

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 35 報 テンプレートを利用した空調設計

正会員 ○二宮 博史\*1 同 長井 達夫\*2  
同 石野 久彌\*3 同 郡 公子\*4  
同 村上 周三\*5

BEST 空調設計 シミュレーション テンプレート

1. はじめに

BEST 専門版を使用して空調システム的设计 (年間シミュレーションによる設備容量の決定支援) を行うツールとして、中央熱源部分と二次側空調機部分の仮設調整テンプレートを開発し、その概要と活用法を文献<sup>1)</sup>で報告した。また、分散型熱源のビル用マルチの仮設調整テンプレートについて文献<sup>2)</sup>で報告した。ここでは、新たに開発したデュアルダクト方式の仮設調整空調機テンプレートによる冷温風の送風量および冷熱源・温熱源の容量調整の概要と試算例を紹介する。

2. 仮設調整テンプレートの拡充

一般に空調エネルギーシミュレーションの実行には、あらかじめ最大負荷計算等を行い、空調系統別に負荷の集計および採用予定の省エネルギー手法による負荷の低減などの調整を経て、空調システムの構成機器の容量や仕様を決めておくなど、シミュレーション開始のための入力データの作成に多大な事前作業と時間が必要である。仮設調整テンプレートを使用すると、これらの事前作業 (建物データの作成を除く) を必要とせず直ちにシミュレーションを開始することができ、その結果から熱源・空調機器の仕様決定を効率的に行うことが可能となる。

図 1 はデュアルダクト方式の空調機とゾーンの構成の概要を示したものである。新たに開発したデュアルダクト方式の仮設調整空調機テンプレートは、図 1 の空調機部分の冷風・温風の送風温度を設定しておき、VAV 方式で負荷に応じて変動するゾーンへの送風量と還り空気の状態とから、冷水コイルと温水コイルの必要交換熱量とそれぞれの水側の出口温度を算出する。各ゾーンの VAV ユニットには負荷 (PID 制御モジュールからの操作量) に応じて必要風量を自動調整する機能を追加して使用している。熱源は、冷熱用と温熱用の仮設調整熱源テンプレートを分けて設け、4 管式で空調機側と接続している。なお、デュアルダクト方式の建物全体設備テンプレートを用意してあるので、テンプレート間の複雑なダクト配管や制御信号の接続作業は不要で、容易に計算が可能としている。

デュアルダクト方式の仮設調整空調機テンプレートの試算例として、図 2 に冷温の送風量の調整の状況を示す。

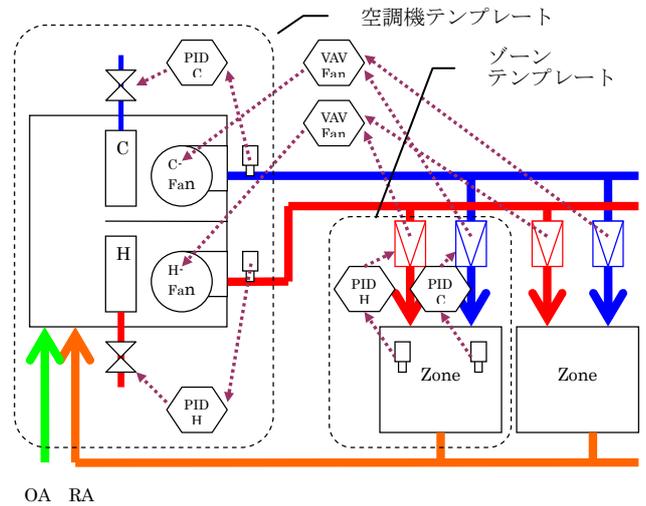


図 1 デュアルダクト方式の空調機とゾーンの構成

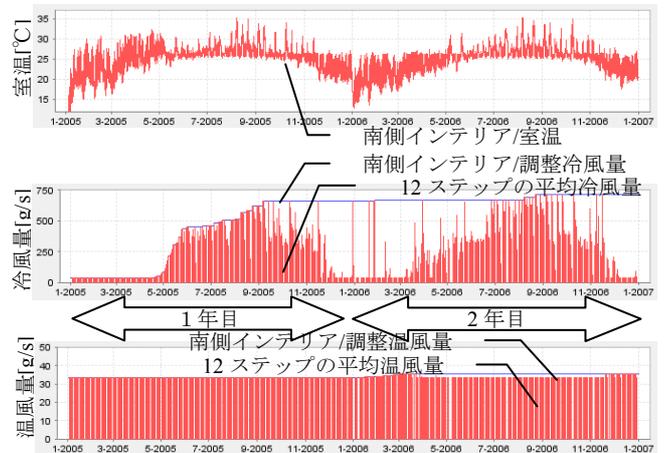


図 2 冷風と温風の送風量の調整の状況 (2年間)

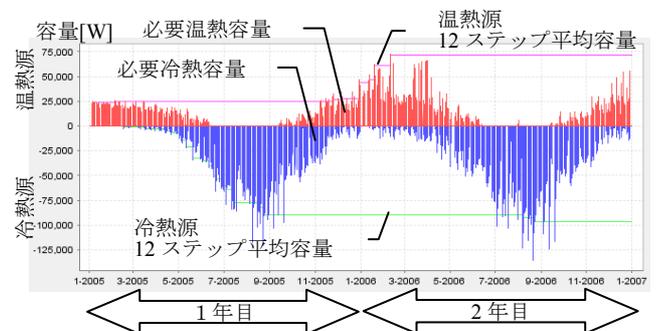


図 3 冷・温熱源の容量調整の状況 (2年間)

年間冷暖房とし目標温度を 22℃～26℃、送風温度は冷風 14℃温風 32℃、最小送風量は 100m<sup>3</sup>/h、その他は文献<sup>2)</sup>の条件としている。インテリアゾーンでは冬期でも冷房負荷が発生し、1年目の5月までは冷風の送風量が調整の途中のため不足しており室温が設定温度の 26℃を超えているが、2年目は冷風量が調整されたため 26℃に冷房されている。暖房負荷は少なく、初期値の最小風量からわずかな増加量の調整がされている。

図3に冷熱源と温熱源の各計算ステップの必要容量と12計算ステップの必要容量の移動平均値を示す。この試算では計算時間間隔を5分で行っているため、12ステップの平均容量は1時間の平均容量を表す。

### 3. VAV ユニット送風量とビル用マルチの能力調整方法

VAV ユニットの送風量制御とビル用マルチ室内機の容量制御は、対象ゾーンの室温を観測値とする PID 制御（自動調整）モジュール<sup>3)</sup>からの操作量により行っている。PID 制御（自動調整）モジュールから送られる操作量は通常 0～1 の値である。操作量が 0 の場合は運転容量が最小能力（ここでは 0）、操作量が 1 の場合は運転容量を最大能力として室内機が運転する。室内機仮設調整テンプレートにおいては、この操作量の最大値を 1 より大きな値（今回は 1.01 とした）に設定して使用する。1 を超える操作量を受取った室内機モジュールは、今の最大能力では能力不足であると判断し、自身の台数を操作量に応じて増大させる。そして、増大した台数と能力特性により能力を算出し、処理すべき熱量を室外機仮設調整テンプレートへも伝える。以上のように、室内機仮設調整テンプレートの能力調整は、PID 制御モジュールの室温フィードバックによる容量制御を応用したものである。

台数の増大は操作量が 1 を超えるたびにおこなうのではなく、今回はあらかじめ適当な調整計算ステップ数 n を決めておき、n 回の計算値の移動平均値が過去の移動平均値の最大値を超えた時に実行するようにした。この調整計算ステップ数 n は変更可能で、例えば 5 分間隔計算の時に 12 計算ステップで調整すると 1 時間の移動平均値で、6 計算ステップで調整すると 30 分の移動平均値で容量調整を行うこととなる。

図4、図5は1分間隔計算において12計算ステップで2年間調整したもので、室内機の台数調整の状況と室外機の能力調整の状況を表す。1年目で大きく調整がされ2年目のシーズンでは微調整が行われている。

### 4. まとめ

デュアルダクト方式の空調機、ゾーン、冷熱源・温熱源の仮設調整テンプレートによる年間冷暖房の4管式システムの計算の概要を説明し、その試算例を紹介した。

分散型熱源のビル用マルチの仮設調整テンプレートでは移動平均値による容量等の調整方法を試みその試算例を紹介した。仮設調整テンプレートを利用することで容易にシミュレーションを開始できることを紹介した。

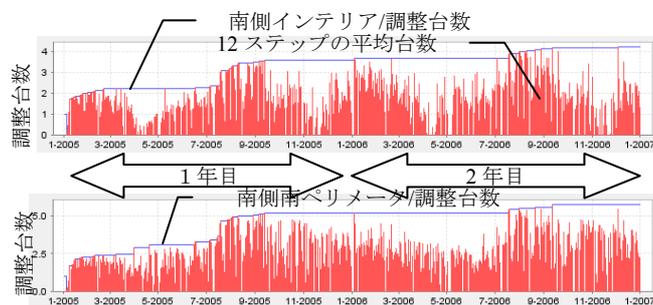


図4 南側室内機の台数調整状況（2年間）

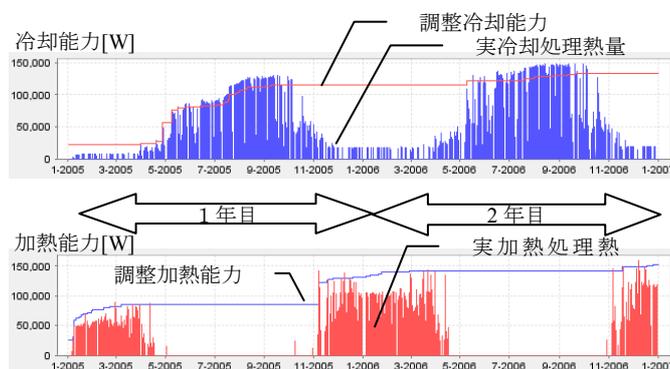


図5 室外機の能力調整状況（2年間）

【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)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、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。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：一ノ瀬雅之(首都大学東京)、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)、木本慶介(大林組)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤エネルギーリサーチ)、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)、二宮秀典(鹿児島大学)、保木栄治(東京電力)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川慶、久保木真俊、田端康宏(以上、日建設計)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局：生稲清久、石田真理(以上、建築環境・省エネルギー機構)

【文献】1) 二宮・村上・坂本・石野・野原・長井：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65) 空気調和・衛生工学会大会学術講演梗概集、2010.9  
2) 二宮・村上・長井・石野・菰田・野原・品川・大西：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84) 空気調和・衛生工学会大会学術講演梗概集、2011.9  
3) 二宮博史、長井達夫、菰田英晴、菅長正光、野原文男、石野久彌、村上周三：建築総合エネルギーシミュレーションツールBESTにおける空調PID制御モジュールのパラメータの調整に関する研究、空気調和・衛生工学会論文集、No.171, pp.31-40, 2011

\*1 日建設計  
\*2 東京理科大学 准教授 博士(工学)  
\*3 首都大学東京 名誉教授 工博  
\*4 宇都宮大学 准教授 工博  
\*5 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

\*1 Nikken Sekkei Ltd.  
\*2 Associate Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.  
\*3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.  
\*4 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.  
\*5 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.