

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135) 超高層オフィスビルの基本設計における BEST の適用

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST  
 (Part135) The application of the BEST program to the basic design for high-rise office building

正会員 ○山本 佳嗣 (日本設計) 特別会員 村上 周三 (建築環境・省エネルギー機構)  
 正会員 品川 浩一 (日本設計) 技術フェロー 石野 久彌 (首都大学東京名誉教授)  
 技術フェロー 郡 公子 (宇都宮大学)

Yoshihide YAMAMOTO\*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI\*<sup>2</sup> Koichi SHINAGAWA\*<sup>1</sup> Hisaya ISHINO\*<sup>3</sup> Kimiko KOHRI\*<sup>4</sup>  
 \*<sup>1</sup> Nihon Sekkei, Inc. \*<sup>2</sup> Institute for Building Environment and Energy Conservation  
 \*<sup>3</sup> Tokyo Metropolitan University \*<sup>4</sup> Utsunomiya University

In basic design phase of high-rise office building, MEP designers have to study heat source systems, load reduction techniques, energy-saving techniques, and HVAC systems for typical floor. In such a case, It is general to simulate the system by using the basic load unit from literature. But, if it is possible to know the load pattern reflecting the characteristics of the planning building easily, it is a great help to study systems. This paper shows the method and the results we estimate the annual load of super high-rise office building by the BEST program.

## 1. はじめに

超高層オフィスビルの基本設計時には、用途構成と基準階の方針が決定した段階で、熱源システム、負荷削減手法、省エネ手法、基準階の設備システムの検討を行う必要がある。基本設計時は実績値ベースの平均的な負荷パターンやピーク負荷の原単位を利用する事が多いが、計画建物の特性を反映した負荷パターンが計画初期段階に把握できれば検討の大きな助けとなる。そこで本報では、オフィスを主用途とした超高層ビルに対して BEST を利用して年間負荷の試算を行った。

## 2. 超高層オフィスビルモデル概要

### 2.1 モデルビル概要

モデルビルの断面構成を図1に、概要を表1に示す。地上44F、地下4階の建物とし、低層部に商業施設、教育施設、交流施設が配置され、7F～38Fには事務所、40F～43Fにはホテルが配置される想定とした。

## 3. BEST 入力方法概要

### 3.1 建築モデルの作成方法

超高層ビルであるため、建築モデルについては簡易な入力が可能な「BEST 省エネ基準対応ツール Ver1.1.1」を使用した。省エネ基準対応ツールでは、画面上に平面図を作成し、用途のゾーニングを設定する事で簡易にモデルを作成できる。そのモデルデータを「BEST 専門版 1307 版」へインポートすることで「BEST 専門版」にて詳細な負荷計算とデータ出力を行った。

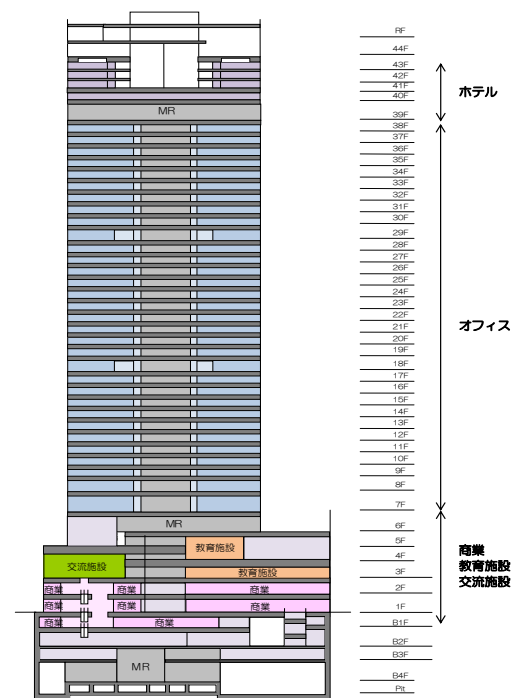


図1 モデルビル断面構成

表1 モデルビル概要

敷地概要	建築場所	東京都
	敷地面積	15,000 m <sup>2</sup>
建築概要	延床面積	300,000 m <sup>2</sup>
	建物規模	地上44階、地下4階
	主な用途	オフィス 商業施設 教育施設 宿泊施設 交流施設

### 3.2 入力条件

基準モデルとしての入力条件を表 2 に示す。負荷条件は入力した室用途のデフォルト値を用い、飲食店舗の厨房換気量を店舗面積当たり  $60\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  見込んだ。厨房への給気は室温まで外気処理する想定としている。開口部は窓面積率 50% の Low-ε (クリア) + 透明の複層ガラスとし、400mm の水平庇を高さ方向に 2ヶ所/フロア設置する条件とした。設定温湿度は夏期  $26^\circ\text{C}$  50%、冬期  $22^\circ\text{C}$  40%、中間期  $24^\circ\text{C}$  40% とした。

「BEST 省エネ基準対応ツール」におけるオフィス基準階、ホテルロビー階の入力画面を図 2,3 に示す。基準階は 1フロアのみ作成するなどの工夫によりゾーン数は 45 ゾーンとなった。

### 4. 試算結果

#### 4.1 年間熱負荷

##### (1)用途別熱負荷

年間負荷の用途別割合を図 4 に示す。負荷の割合は事務所が最も大きく、全体の 54% であった。次に大きい飲食店舗は全体の 20% であった。延べ床面積に対する飲食店舗の割合は 1.4% であるが、厨房換気の外気処理負荷により年間負荷が大きくなっている。また、事務所のインテリア負荷とペリメータ負荷の割合はインテリア 33%、ペリメータ 21% であり、インテリア空調と同様にペリメータ空調の効率にも配慮が必要である事が分かった。面積比では 1フロアあたりインテリア  $3,241\text{m}^2$  に対してペリメータ  $1,470\text{m}^2$  である。冷房負荷と暖房負荷での比率では、年間冷房負荷の 64% がオフィスの冷房によるものであり、年間暖房負荷の 55% が飲食店舗によるものであった。

##### (2)月別熱負荷変動

用途別の月別熱負荷変動を図 5 に示す。事務所では冬の冷房負荷が発生しており、暖房負荷としては大部分が厨房換気による外気負荷である事が分かった。

##### (3)負荷発生頻度

建物全体の負荷発生頻度を図 6 に示す。ピーク負荷の 10% 以上の負荷率になる時間数は年間で冷房 2900 時間、暖房 2,100 時間であり、年間 8760 時間に対して残りの時間は部分負荷 10% 以下となる事が分かった。

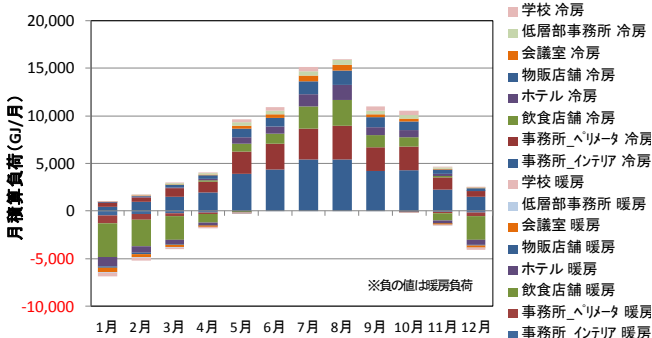


図 5 月別負荷変動

表 2 入力条件 (用途)

計算用途	入力室用途	計算面積	備考
事務所	事務室	174,000 $\text{m}^2$	
ホテル等	宴会場 終日利用されるフロント レストラン・バー 終日利用される事務室 レクリエーション用体育館	16,800 $\text{m}^2$	
物販店舗	大型店の売場・事務室	9,700 $\text{m}^2$	
学校	小中学校の教室・職員室	7,800 $\text{m}^2$	
飲食店舗	飲食店舗	4,100 $\text{m}^2$	厨房換気量 $60\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$
集会所	会議室	2,000 $\text{m}^2$	
その他	非空調・計算対象外	85,600 $\text{m}^2$	

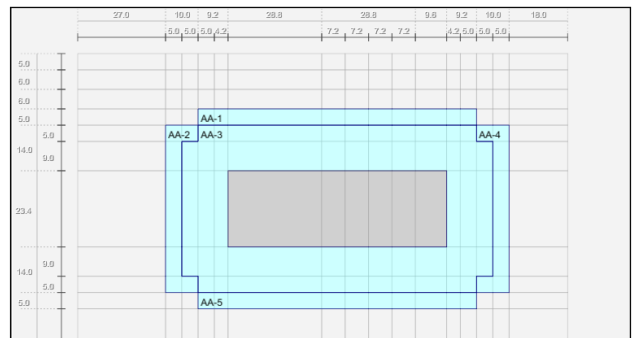


図 2 オフィス基準階平面図

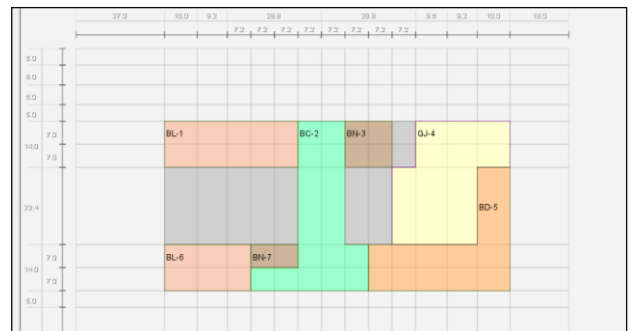


図 3 ホテルロビー階平面図

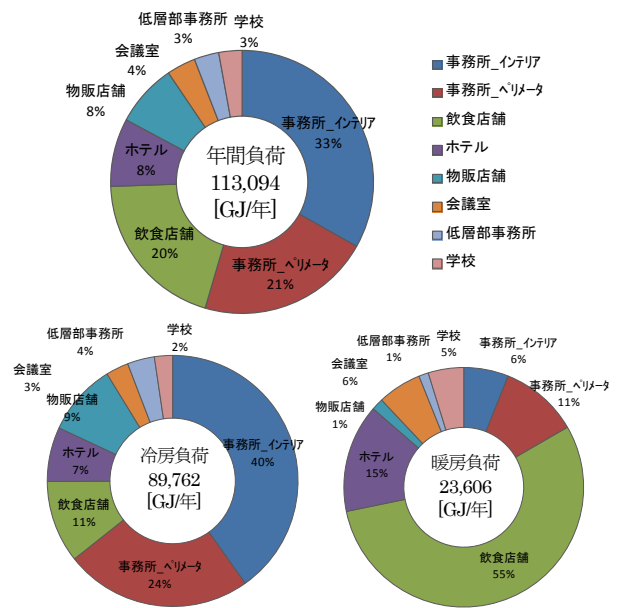


図 4 年間負荷の用途別割合

#### (4)全負荷相当運転時間

計算結果より算出した全負荷相当運転時間を表3に示す。事務所は冷房797時間/年、暖房120時間/年であり、建物全体では冷房1,062時間/年、暖房637時間/年であった。事務所の文献値<sup>1)</sup>(冷房635時間/年、暖房500時間/年)と比較すると、冷房については近い値となった。

#### (5)日変動負荷パターン

年間の計算結果より、月別の日変動パターンを作成した。冷房負荷を図7、暖房負荷を図8に示す。パターンは文献値と似ているが、12時に負荷率が下がるなど、設定した負荷パターンの特徴が現れており、より計画建物の特性を反映したものとなっている。

### 5. 使われ方の違いによる負荷の変動

#### 5.1 検討ケース

事務所の使われ方の違いが空調負荷に与える影響を明らかにするため、基準オフィスに対して稼働時間、負荷条件などの運用を変えたケースを比較検討した。ケースの概要を表4に負荷スケジュールを図9に示す。

表4 検討ケース概要

ケース	テナント想定	条件
1	LED照明を採用した事務室	事務室デフォルト + 照明負荷 (16.3→8W/m <sup>2</sup> )
2	通常テナント (基準)	事務室デフォルト
3	証券会社などの稼働時間が長く、内部発熱が大きいテナント	稼働時間延長 + 内部発熱 (36→60W/m <sup>2</sup> )
4	残業の多いテナント	事務室デフォルト + 稼働時間延長

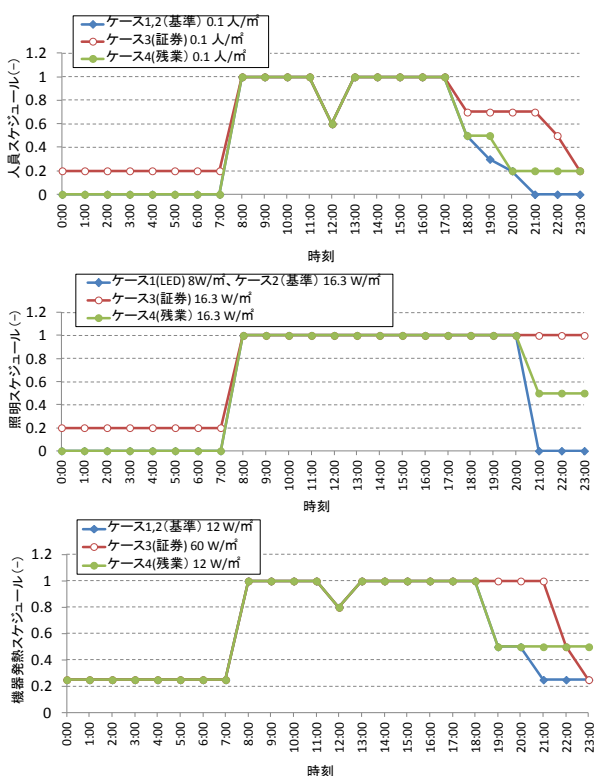


図9 人員・照明・機器発熱スケジュール

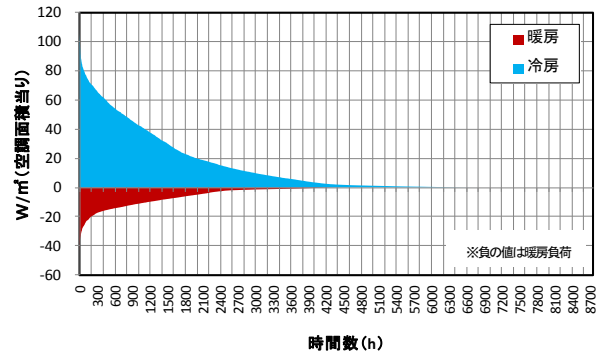


図6 負荷出現頻度 (最大値順)

表3 全負荷相当運転時間

用途	冷房負荷		
	年間負荷 GJ/年	ピーク負荷 MJ/h	全負荷相当 運転時間 h
物販店舗	8,344	5,594	1,492
飲食店舗	9,518	11,310	842
学校	2,097	5,657	371
事務所	57,748	68,706	841
ホテル	6,290	5,530	1,137
建物全体	89,763	84,520	1,062

用途	暖房負荷		
	年間負荷 GJ/年	ピーク負荷 MJ/h	全負荷相当 運転時間 h
物販店舗	381	1,974	193
飲食店舗	13,007	11,887	1,094
学校	1,130	4,424	255
事務所	3,933	32,783	120
ホテル	3,451	4,333	796
建物全体	23,606	37,050	637

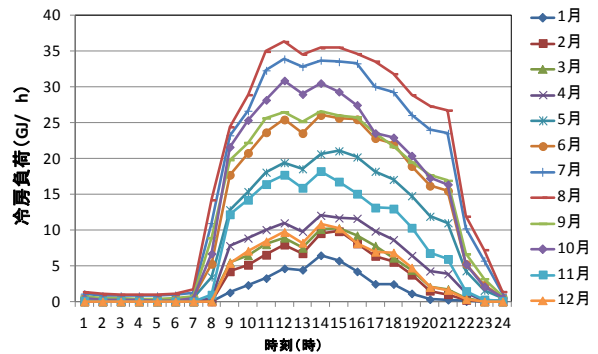


図7 日冷房負荷パターン (平日)

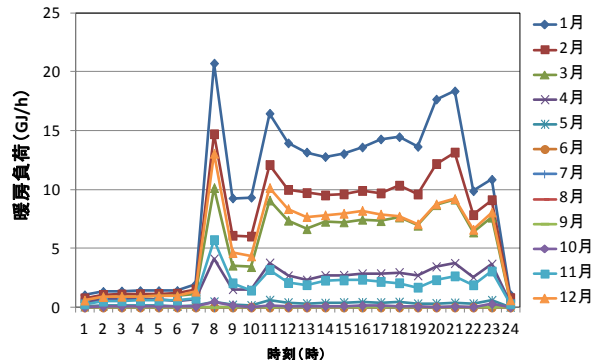


図8 日暖房負荷パターン (平日)

## 5.2 使われ方の違いによる負荷の違い

使われ方の違いによるピーク負荷の違いを図10に示す。LEDを採用したケース1は冷房負荷原単位119W/m<sup>2</sup>であり基準のケース2の131W/m<sup>2</sup>と比較して10%減であった。ケース3は194W/m<sup>2</sup>で48%増となった。

年間冷暖房負荷を図11に示す。ケース2と比較してケース3は+260%であり、使われ方の違いによって年間冷暖房負荷は最大3.6倍にもなる事が明らかになった。また、基準のケース2に対してケース1は-24%減、ケース4は+27%であった。また、全負荷相当運転時間を表5に示す。冷房の全負荷相当運転時間に関しては最も文献値<sup>1)</sup>に近いケース2の797時間に対して、ケース3は2,025時間、ケース4は945時間であった。暖房は文献値に対しても少ない時間数であるがケースによる差も大きくは見られなかった。

## 6. 外皮性能の検討

年間負荷計算の結果により本建物では全体の21%が事務所のペリメータ負荷であることが分かった。そこで、事務所の開口部性能を変化させた場合のペリメータ負荷削減率(BPI)を検討した。なお、事務所以外は窓面積率50%のLow-εガラス(クリア)+透明の複層ガラスとし、400mmの水平庇をフロア毎に2ヶ所設置する条件とした。事務所の庇も同様の設定とし、ブラインドは常時閉の状態でのペリメータ奥行きは5mとした。検討結果を図12に示す。開口部を35%まで絞り、高性能熱線反射ガラスもしくはエアフローウィンドウ(AFW)を採用することにより、建物全体のペリメータ負荷の削減率が16~17%となった。事務所におけるBPIは庇や高性能熱線反射ガラスなどの日射遮蔽効果による削減率が大きく、窓の熱性能が低い場合は窓面積率の影響が大きい傾向があった。

## 7. まとめ

「BEST 省エネ基準対応ツール Ver1.1.1」 「BEST 専門版」を用いて超高層オフィスビルモデルの負荷特性分析を行った。検討結果により、以下のような考察が得られた。

- ・飲食店舗の年間負荷は全体の20%であり、厨房外気負荷の影響が大きい事が分かった。
- ・事務所のインテリア負荷とペリメータ負荷の割合はインテリア33%、ペリメータ21%であった。
- ・オフィスの使われ方の違いにより年間負荷は大きく変動する事が分かった。
- ・本モデルビルにおける外皮の仕様とペリメータ負荷削減の関係をBPIを指標として明らかにした。

### 【参考文献】

- 1) 地域冷暖房の手引書(改訂第4版), 一般社団法人 都市環境エネルギー協会

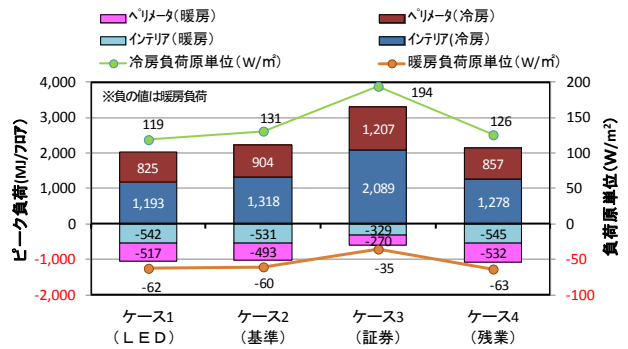


図10 ピーク負荷

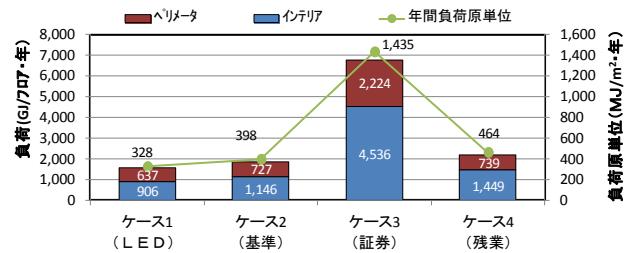


図11 年間冷暖房負荷

表5 全負荷相当運転時間

	全負荷相当運転時間 (h)	
	冷房	暖房
ケース1 (LED)	680	162
ケース2 (基準)	797	120
ケース3 (証券)	2,025	146
ケース4 (残業)	945	158

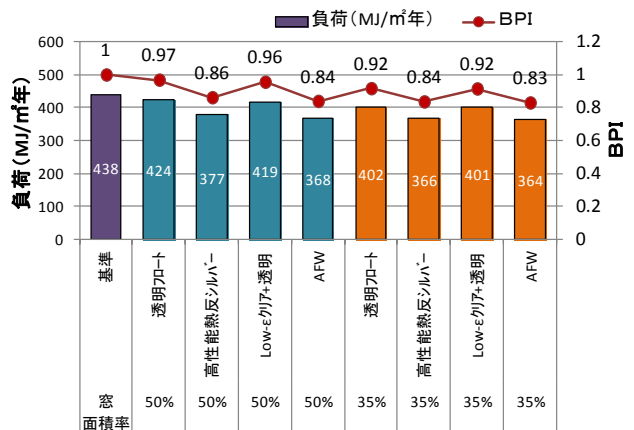


図12 オフィス外皮性能の違いによる建物全体のBPI

### 【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)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、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るものである。統合化WG名簿(順不同) 主査:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員:内海康雄(宮城工業高等専門学校)、大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、菟田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤ER)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀興(鹿児島大学)、野瀬暁則(大林組)、野原文男、長谷川巖、滝澤総、二宮博史、丹羽勝巳、久保木真俊(以上、日建設計)、柳井崇、品川浩一、山本佳嗣(以上、日本設計)、事務局:生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)