

超省エネルギービル（大林組技術研究所本館）の運転実績（その2）

——竣工後2年目の運転実績——

岡 建雄 田中辰明
渡 辺 真知子

Experiences with Super Energy Conservation Building (Main Building of Ohbayashi Corporation Technical Research Institute) (Part 2)

——Record of Annual Energy Consumption in Second Year of Occupancy——

Tatsuo Oka Tatsuaki Tanaka
Machiko Watanabe

Abstract

The annual primary energy consumption during the second year was 95.9 Mcal/m²·yr per floor area of the building, which was 10% more than in the first year. The results of measurements of temperatures and CO₂ densities in living spaces show that good room environments were provided at all times throughout the year. The measurements of performances of solar collectors, the double skin, the underground heat storage system and the underground duct show that this building is very effective for making use of ambient natural energies to achieve fossil fuel savings. Heating/cooling loads required were small in this building which shows that the energy conservation due to the design of the building is substantial, besides which results of calculation of the system COP verified that the air-conditioning systems also have high efficiencies for providing heating/cooling.

概 要

竣工後2年目の運転実績では延床面積当りの一次エネルギー消費量が95.9Mcal/m²年となり、初年度に比べて約10%増加していた。室温やCO₂、粉塵濃度の測定結果から室内環境も良好に保たれていることが確かめられた。太陽集熱器、ダブルスキン、土中蓄熱、土中ダクトのエネルギー取得量の測定結果から、本建物では自然エネルギーが極めて有効に利用されていることを示した。二次側熱負荷の測定結果から本建物は建物自体による省エネルギー効果が大きいことが判明したが、システムCOPの計算結果から設備システムも高効率であることが実証された。

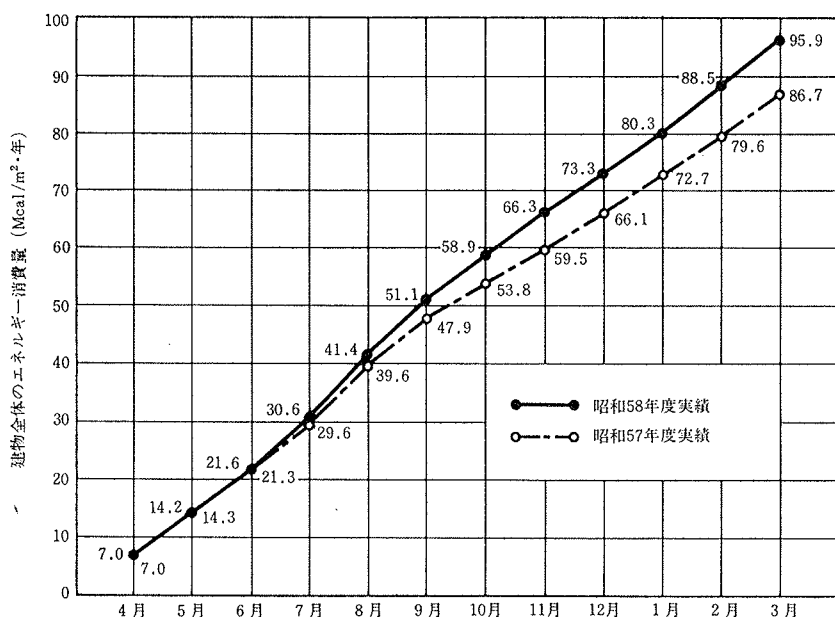
1. はじめに

本報告は竣工後2年目のエネルギー消費量、室内環境、二次側熱負荷、自然エネルギーの利用量およびシステムCOPについてまとめたものである。2年目に入り、在館者の省エネルギー意識が幾分減退したとも言えようが、設備システムに関しては調整も一段落し、落ち着いた運転となっている。建物全体のエネルギー消費量は初年度に比べて10%程度増加しているが、室内環境は同程度の水準に収まっている。初年度と2年目の運転実績を比較すると、本質的な相違はなく、今後はこの程度の運転状態で推移していくと考えられた。

2. エネルギー消費量

図-1は昭和57年度（初年度）と58年度（2年目）における建物全体のエネルギー消費量を比較したものである。2年目における一次エネルギー消費量は建物床面積当たり95.9Mcal/m²年となり、初年度に比べて、約10%程増加している。本建物の設計値は98Mcal/m²年であるから、ほぼ設計値に近い値であると言える。

表-1は初年度と比較した場合のエネルギー消費量の増加量を示したものである。表-1によれば、照管用、事務機器用、空調用のエネルギー消費量の増加が大きい。残業時間数、休日出勤数が初年度に比べて、約50%



図一 昭和57年度、58年度における建物全体の消費エネルギーの累積値

エネルギー消費項目	増加量 (Mcal/m²年)
照明用	+2.3
事務機器用	+2.2
空調熱源用	+1.8
空調搬送用	+1.6
コンセント用	+0.6
その他用	+0.3
自動制御用	+0.2
換気用	+0.1
衛生用	+0.1
合計	+9.2

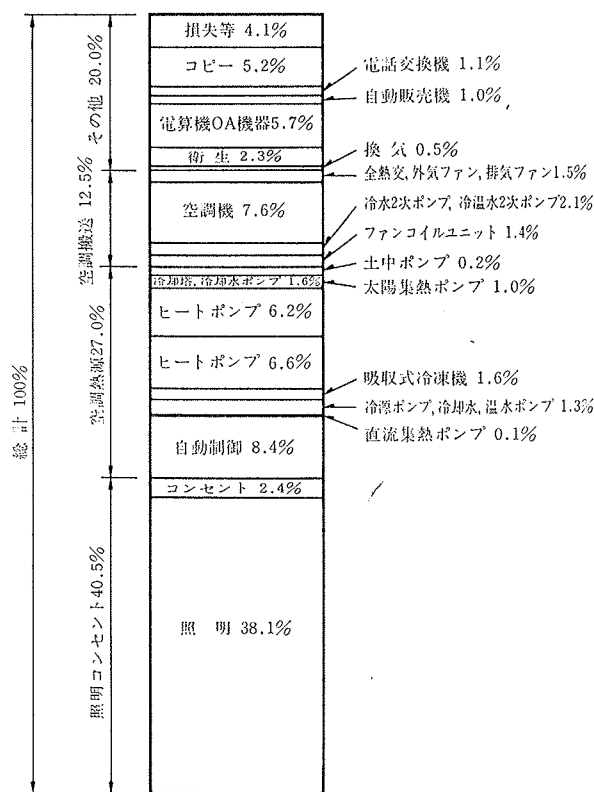
表一 昭和57年度と比較した58年度のエネルギー増加量

増しており、これが照明用エネルギー消費量の増加の原因であると考えられる。事務機器用エネルギーの増加分は電算機端末で +1.3 Mcal/m² 年、OA 機器で +0.7 Mcal/m² 年となっており、追加された事務機器によるものが大半を占めている。一方、空調用によるエネルギー消費量の増加は、ヒートポンプ2の +1.6 Mcal/m² 年、空調機の +1.3 Mcal/m² 年が大半を占めている。これは2年目の気象条件として、夏が暑く、冬も長く厳しいものであったために、熱源機器の消費エネルギーを増加させたものと考えられる。空調機のエネルギー消費量が増大した原因は、VAV 開度の最小値を40%にして室内への循環風量を確保したことや、冷暖房負荷が初年度に比べて大きかったために、循環風量も増大したためと考えられる。この他空調機内のフィルターの目づまりによる抵抗損失の増大が、ファンのエネルギー消費量の増大につながったと考えられる。

図一2は2年目のエネルギー消費量の内訳を示したもので、その構成割合は初年度と概ね同様である。この中で最大の割合を占めるものは、照明で全体の38.1%である。自動制御の目的はそのほとんどが空調用であるため、空調熱源として扱っているが、全体のエネルギー消費量の8.4%に達し、今後、省エネルギー型の自動制御システムの開発が望まれるところである。

3. 室内環境

図一3は夏季、冬季および年間の空調時間帯における室温ヒストグラムである。夏季の室温は23~26℃、冬季では18~22℃の範囲にある。冬季においては1Fと3Fが他の階に比べて多少低い室温となっている。1Fでは室



図二 昭和58年度におけるエネルギー消費構成

温の測定点が会議室であったために、非使用時にはFCUが停止し、且つ建物出入口に近いために冷気が侵入するからであろうと考えられる。室温から見る限り、B1Fが夏涼しく冬暖かいものとなっており、熱容量の働きや土中パイプのパネルヒーティング効果があることがうかがえる。総体として室温は初年度と同様に良好な水準に保たれていると言える。

図-4 は夏季, 冬季および中間期におけるCO, CO₂, 粉塵濃度と在籍者数の関係を示したものである。各濃度はビル管法に基づいて, 2ヶ月に1回計測しているものである。図-4を見る限り各種濃度と在籍者数との間にはっきりとした関係は見出せない。CO₂濃度と粉塵濃度は夏季と冬季に高く, 中間期は低いものとなっている。これは夏季と冬季には外気負荷を減少させるために, 外気導入量を減らすためである。外気導入量は還気ダクト中のCO₂濃度によって制御されているが, 設定濃度は600~700 ppm程度とし, 固定されていない。図-4を見る限り, CO₂濃度粉塵濃度は概ね基準値以下に収っており, 設定CO₂濃度は妥当なものであるといえる。

4. 二次側熱負荷

本報告の二次側熱負荷は空調機とFCUに送られる冷温水の熱量である。図-5は日平均の外気温と二次側熱負荷の相関を示したものであるが, 休日および土曜日は削除してある。日平均外気温と二次側熱負荷は概ね正比

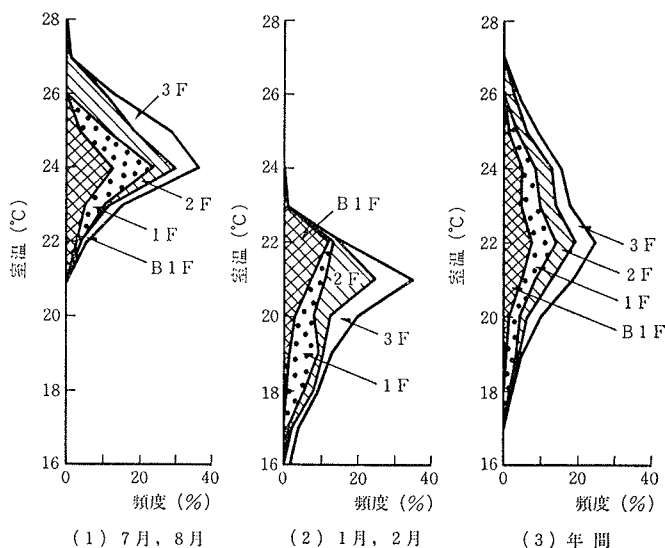


図-3 室温の年間ヒストグラム

例しており, 日平均外気温が16℃前後の日二次側熱負荷が零となる。日平均外気温が30℃の日, 最大二次側冷房負荷が現われ, 720 Mcal/日を記録した。冬季では

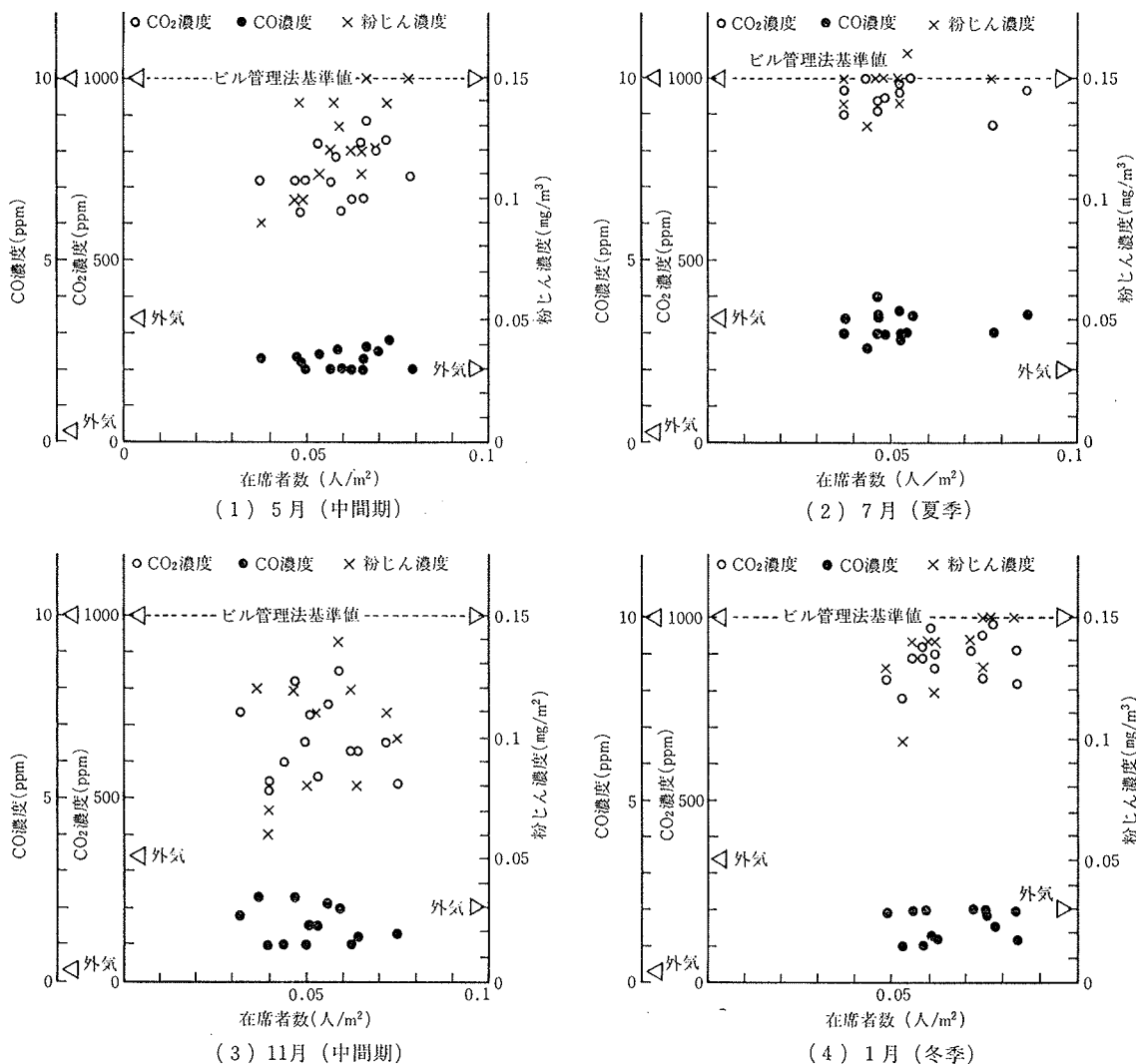


図-4 CO, CO₂, 粉塵濃度と在籍者数の関係

日平均外気温が -1°C の日に、最大二次側暖房負荷として585 Mcal/日を示していた。建物面積当りに換算すると、冷房負荷で191 Kcal/ m^2 日、暖房負荷で155 Kcal/ m^2 日となり、一般事務所ビルと比べると、約4分の1程度である。このことは本建物の冷暖房用消費エネルギー量を削減している最大の要因の一つが二次側熱負荷の低減にあることを示している。

5. 自然エネルギーの利用量

本建物は太陽熱や土中熱等の自然エネルギーを積極的に利用している。図-6は自然エネルギーの利用量を月別に示したものである。

屋上コレクターは真空管式で220 m^2 の面積がある。集熱量は夏季5 Gcal/月程度、冬季で14 Gcal/月程度である。夏季は高温集熱を行ない、8 m^3 の蓄熱槽に温水を蓄えた後、吸収冷凍機に送るものであるが、8 m^3 の蓄熱槽が一杯になり易く、集熱面積を110 m^2 にすることが多い。そのために夏季の集熱量が少ないものとなっている。図-7は屋上コレクターの集熱効率を一日単位で示したものである。集熱効率は概ね40~80%であり、平均60%である。

ダブルスキンは、夏季においては自然換気によって冷房負荷の削減を計り、冬季においては温風コレクターとして働くものである。図-6に示されているダブルスキンの集熱量は冬季の温風コレクターで集熱した熱量である。集熱量は12月、1月で1,600~1,700 Mcal/月程度である。これは1年目の値に比べて20%少なく、集熱効率も低下している。ダブルスキンの集熱量の低下は2年目の冬が長く、厳しいものであったためと考えられる。集熱量は11月から2月までで、合計5 Gcal/年程度であった。

土中蓄熱システムは10月から12月にかけて、屋上コレクターで集熱した余剰熱を土中に蓄えておき、冬季のヒートポンプの熱源として利用するものである。投入熱量は総計5 Gcal/年程度で、ヒートポンプで回収される土中熱は500~800 Mcal/日程度となる。土中蓄熱システムではヒートポンプで回収されるばかりでなく、B1Fの床面を暖めるパネルヒーティング効果もあるが、本報告では触れていない。

土中ダクトは夏季および冬季に土中ダクトを通して外気を導入し、空調機に送るもので外気負荷を減少させるシステムである。土中ダクトの効果は8月で600 Mcal/月、冬季では100~300 Mcal/月程度と他のシステムと比べてその絶対量は小さいもののピーク日に効果があるために設備容量の面からは有利である。

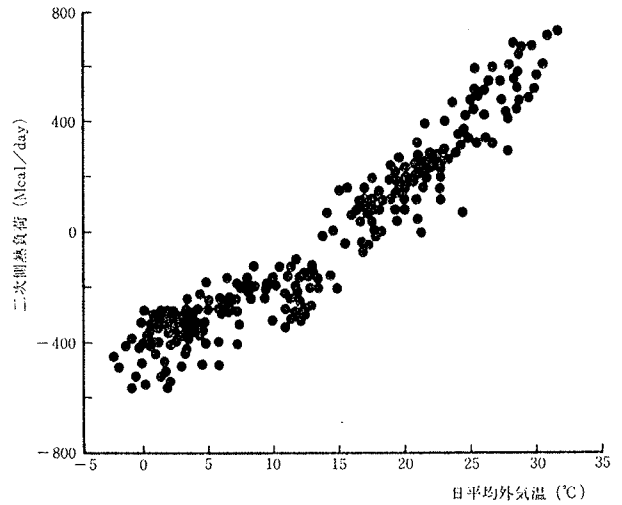


図-5 日平均外気温と二次側熱負荷の相関

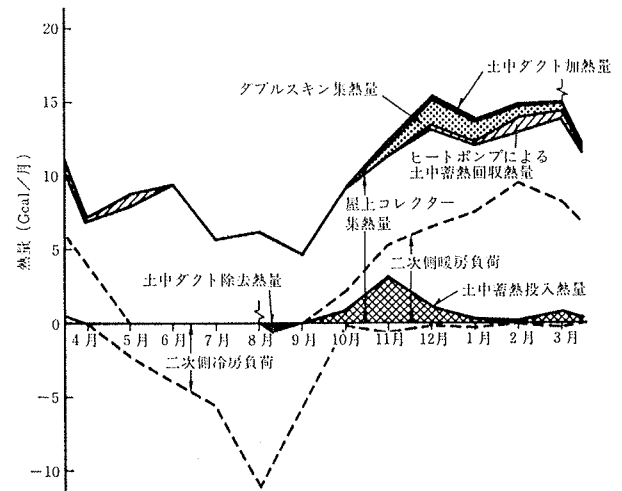


図-6 自然エネルギーの利用量

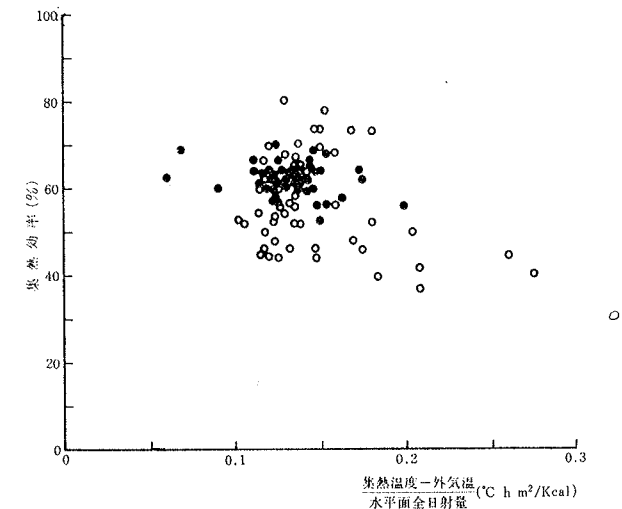


図-7 屋上コレクターの集熱効率

月	二次側供給 熱量，H (Mcal/月)	投入エネルギーの一次エネルギー換算値			システムCOP		
		空調熱源 A (Mcal/月)	空調搬送 B (Mcal/月)	自動制御 C (Mcal/月)	空調熱源に対する COP H/A	空調用エネルギー に対するCOP H/(A+B)	自動制御を含む空 調用エネルギーに 対するCOP H/(A+B+C)
1	100 -7477	3092	3486	2599	2.45	1.15	0.83
2	267 -9509	2886	3832	2408	3.39	1.46	1.07
3	191 -8120	2411	3775	2509	3.45	1.34	0.96
4	117 -4152	2212	3560	2440	1.93	0.74	0.52
5	2215	4052	3112	2604	0.55	0.31	0.23
6	3983	3854	3489	2521	1.03	0.54	0.40
7	5561	8984	3702	2626	0.62	0.44	0.36
8	11177	16454	4165	2622	0.68	0.54	0.48
9	5711	10783	4359	2533	0.53	0.38	0.32
10	115 -2231	4386	3991	2555	0.53	0.28	0.21
11	497 -5376	3648	4197	2472	1.61	0.75	0.57
12	119 -6637	1453	3758	2602	4.64	1.30	0.86
年間	30053 -43502	64215	45426	30491	1.15	0.67	0.52

*二次側供給熱量のうち、冷房負荷はプラス、暖房負荷はマイナスで示す。

表-2 超省エネルギービルにおける年間のシステム COP

6. システム COP

設備システムの効率を示す指標の一つにシステム COP がある。システム COP は、

システム COP = (二次側熱負荷) / ((投入エネルギーの一次エネルギー換算値) として表わされる。換算には 1 KWH = 2,450 Kcal を採用した。表-2 には 2 年目におけるシステム COP を示す。空調熱源に対するシステム COP では夏季 0.5~1、冬季 3~4 程度となる。空調搬送を含めたシステム COP では夏季 0.5 程度、冬季 1.3~1.5 程度となり年平均では 0.67 となる。本建物は自動制御に必要な電力量の割合が比較的多く、全体の 22% に達している。自動制御のほとんどが空調用なので、これを加算してシステム COP を算出すると、年平均で 0.5 となる。

1 年目の実績値と比較すると、二次側熱負荷が 30% 程度大きくなっており、それに伴い空調熱源と空調搬送に投入されているエネルギー量も各々 10% 程度多くなって

いる。その結果システム COP は一年目に比べて、約 20% 向上しているという結論が得られた。

7. 結論

本報告は竣工後 2 年目の運転実績を示したものである。建物全体のエネルギー消費量は 95.9 Mcal/m² 年となり、初年度に比べて約 10% 程増大している。室内環境は年間を通して良好に保たれている。この他、二次側熱負荷、自然エネルギーの利用量等に関する測定結果を示したが、いずれも初年度と本質的な相違は見当たらず、今後共、本報告で示した程度のエネルギー消費量と室内環境の水準を保ちながら推移していくことと思われる。

参考文献

- 1) 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 学術講演会講演論文集, (昭和 58. 10)