

建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発
第73報 BEST住宅版の計算方法

正会員 ○飯田玲香*1 同 長谷川巖*1
同 小林弘造*1 同 二宮博史*1
同 村上周三*2

一次エネルギー消費量 BEST 住宅
室内環境

1.はじめに

前報では、BEST 住宅版（以降、BEST-H）の概要について述べた。計算エンジンは BEST program^{註1)}と共通であるが、本報では、BEST-H の特徴となる建築及び設備の計算方法について述べる。

2.建築計算

室内環境を一質点とした多数室計算を行うことで隣接ゾーンの相互影響を考慮した計算^{註2)}を行っている。尚、部材表面や上下温度の分布は解いていない。

2.1.部材

外壁、屋根、床部材等の部材構成は、一般的な木造（充填断熱工法）^{註2)}の部材を参考部材として整備した。尚、構成や厚みはユーザーが変更することも可能である。

窓ガラスは、住宅用途で使われる 57 品種のデータベースを用意し、カーテン等の開閉により表1の基本から状態1~3の光熱性能へ2パターンの性能に変化するように整理した。例えば No1 の場合は、遮蔽物の無いガラス(基本)から LC 若しくは厚手 C、外部シャッターの開閉が可能である。各遮蔽物の光熱特性を表2に示す^{註3)}。

2.2.内壁・床/土間

隣接室の間に内壁/床を設定することで、熱移動を計算しており、最下階の床下は地中温度^{註4)}が設定される。

2.3.隙間風（漏気）

最低隙間風として 0.1[回/h]をデフォルトとする。尚、ユーザーが変更することも可能である。

2.4.家具等の熱容量

デフォルトを 15[J/ℓK]とする。暖冷房運転開始時においては家具等の熱容量の影響が大きいことから、ユーザーによる変更も可能とする。

2.3.ゾーン間の換気量

ゾーンとゾーンの間には内壁が無い場合は、式(1)^{註5)}の換気量 Q[CMH]を設定する。

$$Q = 40 \times H^2 \times W \quad \dots \text{式(1)}$$

H:天井高[m]、W:ゾーン同士が接する境界長さ[m]

3.設備計算

3.1.暖冷房設備

ルームエアコン、ヒーター、温水式床暖房の計算が可能であるが、ここでは温水床暖房の内容を示す。床暖房は、一般的な仕様として表3に示すマットの配管仕様及び

表1. 遮蔽物の条件

No.	基本	状態1	状態2	状態3	備考
1	ガラス	+LC	+厚手 C	+外部シャッター	洋室
2	ガラス+LC	+厚手 C	+外部シャッター	-	LC常閉
3	ガラス	+和障子	+外部シャッター	-	和室
4	ガラス+和障子	-	+外部シャッター	-	和障子常閉

※LC:レースカーテン、厚手 C:厚手のカーテン

表2. 遮蔽物の光熱特性

種類	透過率 [-]	反射率 [-]	付加熱抵抗 [m ² K/W]
LC	0.550	0.400	0.034
厚手 C	0.120	0.510	0.052
和障子	0.250	0.600	0.069
外部シャッター	0.200	0.500	0.052
LC+厚手 C	0.083	0.594	0.086

表3. 床暖房マットの配管及び定格流量

項目	設定値
配管内径[mm]	5
配管厚み[mm]	1
配管ピッチ[mm]	75
配管直管方向長さ[m]	面積より算出 (正方形と仮定)
配管ピッチ方向長さ[m]	
配管熱伝導率[W/mK]	0.35 (架橋ポリエチレン)
定格流量[L/min]	マット面積に応じて変更 0以上10 m ² 未満: 2.7L/min 10以上20 m ² 未満: 5.4L/min 20以上30 m ² 未満: 8.1L/min 30以上40 m ² 未満: 10.8L/min

表4. 床暖房マットの熱性能

材料名 (HASPEE)	熱伝導率 [W/mK]	熱容量 [kJ/m ³ K]	厚み [mm]
A種 ^ボ ポリエチレンフォーム 保温板 1種2号	0.04	13	12

定格流量、表4に示す床暖房マットの熱性能を用いる。尚、床暖房マットの上面から 2mm の位置に配管があると仮定した。また、床暖房マットから給湯熱源機に至るまでの配管仕様を表5に示す。

床暖房用の給湯熱源機は、「ガス従来型温水暖房機」、

「ガス潜熱回収型温水暖房機」より選択可能である。給湯熱源機の出口温度は、対象室の作用温度(OT)を観測することで2つの設定温度にて制御を行う(表6)。

3.3. 換気

排気/給気ファン、全熱交換器の計算が可能である。図1に示すようなトイレ排気による第3種換気を行う場合は、換気ルート及び風量を設定することで、排気ファンの発停スケジュールに合わせたゾーン間の空気移動を計算することが可能である。

3.2. 給湯

給湯使用量については、ユーザーが作成することも可能だが、水廻りごと(洗面、台所、浴槽、シャワー)の年間運転スケジュール^{注7)}を整備した。給湯機は、ユーザーが指定したスケジュールと原単位[L/人・日]にて時刻毎の合計水量を算出し、これを給湯負荷として計算を行う。尚、給湯機の出口温度は43℃(固定)とし、使用水温40℃となるよう水と混合する。

給湯機は、表7に示す5種類を利用することが可能であり、太陽熱利用や燃料電池採用時の補助給湯機として計算が可能である。図2に太陽熱利用と燃料電池を採用した場合の設備構成を示す。尚、太陽熱及び燃料電池を利用できる給湯機はそれぞれ1台ずつとする。

3.4. その他

浴室等でのヒートショックの検討等に対応するため、温水床暖房の計算モジュール^{注3)}を利用した床表面温度の計算を可能とした。

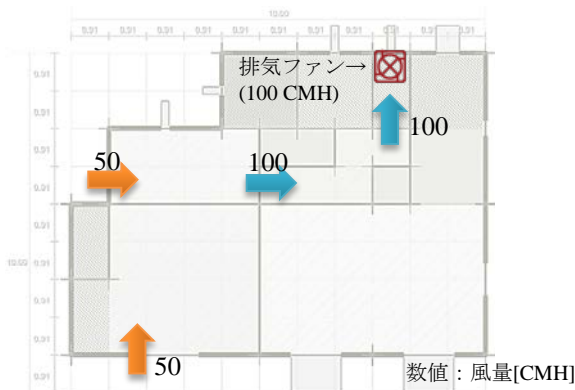


図1 排気ファンと換気ルート (第3種換気)

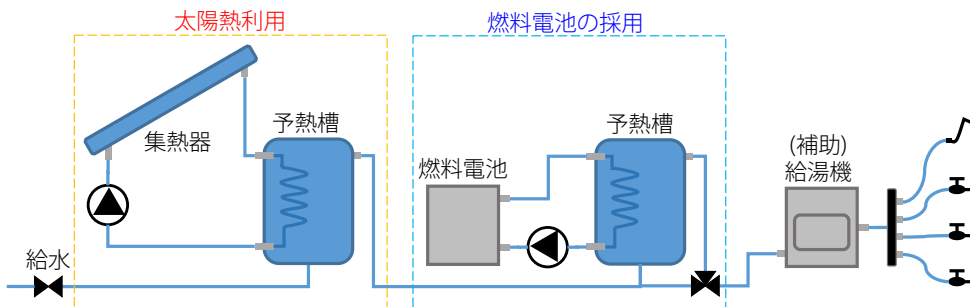


図2 太陽熱利用と燃料電池を採用した設備構成

また、太陽光発電、蓄電池等の計算も可能である。

4.まとめ

住宅シミュレーションに対応した部材や給湯スケジュールの整備、計算システムの構築及びデフォルト値の設定を行った。今後、自然通風や全館暖冷房等の新たな計算機能の追加を行う予定である。

【参考文献】1) 郡 他, 建築総合エネルギーシミュレーションツール BEST のための建築熱シミュレーション法に関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集, No162, 2010年9月 2) 平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 (III住宅の設計施工指針) 付録^{注2)} 3) 飯田 他, 建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発 第62報 BEST 住宅版開発における熱負荷と一次エネルギー計算の検証, 日本建築学会大会 学術講演梗概集 (九州) 2016年8月

【注釈】1) <http://www.ibec.or.jp/best/index.html> 2) 省エネルギー基準では通気層の外側の部材の熱抵抗を考慮していないため、屋根、外壁には通気層の外側にそれぞれ外装材(屋根には合板12mm+スレート5mm、外壁にはサイディング12mm)を追加した。3) ガラス+遮蔽物の熱性能の計算は、H25省エネ基準解説書に記載の通りとする。4) 月別の平均外気温度を地中温度として設定する予定である。5) ゾーン奥行=5m、天井高=2.5mの場合にゾーン間の境界長さあたり250[CMH/m](容積基準20回換気)と想定。6) 運転しない場合も当該室のOTを観測する。7) 国土交通省技術開発プロジェクト・建築研究所運営産学連携課題「エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発」委員会において作成された4人家族を想定した「修正MIモード」を参照した。

【謝辞】(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住宅版開発WGの関係各位に謝意を表す。BEST住宅版開発WG名簿(順不同) 主査:長谷川巖(日建設計)、幹事:小林弘造(日建設計)、委員:古賀修(関西電力)、品川浩一(日本設計)、近田智也(積水ハウス)、二宮誠英(東京ガス)、二宮博史(日建設計)、オブザーバー:長井達夫(東京理科大学教授)、佐藤誠、芹川真緒(佐藤エネルギーリサーチ)、田岡知博(コンパス)、事務局:生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)、窓ガラスのデータ整備にあたり、木下氏(日本板硝子)にご協力頂いた。

表5. 床暖房マットから給湯熱源機に至るまでの配管

項目	設定値
配管熱通過率[W/mK]	断熱有り:0.15、無し:0.21
配管周囲温度[℃]	6

表6. 給湯熱源機の出口温度制御

項目	設定値
対象室[-]	設置面積が最大の室 ^{注6)}
観測対象[-]	OT(固定)
設定変更の閾値[℃]	以下の上/下限値を超えた場合に変更 上限値:20℃、下限値:18℃
出口温度[℃]	以下の値(固定)に変更 上限値を上回る場合:40℃ 下限値を下回る場合:60℃

表7. 給湯機の種類と採用可能な設備(FC/SOL)

種類	採用可能な設備(FC/SOL)	
	FC	SOL
ガス従来型	—	○
ガス潜熱回収型	—	○
ガス従来型(FC)	○	○
ガス潜熱回収型(FC)	○	○
ヒートポンプ	—	—

※FC:家庭用燃料電池利用、SOL:太陽熱利用

*1 日建設計
*2 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

*1 Nikken Sekkei Ltd
*2 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.