

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）

改正省エネ基準対応ツールにおける設備の試算例

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 123)

E&M Inputs and Calculation in BEST for revised energy-conservation standards

正会員 ○島岡 宏秀（大林組）

特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）

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 野原 文男（日建設計）

技術フェロー 長谷川 巖（日建設計）

正会員 二宮 博史（日建設計）

Hirohide SHIMAOKA*¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO*³

Fumio NOHARA*⁴ Iwao HASEGAWA*⁴ Hiroshi NINOMIYA*⁴

*¹ Obayashi Corporation *² Institute for Building Environment and Energy Conservation

*³ Tokyo Metropolitan University *⁴ Nikken Sekkei Ltd

This paper showed the example of E&M inputs and primary energy consumption calculation in BEST for revised energy-conservation standards. While introducing the input method and input items of E&M, we compared a primary energy consumption in this tool with CEC and ERR.

1. はじめに

前報では、改正省エネ基準対応ツールにおける建築の試算例について報告した。本報では、10,000m²クラスで、空調方式に個別分散方式を採用している事務所ビルにおける設備の試算例を報告する。

2. 建築概要

計算対象建物は、東京都都心のセンターコア型中層オフィスである。Low-e 複層ガラスや屋上緑化による外皮負荷の削減、全熱交換器による外気負荷削減、高効率蛍光灯の採用や初期照度補正など、省エネルギーに配慮した事務所ビルである。表1に建築・設備概要、図1、図2に基準階平面図、断面図を示す。

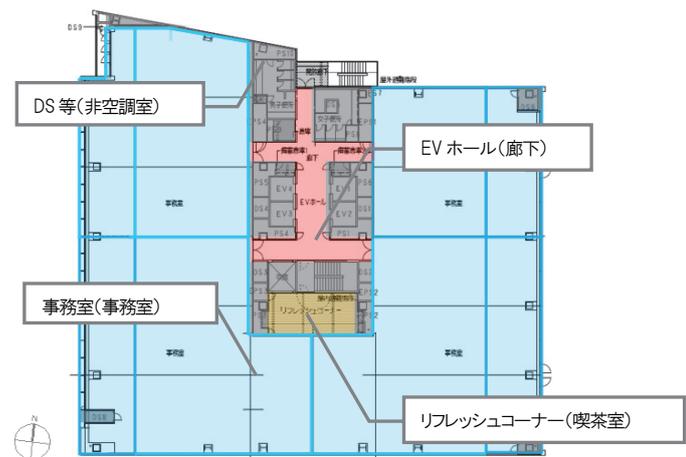


図1 基準階平面図

表1 建築・設備概要

敷地概要	建築場所	東京都港区
建物概要	建物用途	事務所
	延床面積	11956.02m ²
	階数	塔屋1階 地上8階
衛生設備	建物高さ	GL+34.11m
	給水設備	直結方式、加圧給水方式、重力式
	給湯設備	個別式 電気
空調設備	雨水利用	全自動式ろ過設備
	方式	個別分散方式
	機器	事務室:ビル用マルチ、全熱交換器付外気処理ユニット
電気設備	換気設備	第一種換気 居室 第三種換気 WC,倉庫
	受変電設備	3φ 3W 6600V
	照明設備	事務室:システム天井用FHP蛍光灯、初期照度補正 トイレ・廊下:LEDダウンライト
昇降機	エレベータ	一般仕様:3台 定員:15人、積載容量:1000kg、速度:105m/min 車椅子仕様:1台 定員:15人、積載容量:1000kg、速度:105m/min
駐車設備	機械式	ピット式3段昇降機方式 3基、合計33台

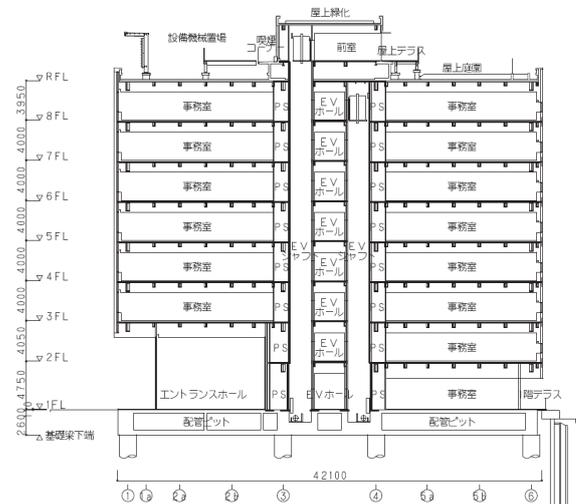


図2 断面図

3. 建築データの入力

建築データの入力については詳細に報告しないが、設備入力に関連する空調ゾーンの設定について図3に示す。基準階事務室の空調ゾーンは室外機系統に合わせて北西、南西、北東、南東に分割した。またガラス面の大きい東西面において、ペリメータとインテリアで室内機を分けたので、空調ゾーンもペリメータとインテリアで分割した。中央部にはリフレッシュコーナーとEVホールを設定し、それ以外の便所、EVシャフトそして機械室等は非空調室として設定した。

4. 空調設備の入力

4.1 空調システム、空調機器の入力

本建物の基準階事務室空調システムを図4に示す。室内機は天井隠蔽型、外気処理は直膨コイル付全熱交換器であり、処理された外気 (OSA) はインテリア・ペリメータそれぞれの室内機のサプライチャンバーに接続している。また外気量確保のため直膨コイル付全熱交換器にはブースターファンを設置している。

空調システム「パッケージ_スプリット型」を選択し、図5、図6に示す通り、室外機・室内機の定格能力、定格消費電力等を入力した。直膨コイル付全熱交換器は、ペリメータとインテリア共に外気を供給しているため、ペリメータとインテリアで仮想的に機器を分割して入力を行った (図4)。またブースターファンの消費電力は、直膨コイル付全熱交換器の消費電力に加算した。今回は直膨コイル付全熱交換器を仮想分割入力したが、インテリアにのみに接続したと仮定しても、結果には大きな影響を及ぼさないと考えられる。

4.2 室と空調機の接続

図7に示すように、各室内機を該当する空調ゾーンに配置し、室と室内機を接続することで、室内機がどの室を対象としているかを設定した。

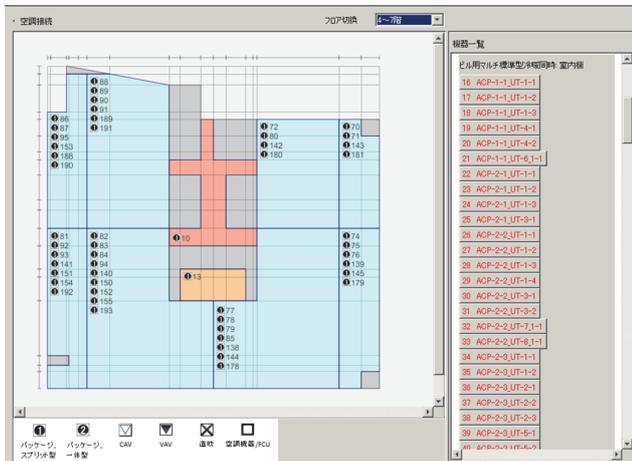


図7 室と室内機の接続

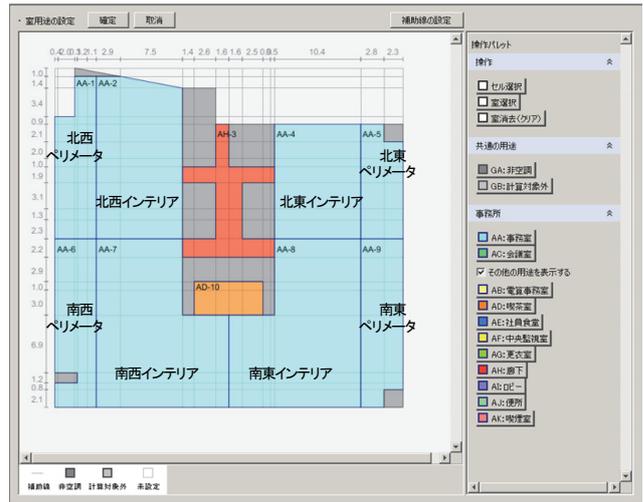


図3 基準階の空調ゾーン

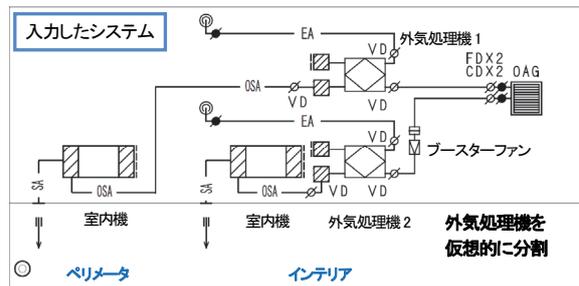
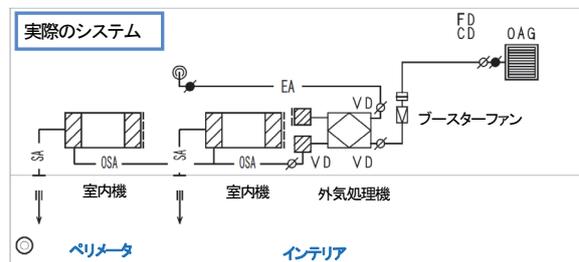


図4 基準階の空調システム

選択	No	名称	種類	冷房kW			
				能力	消費電力	燃料消費量	COP
<input type="checkbox"/>	9	ACP-n-1	EHP_ビルマルチ_標準冷...	46	13.5	0	3.93
<input type="checkbox"/>	10	ACP-n-2	EHP_ビルマルチ_標準冷...	73	21.2	0	3.44
<input type="checkbox"/>	11	ACP-n-3	EHP_ビルマルチ_標準冷...	80	24.9	0	3.23
<input type="checkbox"/>	12	ACP-n-4	EHP_ビルマルチ_標準冷...	69	21.5	0	3.21
<input type="checkbox"/>	13	ACP-8-1	EHP_ビルマルチ_標準冷...	45	13.5	0	3.38

能力	消費電力	燃料消費量	COP	冷媒配管長(平均)(m)		冷媒管断面積(平均)(m ²)		冷媒管断面積(M, D)		非蓄熱冷房kW	
				能力	消費電力	断面積	断面積	断面積	断面積		
50	13.4	0	3.73	16	19	19	19	19	19	19	19
82.5	22.5	0	3.67	30	30	30	30	30	30	30	30
90	24.9	0	3.61	23	23	23	23	23	23	23	23
77.5	21.5	0	3.6	21	21	21	21	21	21	21	21
50	13.4	0	3.73	16	16	16	16	16	16	16	16

図5 室外機の入力

選択	No	名称	種類	冷房		暖房	
				能力kW	消費電力kW	能力kW	消費電力kW
<input type="checkbox"/>	43	ACP-8-3_UT-1	室内機	9	0.19	10	0.17
<input type="checkbox"/>	44	ACP-8-3_UT-6	室内機	11.2	0.21	12.5	0.2
<input type="checkbox"/>	45	ACP-8-4_UT-1	室内機	5.6	0.16	6.3	0.18
<input type="checkbox"/>	46	ACP-8-4_UT-2	室内機	9	0.18	10	0.17
<input type="checkbox"/>	47	ACP-1-1_UT-6-2	全熱交換機付外気処理	0.97	0.16	1.05	0.16
<input type="checkbox"/>	48	ACP-1-1_UT-6-3	全熱交換機付外気処理	2.13	0.36	2.36	0.36

送風量(m ³ /s)	タイプ	全熱交換機		外気量(m ³ /s)	加熱量(kW/h)	台数	台数変更		
		熱交換効率(%)	パワ(%)				追加	削除	
1,170	ダクト排	0	0	0	0	6	6	追加	削除
1,920	ダクト排	0	0	0	0	1	1	追加	削除
960	ダクト排	0	0	0	0	1	1	追加	削除
1,170	ダクト排	0	0	0	0	5	5	追加	削除
237	ダクト排	66	0	237	0	1	1	追加	削除
158	ダクト排	66	0	158	0	1	1	追加	削除

図6 室内機の入力

5. 照明設備の入力

5.1 照明器具の入力

本建物の基準階事務室の照明器具はシステム天井用 FHP45W×1 灯 (図 8 左)、便所や廊下には LED ダウンライト (図 8 右) を設置している。図 9 に示すように、各室ごとに 1 台当たりの定格消費電力と台数を入力した。定格消費電力は安定器や電源装置を含めた入力値とする。また器具種類については、LED 器具と LED 器具以外を選択するようになっているが、改訂されたバージョンでは照明種類と効率を記入でき、昼光利用等での効果計算に利用される。

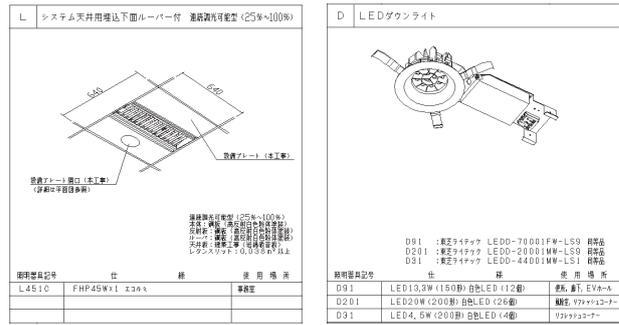


図 8 照明器具

5.2 照明制御の入力

照明制御としては、事務室では初期照度補正制御、便所では人感センサーによる ON/OFF 制御を行っている。図 10 に示す通り、在席検知有無や初期照度補正の係数を入力することで、省エネルギー制御の効果を計算できる。また昼光利用などを行う場合もここで設定し、効果を計算できる。

	室番号	室用途	面積(m ²)	器具番号	消費電力			器具種類
					1台あたり(W)	台数	合計(W)	
機器を追加	AA-1	AA:事務室	85.48	45	21	945	11.06	LED照明以外
機器を追加	AA-2	AA:事務室	196.51	45	57	2565	13.05	LED照明以外
機器を追加	AH-3	AH:廊下	75.11	133	22	292.6	3.9	LED照明
機器を追加	男子便所	A.L:便所	20	133	8	106.4	5.32	LED照明
機器を追加	女子便所	A.L:便所	17.2	133	8	106.4	6.19	LED照明

図 9 照明器具の入力

6. 換気設備の入力

換気設備は非空調室の換気が対象であり、空調室の換気設備は空調での評価となる。便所や機械室などの非空調室の換気ファンの系統名、換気制御、台数、用途、そしてファン仕様を入力した (図 11)。

	室番号	室用途	面積(m ²)	器具番号	制	自動アラーム	空速	昼光利用			
								開度(m)	制御手段	照度	設定照度(Lx)
機器を追加	AA-1	AA:事務室	85.48		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	選別なし	1.5	2	5	750
機器を追加	AA-2	AA:事務室	196.51		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	選別なし	1.5	2	5	750
機器を追加	AH-3	AH:廊下	75.11		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	選別なし	1.5	2	5	750
機器を追加	男子便所	A.L:便所	20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	選別なし	1.5	2	5	750
機器を追加	女子便所	A.L:便所	17.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	選別なし	1.5	2	5	750

図 10 照明制御の入力

7. 昇降機の入力

昇降機については、積載荷重、定格速度、制速度制御方式と、式 (1) にて計算する輸送能力係数 M を入力した (図 12)。

$$M = C_{std} / C_{design} \quad (1)$$

C_{std} : 標準輸送能力=0.25, C_{design} : 計画輸送能力
計画輸送能力 C_{design} は、次の式で定める。

$$C_{design} = H_{lift} \cdot 5min / H_{total}$$

$$H_{lift} \cdot 5min = 300 * H_{in} * N / RTT$$

$H_{lift} \cdot 5min$: 5 分間エレベータ輸送人数[人]

H_{total} : エレベータ利用人数[人]

H_{in} : 乗客数[人]

N : エレベータの台数[台]

RTT : 一周時間[秒]

8. 給湯設備の入力

給湯設備としては、給湯室の流し台と便所洗面に貯湯式電気温水器を設置している。図 13 に示すように、対象となる室の計画給湯原単位と給湯機器の仕様を入力を行った。給湯使用量は室面積、標準人員密度と入力した給湯原単位から自動計算される。

選択	No	系統名	換気制御	用途	運転時間(h)	換気		換気	換気	換気
						方式	風量(m ³ /h)			
<input type="checkbox"/>	1	FE-1-1	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	2	FE-1-2	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	3	FE-1-3	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	4	FE-1-4	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	5	FE-1-5	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	6	FE-2-1	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	7	FE-2-2	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	8	FE-2-3	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	9	FE-2-4	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	10	FE-2-5	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	11	FE-3-1	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	12	FE-3-2	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	13	FE-3-3	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
<input type="checkbox"/>	14	FE-3-4	制御なし	1:事務室	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30

図 11 換気設備の入力

選択	No	EVの速度制御方式	積載量(kg)	定格速度(m/min)	台数	輸送能力係数
<input type="checkbox"/>	1	可変電圧可変周波数制御方式(電力回生制御なし)	1,000	105	4	0.33

図 12 昇降機の入力

選択	No	系統名	室用途	面積(m ²)	標準人員密度(人/m ²)	計画給湯原単位(L/人)	計画給湯原単位(L/m ²)	計画給湯原単位(L/m ²)	計画給湯原単位(L/m ²)
<input type="checkbox"/>	1	給湯	AA-1	85.48	0.1	38	29.22	342.6	342.6
<input type="checkbox"/>	2	給湯	AA-2	196.51	0.1	38	29.22	574.5	574.5
<input type="checkbox"/>	3	給湯	AA-3	75.11	0.1	38	29.22	269.6	269.6
<input type="checkbox"/>	4	給湯	AA-4	20	0.1	38	29.22	74.4	74.4
<input type="checkbox"/>	5	給湯	AA-5	17.2	0.1	38	29.22	50.3	50.3

図 13 給湯設備の入力

9. 計算結果

9.1 一次エネルギー消費量(申請用)

改正省エネ基準対象の一次エネルギー消費量の結果を図14に示す。基準値が1311 MJ/m²・年に対し、1067 MJ/m²・年となり、基準値の約20%削減となった。分類ごとの数値をみると、空調設計値が基準値の0.89、照明設計値が基準値の0.53となり、照明の省エネルギー効果が大きいことが分かる。

表2に東京都環境局 建築物環境計画書におけるPAL、CEC、ERRを示す。CEC/ACでは基準値の0.9、CEC/Lで0.48となっており、BESTでの計算結果とCECでの計算結果における基準値からの削減率がほぼ同程度の割合となった。ただ一次エネルギー削減率では、東京都ERRが大きな値となっている。

9.2 その他の計算結果

今回の計算では、申請対象項目のみ入力を行った。BESTでは申請に関連しない給排水設備や変圧器損失なども入力でき、建物全体の一次エネルギー消費量を算出することも可能である。

一次エネルギー消費量以外にも、年間のピーク電力(図15)や日変動、建物負荷(図16)や室ごともまたは機器ごとの負荷なども計算結果として得ることができる。

10. おわりに

本報では、10,000m²クラスの事務所ビルにおける設備の試算例を報告した。各設備の入力事例と一次エネルギー消費量の計算結果を示し、またCEC、ERRとの比較を行った。

【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るものである。改正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(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、大木康祐(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、丹羽勝己、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) 東京都環境局 建築物環境計画書 ホームページ



図14 一次エネルギー消費量(申請用)

表2 建築物環境計画書におけるPAL、CEC、ERR¹⁾

PAL/CEC	PAL	212.4 MJ/m ² ・年
	CEC/AC	1.35
	CEC/V	対象外
	CEC/L	0.39
	CEC/EV	0.48
東京都ERR		37.07%

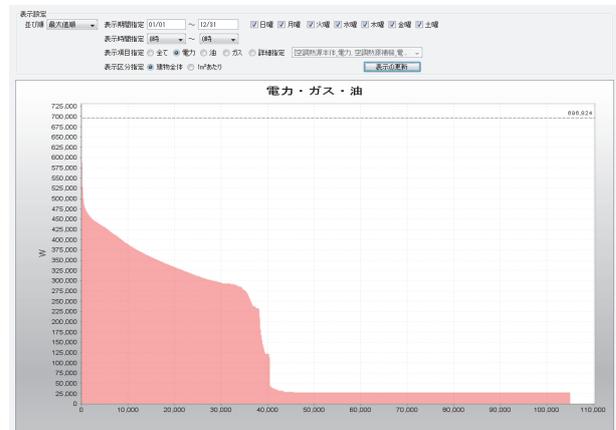


図15 ピーク電力(降順グラフ)

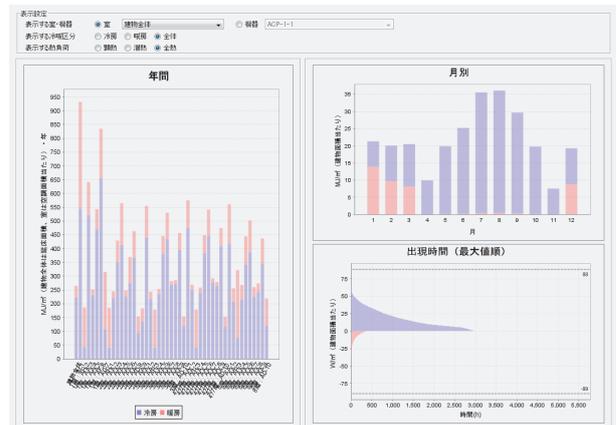


図16 建物負荷