

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発 (その148) 既存事務所の省エネ効果試算事例

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 148) Study on Energy-conservation Effect using the BEST in an Existing Office

正会員 ○大木 泰祐 (大成建設) 技術フェロー 横井 睦己 (大成建設)
技術フェロー 加藤 美好 (大成建設) 技術フェロー 石野 久彌 (首都大学東京名誉教授)
特別会員 村上 周三 (建築環境・省エネルギー機構)

Taisuke OHKI*¹ Mutsumi YOKOI*¹ Miyoshi KATO*¹

Hisaya ISHINO*² Shuzo MURAKAMI*³

*¹ Taisei Corporation *² Tokyo Metropolitan University

*³ Institute for Building Environment and Energy Conservation

In the previous paper, it was reported that the BEST program is an effective tool which can study the energy consumption and the energy-conservation effect of a building in design phase. In this paper, the calculations using the BEST program are performed for the existing building (office), and measured energy data is compared with the calculated value. Furthermore, this paper shows the energy-conservation effect when operative improvement and apparatus update were carried out in an existing building.

はじめに

エネルギー消費に伴うCO₂排出量増加により、地球温暖化が地球環境の大きな問題の一つとなっている。そのため、建築物における省エネルギー対策は、設計段階だけでなく、建物運用段階においても重要な要素となっている。また、建物運用段階での省エネルギー対策としては、機器運用方法の変更、高効率機器への更新等が考えられる。しかし、設備毎に省エネルギー効果を評価することはできるが、省エネルギー対策を総合的に評価することは難しい。そこで、BESTを用いて設計段階の一次エネルギー消費量^{(文1)~(3)}だけでなく、建物運用段階の一次エネルギー消費量も把握する。さらに、既存建物の運用時において、建物管理者の立場から、省エネ運転方法や機器更新による省エネ効果を事前に検討することができる。

本報では、既存事務所を対象として、BEST平成25年省エネ基準対応ツール Ver.1.1.1 (以降、BESTと記す)を用いた建物運用段階における各種省エネルギー対策の効果を比較検討する。

1. 対象事務所の建物概要

BESTを用いて検討する建物^(註1)は、福岡県に立つ延べ床面積: 約10,000m²、地下1階・地上11階建の事務所ビルである。平面は、北側にコアがあり、東・西・南面窓は、横連窓(窓面積率: 約25%)となっている。1階: エント

ランスホール、2階: 会議室フロア、3~11階: 事務室フロアの構成となっている。実際の建物は、11階が社員食堂・厨房フロアとなっているが、本報においては最上階を事務室として扱った。写真1に既存対象建物の外観、表1及び表2に建物概要、建築仕様、図1に基準階平面図、断面図をそれぞれ示す。



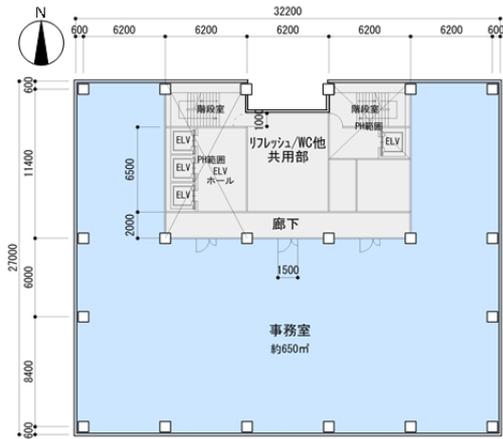
写真1 建物外観(南側)

表1 建築概要

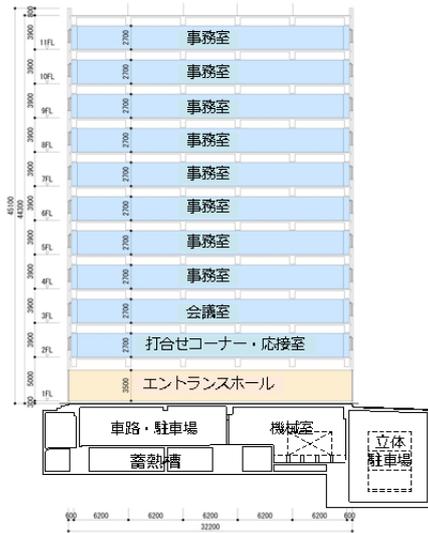
| | | |
|--------|-------------------|--------------------------|
| 対象建物 | 大成建設(株)九州支店 | |
| 竣工年 | 1992年4月 | |
| 用途 | 事務所 | |
| 場所 | 福岡県福岡市中央区大手門 | |
| 階数 | 地下1F, 地上11F, 塔屋1F | |
| 構造 | RC造 | |
| 面積 | 敷地面積 | 1,751.53 m ² |
| | 建築面積 | 860.70 m ² |
| | 延床面積 | 10,632.83 m ² |
| 建築物の高さ | 最高高さ | 45.10 m |
| | 軒高 | 44.30 m |

表2 建築仕様

| | | |
|-----|------|---|
| 壁仕様 | 外壁 | タイル+RC+ウレタンフォーム断熱材(25mm) U=1.0W/m ² K |
| | 屋根 | RC+ウレタンフォーム断熱材(50mm) U=0.51 W/m ² K |
| 窓仕様 | ガラス | 熱線反射ガラス t10 (ブラインド有) U=4.36 W/m ² K, η=0.342 |
| | 窓面積率 | 25%(各方位とも) |
| 庇 | 無し | |
| 隣棟 | 考慮せず | |



(a) 基準階平面図



(b) 断面図

図1 建築図

2. BEST を用いた既存対象建物の一次エネルギー消費量試算

BEST を用いて、既存対象建物の一次エネルギー消費量を求め、BEST の計算結果(基準 Case とする)と既存対象建物の実績値を比較する。

既存対象建物の設備仕様を表3に示す。また、熱源設備および空調設備の概要を図2、3に示す。電気・ガス併用熱源に温度成層形蓄熱槽を組み合わせた複合熱源設備である。空調設備は、インテリアを各階東西で2分割し、それぞれ単一ダクト変風量方式である。ペリメーターは、床置FCUとし、各方位で冷温水の切替えを行っている。

2.1 基準 Case 計算結果と実績値の比較

図4に、既存対象建物の計算結果(計算間隔: 5分間)を示す。建物全体の一次エネルギー消費量は、1,904MJ/m²年となり、実績値 1,550MJ/m²年(2004~2010年平均値)と差が生じている。これは、BEST デフォルト運転スケジュールと実際の運転スケジュールの差異、11F 食堂フロアを事務室フロアに変更して計算したことなどが実績と計算の差になったと考えられる。そのため、運用時の正確なエネルギーシミュレーションをする際には、運転スケジュールを再現する必要がある。

表3 設備仕様(基準 Case)

| | | |
|-------|--|--|
| 電気設備 | 受電方式 | 高圧 6.6kV 1 回線受電 |
| | 変圧器容量 | 3 相:900kVA、単相:600kVA |
| 照明器具 | 蛍光灯(FLR)、ダウンライト | |
| 空調設備 | 熱源設備 | 空気熱源ヒートポンプチャラー(100RT×1 台) ガス焚冷温水発生器(150RT×1 台)+冷却塔 水蓄熱(500m ³) |
| | 空調設備 | 事務室: 単一ダクト変風量方式(インテリア)、FCU 方式(ペリメーター) 電気室、守衛室、更衣室: 電気熱源ヒートポンプパッケージ方式 |
| | 換気設備 | 第1種換気:事務室、会議室、ロビー、電気室 3種換気:便所、湯沸室、ごみ置場 |
| 衛生設備 | 給水設備 | 受水タンク+加圧ポンプ方式 |
| | 給湯設備 | 貯湯式電気温水器による局所給湯 |
| 昇降機設備 | (乗用)定員:15名、積載:1,000kg、速度:105m/min、3台 (非常用)定員:17名、積載:1,150kg、速度:90m/min、1台 | |

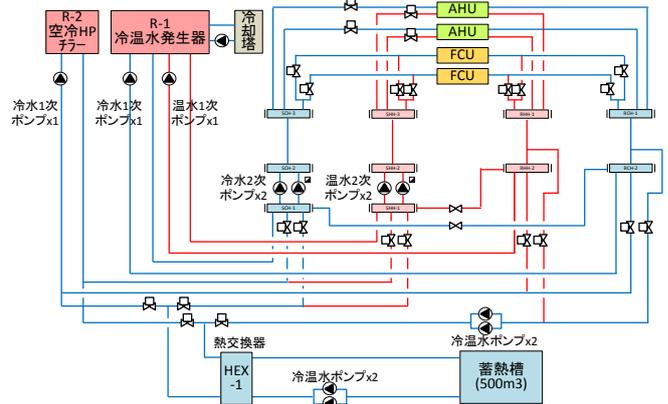


図2 熱源システム

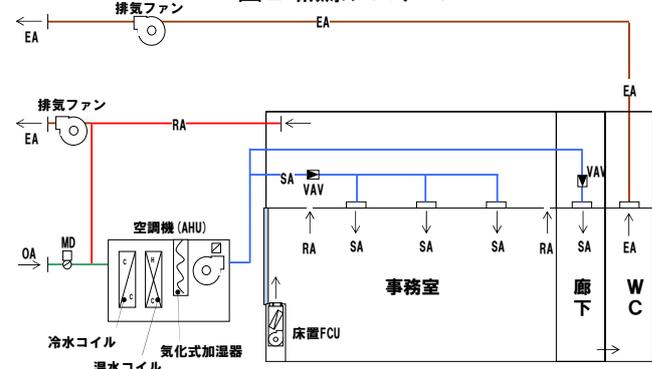


図3 空調システム(事務室廻り)

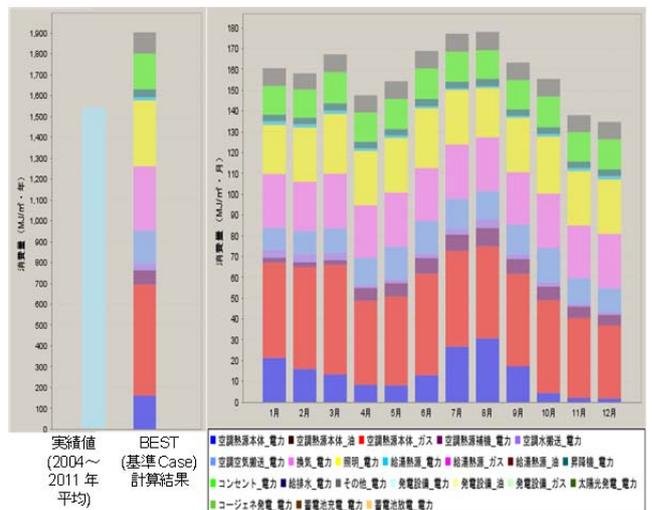


図4 BEST(基準 Case)計算結果

3. BEST を用いた既存建物の省エネ対策試算

既存対象建物に対して、省エネ対策を施したときの一次エネルギー消費量の削減効果を試算する。検討は、運用改善による省エネ効果および機器更新による省エネ効果それぞれについて行う。

3.1 運用改善による省エネ効果

(1)検討ケース

建物利用者側でできる効果のある省エネ対策を検討するため、照明設備・空調設備等の運転スケジュールを変更する運用改善がもたらす省エネ効果を試算する。下記に、検討したケースと概要を示す。

- ・Case1: 照明点灯スケジュールの変更(図5、6参照)
事務室、会議室の照明点灯に関して、12:00~13:00 に消灯し、更衣室、廊下の照明を50%点灯とした。
- ・Case2: 空調運転スケジュールの変更(図7参照)
空調の運転スケジュールを7:00~19:00 とし、基準 Case から2h 空調運転時間を削減した。
- ・Case3: 待機電力の削減(図8、9参照)
ノート PC や省エネ複合機の導入等により、待機電力を10W/m²から50%削減することを想定した。

(2)計算結果

Case1~3 の計算結果を図10に示す。照明点灯スケジュールを変更した場合、約9%の照明エネルギーの削減効果が得られた。事務室の設定照度を下げ、照明点灯数を削減できれば、さらに一次エネルギーを軽減できると思われる。空調運転スケジュールを変更した場合、2h 空調運転時間を削減することで約9%の空調エネルギー(空調熱源本体)の削減効果が得られた。また、待機電力の削減については、他のケースに比べて削減率が大きいこともあり、約48%のOA コンセントエネルギーを削減した。Case1~3 の運用方法改善により、約11%の建物一次エネルギー消費量を削減することができた。機器の運用スケジュールや負荷率を変更することで、高い省エネ効果を得られることがBESTを用いることで、検討することができる。

3.2 機器更新による省エネ効果

(1)検討ケース

次に、機器更新による省エネ効果を検証する。高効率な機器に更新することで、消費電力を軽減させ、一次エネルギー消費量を削減することを目的とする。機器更新による省エネ効果をBESTで試算することで、ビルの修繕計画の参考となると考えられる。下記に、検討したケースと概要を示す。

- ・Case4: 照明器具の更新(図11参照)

FL 蛍光灯、ハロゲンダウンライト主体の照明器具を使用しているが、全館LED化を行うことを想定する。BESTの計算では、FL 蛍光灯、ハロゲンダウンライトの発光効率をそれぞれ50 lm/W、20 lm/W として、LED 照明では

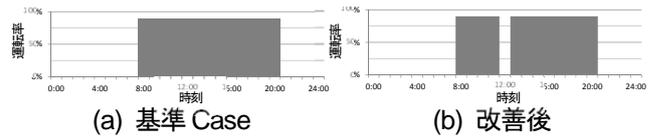


図5 照明運転スケジュール(事務室、会議室)

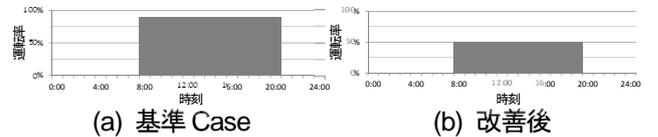


図6 照明運転スケジュール(更衣室・倉庫、廊下)

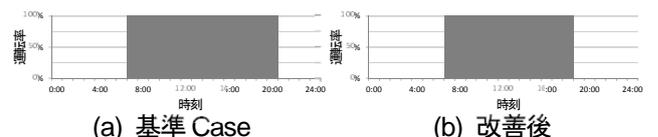


図7 空調運転スケジュール(事務室、廊下)

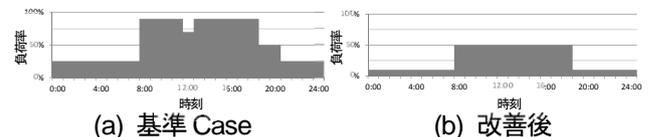


図8 待機電力の削減(事務室)

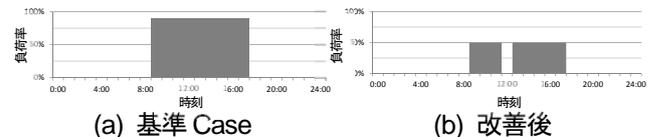


図9 待機電力の削減(会議室)

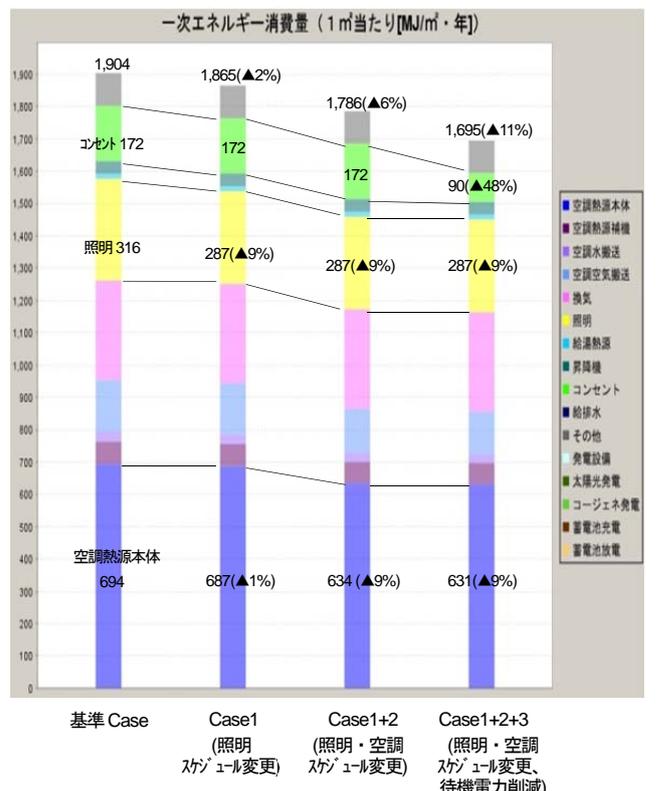


図10 運用改善ケーススタディ・BEST 計算結果

80 lm/W として試算する。

・Case5: ポンプの高効率化(図 12 参照)

高効率モーターを採用した空調用ポンプに更新した場合の空調水搬送動力の低減効果について、検討する。

・Case6: 熱源機の高効率化(図 13 参照)

熱源機の高効率化による空調搬送動力の低減を図る。空気熱源ヒートポンプチラー(機器単体 COP3.7)をモジュール型(機器単体 COP6.3)へ、ガス焚冷温水発生器(機器単体 COP1.0)を二重効用型(機器単体 COP1.3)へ更新した場合の試算を行う。

(2) 計算結果

Case4~6 の計算結果を図 14 に示す。FL 蛍光灯主体の照明器具から、LED 照明に変更した Case4 では、約 52% の照明エネルギーの削減効果が得られた。本報にて検討を行っていないが、LED 照明の導入に加えて、在室検知制御や昼光利用による調光制御を行うことで、さらなる省エネ効果が期待できる。また、昨今の LED 照明の発光効率 80 lm/W を超える器具もあるため、採用する照明器具の効率を変えることで、省エネ効果も向上すると思われる。高効率モーターを採用した空調用ポンプに更新する Case5 は、約 12% の空調水搬送エネルギー(熱源補機+水搬送)の削減効果が得られた。また、AHU ファンへの高効率モーター採用により、空調空気搬送エネルギーの削減効果が期待できると考えられる。COP の高い熱源機に更新した Case6 は、約 28% の空調エネルギー(熱源本体)を削減できた。

4. おわりに

BEST を用いて既存事務所の一次エネルギー消費量を算出し、実績値との比較、運用改善や機器更新時の一次エネルギー削減効果を検討した。本ツールは、省エネ運転や機器更新による省エネ効果を事前に検討できる有効なツールであることが確認できた。

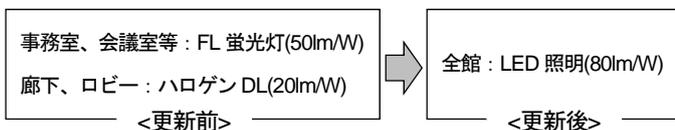


図 11 照明器具の更新

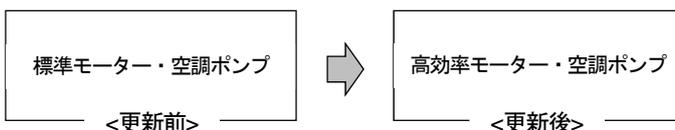


図 12 ポンプの高効率化

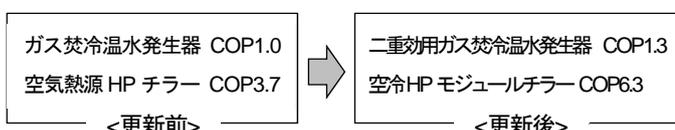


図 13 熱源機の高効率化

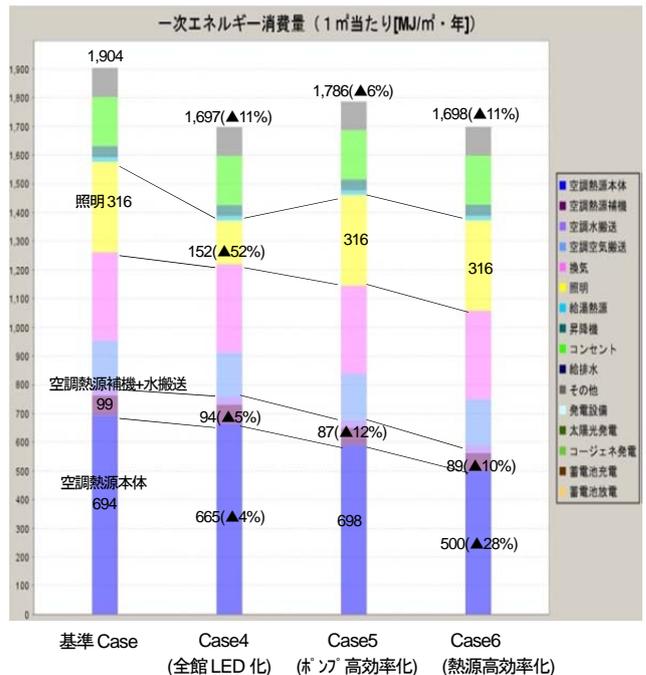


図 14 機器更新ケーススタディ・BEST 計算結果

【註釈】

註 1) BEST を用いて既存対象建物の運用改善検討や機器更新検討を行っているが、実際の建物において運用改善や機器更新まで行ったわけではない。そのため、本報は、運用段階でのエネルギー検証ツールとしての可能性を検証したものである。

【謝辞】

本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会(村上周三委員長)」、統合化 WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表すものである。BEST 省エネ基準対応ツール開発委員会名簿(順不同)委員長: 石野久彌(首都大学東京名誉教授)、幹事: 長谷川巖(日建設計)、委員: 島岡宏秀、笠原修(大林組)、佐藤正章、菰田英晴(鹿島建設)、田岡知博(コンパス)、佐藤誠、辻丸のりえ(佐藤エネルギーリサーチ)、矢川明弘、新武康(清水建設)、加藤美好、横井睦己、大木泰祐(大成建設)、中里博美(ダイケンエンジニアリング)、高井啓明、芝原崇慶(竹中工務店)、柳井崇、品川浩一(日本設計)、田中祐輔、茂呂幸雄(三菱地所設計)、野原文男、丹羽勝巳、二宮博史、小林弘造、飯田玲香(日建設計)事務局: 生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

参考文献

- 1) 飯田ら: 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その 122)改正省エネ対応ツールにおける建築の試算例, 空気調和・衛生工学会大会学術講演会 第 5 巻, pp.41-44.
- 2) 島岡ら: 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その 123)改正省エネ対応ツールにおける設備の試算例, 空気調和・衛生工学会大会学術講演会 第 5 巻, pp.45-48.
- 3) 久保木ら: 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その 124)改正省エネ対応ツールを用いた実施設計における設備の試算例, 空気調和・衛生工学会大会学術講演会 第 5 巻, pp.49-52.