

# 超省エネルギービル（大林組技術研究所本館）のシステム特性

田中辰明 岡建雄  
渡辺真知子

## Performance of Energy System of the Super Energy Conservation Building (Main Building of Ohbayashi Corporation Technical Research Institute)

Tatsuaki Tanaka Tatsuo Oka  
Machiko Watanabe

### Abstract

Three years have passed since the completion of the Super Energy Conservation Building, the main building of Ohbayashi Corporation Technical Research Institute. This report describes typical daily variations of heating and cooling loads in winter and summer, and air-conditioning system performances which are values obtained by dividing energy supplied to spaces by electrical input energy, and yearly changes in energy consumption in the whole building. Operation of heat pumps and an absorption refrigerator are analyzed with space heating/cooling loads and changes of heat accumulated in heat storage tanks. The annual energy consumption per square meter of floor area of the building was concluded to be 94.5 Mcal/m<sup>2</sup>·yr as the recorded value for the three years since completion.

### 概要

超省エネルギービルとして大林組技術研究所本館が竣工して以来、3年が経過した。この報告は夏季と冬季の代表日におけるエネルギーバランス、3年間にわたるシステム成績係数と二次側供給熱量およびエネルギー消費量の変化についてまとめたものである。二次側熱負荷や蓄熱槽の熱移動量を測定した結果、熱源機器の運転状況が明らかになった。建物全体のエネルギー消費量の実績値は、3年間の平均で94.5Mcal/m<sup>2</sup>年であった。

#### 1. はじめに

超省エネルギービルとして大林組技術研究所本館が竣工して以来、3年が経過した。この報告は計測システムとシステムの特徴について述べ、夏季と冬季の代表日におけるエネルギーバランス、3年間にわたるシステム成績係数と二次側供給熱量および、エネルギー消費量の変化についてまとめたものである。

#### 2. 計測システムおよびシステムの特徴

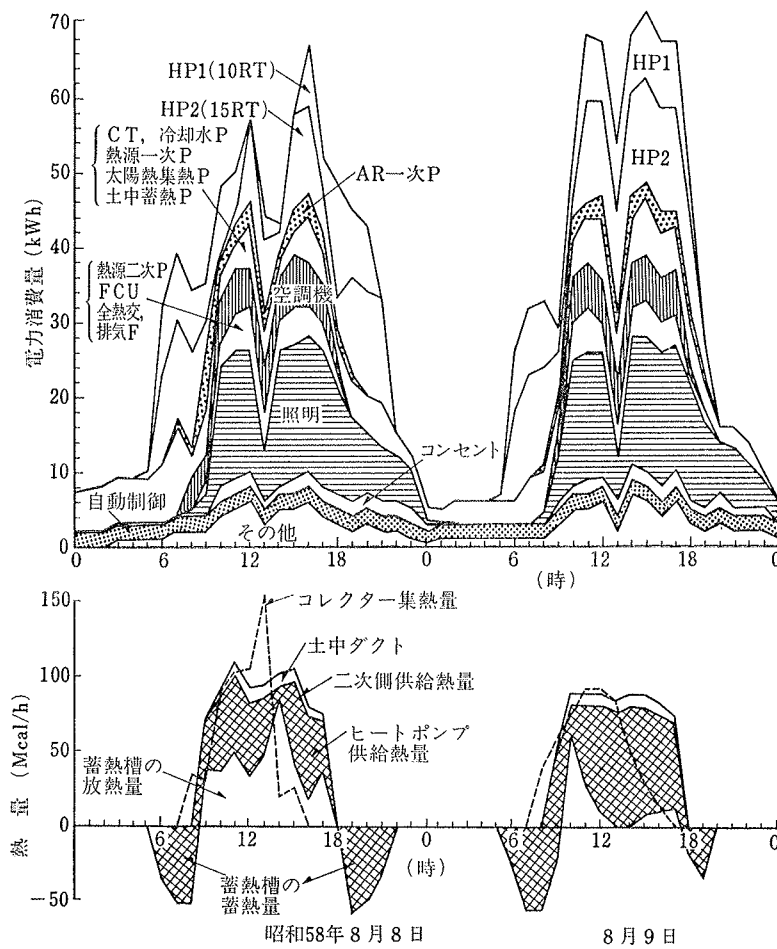
この建物はコンピュータコントロールを採用し、中央管制が行なわれている。中央管制には約300点のデータが30分ごとに収録され、各部位のエネルギー消費量、室内各部の温度、各設備機器の運転状況が記録されている。さらに中央管制とは別に、200点の研究計測用のデ

ータがパーソナルコンピュータに記録され、分析に供された。

建物の屋上には220m<sup>2</sup>の真空管式コレクターを設置して、冬季の暖房、夏季の冷房を行なっている。蓄熱槽は70m<sup>3</sup>の縦型蓄熱槽を建物躯体に組み込んでいる。また太陽電池はピーク時1kWの発電能力があり、この電力をコレクター用循環ポンプの動力に使用している。南側開口部の前面はダブルスキンと称するガラスの空間で覆われており、冬季は温風コレクターとして働き、夏季は通風効果により日射負荷の低減に役立っている。さらに秋季における太陽熱の余剰集熱分を土中に蓄え、冬季の暖房用に利用している。

#### 3. エネルギーバランスの日変動

コレクターの集熱量、二次側熱負荷などの測定方法を



図一 夏季におけるエネルギーバランス

以下に示す。

二次側熱負荷：空調機とファンコイルユニットに送られる冷温水の熱量で空調機，ファンコイルユニットからの出入口温度差×流量（30分ごとの瞬時値）

土中ダクト：土中ダクト出口，入口空気温度差×風量（30分ごとの瞬時値）

ダブルスキンの集熱量：ダブルスキンの平均出口，入口空気温度差×風量（30分ごとの瞬時値）

蓄放熱量：蓄熱槽内部の温度分布の変動から1時間ごとに蓄放熱量を算出した。

電力消費量：30分ごとの積算値

以上の値を用いて，夏季と冬季の代表日におけるエネルギー消費量と二次側供給熱量的関係を図一，二に示す。

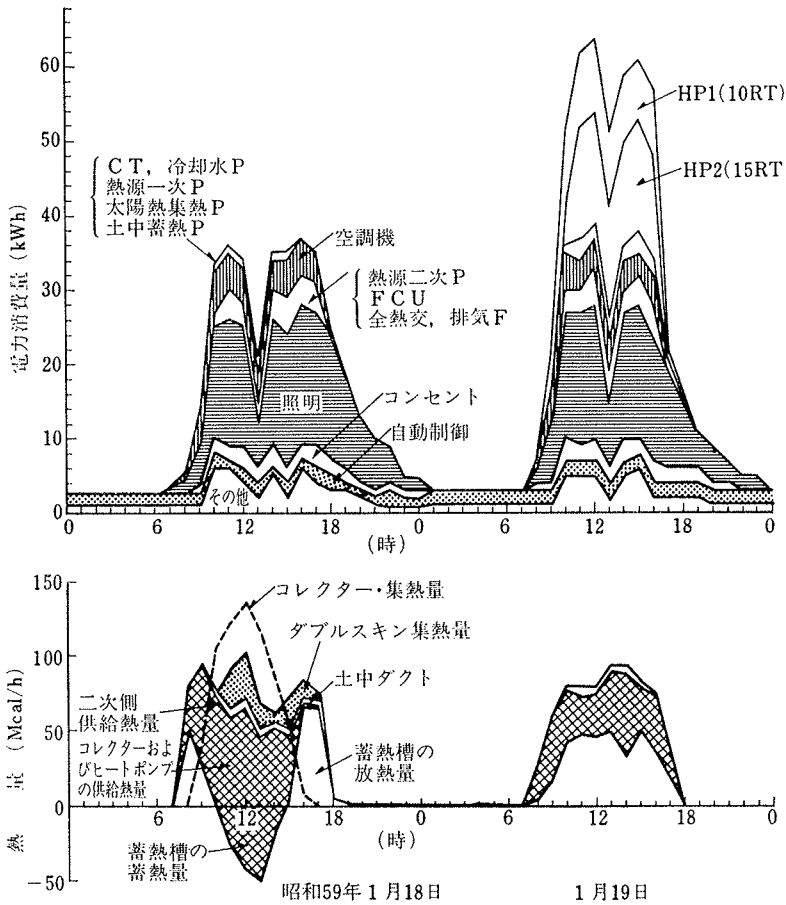
図一により8月8日では二次側熱負荷がない5時から8時および18時から23時にかけて蓄熱槽に蓄熱される。日中は蓄熱槽からの放熱とヒートポンプの熱供給により二次側熱負荷が支えられており，蓄熱槽が効率よく使われている。コレクターの集熱量は13時がピークで150 Mcal/hを記録している。全エネルギー消費量の内，照明が33%，空調機で60%を占めている。また自動制御

用はほとんど一定で2 Mcal/hであった。12時から13時の照明用電力消費量が半分以下になっているのは昼休みで，差し障りのない照明が消灯されているためである。17時10分が終業時刻であるが，残業のため21時頃までかなりの電力負荷が見られる。8月9日においても二次側熱負荷がない5時から8時および18時から23時にかけて蓄熱槽に蓄熱されている。日中は蓄熱槽からの放熱とヒートポンプ供給熱量により，9時から12時および14時から17時の間の二次側熱負荷が賄われている。日中のヒートポンプの稼働率は大きく，ピーク時では全エネルギーの約30%を占めている。照明，空調機などの電力消費は8日と9日の両日ともに同様の変動を示している。

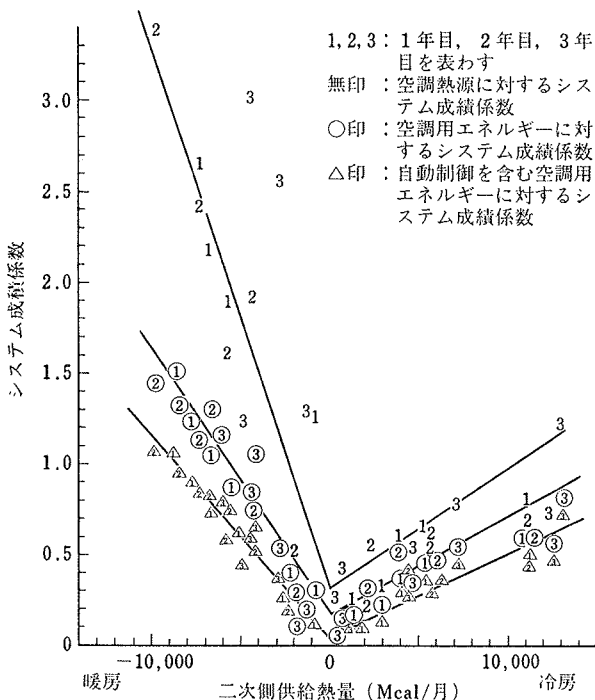
図二により，1月18日はコレクターの集熱により二次側熱負荷をすべて賄っており，日中は余剰の集熱量を蓄熱槽に蓄えていることが分かる。7時から10時，また15時から18時までは蓄熱槽の放熱により二次側熱負荷が賄われている。コレクター集熱量は，12時がピークで135 Mcal/hであった。1月19日はコレクターが作動していないため，日中の二次側熱負荷は蓄熱槽の放熱およびヒートポンプの供給熱量により賄われている。電力消費は，土中蓄熱ポンプとヒートポンプが稼働したために，18日の全エネルギー消費量の約2倍近く増えている。晴天日である18日のダブルスキンの集熱量は二次側熱負荷の20%近くに相当している。一方，夏季の土中ダクトの効果は冬季の2倍以上に達し，これは二次側供給熱量の5～10%程度に相当している。このように冷房時では吸収式冷凍機による太陽熱冷房と通常のヒートポンプ2台による冷房運転が行なわれている。また暖房時では太陽集熱器による温水集熱運転の他，土中蓄熱槽からの熱回収運転，ダブルスキンによる温風集熱運転などにより，暖房熱量が賄われている。図一，二に示されるように，この建物は自然エネルギーを極力利用するシステムを採用しているために，天候により各機器の運転状況が大幅に異なってくるのが特徴となっている。

#### 4. システム成績係数

設備システムの効率を示す指標の一つにシステム成績係数がある。システム成績係数は，システム成績係数＝（二次側熱負荷）/（投入エネルギーの一次エネルギー換算



図一2 冬季におけるエネルギーバランス



図一3 月別の二次側供給熱量とシステム成績係数

値)として表わされる。換算には  $1\text{kWh} = 2,450\text{kcal}$  を採用した。

システム成績係数と二次側供給熱量を1箇月ごとの積算値として図一3に比較した。空調熱源はヒートポンプと吸収式冷凍機用エネルギー消費量に冷却塔ファンや一次ポンプ、集熱ポンプなどを含めたものである。空調用エネルギーは空調熱源用エネルギーに空調機、二次側ポンプ、ファンコイルユニットなど空調用エネルギーをすべて含んだものである。また自動制御用エネルギーは、空調熱源用エネルギーと空調用エネルギーそして自動制御用エネルギーを含んだものである。1年目から3年目までのシステム成績係数はいずれもほぼ直線になり、二次側供給熱量が大きくなる程、システム成績係数は向上する。暖房のシステム成績係数は冷房のシステム成績係数の2倍程度になるが、空調熱源に対するシステム成績係数は気候状態に左右されやすく、ばらつきの大きいものとなっている。空調熱源に対する成績係数は年平均で1年目0.97、2年目1.15、3年目1.1、空調用エネルギーに対する成績係数は1年目0.57、2年目0.67、3年目0.57、また自動制御を含む空調用エネルギーに対する成績係数は1年目

0.44、2年目0.52、3年目0.45となっている。この中で空調用エネルギー消費に対するシステム成績係数を取り上げて見ると、夏季における値は0.5、冬季1.0~1.5程度となっている。既存の太陽熱利用設備のシステム成績係数は、大学研究棟の例では冷房期0.41~0.5、暖房期0.72~0.88と報告されている<sup>1)</sup>。太陽熱利用住宅の例では冷房期0.52~0.71、暖房期0.61~1.1となっている<sup>2)</sup>。各々システムは異なるものの、この建物の空調設備の稼働効率は通常の太陽熱利用設備と比較して、特に暖房時に効率が高くなっている。

### 5. 電力消費量の年変化

図一4は電力消費量の経年変化を示したもので、電力消費量の変化に対応させて、室内  $\text{CO}_2$  濃度や粉じん濃度の変化、残業時間や二次側供給熱量を示したものである。建物全体で消費されるエネルギー量は年々僅かながら増加し続けている。照明およびその他用エネルギー消費量は竣工当初に比べて約10%程度増加している。月別の残業時間数と対比させると、ある程度の相関が見られる。また竣工当初に比べてOA機器の導入量も大分増

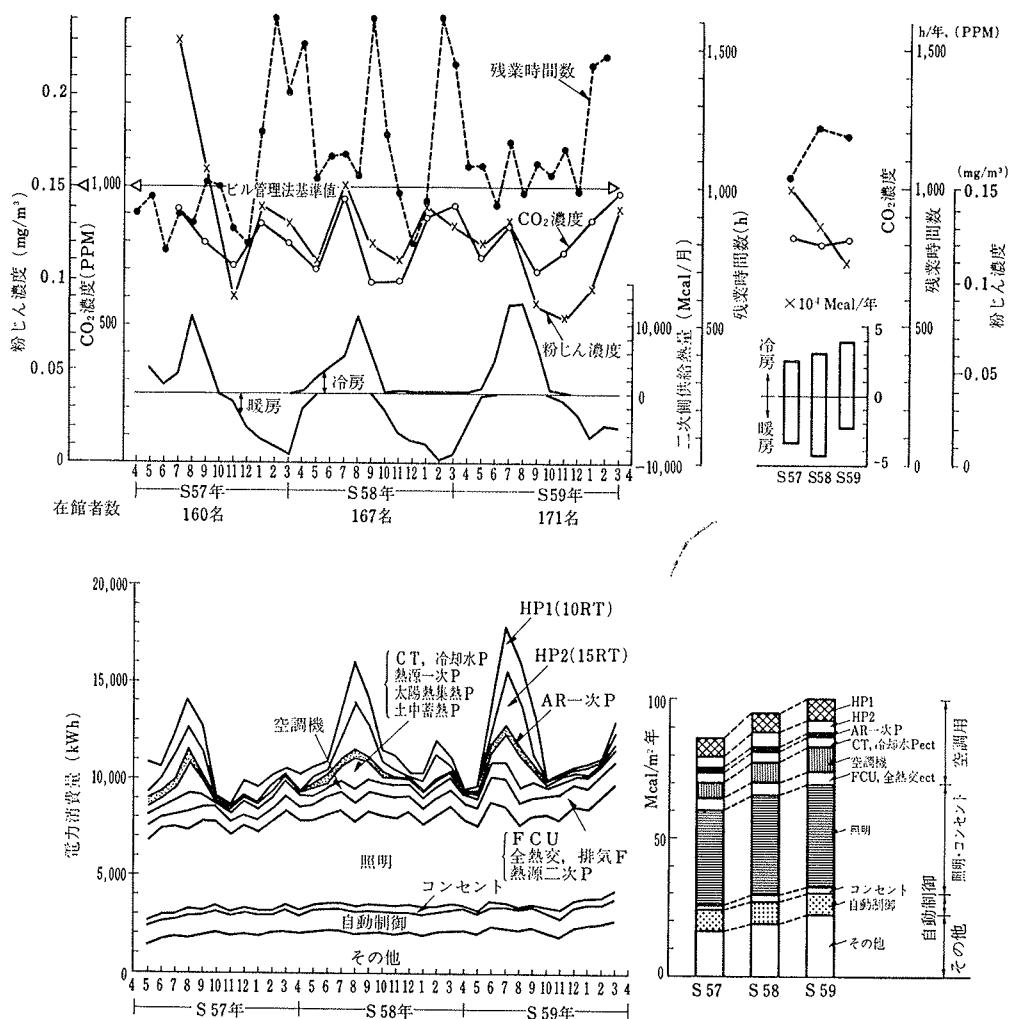


図-4 電力消費量および室内環境，二次側供給熱量の年変化

えており，エネルギー消費量の増大の要因となっている。昭和57年度は冷夏，暖冬であったが，58年度の冬は厳冬であった。また59年度の夏は猛暑が続いた。二次側供給熱量も気候状況をよく反映しており，熱源関連機器のエネルギー消費量も二次側供給熱量を追従したのとなっている。二次側供給熱量の年変化を見ると冷房負荷が年々20%ずつ増加する傾向にあるが，気象条件，室の使い方による影響が大きい。1年目のエネルギー消費量は一次エネルギー換算値で，建物単位床面積当たり86.4Mcal/m<sup>2</sup>年，2年目96.5Mcal/m<sup>2</sup>年，3年目100.4Mcal/m<sup>2</sup>年である。建物全体のエネルギー消費量を用途別に見ると，空調用30%，照明・コンセント用40%，その他用23%，自動制御7%となっていた。CO<sub>2</sub>濃度と粉じん濃度はビル管理法に基づいて測定した2箇月に1度の測定値であるが，夏季と冬季は濃度が上昇し，中間季には低下する。中間季は外気冷房や窓の開放により，多量の外気が導入されるためである。

## 6. 結論

(1) 二次側熱負荷や蓄熱槽の熱の移動を調査した結果，各機器の運転状況が明らかになった。

(2) 竣工当初に比べて毎年，冷房負荷が20%ずつ増大する傾向があるが，気象条件，室の使い方による影響が大きい。

(3) エネルギー消費量の実績値は1年目86.7Mcal/m<sup>2</sup>年，2年目96.5Mcal/m<sup>2</sup>年，3年目100.4Mcal/m<sup>2</sup>年であった。2年目以降は猛暑，厳冬など気象条件が厳しかったことが挙げられるが，残業時間が増し，OA機器も大量に導入されたことからエネルギー消費量が増大したものである。

## おわりに

今後もデータ収集を継続し，建物のエネルギー消費量，建物の使い方，機器運転状態を総合的に評価していく必要がある。

## 参考文献

- 1) 稲沼 実，他：サンシャイン計画・大分大学研究棟太陽冷暖房システムの運転計測解析（その1），空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，（昭和56. 10），pp. 121～124
- 2) サンシャイン研究グループ：サンシャイン計画枚方ソーラハウスの運転実績と最適システムの検討，大林組技術研究所報，No. 21，（1980），pp. 140～141
- 3) 酒井，他：省エネルギー化を計った建物に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，（1983～1984）
- 4) 酒井，他：省エネルギー化を計った設備システムに関する研究（その2～その8），空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，（昭和58. 10），pp. 497～520