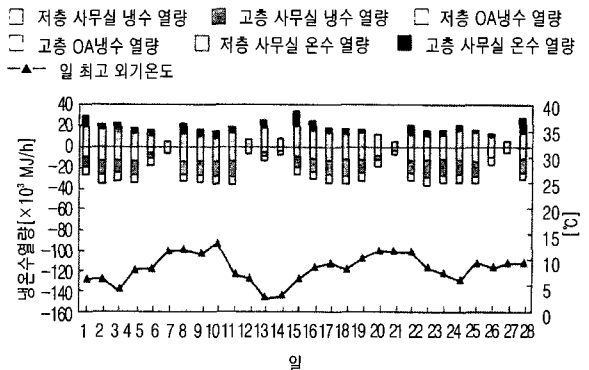


(a) 예측

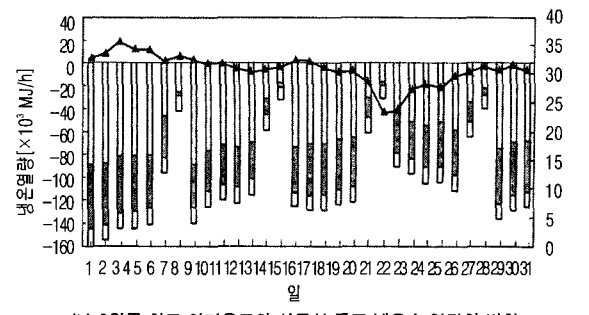


(b) 실적

[그림 3] 난방피크일 냉온 열원기기 운전상황(예측과 실적)



(a) 2월중 최고외기온도와 사무실 공조 냉온수 열량의 변화



(b) 8월중 최고 외기온도와 사무실 공조 냉온수 열량의 변화

[그림 4] 냉난방 피크 달에 있어서의 일 단위 냉온 열량의 추이(냉열은-MJ 로 표시)

이와 같이, 공조제어의 변수설정을 표준값으로 하지 않고, 임차인의 입주·퇴거나 배치의 변경 등이 발생할 때마다 센서위치의 적정성 확인과 계절에 따른 외기온도 및 냉난방 부하의 역전 등의 부하측 특성을 잘 파악하여 일상 관리하는 것이 에너지절약으로 이어진다.

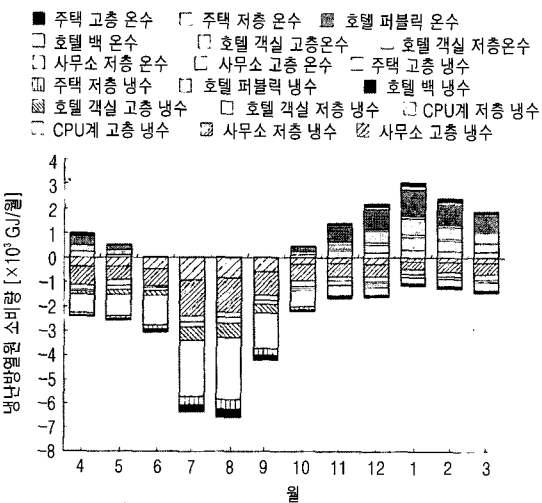
따라서, 설정의 변경조작에 관련된 자동제어장치의 조작 담당자의 결정에 있어서는, 정기보수 점검시의 계장회사 엔지니어에 한정하지 않고, 현장상황을 파악하고 있는 빌딩관리 현장담당자가 조정할 수 있도록 운전자 레벨까지 개방할 필요가 있다.

단지, 빌딩의 설비담당자가 그 계장시스템과 설비에 관한 지식과 기술력을 가지고 있는 것을 전제로 하며, 준공시의 시스템설명·기능설명·취급설명·기능검사·점검 등의 기회에 충분한 교육이나 인계가 중요하게 된다.

한편, 원격관리 시스템에 의한 보수회사 등의 전문 기술자에게 관리를 위탁할 수도 있는데, 이때는 현장의 정보제공이나 상황파악의 실시에 대해서도 시행업무로서 계약할 필요가 있다.

## 2.2 연간에 걸친 냉난방열원의 실태

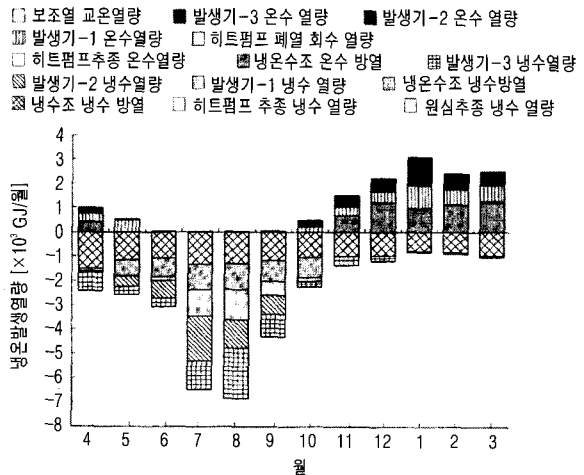
연간에 걸친 용도별 냉난방 열원의 소비량 추이를 그림 5에, 그리고 그에 상응하는 열원기기의 발생열량을 그림 6에 나타내었다.



[그림 5] 용도별 냉난방 열원 소비량 추이 그래프

그림 5에서 보면, 동절기의 냉수부하 상황과 냉방의 연간 누적부하가 난방의 2배 이상이며, 복합빌딩 전체의 냉난방부하가 냉수부하에 치우쳐져 있는 것을 알 수 있다. 그 중에서도 전술의 피크열량이 예측과 다른 이유로서, 호텔 공용공간의 냉열소비가 현격하게 큰 것을 들 수 있다. 이것은, 호텔에서의 매일의 소비량 변화가 각 레스토랑의 가동시간과 일치하는 것과 그래프에서 나타난 바와 같이 월별의 변화가 외기온도의 변화에 크게 영향 받는 것으로부터 각 레스토랑이나 연회장의 주방에서의 외조기의 부하인 것을 알았다. 그 후, 주방내의 설정온도를 1℃ 올린 것 만으로도 매달의 소비열량이 2할 감소하였다. 주방의 냉난방에 있어서는 외기처리와 구역공조의 열손실을 얼마나 줄일 수 있는지가 관건이며, 에너지절약을 위해서는 동시 급배기식의 이중 후드의 채택이 불가결하다고 할 수 있다.

그림 6에서 보면, 냉온수 축열조의 전환시기인 4월과 11월을 제외하고는 축열시스템이 거의 연간 풀가동 상태에서 운용되고 있다. 축열시스템의 운용 비율도 연간 열원발생량 전체의 약 반에 달할 정도인 상황이며, 12~3월의 난방 축열기의 동시회수 냉수 축열이 완전히 유효 활용되고 있는 상황이 분명하게 나타나고 있어, 열회수형 히트펌프 열원기나 축열조의 용량설정과 실제의 부하측의 상황이 적정했다는 것을 실증하고 있다.



[그림 6] 열원별 발생 냉온 열량 추이 그래프

이와 같이, 연간의 열부하나 열원의 운전실적 상황을 파악하고, 표 4에서 보여준 열원기기의 전환?운전모드에 대해서도 적절한 시기에 재검토하여 냉온수 축열조의 전환 시기를 4월에서 6월로 변경함으로써 히트 펌프의 열회수(냉온수 동시축열) 운전시간을 2개월 늘렸다. 또한, 냉온수 발생기의 전환 시기도 각각의 운전시간의 평준화를 고려한 후에 정비를 포함한 냉난방의 전환시기를 매년 변경하고 있다. 모두 경우에 24시간 냉수 및 온수를 공급하고 고장시의 백업체제의 확보를 전제로 운용 관리하고 있다. 앞으로는 기기능력의 경연열화나 정비후의 회복을 고려하고 냉방/난방 각 운전시의 능력진단이나 외기 조건에 따른 성적계수의 변화를 조사 분석함으로써, 우선운전 순서의 설정이나 전환모드 설정의 변경을 항상 검토할 필요가 있다.

이와 같이 예측과 실제 검증을 실시하면 반드시 예측과의 차이가 발생하지만, 중요한 것은 이 차이의 원인 규명이며, 그 조사분석 그리고 규명의 경과나 결과로부터 에너지절약이나 운전효율 향상 및 설계나 관리경영에의 피드백 등의 정보를 풍부하게 발견하게 된다.

또한, 유감스럽게도 하절기 피크일의 축열운전이 업무용 축열 전력요금 시간대를 초과하기 때문에 축열 열원기기의 용량을 조금 더 크게 하고 싶었지만, 현재의 상태에서도 초과부분에서의 전기요금 누계와 기기의 투자비용과의 균형이 잡혀 있으며, 현재 상태의 열원운전에서 다른 지장은 없었다.

따라서, 본 열원시스템의 하절기 냉방 피크전력을 축열과 가스열원으로 커버하고 동절기의 가스소비를 동시축열로 삭감하는 방식의 이번이 채택한 복합열원 방식은 실제로 복합용도 건물의 구성에 가장 적합한 열원시스템이었으며, 본 계획은 성공적이었다.

앞으로도 복합개발이나 복합건축물을 계획할 때와 부분적인 컴퓨터용 냉수열원을 필요로 하는 대규모의 사무소 빌딩에서도 동절기의 냉온수 동시 축열방식이나 전기 및 가스 병용 열원방식은 매우 유효할 것이다.

### 2.3 시스템 상세 분석 검증

다음으로, 전술의 기기효율이나 시스템의 적정 운전상황을 파악하여 매일의 운전을 적절하게 관리하

는 데에 있어서 필수 불가결한 상세 분석의 예를 들기로 한다. 표 5에는 참고사례로서 임의 연도의 열원 시스템 전체의 실적을 검증하기 위한 분석계산서의 일부를 나타내었다.

연평균으로의 운전효율 실적을 수치화 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 원심냉동기 본체 COP : 4.67
- 2) 원심냉동기 주변기기 포함 COP : 3.66
- 3) 히트펌프 본체 COP : 3.20
- 4) 히트펌프 주변기기 포함 COP : 2.63
- 5) 냉수 축열조 효율 : 83%
- 6) 냉온수 축열조 효율 : 91%
- 7) 가스 냉온수 발생기 COP : 0.84
- 8) 열원용 전력의 야간이행 비율: 66%

진단의 예로서 표 5의 1월의 히트펌프의 축열운전 실적을 보면, 온수 축열운전시의 냉수 회수 축열이 50%정도의 추이를 보이고, 축열조의 방열운전의 상태가 월 페이스에서 온수방열에 비해 냉수방열이 반 정도인 것을 알 수 있다.

또한 원심냉동기의 실적을 보면, 추종 축열 운전하여 히트펌프의 미회수 냉수열량의 40%를 보충하고 있는 상황으로 보아서, 히트펌프의 회수운전과 원심냉동기의 냉수 축열 추종운전이 잘 맞지 않는 것처럼 보인다.

이것은, 본 시스템이 매일 아침에 축열상태를 완료하고 시작하도록 하루 단위로 열원운전을 제어하기 때문에, 주간의 냉난방 상황에 따라 온수방열보다도 냉수방열이 큰 날은 원심냉동기로 축열운전하도록 되어있기 때문이다.

장차로 더욱 유효한 이용을 검토한다면, 외기온도의 추이나 일주일 단위의 부하 패턴의 학습기능 등을 가진 회수 축열운전 우선 등의 운용소프트웨어의 개발을 연구과제로 들 수 있다.

다음으로, 2월의 부하열량 및 제조열량이 1월보다 1할 정도 작아진 것은 검침기간의 일수의 차이로 발생한 것이며, 표 아래의 가스 최대소비를 보아도 난방부하는 2월이 더 큰 것을 알 수가 있다.

이와 같이, 분석을 할 때에는 데이터의 배경을 잘 이해하여두는 것이 중요하기 때문에, 이 표에서도 채택하는 데이터와 계산의 근거를 우측 공간에 나타내

<표 5> 열원 시스템분석 및 기기효율 계산표

| 고텐아미 협조 열원시스템<br>연간 광열비 계산 (빌딩 30일 · 검침 20일 실적치)   |                       | 1월                | 2월               | 8월               | 9월                | 연합계                |  |  |
|--|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|--|--|
| 냉수계  | 이차측 사용열량 빌딩 데이터 MJ 오차 | 1 033 117<br>-26% | 844 176<br>-16%  | 6 354 407<br>16% | 3 893 077<br>-21% | 30 894 013<br>-21% | 월말검침 : 부속계량기 합계<br>=(R1)C-R[-1]C/R[1]C |  |
|  | 일차측 공급열량 MJ 열손실       | 1 022 467<br>2%   | 909 339<br>2%    | 7 601 113<br>8%  | 4 011 295<br>16%  | 31 955 409<br>11%  | 월말검침 : 주 계량기 합계<br>=(R1)C-R[-1]C/R[1]C |  |
|  | 제조열량 합계 MJ 손실         | 1 040 778<br>10%  | 927 302<br>-2%   | 8 292 552<br>22% | 4 760 284<br>23%  | 35 755 125<br>16%  | =R[14]C-R[23]C+R[45]C+R[52]C+R[59]C    |  |
|  | 일차 에너지 환산치 MJ         | 1 156 421         | 912 506          | 10 643 021       | 6 196 917         | 42 820 158         | =R[11]C-R[-1]C/R[1]C<br>=R[86]C-R[88]C |  |
| 온수계  | 이차측 사용열량 빌딩 데이터 MJ 오차 | 2 055 039<br>26%  | 1 855 673<br>26% | 6 932<br>56%     | 80 818<br>21%     | 9 576 296<br>26%   | 월말검침 : 부속계량기 합계<br>=(R1)C-R[-1]C/R[1]C |  |
|  | 일차측 공급열량 MJ 열손실       | 3 451 340<br>-2%  | 3 134 916<br>-1% | 19 666<br>0%     | 83 851<br>0%      | 16 205 259<br>0%   | 월말검침 : 주 계량기 합계<br>=(R1)C-R[-1]C/R[1]C |  |
|  | 제조열량 합계 MJ 손실         | 3 381 684<br>15%  | 3 094 027<br>16% | 19 666<br>33%    | 83 851<br>33%     | 16 236 943<br>16%  | =R[15]C+R[37]C+R[44]C+R[51]C+R[66]C    |  |
|  | 일차 에너지 환산치 MJ         | 3 997 799         | 3 665 054        | 29 184           | 124 680           | 19 222 888         | =R[11]C-R[-1]C/R[1]C<br>=R[78]C+R[80]C |  |
| 야간축열계 열원합계 전력량                                     | kW · h                | 145 900           | 124 700          | 294 500          | 308 200           | 2 191 900          | 미터 No.909473                           |  |
| 야간할인분  | kW · h                | 133 055           | 122 630          | 285 717          | 247 793           | 2 109 164          | 동경전력 검침치(25일) 손실율(1.01)을 곱한 수정치        |  |
| 원심냉동기<br>정격<br>본체 270kW<br>펌프 70kW<br>냉각탑 7.4kW    | 냉수 발생 열량 MJ           | 183 253           | 292 132          | 1 683 186        | 1 380 124         | 2 630 057          | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 냉수 축열 열량 MJ           | 183 253           | 292 132          | 1 623 329        | 1 380 124         | 2 615 758          | =R[-1]C-R[1]C                          |  |
|  | 냉수 클로즈 열량 MJ          | 0                 | 0                | 59 856           | 0                 | 59 856             | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 연 운전시간 h/월            | 55                | 81               |                  |                   |                    | 운전일지에서                                 |  |
|  | 전력량[kW · h]           | 본체                | 11 460           | 18 190           | 103 870           | 80 940             | 655 540                                | 중앙감시 적산치                                   |
|  |                       | COP               | 4.44             | 4.46             | 4.50              | 4.74               | 4.67                                   | =R[-5]C/R[-1]C/3.6                         |
|  |                       | 주변기기              | 3 831            | 5 642            | 25 934            | 21 121             | 179 507                                | =p[-3]C*77.4*0.9                           |
|  | 냉각수 안분                | COP               | 3.33             | 3.40             | 3.60              | 3.76               | 3.66                                   | =R[-7]C/R[-1]C-R[-3]C/3.6                  |
|  |                       | M3                | 254              | 241              | 1 208             | 1 726              | 8 442                                  | =R[-8]C/R[-8]C+R[23]C+R[30]C+R[37]C*R[51]C |
|  |                       | 발생 냉수 열량 MJ       | 477 992          | 383 237          | 1 100 441         | 1 146 099          | 7 924 867                              | 중앙감시 적산치                                   |
| 히트펌프<br>정격<br>본체 460kW<br>펌프 22/15kW<br>냉각탑 65kW   | 발생 온수 열량 MJ           | 939 978           | 690 338          | 0                | 0                 | 4 621 027          | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 축열 냉수 열량 MJ           | 477 992           | 383 237          | 1 100 441        | 1 146 099         | 7 924 867          | =R[-2]C-R[2]C                          |  |
|  | 축열 온수 열량 MJ           | 939 978           | 690 338          | 0                | 0                 | 4 621 027          | =R[-2]C-R[2]C                          |  |
|  | 클로즈 냉수 열량 MJ          | 0                 | 0                | 0                | 0                 | 0                  | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 클로즈 온수 열량 MJ          | 0                 | 0                | 0                | 0                 | 0                  | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 폐열 회수 열량 MJ           | 0                 | 0                | 4 316            | 2 449             | 41 538             | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 연 운전시간 h/월            | 241               | 171              | 343              | 268               | 2 633              | 운전일지 에서                                |  |
|  | 전력량[kW · h]           | 본체                | 100 820          | 72 250           | 166 790           | 123 010            | 1 134 510                              | 중앙감시 적산치                                   |
|  |                       | COP               | 3.91             | 4.13             | 1.84              | 2.59               | 3.20                                   | =(R[-3]C+R[-6]C+R[-7]C)/R[-1]C/3.6         |
|  |                       | 주변기기              | 20 309           | 14 998           | 27 006            | 34 829             | 237 623                                | =R[4]C-R[-13]C                             |
| 야간축열<br>주변기기류                                      | COP                   | 3.25              | 3.42             | 1.58             | 2.02              | 2.63               | =R[-10]C+R[-11]C/R[-1]C+R[-3]C/3.6     |  |
|  | 펌프류 전력량 kW · h        | 3 941             | 3 537            | 3 285            | 3 808             | 40 664             | 미터 No.344487                           |  |
|  | CT계 전력량 kW · h        | 20 199            | 17 103           | 49 655           | 52 142            | 376 466            | 미터 차감 연산치                              |  |
|  | 합계 kW · h             | 24 140            | 20 640           | 52 940           | 55 950            | 417 130            | =R[-1]C+R[-2]C                         |  |
|  | 방열 열교환기               | 냉수조 냉수 방열 MJ      | 295 024          | 316 097          | 1 108 654         | 1 044 821          | 9 022 725                              | 중앙감시 적산치                                   |
|  |                       | 냉수조 냉수 직송 MJ      | 347 910          | 341 308          | 0                 | 0                  | 2 166 703                              | =((R[-14]C+R[-24]C)-R[-1]C)*0.95           |
|  |                       | 효율                | 94%              | 95%              | 68%               | 76%                | 83%                                    | =R[-2]C/R[-15]C+R[-25]C-R[-1]C             |
|  |                       | 냉온수조 냉수 방열 MJ     | 0                | 0                | 923 677           | 732 412            | 3 885 416                              | 중앙감시 적산치                                   |
|  |                       | 냉온수조 온수 방열 MJ     | 1 099 633        | 731 228          | 0                 | 0                  | 4 589 342                              | 중앙감시 적산치                                   |
|  |                       | 효율                | 107%             | 106%             | 84%               | 64%                | 91%                                    | =R[-1]C/R[-17]C                            |
| 냉온수 발생기1<br>정격<br>본체 9kW<br>펌프 75+15kW<br>냉각탑 11kW | 전력량[kW · h]           | 주간                | 24 740           | 23 980           | 23 350            | 26 350             | 281 940                                | 미터 No.346073                               |
|  | 발생 냉수 열량 MJ           | 0                 | 0                | 1 563 820        | 787 576           | 4 720 106          | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 발생 온수 열량 MJ           | 1 381 543         | 1 494 533        | 0                | 733               | 5 717 818          | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 연 운전시간 h/월            | 449               | 464              |                  |                   |                    | 운전일지에서                                 |  |
|  | 주변기기                  | 냉수 kW · h         | 0                | 0                | 61 862            | 40 056             | 253 579                                | =R[-3]C/R[-2]C+R[-3]C*R[-1]C*109*0.9       |
|  |                       | 온수 kW · h         | 9 701            | 10 027           | 0                 | 8                  | 49 440                                 | =R[-3]C/R[-3]C+R[-4]C*R[-2]C*24*0.9        |
| 냉온수 발생기군   | 가스사용량 M3              | 32 157            | 35 103           | 42 628           | 21 656            | 268 423            | 중앙감시 적산치                               |  |
|  | 11 000 kcal COP       | 0.93              | 0.92             | 0.80             | 0.79              | 0.84               | =(R[-5]C+R[-6]C)/R[-1]C/46.05          |  |
|  | 발생 냉수열량 합계 MJ         | 397 532           | 251 933          | 5 508 926        | 2 234 061         | 16 820 708         | =R[-7]C+R[-14]C+R[-21]C                |  |
| 냉각수 사용량  | 발생 온수열량 합계 MJ         | 2 441 706         | 2 403 689        | 96               | 1 637             | 10 784 893         | =R[-7]C+R[-14]C+R[-21]C                |  |
|  | 주변기기 전력량No.1 kW · h   | 449               | 247              | 25 031           | 22 345            | 77 903             | 미터 No.49344                            |  |
|  | 주변기기 전력량No.2 kW · h   | 42 370            | 35 450           | 91 470           | 84 920            | 533 940            | 미터 No.346079                           |  |
|  | 주변기기 전력 합계 kW · h     | 42 819            | 35 697           | 116 501          | 107 265           | 611 843            | =R[-1]C+R[-2]C                         |  |
|  | 주변기기전력 안분 냉수          | 44 543            | 31 981           | 186 907          | 101 417           | 870 379            | =R[-9]C+R[-16]C+R[-23]C                |  |
|  | 주변기기전력 안분 온수          | 18 935            | 18 157           | 1                | 17                | 106 139            | =R[-9]C+R[-16]C+R[-23]C                |  |
| 총합계  | M3                    | 781               | 448              | 5 163            | 4 520             | 21 339             | 미터 No.40220                            |  |
|  | 발생기용 안분 M3            | 527               | 207              | 3 955            | 2 794             | 12 897             | =R[-1]C-R[-52]C                        |  |



**해외문헌소개**

| 고텐아마 힐즈<br>연간 광일비 계산     |            | 열원시스템<br>(발당 30일 · 검침 20일 실적치) |           | 1월        | 2월        | 8월        | 9월         | 연합계                                      |  |
|--------------------------|------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|--|--|
| 보조온수 열교환기                | 발생 열량      | MJ                             | 0         | 0         | 81 920    | 344 152   | 3 478 704  | 중양감시 적산치                                 | =R[-1]C-R[-47]C<br>=R[-2]C/1 000*135<br>중양감시 적산치   |
|                          | 보조 열량      | MJ                             | 0         | 0         | 63 854    | 333 901   | 3 304 823  |  |  |
|                          | 환산 가스량     | M3                             | 0         | 0         | 631       | 2 651     | 26 800     |  |  |
|                          | No.1가스 사용량 | M3                             | 26 947    | 27 786    | 0         | 0         | 120 495    |  |  |
| 급탕 가습 보일러                | 합계 가스 사용량  | M3                             | 72 001    | 71 259    | 25 301    | 29 745    | 576 979    | =SUM(R[-1]C : R[-3]C)                    | 미터 No.35793<br>미터 No.2231+1237363<br>=R[-2]C+R[-14]C+R[-40]C+R[-47]C+R[-53]C+R[-66]C<br>=R[-72]C<br>=R[-1]C/R[-2]C<br>=R[-6]C+=R[-23]C+R[-30]C+R[-37]C |
|                          | 주변기기 전력량   | kW · h                         | 16 060    | 14 420    | 6 060     | 6 860     | 111 700    |  |  |
|                          | 보급수량       | M3                             | 3 479     | 4 367     | 51        | 40        | 16 318     |  |  |
| 월합계전력사용량                 | 일차측 열원 합계  | kW · h                         | 220 039   | 185 177   | 469 511   | 400 375   | 3 212 663  |  |  |
|                          | 야간 할인분     | kW · h                         | 133 065   | 122 630   | 285 717   | 247 793   | 2 109 164  |  |  |
|                          | 야간 이행율     | %                              | 60%       | 66%       | 61%       | 62%       | 66%        |  |  |
| 월 합계 가스 사용량              |            | M3                             | 142 213   | 135 743   | 161 643   | 83 889    | 1 263 289  |  |  |
| 전력에너지 환산 9.42MJ/(kW · h) | 냉 수        | MJ                             | 623 879   | 610 441   | 4 365 046 | 3 705 626 | 23 307 206 |  |  |
|                          | 온 수        | MJ                             | 1 292 321 | 997 853   | 19        | 740       | 5 899 563  |  |  |
| 가스에너지 환산 46.05MJ/M3      | 냉 수        | MJ                             | 527 542   | 302 065   | 6 277 975 | 2 491 292 | 19 512 952 |  |  |
|                          | 온 수        | MJ                             | 2 705 478 | 2 667 200 | 29 165    | 123 940   | 13 323 325 |  |  |
| 증기 일차 환산치                |            | MJ                             | 3 373 462 | 3 333 389 | 1 157 864 | 1 272 356 | 26 737 841 | =46.05 × (R[-11]C-R[-15]C)+3.6 × R[-10]C |  |
| 가스 최대 사용량 [m³/h]         |            |                                | 400       | 431       |           |           |            |  |  |
| 야간 사용량 [m³/월]            |            |                                | 37 314    | 39 060    |           |           |            |  |  |
| 주간 사용량 [m³/월]            |            |                                | 89 395    | 96 845    |           |           |            |  |  |

었다. 예를 들어, 사용하는 계량값에 대한 주의사항을 얘기하면, 각 달의 분석근거 데이터는 일상 중앙감시의 열원계통 감시제어용에 사용하고 있는 적산치의 월말집계 결과 및 에너지 소비자에의 청구용 미터의 매월 20일 마감의 검침결과, 그리고 전력회사의 검침값(매월 25일)으로 구성되어 있으며, 각 달의 검침을 같은 시각으로 일치시키는 것은 곤란하다. 연간으로 보면 오차는 앞뒤로 상쇄되지만, 월별의 분석에서는 표 상부의 일차측 공급열량, 이차측 사용열량, 제조열량 등 합계 열량값의 차이에서 나타나는 바와 같이 열 손실이나 오차의 발생요소가 되었다. 단, 전월비나 전년비 및 전체의 월 변동을 보면 같은 토대에서 검증할 수 있기 때문에, 시스템의 운용 상황의 검증으로서는 유효하다고 할 수 있다.

또한, 주변기기 포함의 성적계수에서도, 반송펌프 등의 주변기기동력의 분배에서 발생열량비나 운전시간비로 계산하기 때문에 절대적인 정확성은 부족하다고 본다. 단지, 본체의 개략성적계수에 대해서는, 각 열원 기기의 발생열량과 전력 · 가스의 에너지소비량을 상시 입력 감시함으로써 매번 정시중앙감시위에 산출 표시하여 관리하고 있다.

원래 기기의 성적계수는 기기마다의 부분부하 특성이나 냉각수 온도특성을 고려할 필요가 있으며, 그들을 포함한 산출 소프트웨어를 구축하면 에너지 사용효율의 관리가 향상될 것이므로 금후의 새로운 빌딩 건설시에 검토과제로 하고 싶다.

**2.4 운영관리에 관한 검증**

당 현장에서는, 일반적으로 말하는 “설계 측의 의도가 현장관리자 측에 잘 전달되지 않고, 적정한 기기의 운전이나 에너지절약 시스템이 운용되고 있지 않다.”고 하는 상황은 발생하지 않았다. 전술한 바와 같이 부하상황에 따른 운전모드나 축열조 등 기기의 운전 전환시기의 변경도 적절히 실시되었으며, 설치된 하드웨어나 소프트웨어의 범위 내에서 현장 관리자가 이상적으로 판단 운용하고 있는 결과를 볼 수 있다. 이것은 당초부터 기기의 고장이나 정비 등의 기기의 상태를 모드로 하여 중앙감시의 종합열원 시스템 안에서 인적판단을 우선으로 받아들이도록 한 효과와 당사에 있어서의 관리체제가 빌딩현장에 담당사원도 파견하여 두고 본사 측에서도 기술을 지원 하는 형식으로 되어있는 결과라 할 수 있다.

본래 운전관리자가 누구든지 간에 이들의 데이터를 정기적으로 검증하고 그 결과를 정확하게 판단하여 운용할 수 있도록 시스템과 체제를 구축하는 일이 중요하다. 또한 그 설계의도나 검증방법 및 운용의 확인이 빌딩의 수명기간 동안에 자동적으로 관리자에게 인계되도록 할 필요가 있다.

한편, 운전관리에 관한 기술수준의 확보를 위하여 생애 성능검증(라이프사이클 커미셔닝)으로서의 전문기술자의 지원도 매우 중요하지만, 최근 IT화에 의한 원격감시 · 집중관리 서비스회사의 체제와 오픈화를 이용한 본사 기술부문에서의 원격감시가 용이해지는 등의 구체적인 체제정비가 진행되고 있다고 본다.

### 2.5 열원시스템 구축시의 유의점

전술의 운전실적 분석으로부터 계획단계로의 피드백으로서, 복합용도 건축물의 열원을 계획하는데 있어서의 유의점을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 부하의 상정: 연간 24시간 열원 및 온열부하, 그리고 전력의 사용량 예측에 대해서는, 설계부하 계산값이 아니라 각 용도의 사양이나 가동상황 등의 실태에 맞는 실적을 가지고 보정한 열부하 값을 채택하고, 일차 측 기기와 이차 측 기기의 운전 시뮬레이션을 충분히 실시하는 것이 중요하다.
- 2) 열원의 비교: 열원시스템의 비교에서는, 전체 전화 열원과 전체 가스 열원을 비교하는 것 외에도, 이번과 같은 하절기의 전력소비량의 삭감과 동절기의 가스소비량의 삭감 등의 쌍방의 장점을 병합한 복합열원 시스템의 검토도 필요하다.
- 3) 기저부하의 파악: 연중의 모든 계절에서 가장

유효한 기저부하를 예측하여, 그것을 대상으로 야간 축열 계획을 진행하고 그 선정은 한 해 동안 최대한 이용할 수 있는 용량으로 하는 것이 바람직하다.

- 4) 동시부하: 동절기 난방시의 냉방 등의 역 부하에 대하여 열 회수의 장점을 최대한 유효 이용할 수 있는 기기의 선택과 적절한 용량의 결정이 가장 중요하다.
- 5) 배열회수: 하절기의 온수부하(주택의 제습제열 용 등에 사용)에도 히트펌프 열원기의 오일쿨러의 폐열을 이용할 수 있고, 월별 누계에서 1/3정도 기여하기 때문에 작은 폐열도 놓치지 않고 유효 이용하는 것이 중요하다.
- 6) 데이터수집과 처리: 분석을 위한 전 데이터의 입력은 같은 시각에 일체화 수집하는 것이 바람직하다. 또한 가동일수 · 가동일 외기온도 · 가동율 · 기기운전시간 · 연장운전시간 등의 자료 이

〈표 6〉 용도별 사용 전력의 추이

|                    |       |                    |           |           | * (검침 일수 →) |      |        |      |
|--------------------|-------|--------------------|-----------|-----------|-------------|------|--------|------|
|                    |       |                    |           |           | (가동일수 →)    |      | 33     | 27   |
|                    |       |                    |           |           |             |      | 24.5   | 20.0 |
|                    | 부호    | 계산식                | 8월        | 12월       | 일할 8월       | 전월비  | 일할 12월 | 전월비  |
| 1. 거래 전력량[kW · h]  | S     | [99,901~3]         | 2,021,160 | 1,664,220 |             |      |        |      |
| 2. 사무실 전용부         |       | [입주율]              | 95.20%    | 95.20%    |             |      |        |      |
| 테너트                | T1    | (copy, (0)r : 19)  | 1,115,284 | 975,256   | 45,522      | 101% | 48,763 | 103% |
| 공조 연장분             | T2    | (copy, (2)r : 52)  | 50,987    | 22,570    | 2,081       | 125% | 1,128  | 101% |
| 합계                 | T     | T=T1+T2            | 1,166,271 | 997,826   | 47,603      | 102% | 49,891 | 103% |
|                    |       | [전체비율]             | 57.70%    | 59.96%    |             |      |        |      |
| 3. 공용분 사무소         | M     | M=SUM(AP : FH)     | 780,136   | 600,262   | 28,874      | 100% | 27,010 | 105% |
|                    |       | [전체비율]             | 38.60%    | 36.07%    |             |      |        |      |
| [내역]               |       |                    |           |           |             |      |        |      |
| 1) 공조용 펌프 동력       | AP    | (copy, (2)r : 21)  | 47,782    | 25,127    | 1,950       | 103% | 1,256  | 107% |
| 2-1) 사무실계 공조기      | AH 1  | (copy, (2)r : 35)  | 170,983   | 148,883   | 6,979       | 99%  | 7,444  | 108% |
| 2-2) 엔트런스계 공조기     | AH 2  | (copy, (2)r : 40)  | 59,842    | 49,341    | 2,443       | 107% | 2,467  | 107% |
| 2-3) 전기실계 공조기      | *AH 3 | (copy, (2)r : 42)  | 20,330    | 14,363    | 616         | 103% | 532    | 91%  |
| 3) perimeter 공조 유닛 | AB    | (copy, (2)r : 51)  | 150,655   | 84,958    | 6,149       | 98%  | 4,248  | 118% |
| 4) 승강기             | EV    | (copy, (2)r : 58)  | 49,520    | 43,120    | 2,021       | 98%  | 2,156  | 102% |
| 5) 위생펌프            | EP    | (copy, (2)r : 72)  | 9,285     | 8,663     | 379         | 101% | 433    | 123% |
| 6) 공용부 조명          | *KL   | (copy, (2)r : 89)  | 93,867    | 71,509    | 2,844       | 102% | 2,648  | 98%  |
| 7) 엔트런스 조명         | *EL   | (copy, (2)r : 100) | 25,695    | 21,382    | 779         | 100% | 792    | 97%  |
| 8) 유도등             | *EM   | (copy, (2)r : 103) | 13,987    | 11,444    | 424         | 100% | 424    | 100% |
| 9) 점포동력            | *TF   | (copy, (2)r : 113) | 21,142    | 18,262    | 641         | 95%  | 676    | 98%  |
| 10) 에어컨 패키지        | *AC   | (copy, (2)r : 118) | 4,883     | 568       | 148         | 115% | 21     | 37%  |
| 11) 환기팬            | F     | (copy, (2)r : 132) | 9,697     | 8,502     | 396         | 95%  | 425    | 105% |
| 12) 주차장 조명         | *PL   | (copy, (2)r : 139) | 20,633    | 16,859    | 625         | 100% | 624    | 100% |
| 13) 주차장 팬          | *PF   | (copy, (2)r : 151) | 21,618    | 19,301    | 655         | 102% | 715    | 102% |
| 14) 방재 센터          | *BC   | (copy, (2)r : 157) | 15,910    | 12,977    | 482         | 100% | 481    | 100% |
| 15) 외구 조명          | *OT   | (copy, (2)r : 163) | 23,350    | 25,806    | 708         | 108% | 956    | 106% |
| 16) 외벽조명           | *OL   | (copy, (2)r : 167) | 1,810     | 1,854     | 55          | 103% | 69     | 103% |
| 17) 중수처리           | *CW   | (copy, (2)r : 173) | 10,250    | 10,625    | 311         | 87%  | 394    | 96%  |
| 18) 복고 설비          | *TA   | (copy, (2)r : 178) | 3,969     | 3,475     | 120         | 90%  | 129    | 98%  |
| 19) 진개 처리          | *JI   | (copy, (2)r : 182) | 2,474     | 1,235     | 75          | 102% | 46     | 84%  |
| 20) 바닥 난방          | FH    | (copy, (2)r : 188) | 0         | 0         | 0           |      | 0      |      |
| 21) 항공 장애등         | *AL   | (copy, (2)r : 192) | 2,455     | 2,009     | 74          | 100% | 74     | 100% |
| 4. 기타              | *S    | S-(T-M)            | 74,753    | 66,132    | 2,265       | 83%  | 2,449  | 106% |
|                    |       | [전체 비율]            | 3.70%     | 3.97%     |             |      |        |      |

해외문헌소개

〈표 7〉 용도별 전력소비량 계산서

|               |        |        |        |
|---------------|--------|--------|--------|
| 평일일수(a)       | 20     | 20     | 18     |
| 토요일수(b)       | 4      | 4      | 4      |
| 휴일외의 일수(a+b)  | 24     | 24     | 22     |
| 휴일 일수(c)      | 4      | 4      | 5      |
| 검침일수(D=a+b+c) | 28     | 28     | 27     |
| 가동일수(D=a+b/2) | 22.0   | 22.0   | 20.0   |
| 입주율(μ)        | 95.20% | 95.20% | 95.20% |

| 급지기          | 간선      | 반명칭         | 미터 No.  | 승율 | 항목                  | 부호   | 계산식          | 7월     | 8월     | 12월    |
|--------------|---------|-------------|---------|----|---------------------|------|--------------|--------|--------|--------|
| 1) 공조용 펌프 동력 |         |             |         |    |                     |      |              |        |        |        |
| F 1-3        | AP 4-13 | MB 2-2 A-1  | 17,110  | 1  | 환수 반송 펌프 No.1~2     | AP 1 |              | 23     | 23     | 73     |
| F 1-3        | AP 4-13 | MB 2-2 A-1  | 17,111  | 1  | 점포계 온수 펌프 No.1~3    | AP 2 |              | 0      | 19     | 2,938  |
| F 1-3        | AP 4-13 | MB 2-2 A-27 | 17,109  | 10 | 고층계 온수 펌프 No.1~3    | AP 3 |              | 250    | 290    | 680    |
| F 1-3        | AP 4-13 | MB 2-2 A-3  | 17,112  | 1  | 저층계 온수 펌프 No.1~4    | AP 4 |              | 139    | 160    | 846    |
| F 1-2        | AP 4-10 | MB 2-2 B-1  | 16,938  | 10 | 저층계 냉수 펌프 No.1~4    | AP 5 |              | 6,890  | 7,130  | 2,280  |
| F 1-3        | AP 4-14 | MB 2-2 B-1  | 16,940  | 10 | 고층계 CUP냉수 펌프 No.1~4 | AP 6 |              | 10,950 | 14,000 | 10,160 |
| F 1-2        | AP 4-10 | MB 2-2 B-1  | 16,939  | 10 | 저층계 CUP냉수 펌프 No.1~4 | AP 7 |              | 3,170  | 3,710  | 2,900  |
| F 1-2        | AP 4-10 | MB 2-2 B-1  | 16,941  | 10 | 점포계 냉수 펌프 No.1~3    | AP 8 |              | 10,730 | 11,640 | 2,970  |
| F 1-2        | AP 4-9  | MB 2-2 C    | 903,346 | 10 | 고층계 냉수 펌프 No.1~4    | AP 9 |              | 9,500  | 10,810 | 2,280  |
| 공조용 펌프 동력 합계 |         |             |         |    |                     | AP   | (AP 1 : AP9) | 41,652 | 47,782 | 25,127 |

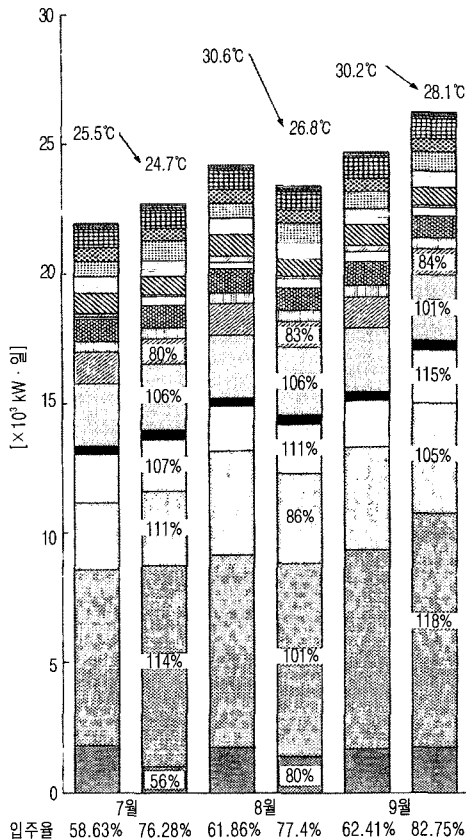
| 2-1) 사무실계 공조기 |          |       |        |    |                   |       |  |         |         |         |
|---------------|----------|-------|--------|----|-------------------|-------|--|---------|---------|---------|
| F 13-3        | -        | -     | 19,550 | 10 | S, E 계통송풍기, 환풍기외  | AH11  |  | 47,670  | 53,350  | 47,850  |
| F 13-3        | -        | -     | 19,551 | 10 | N, E 계통송풍기, 환풍기외  | AH12  |  | 48,030  | 54,500  | 43,820  |
| F 13-3        | SAP 4-05 | MR-F  | 23,362 | 1  | 37 F 계통공조기 외      | -     | (2,309)                                  | (2,486) | (1,847) |         |
| F 2-3         | -        | -     | 18,710 | 10 | S, E 계통송풍기, 환풍기외  | AH13  |  | 35,160  | 38,030  | 31,700  |
| F 2-2         | -        | -     | 18,711 | 10 | N, E 계통송풍기, 환풍기외  | AH14  |  | 41,040  | 45,920  | 38,810  |
| F 2-2         | SAP 4-05 | M 4-2 | 28,751 | 1  | 4F(S) 계통송풍기, 환풍기외 | AH15  |  | 921     | 1,154   | 833     |
| F 2-2         | SAP 4-05 | M 4-2 | 31,744 | 1  | 4F(N) 계통송풍기, 환풍기외 | AH16  |  | 2,225   | 3,095   | 2,114   |
| F 2-2-1       | AP 4-19  |       | 18,673 | 10 | 에스컬레이터            | EV 1  |  | 4,990   | 5,820   | 4,930   |
|               |          |       |        |    | 기준층 급탕 순환 펌프      | EP 12 | (copy, r : 74)                           | 264     | 294     | 240     |
|               |          |       |        |    | 화장실 팬             | F 11  | (copy, r : 136)                          | 3,672   | 4,131   | 3,366   |
|               |          |       |        |    | 연장운전시간            | AH 17 | [계수] (15+5.5) * 0.5 = 10.25              | 1,094   | 1,446   | 752     |
|               |          |       |        |    | 연장운전분             | AH 1  | (AH11 : AH16) - EV1 - EP 12 - F11 - AH17 | 11,214  | 14,822  | 7,708   |
|               |          |       |        |    | 사무실계 공조기 합계       | AH 1  |  | 154,907 | 170,983 | 148,883 |

| 5) 위생 펌프  |         |           |         |    |                   |       |                    |       |       |       |
|-----------|---------|-----------|---------|----|-------------------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| F 1-1     | AP 4-37 | MB 2-8(a) | 277,859 | 10 | 상수양수펌프            | EP 1  |                    | 4,750 | 5,450 | 5,190 |
| F 1-1     | AP 4-38 | MB 2-11   | 145,178 | 1  | 주차장 잡배수 펌프        | EP 2  |                    | 99    | 115   | 88    |
| F 1-1     | AP 4-41 | MB 1-2    | 900,877 | 1  | 급탕 순환 펌프          | EP 3  |                    | 289   | 334   | 272   |
| F 1-1     | AP 4-45 | MB 2-12   | 145,173 | 1  | 주차장 잡배수 펌프        | EP 5  |                    | 68    | 77    | 142   |
| GF 21-1   | AP 4-3  | MB 2-8(b) | 277,850 | 10 | 중수양수 펌프           | EP 6  |                    | 1,590 | 1,720 | 1,520 |
| GF 21-1   | AP 4-4  | MB 2-8(b) | 15,497  | 1  | 중수양수 펌프           | EP 7  |                    | 752   | 754   | 674   |
| GF 21-1   | AP 4-6  | MB 2-6    | 15,470  | 1  | 용수배수 · 주차장 잡배수 펌프 | EP 4  |                    | 126   | 134   | 95    |
| GF 21-2-2 | GP 4-19 | MB 2-1    | 15,469  | 1  | 빗물 · 우수 · 잡배수 펌프  | EP 8  |                    | 122   | 137   | 197   |
| GF 21-2-2 | GP 4-19 | MB 2-3    | 145,180 | 10 | 블로우수 야간 방류, 배수펌프  | EP 9  |                    | 130   | 170   | 200   |
| GF 21-2-2 | GP 4-19 | 블로우수 제어판  | 907,255 | 1  | 블로우수 제어판          | EP 10 |                    | 90    | 94    | 44    |
| GF 21-2-2 | GP 4-20 | MB 2-7    | 15,473  | 1  | 용수 · 우수조실 배수펌프    | EP 11 |                    | 0     | 6     | 1     |
|           |         |           |         |    | 기준층 급탕 순환 펌프      | EP 12 | 0.4kW×3×(운전시간) [ ] | 264   | 294   | 240   |
|           |         |           |         |    | 위생 펌프 합계          | EP    | (EP 1 : EP12)      | 8,280 | 9,285 | 8,663 |

주) EP 12의 운전시간 : 평일 10시간(8~18시), 토요일 5시간(8~13시)

| 13) 주차장 팬 |         |           |        |   |                      |       |               |        |        |        |
|-----------|---------|-----------|--------|---|----------------------|-------|---------------|--------|--------|--------|
| F 1-1     | AP 4-37 | MB 1-4(a) | 10,045 | 1 | B 1 F 주차장 급기팬 No.1~2 | PF 1  |               | 1,243  | 1,456  | 1,288  |
| F 1-1     | AP 4-37 | MB 2-10   | 15,475 | 1 | 주차장 급기팬 No.1~2       | PF 2  |               | 1,233  | 1,463  | 1,253  |
| F 1-1     | AP 4-38 | MB 1-5    | 10,046 | 1 | B 1 F 주차장 배기팬 No.1~2 | PF 3  |               | 998    | 1,211  | 1,038  |
| F 1-1     | AP 4-38 | MB 2-11   | 15,474 | 1 | 주차장 배기팬 No.1~2       | PF 4  |               | 1,393  | 1,627  | 1,714  |
| F 1-1     | AP 4-41 | M 1-3     | 28,156 | 1 | 주차장 배기팬 No.1~2       | PF 5  |               | 476    | 596    | 523    |
| F 1-1     | AP 4-44 | MB 1-3    | 10,044 | 1 | B 1 F 주차장 급기팬 No.3~4 | PF 6  |               | 1,233  | 1,492  | 1,298  |
| F 1-1     | AP 4-44 | MB 2-6    | 15,472 | 1 | 주차장 급기팬 No.3~4       | PF 7  |               | 1,266  | 1,512  | 1,301  |
| F 1-1     | AP 4-45 | MB 1-6    | 10,049 | 1 | 델리벤트 팬 No.1~4        | PF 8  |               | 5,392  | 6,412  | 5,864  |
|           |         |           |        |   | 주차장 배기팬 No.3~4       |       |               |        |        |        |
| F 1-1     | AP 4-45 | MB 2-12   | 18,583 | 1 | 델리벤트 팬 No.1~4        | PF 9  |               | 3,671  | 4,508  | 3,850  |
| F 1-1     | AP 4-45 | MB 2-12   | 19,584 | 1 | 주차장 배기팬 No.3~4       | PF 10 |               | 1,108  | 1,341  | 1,172  |
|           |         |           |        |   | 주차장 팬 합계             | PF    | (PF 1 : PF10) | 18,013 | 21,618 | 19,301 |

- 외벽조명 □ 환풍기\*1
- 주차장 팬 □ 주차장 조명
- 중수처리 ■ 점포동력
- 공용부 조명\*5 ■ 위생펌프
- 공조기\*2 ■ 공조용 펌프\*1
- 항공장해등 ■ 목포펌프
- 환기 팬
- 유도등
- ELV\*\*
- 방재C
- 에어컨·패키지
- 엔트런스 조명\*6
- ABU(HP)\*3



- [A빌딩(중공2년차 비교) M분전력 내역의 주변동 항목]
- \*1 : 공조 펌프 전력이 작년에 비해 감소. 부하율을 고려해, 펌프인버터의 하한 설정을 낮게 조정하였기 때문에, 7월 56%, 8월 80%로 외기온도가 낮은 시기에 효과가 컸다.
  - \*2 : 공조기 전력소비는, 공조기의 발정온과 입주공간이 일치하고 있으며, 거의 입주율에 비례해 변동한다.  
7월 입주율 18%증가 → 전력증가 14%, 9월 입주율 20%증가 → 전력증가 18%  
단, 8월이 입주율 16%증가 → 전력증가 1%가 된 이유는, 실질적인 총 전력량은 작년비 120%이지만 공조연장이 2배가 되었기 때문에 계산상의 차감량이 증가분에 가까워졌기 때문.  
또한, 8월부터 영향이 미친것은 7월 중순부터의 조정에서 VAV최소개도 40%를 30%로 설정 변경한 결과 공조연장시의 저부하시에서 에너지 절약 효과가 크게 나왔기 때문.
  - \*3 : ABU(HP)전력의 변동은 입주율과 외기온도의 영향에 의한.  
7월(전력증가 11%-입주율 18%증가)/외기온차 0.8℃=9% 감소/1℃  
8월(전력증가 14%-입주율 16%증가)/외기온차 3.8℃=8% 감소/1℃  
9월(전력증가 5%-입주율 20%)/외기온차 2.1℃= 7%감소/1℃
  - \*4 : ELV전력도 비례하지는 않지만, 입주율과 같이 증가 하고있다.  
7월(전력 7%증가/입주율 18%증가), 8월(전력 11%/입주율 16%증가)  
9월(전력 15%/입주율 20%증가)
  - \*5 : 공용부 조명 전력이 입주율과 비례하지 않는것은 기준충조명. 자판기에 대해서, 비어있는 층에서도 가동시키고 있기 때문. 현재 회로OFF필  
\*올해 증가분은 팬코일유닛·급탕기·위더클러의 가동개시에 의한.  
\*자동판매기의 전력 삭감을 위해 9월부터 야간 OFF타입세트 실시... 9월의 실시효과 100kW·h/월=60,000엔/월
  - \*6 : 엔트런스 조명 전력의 작년비 16%~20%감소는, 회로개수공사에 의한 효과  
▲ 6,400kW·h/월=실적삭감효과 104,000엔/월 → 공사비 회수 예정 약 6개월

[그림 7] A빌딩 에너지 분석 보고

외에도 소프트웨어로 처리한 정보나 수동 입력 정보 등을 가미하고, 열원기기 효율보정용 냉각수 온도 등의 아날로그 데이터 등도 도입한 분석 처리 시스템의 구축이 필요하다.

7) 인적판단 제어의 채택: 운전결과에 대해서 운전 관리자가 용이하게 적절한 판단을 내릴 수 있는 정보출력 처리를 하여 그 결과를 이용하는 인적 판단 우선 모드의 선택이 필요하다. 기기의 능력 저하나 고장 발생시의 운용변경 등의 입력으로 적절한 운용이 가능한 인적제어 고려의 자동제어 프로그램의 구축이나 변경 용이한 소프트웨어의 유연성이 필요하다.

그 외에도 여러 가지가 있지만, 이와 같이 결과를 분석 판단 평가하는 행위는 해당 물건만의 과제에 그치지 말고, 새로운 빌딩건설과 빌딩설비 개보수 계획시에 설계 피드백 정보와 나아가서는 에너지절약 기술의 발전에까지 연결되도록 반드시 실행해나갈 필요가 있다.

### 3. 빌딩의 용도별 전기에너지 소비 분석에

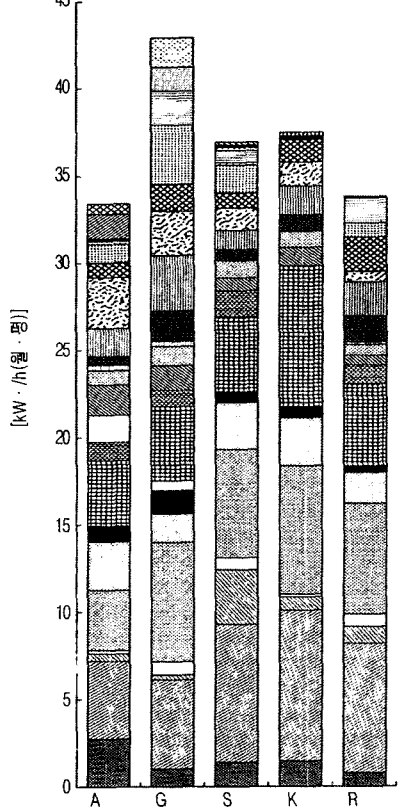
빌딩의 전기에너지의 용도별 소비비율과 그 추이로부터 에너지의 소비실태를 분석하는 예의 분석결과표를 표 6에 보여준다.

이와 같이, 월 단위에서 변동이 작은 데이터는 전월 검침일과 당월 검침일 사이의 일수가 매월 같지 않기 때문에 휴일이나 토요일 수도 고려한 가동일수를 보정하여 변동의 추이를 검토하여야 한다. 그렇게 하지 않으면 변동치의 신뢰도가 낮아지고 변동의 요인을 정확하게 파악할 수 없으며, 나아가서는 에너지절약 행위의 결과나 변동 요인의 조사에서 얻어지는 에너지절약 정보를 취득할 수 없기 때문이다.

그리고 표 6의 용도별 월간 전력 소비량 추이 표를 작성하기 위해서 표 7과 같은 계산서를 이용하여 각 장소의 동력 전등 제어반의 기기용도별 계량값을 집계하고 있다. 설계 당초부터 간선부하의 계통 분배나 막대한 수의 계량기 설치 및 차감분석을 위하여 계량기 사이의 종속관계 파악이 중요하고 정확한 계량기 계통도가 필요하다.

이 결과는, 전월비 혹은 전년비와 같은 변동부분에 대해서 외기온도나 가동율(입주율) 등의 변동요인을

- 그래프 ■ 항공 장해등 ■ 바닥난방 ■ 진개처리 ■ 공기원 장치
- 폭포설비 ■ 정해처리 ■ 중수처리\*11 ■ 외벽조명 ■ 외구조명
- 방재C ■ 주차장 팬\*10 ■ 주차장 조명\*9 ■ 환기팬\*8
- 에어컨 · 패키지 □ 점포동력 ■ 유도등 □ 점포통로 조명
- 엔트런스조명 ■ 공용부 조명\*7 □ 전기기포트 ■ 위생펌프\*6
- ELV\*5 ■ 페리공조 유닛\*4 □ 전기실계 공조기\*3 ■ 위생펌프\*1
- 엔트런스계 공조기 ■ 사무실계 공조기\*2 ■ 공조용 펌프\*1



[비교분석결과:차이설명]

- \* 1 공조펌프  
A>K·S>G·R  
A는 냉수만의 대수제어 방식으로, 달링룸 등의 24시간 냉수전용 공간에 냉수를 비교적 소량으로 펌프반송하는 경향이있으며, 동기에도 베이스온 전분이 크다. G이후의 빌딩은, 인버터에 의한 제어방식이기때문에, 유량에 따른 에너지 절약 운전으로 되어있다.
- \* 2 사무실 공조기  
A>S·R>G>A  
NET면적당 기준층 공조기의 기기출력비는K:S:R:G:A=315:276:168:136:100이다.
- \* 3 전기실 공조기  
G·R·S>A·K  
NET면적당 에어바라대수비, G:K:A:S:R=140:114:100:92:85이다. 이것을 압주율 보정하면, G=K:R:A:S=141:141:107:100:92가 된다. 더구나, A이외는 인버터 취소운전에 의해, 압축기(compressor)가 정지하는 일이 없도록 되어있다.
- \* 5 승강기  
A·S·K>G·R  
NET면적당 엘리베이터 대수비, R:K:A:S:G=119:115:100:97:81이다. 이것을 압주율 보정하면, R:K:A:S:G=150:142:100:96:82가 된다. 설비비에 비해, R의 소비가 적은 것은, 임차수가 12회사로 적으며, 사내층 이동도 계단을 이용하는 일이 많고, 또한 출퇴근 시간대도 겹쳐있기 때문이다.
- \* 6 위생펌프  
G>A>K·S>R  
G는 3F 이하의 기압급수계 사용량이 전체의 50%를 차지하기 때문에, 동력 비율이 크다.
- \* 7 공용계 조명  
K>A>G·S·R  
NET면적당 엔트런스계 조명 설비비, K:S:A:R:G=188:116:100=82:82이다. 더구나 K에 대해서는 엔트런스 조명은 공용부 조명에 포함되어 있다. S가 억제되어 있는것은, 회로개수에 의한 성과. K는 BIF점포 통로계이기 때문에, 시각 감등관련.
- \* 8 환기팬  
G·R>A·S·K  
G 및 R에는, 열원기계실·제해처리실등 24시간 환기 공간이 존재하기 때문이다.
- \* 9 주차장 조명  
G>R>K·A>K  
NET면적당 주차장 면적비, G:R:K:A:S=264:162:142:100:73이다. G의 주차장에는 호텔·주택분을 포함.
- \* 10 주차장 팬  
A>G>K·S>R  
R은, 자연환기가 좋기 때문에 팬 운전을 최저(4.5h/일)로 하고 있기 때문. 또, S,K는 디맨드제어 실시로 인해 사용량이 적다. 또, A는 환기설비용량이 10회/h환기, G이후는 3m<sup>3</sup>/h/(cm<sup>2</sup>·h)로 완화.
- \* 11 중수처리 설비  
G>A·R>S>K  
G는, 능력 140t/일에 대해 약 8할의 제조율로 가동. R은, 능력 65t/일에 대해 약 4할의 제조율로 가동. S도, 능력 180t/일에 대해 원수부족으로 약 4할의 제조. K는 상기를 근거로, 현재 미가동 상황으로 대기하고 있기 때문이다.

[그림 8] 면적당 용도별 전력 소비량 비교 분석

참고로 하여 분석하고, 에너지소비의 적정도의 검증이나 에너지절약 행위의 실적파악을 목적으로 하고 있다.

그림 7에는 용도별 소비전력의 하절기 3개월간의 전년비교를 나타낸 추이 그래프와 그것을 분석한 내용의 설명을 보여준다. 이 설명에서도 각종 설정변경이나 조명회로 개보수 등의 에너지절약 수법의 성과가 나타나 있으므로 참고로 하기 바란다.

이 용도별 에너지소비의 실적치는 원단위 레벨에서 동일 규모의 다른 빌딩과의 비교에도 사용할 수 있으며, 그 차이에 대해서는 빌딩의 설비용량이나 시설규모 및 시스템의 차이를 조사 분석함으로써 빌딩의 특성을 파악할 수 있고, 운용 재검토나 시설개보수에

의한 에너지절약을 도모할 수 있다.

또한, 설비갱신 등의 개보수의 계획설계와 이상적인 에너지절약 빌딩을 설계하고자 할 때에 참고로 할 수 있다.

그림 8에는 당사 소유의 빌딩 5동의 비교분석 사례들을 보여준다.

4. 빌딩의 에너지관리 구축에 있어서의 유의점

일반적인 에너지 관리체제의 구축에 대한 유의점과 전망을 기술한다.

- 1) 계획의 중요성: 계획단계에서 운행개시 후의 에너지관리를 어떻게 할 것인가를 정하고, 이를 위

한 하드웨어의 설치나 분석프로그램 및 운용프로그램을 구축하는 일이 필요하고 중요하므로 충분히 검토할 것.

- 2) 기저부하 분석: 분석 검증에서 전술의 기저소비부분을 파악하기 위해서는 하드웨어의 비용을 절약하는 대신에 준공시의 측정기기류의 임차비용이나 데이터의 수집 분석을 위한 인건비 등을 건설비용으로 산정할 것.
  - 3) 협의조정: 그 후의 에너지관리의 주축이 되는 변동발생 용도의 계량계획에서는, 설비설계자와 전기설비설계자는 같은 인식과 지식을 공유하고 충분히 의사소통하여, 간선계획이나 계량계획 및 중앙감시장치의 입력 포인트의 공사구분 등에서 낭비나 누락이 없도록 할 것.
  - 4) 준공 후 관리: 준공 후 1~2년 안에 실적에 의한 분석이나 검증을 실시하여, 빌딩의 외기온도에 의한 변동비율이나 전력소비 등의 내부부하에 의한 빌딩의 냉난방 특성을 조기에 파악하고, 변동율의 판단을 위한 적정값과 열원기기 교체시기의 판단요소를 찾아낼 것.
  - 5) 관리자 확정: 준공 후의 설비관리 업무를 상주 기술자에게 위임할 것인지, 혹은 원격감시 등에 의한 전문 기술회사에 위탁할 것인지를 확정하고, 설계의도의 충분한 인계계획을 세워서 관리자 측의 의견을 받아들이면서 시스템을 구축할 필요가 있다.
  - 6) 일관성 확보: 담당 설계자와 감리자가 바뀐다면, 시공사 측에 그 의도가 반영되지 않고 세세한 부분에서 누락이 발생한다든지, 준공시의 기능 확인이 충분하지 않다든지 하는 실수 없이, 계획에서 시공·검증·인계에 이어서 수명시기까지 일관된 체제(생애검증)를 확보할 것.
  - 7) 에너지관리 관련기기의 보급: 전술한 바와 같이, 에너지의 소비분석이나 검증에는 계량정보의 정밀도 향상이 중요하다. 중앙감시장치 데이터와 자동검침 데이터를 전부 중앙감시장치에 입력처리 할 수 있으면 좋겠지만, 아직 공사분야의 경계선에서 통일화되어 있지 않다. 계측 계량기 본체의 통신기능화나 오픈시스템화를 기대하고 싶다.
- 한편, 대용량 고속처리가 용이한 범용 컴퓨터의

보급상황을 살펴본다. 검침·청구·에너지 분석 처리 등의 에너지 종합관리 프로그램 등의 소프트웨어가 표준 범용화 되면 분석검증이 시간단위·일단위로 가능해지며, 그 결과에 의거한 제어나 설정변경 등의 자동화가 가능하므로 자동 에너지절약 관리가 용이해진다. 따라서 원격계측 계량기의 설치비용 부담만을 초기 투자하면, 에너지절약에 의한 운전비의 삭감으로 회수할 수 있기 때문에 종합적인 에너지의 소비 억제에 기여할 수 있다.

- 8) 기기설비 제조사의 대응: 지금까지 서술한 내용의 배경으로서의 요망을 말하자면, 기기의 성적계수 등의 운전효율 분석 결과에서 능력의 저하가 발생한 경우, 능력회복공사(정비, 수선)가 값싸고 쉽게 할 수 있는 기기구조로 할 것. 왜냐하면, 효율의 회복에 의한 에너지소비 절약 이득 금액이 회복공사의 비용 이상으로 유리하게 작용하도록 하지 않으면 에너지소비 절약을 위한 분석 감시가 의미를 가지지 못하기 때문이다. 또한, 분석에 필요한 계량기나 통신제어 기기는 중요한 요소이다. 센서 등의 데이터 출력이나 데이터 변환부분 및 통신유닛 등의 전자회로 전원유닛에서 기반고장의 원인인 전해콘덴서의 장수명 제품의 채택이나 습기나 주변온도에 의한 열화의 억제 및 통신의 노이즈에 의한 데이터 오류의 발생방지를 도모한 제품으로 할 필요가 있다.
- 어느 쪽이든지, 제조사 측의 앞으로의 적극적인 대응을 바라고 싶다.

## 5. 급후의 빌딩관리에 있어서의 상황

1999년부터 시행된 에너지절약법의 개정으로, 일반 사무실 빌딩도 전기 또는 연료의 총 에너지 소비 규모에 따라 제2종 에너지관리 지정공장의 대상이 된 것에서 알 수 있듯이, 앞으로의 빌딩에서의 에너지소비의 삭감의무는 점점 더 커질 것이다.

그러나, 범세계적 규모의 경쟁사회를 살아남기 위해서는 가능한 에너지절약과 비용절약을 도모하고, 빌딩 이용자에 대해서는 빌딩의 건설한 인프라설비로서의 에너지와 환경의 제공 및 서비스가 매우 중

요하다.

따라서, 금후의 빌딩건설의 방향으로는 초고층이면서 초 내진구조로 된 100년 건물의 본체 장수명화에 맞추어, 설비기기의 제조에 있어서 최대한의 초수명화와 교환 수리부품의 세분 유닛화를 도모하여야 한다. 또한 설계건설에서는 갱신 수선을 할 때에 최소한의 부대공사로 끝낼 수 있도록 반출입 계획을 고려하는 등의 조치가 필요하고, 제조·운반·건설·폐기의 각 분야에서 CO<sub>2</sub>배출의 억제에 의한 LCCO<sub>2</sub>(라이프사이클CO<sub>2</sub>)를 가능한 한 실시해 나갈 필요가 있다.

이것은, 국토교통성의 그린청사계획의 지침과도 같은 것으로, 장기영선 비용이 빌딩의 가치를 좌우하는 시대의 빌딩 민간소유자 입장에서도 제조나 건설 분야에 대해 강하게 요구해나갈 것이다.

또한 앞으로의 관리업무에 있어서는, LCC(라이프 사이클 코스트)의 저감을 목적으로 한 에너지 낭비의 근절이나 소비 억제 등의 에너지관리를 철저하게 하여야 한다. 그리고 폐기물 억제의 관점에서, 기기의 효율유지나 예방보전을 위한 보수 점검 정비 및 수명선에 있어서의 수명판단 등의 실시가 중요한 것은 말할 것도 없다.

### 맺음말

이상, 사용자 측의 일방적인 의견으로서 기술하였지만, 이번 연재의 주제인 커미셔닝의 필요성이나 유의사항에도 관계가 있으리라 믿고, 금후의 전개나 보급활동에 참고가 되었으면 한다. ㉔