

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

「平成 25 年省エネ基準対応ツールの応用例」

(その 149) 設計段階における熱源負荷検討事例

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 149)

Applied examples of the BEST Examination example of the heat-source load in the design phase

正会員	○ 高井 智広	(日建設計)	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	小林 弘造	(日建設計)
	山本 麻莉	(日建設計)			

Tomohiro TAKAI*¹ Shuzo MURAKAMI*³ Hisaya ISHINO*³ Fumio NOHARA*¹

Iwao HASEGAWA*¹ Kozo KOBAYASHI*¹ Mari YAMAMOTO*¹

*¹Nikken Sekkei Ltd. *²Institute for Building Environment and Energy Conservation *³ Tokyo Metropolitan University

This paper describes examination examples of calculating the heat-source load using the BEST program. And this paper introduces the usefulness of the Best program in the design phase. We calculate the load pattern of the peak load day about the air-conditioning device and the hot water supply device.

1. はじめに

熱源装置の設計においては、省エネルギー、省コスト、省スペース等の観点から、最適な熱源容量、熱源種別、台数分割、運転パターンを選定することが求められる。そのために、空調用冷暖房熱源装置の設計を行う場合、室内負荷の需要率（人体、照明、機器の発熱）を適切に考慮した年間または季節別、時刻別の熱需要を検討する必要がある。一方で、2 次側機器選定のため設計段階で広く利用されている最大熱負荷計算プログラム（IPAC など）の計算結果から年間または季節別、時刻別の負荷計算結果を得るには、別途に詳細な検討が必要となる。また、実務における設計過程においては建築計画の詳細が固まっていない段階で熱源装置容量を概算しなければならない場合も多く、こういった場合は根拠ある資料を作ることに大きな労力を要する。

このため、従来は熱源装置の熱需要を想定する方法として、主に①地域冷暖房の設計資料¹⁾ などから原単位と負荷パターンを想定する方法、②年間の熱負荷を計算できるプログラム（BECS、HASP、MICRO-PEAK など）を用いて負荷計算を行う方法がとられてきた。しかし、これらの方法においても、①では出典資料が古く（改訂版 2002 年）現在の標準的な省エネ手法（LED 照明や各種のインバーター機器など）の効果が反映されていないため大きな値となっていること、②では建築形状を詳細に考慮すると入力に時間がかかる、また設計段階初期においては建築形状を入力することが困難な場合も多い、などの問題があった。

そこで、本報では BEST 平成 25 年省エネ基準対応ツール（以降、BEST）を活用した熱源装置負荷（空調用冷暖房熱源、給湯用熱源）の検討事例について報告する。なお、本検討では日最大負荷パターンについての報告を行う。

2. 建物モデル概要

事務所、商業（飲食店舗、物販店舗）、ホテル用途からなる延床面積 25 万 m² 程度の大規模複合建築物を対象として計算を行った。

なお、本建物は地域冷暖房施設より熱供給を受ける計画であるため、この地域冷暖房用熱源装置を設計するための冷暖房および給湯負荷データを算出することが検討の目的であった。

3. 空調用冷暖房熱源装置負荷の検討

3-1. 計算手順

計算手順フロー図を図 3-1 に示す。用途別の内部発熱負荷密度設定を行った後、BEST に内部発熱負荷密度、建物モデルを入力し年間シミュレーションを行った上で、365 日×24 時間の室内負荷計算結果の取出しを行う。この計算結果を、表計算ソフトウェア上で外気負荷と合算して時刻別年間熱需要の算出を行った。

3-2. 内部発熱負荷密度の設定

既存建物の運用実績事例を参考として、用途別に内部発熱負荷密度を表 3-1 のとおり設定した。例えば、事務所用途の場合は次のとおりである。

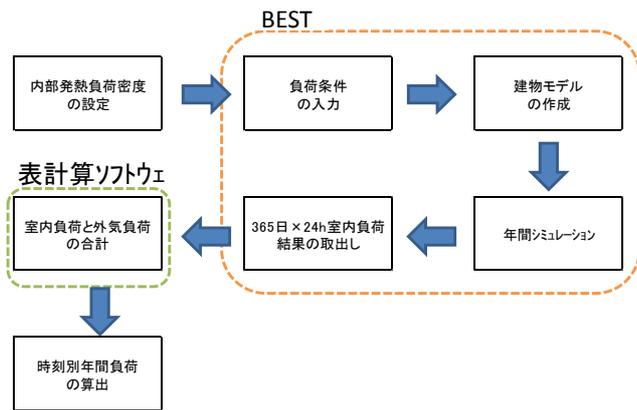


図 3-1 計算手順フロー図

(1) 人員密度

運用実績事例 0.07 人/m² に対して、冷房時は設計値として安全側に 30%大きく見込んで 0.1 人/m²、暖房時は安全側に 30%小さく見込んで 0.05 人/m² と設定した。

(2) 照明負荷

LED 照明で 700Lx 運用された場合 8~9W/m² の発熱があるのに対して、冷房時は設計値として安全側に 10W/m²、暖房時は安全側に 8W/m² と想定した。

(3) コンセント負荷

冷房時は、コンセント基準容量 60VA/m² に需要率 36%を見込んで 21.6W/m²、暖房時は運用実績事例 13W/m² に対して設計値として安全側に 15%小さく見込んで 10.8W/m² と設定した。

(4) 外気導入量

人員あたりの外気導入量を 25m³/h・人とし、人員密度 0.1 人/m² を乗じて、2.5 m³/h・m² と設定した。

(5) テナント用予備冷温水負荷

会議室等の空調増強、コピー機・大型プリンター等 O A 機器の集中配置による負荷増強、従業員食堂への対応を想定してテナント用予備冷温水負荷を計画する。

本件では、従業員食堂への空調対応が最大負荷になると想定されたことから、厨房換気用外気導入量 (従業員食堂想定面積 (m²) × 50m³/h・m² × 50% (利用率) ÷ 延床面積 (m²)) より冷房時 5.5W/m²、暖房時 8.5W/m² と設定した。

3-3. BEST への入力

BEST で 1 次エネルギー計算を行う場合は、詳細な空調機器の入力が必要となる。本検討では PAL*計算のための年間シミュレーション結果から 8,760 時間 (24 時間 × 365 日) の結果を取り出して利用する。そのため、内部発熱、運転スケジュール、建物情報のみを入力することで計算が可能である (図 3-1)。

内部発熱の入力項目は人員密度、照明負荷、コンセント負荷 (テナント用予備冷温水負荷を含む) の 3 項目であり (本検討では、時刻別外気負荷は表計算ソフトウェアで計算を行った)、運転スケジュールは BEST のデフォルト値を採用した。また、建物モデルは作業効率を考え簡略化したモデルとして作成した。

3-4. 熱源装置負荷の計算結果

最大冷暖房熱需要発生日の負荷パターンを図 3-2 に、用途別延べ床面積あたりの最大冷暖房熱需要を表 3-2 に示す。

地域冷暖房の設計用資料¹⁾ に示されている参考値と比較すると、事務所用途およびホテル用途では建物の外皮性

表 3-1 用途別内部発熱負荷密度

		人員密度 (人/m ²)	照明負荷 (人/m ²)	コンセント負荷 (人/m ²)	外気取入 (m ³ /h・m ²)	予備冷温水 (人/m ²)
事務所	冷熱源用	0.1	10	21.6	2.5	5.5
	温熱源用	0.05	8	10.8	2.5	8.5
飲食店舗	冷熱源用	0.4	85		客席-12 厨房-50	-
	温熱源用	0	0		客席-12 厨房-50	-
物販店舗	冷熱源用	0.3	75		9	-
	温熱源用	0	0		9	-
ホテル	冷熱源用	客室数	500 (W/室)		80 (m ³ /h・室)	-
	温熱源用	0	0		80 (m ³ /h・室)	-

※ホール、廊下などの共用部は BEST デフォルト値を採用した。

能の高さ (Low-E、高断熱など)、LED 照明、インバーター機器等の省エネルギー手法の効果が反映されているため、最大熱需要は小さい結果となった。商業用途においては、厨房換気による外気導入量が多い飲食店舗の割合が大きいいため、最大熱需要は大きい結果となった。

4. 給湯負荷の検討

4-1. 給湯負荷の算定手順

本計画では、DHC から受け入れた蒸気を用い熱交換器で給湯を製造した後、客室、浴場、厨房に供給する。なお、給湯設備は、客室・浴場系統と厨房系統の2系統に分ける計画とした。

最大加熱能力は、BEST の室用途別給湯負荷パターン (表 4-1) を利用して作成した時刻別給湯負荷パターンから、

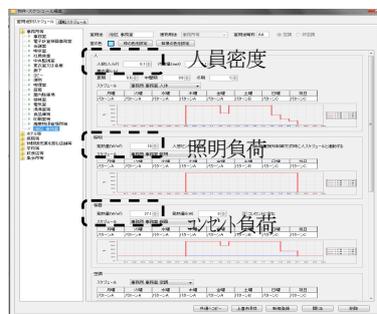
貯湯槽残湯量を考慮した加熱能力 (給湯補給水量) を設定し、これに放熱ロスを見込んで設計値とする。

4-2. 給湯負荷の計算結果

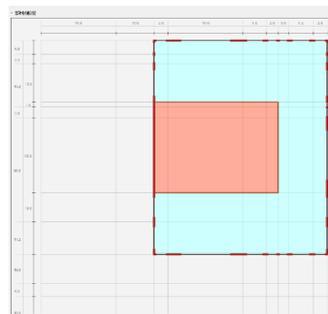
時刻別の貯湯量と加熱量の推移を図 4-1 に、必要加熱量の結果を表 4-2 に示す。

給湯負荷パターンより、貯湯槽容量を客室・浴場系統で 14m³、厨房系統で 6m³ と設定した。また、この時の必要最大加熱能力は合計で 466.9kW となった。

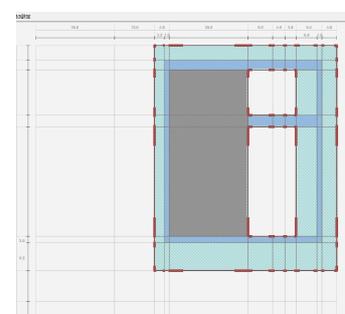
ここで、建築設備設計基準²⁾ においては、給湯設備の必要加熱能力は時間最大予想給湯量 (≒貯湯槽容量) を 1 時間で加熱する能力とされており、これに準じて試算した場合、給湯利用パターンの想定仕方によっては、加熱能力は約 1,300kW となる。つまり、2 次給湯負荷=1 次側熱源装置の能力とした場合、過大な設備容量を設定することが起こり得る。



(1)内部発熱の入力



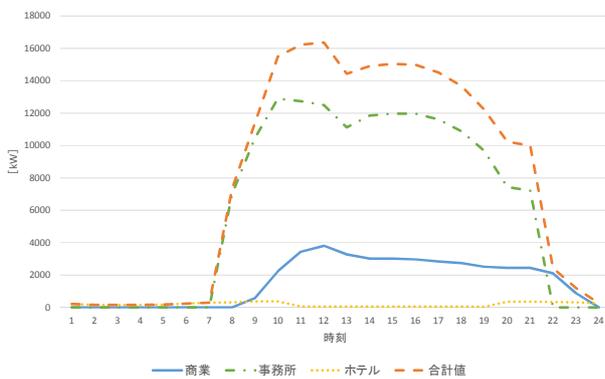
(BEST モデル 事務所部分)



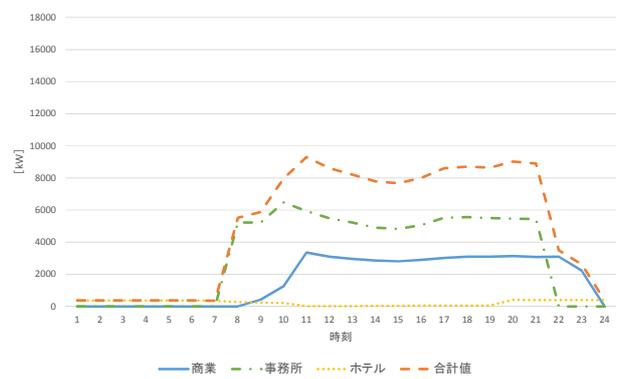
(BEST モデル ホテル部分)

(2) 建物モデルの入力

図 3-1 BEST への入力



(冷房熱需要)



(暖房熱需要)

図 3-2 最大冷暖房熱需要発生日の負荷パターン

表 3-2 用途別延べ床面積あたりの最大冷暖房熱需要

	事務所 (W/m ²)	商業 (W/m ²)	ホテル (W/m ²)	全体 (W/m ²)
最大冷房熱需要	72	197	61	77
最大暖房熱需要	35	171	70	44

BEST を用いた計算結果

	事務所 (W/m ²)	商業 (W/m ²)	ホテル (W/m ²)	全体 (W/m ²)
最大冷房熱需要	105	140	87	-
最大暖房熱需要	58	70	78	-

地域冷暖房設計用資料の参考値

5. まとめ

本報では、設計段階において熱源装置選定用の最大熱需要（空調用冷暖房熱源、給湯用熱源）の計算にBESTを活用した事例について報告した。その結果、設計段階におけるBEST活用は次の点で有効であった。

- ・ 建物形状や建物特性、内部発熱負荷密度にあわせた熱源装置選定用の熱需要の検討が可能である。
- ・ BESTはGUI（グラフィックユーザーインターフェイス）での建物モデル入力であるため、基本設計段階でも比較的容易にモデル作成ができる。
- ・ 一度モデルを作成すれば、その後の設計検討、省エネルギー検討に利用できるほか、省エネルギー計画書の届出においても利用できるため、設計業務の効率化を図ることができる。

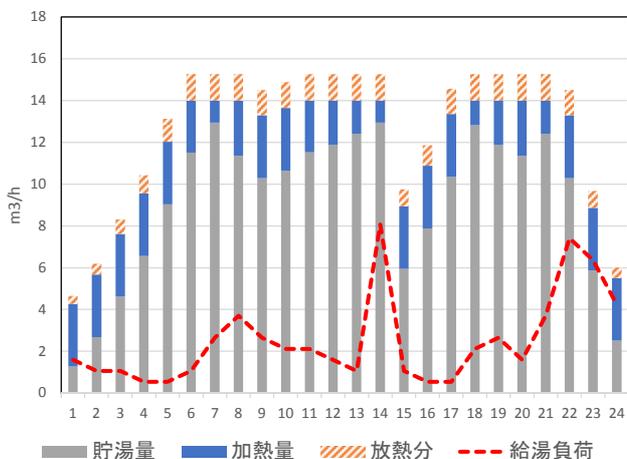
【参考文献】

- 1) 地域冷暖房技術手引書<改定新版>、社団法人 日本地域冷暖房協会、2002年
- 2) 建築設備計画基準 平成21年度、国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修、2014年

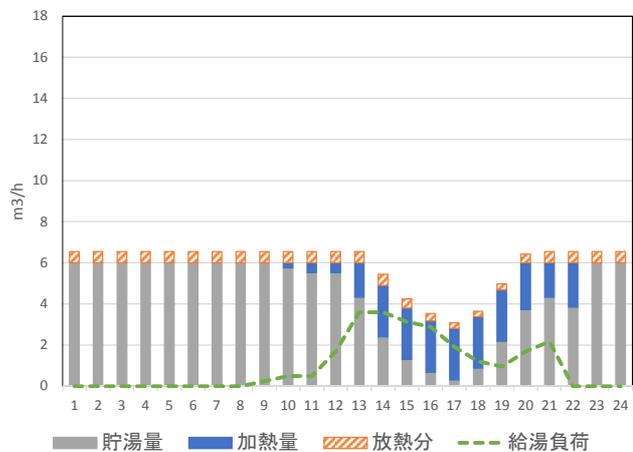
表 4-1 室用途別給湯負荷パターン

	運転パターン (日給湯使用量に対する時刻別割合)																							
	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
ホテル客室内の浴室等	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.05	0.03	0.07	0.14	0.12	0.08
ホテルレストラン給湯	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.07	0.15	0.15	0.13	0.12	0.08	0.05	0.04	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00

※浴場の湯張りは、13:00~14:00の1時間で行うものと想定した。



(ホテル客室・浴場系統)



(ホテル厨房系統)

図 4-1 時刻別の貯湯槽容量と加熱量の推移

表 4-2 必要加熱量

	①負荷に応じた加熱能力		②放熱ロス		①+②
	給湯補給量	加熱能力	貯湯槽容量	加熱能力	必要最大加熱能力
客室・浴場系統	3.0 m ³ /h	191.4 kW	14m ³	81.2 kW	272.6 kW
ホテル厨房系統	2.5 m ³ /h	81.2 kW	6 m ³	34.8kW	194.3 kW
合計					466.9 kW