

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 70 報 空調熱源の台数制御の機能拡張

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

BEST シミュレーション 空調熱源台数制御

はじめに

BEST の空調用熱源の台数制御モジュールの機能について説明する。時間帯やシーズン別に、台数制御の対象とする熱源グループの切替機能、優先運転順位の切替機能を新たに実装し、空調熱源台数制御へのデマンドレスポンス制御の適用も可能とした。また、熱源グループに排熱投入型吸収冷温水機を含む場合の排熱単独運転優先制御、蓄熱システムを含む場合の放熱優先制御についても説明する。

1. 空調熱源台数制御モジュールの機能の概要

台数制御の方法として、流量による台数制御、熱量による台数制御、変流量制御および台数制御なしに対応しており、制御できる熱源の台数には制限がなく、台数を減じる際のデファレンシャルの設定が可能である。台数制御対象の熱源情報として、冷水側と温水側について定格時の流量、上限流量比、下限流量比と出口設定温度および出入り口温度差を入力させている。(図 1-(a)参照)

熱源の優先運転順は、これらの情報の入力順に年間で固定されていた。このため、シーズンで運転順を変更したい場合、仮想の熱源グループを別途作成し運用する熱源グループを切替えることで対応していたが、熱源回りのモデルの修正や追加モジュールの登録に伴う入力作業の増加や接続不具合の発生などが問題としてあった。

1.1. 熱源グループと運転順の登録機能

台数制御の対象とする熱源グループとその運転順を切替える方法として、既存の図 1-(a)に入力された熱源の情報を基本とし、この構成を図 1-(b)の登録_000 のように熱

源番号を与えて扱うこととした。入力例では登録_001 は 5 台の熱源を逆の順番で優先運転し、登録_002 は 3 台の熱源で台数制御を行う設定である。5 台の熱源が表 1 の熱源仕様の場合、登録_000 は大容量の排熱投入型吸収冷温水機が優先運転となりピーク電力負荷低減に対応、登録_001 は小容量の HP チラー優先運転で小負荷に対応した運転方法といえる。登録数には制限はなく、入力画面の入力欄の個数はユーザーが自由に増やすことができる。

1.2. 時間帯・シーズン別優先運転順の切替え機能

熱源システムを設計する際に、変動する空調熱源負荷やエネルギー費用に応じて効率よく運用するべく、熱源の種類や台数分割の検討を行う。こうして決めた熱源をどのような順番で運用すると省エネルギーとなるかを検討しておくことも重要である。

シーズンや曜日や時間帯別に熱源の優先運転順を自由に設定し計算する機能を新たに実装した。

熱源台数制御モジュールの入力画面ではシーズン別に優先運転順の設定ができる。曜日や時間帯別に切り替える場合は、別途共通スケジュール(時刻変動、週間、年間変動スケジュール)で設定しておき、そのスケジュール名をシーズン別に指定すればよい。(図 1-(c)参照)

1.3. デマンドレスポンス制御への対応

デマンドレスポンス制御¹⁾へ対応を実装した。発令レベル別に熱源運転順の登録番号を設定しておき、上位からのデマンド指令に従って運転する熱源グループと運転順を切替える。また、熱源グループに対して熱源出口温度や二次側送水温度の設定変更を行う。(図 1-(d)参照)

(a) 台数制御等の対象となる熱源情報

制御する熱源の台数[-]	5	[-]
冷房 定格流量リスト[L/min(w)]	3024 3024 2320 1500 1500	[-]
暖房 定格流量リスト[L/min(w)]	3024 3024 0 1500 1500	[-]
上限流量比リスト[-]	1 1 1 1 1	[-]
下限流量比リスト[-]	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	[-]
台数減ディファレンシャルの率	0.2	[-]
冷房 定格温度差リスト[°C]	5 5 5 5 5	[-]
暖房 定格温度差リスト[°C]	5 5 5 5 5	[-]
冷水熱源出口の設定温度リスト[°C]	7 7 7 7 7	[-]
温水熱源出口の設定温度リスト[°C]	45 45 45 45 45	[-]
制御タイプ	0:熱量	[-]

排熱単独運転を優先する	<input checked="" type="checkbox"/>	排熱単独運転を優先する	[-]
排熱単独運転負荷率リスト[-]	0.43 0.43 0.0 0	[-]	
排熱 定格流量リスト[L/min(w)]	492 492 0 0 0	[-]	
排熱 定格温度差リスト[°C]	9 7 9 7 5 5 5	[-]	
放熱時は台数制御しない	<input type="checkbox"/>	放熱時は台数制御しない	[-]

(b) 熱源グループと運転順の登録

熱源運転順の登録_000	0 1 2 3 4	[-]
熱源運転順の登録_001	4 3 2 1 0	[-]
熱源運転順の登録_002	2 3 4	[-]
熱源運転順の登録_003	0 1	[-]
熱源運転順の登録_004	2 0 1	[-]

(c) シーズン別指定 スケジュール指定

熱源運転順の登録対象最大番号	3	[-]	
OPE1_発停リスト_運転順の登録番号	0	[-][I-]-	
OPE2_発停リスト_運転順の登録番号	0	[-][I-]-	
OPE3_発停リスト_運転順の登録番号	0	[-][I-]-	
DailyAnnualScheduleを使用する	<input type="checkbox"/>	DailyAnnualScheduleを使用する	[-]
OPE1_発停リスト_運転順の登録番号スケジュール名		[-]	
OPE2_発停リスト_運転順の登録番号スケジュール名		[-]	
OPE3_発停リスト_運転順の登録番号スケジュール名		[-]	

(d) デマンドレスポンス制御条件

OPE1_DR制御を実施する	<input type="checkbox"/>	OPE1_DR制御を実施する	[-]
OPE2_DR制御を実施する	<input type="checkbox"/>	OPE2_DR制御を実施する	[-]
OPE3_DR制御を実施する	<input type="checkbox"/>	OPE3_DR制御を実施する	[-]
OPE1_DR制御時の設定熱源出口温度リスト	7 8 9 10	[°C][°C]-	
OPE2_DR制御時の設定熱源出口温度リスト	45 44 43 42	[°C][°C]-	
OPE3_DR制御時の設定熱源出口温度リスト	7 8 9 10	[°C][°C]-	
OPE1_DR制御時の設定二次側送水温度リスト	7 8 9 10	[°C][°C]-	
OPE2_DR制御時の設定二次側送水温度リスト	45 44 43 42	[°C][°C]-	
OPE3_DR制御時の設定二次側送水温度リスト	7 8 9 10	[°C][°C]-	
OPE1_DR制御時の設定発停リスト_運転順の登録番号リスト	0 1 2 3 4	[-][I-]-	
OPE2_DR制御時の設定発停リスト_運転順の登録番号リスト	0 1 2 3 4	[-][I-]-	
OPE3_DR制御時の設定発停リスト_運転順の登録番号リスト	0 1 2 3 4	[-][I-]-	

図 1 空調熱源台数制御モジュールの主な入力項目と入力例(入力画面より抜粋)

1.4. 排熱単独運転優先機能

排熱単独運転優先機能は、排熱投入型の吸収冷温水機を排熱だけで運転させるという条件の台数制御である。排熱投入型吸収冷温水機の入力項目に排熱単独運転負荷率というものが有り、定格能力に対してこの負荷率までの能力で運転をすることとした。(図1-(a)参照)

1.5. 放熱優先機能

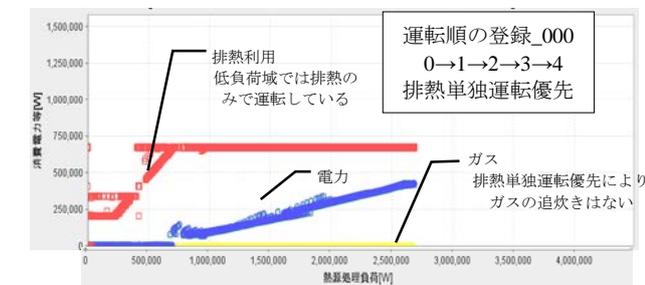
放熱優先機能は、水蓄熱システムや水蓄熱ユニットなどが熱源グループに含まれる場合に、蓄熱用熱源の昼間の追掛け運転をせず放熱だけで運転させるという条件の台数制御である。水蓄熱ユニット等が複数ある場合に適用し、蓄熱槽に残蓄熱がある場合は台数制御をせず均等に放熱を行う。通常の台数制御に比べてピークシフトの夜間移行率の増大が可能である。(図1-(a)参照)

2. 台数制御の各機能の計算例

台数制御モジュールを使用した計算例として、表1に示す5台の熱源グループを制御対象とし、冷房負荷(冷水還り温度と流量)を境界条件モジュールで与えた熱源回りのモデルで、台数制御方法(熱量、変流量→図3)、熱

表1 熱源の主な仕様

番号	熱源種類	冷却能力 [kW]	電気/ガス [kW]	冷水流量 [L/min]
0	排熱投入型吸収冷温水機1	1055	5.1/822	3024
1	排熱投入型吸収冷温水機2	1055	5.1/822	3024
2	ターボ冷凍機	809	150/-	2320
3	HPチラーscroll	530	177/-	1500
4	HPチラーscrew	530	177/-	1500



源の優先運転順(→図2)、排熱単独運転優先機能の有無(→図2)を変えた場合を示す。冷水の還り温度は6℃から19℃まで1℃/日で加算、流量は1日周期で0g/sから最大約200000g/sへ変化させて無負荷から過大負荷までの条件を発生させて計算し、台数制御の状況を示した。

3. まとめ

BESTの空調用熱源の台数制御モジュールの追加した機能(対象グループ切替、優先運転順切替、排熱単独運転優先、放熱優先、デマンドレスポンス制御への対応)について説明した。新たな台数制御機能は次のBEST改訂版で使用できる予定である。

【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。

【参考文献】1) 辻丸・佐藤・工月・村上・秋元・石野・笹嶋・野原・二宮・藤居：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166) CGSを利用したデマンドレスポンス対応コントローラの開発、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 {2015.9.16 ~18 (大阪)}

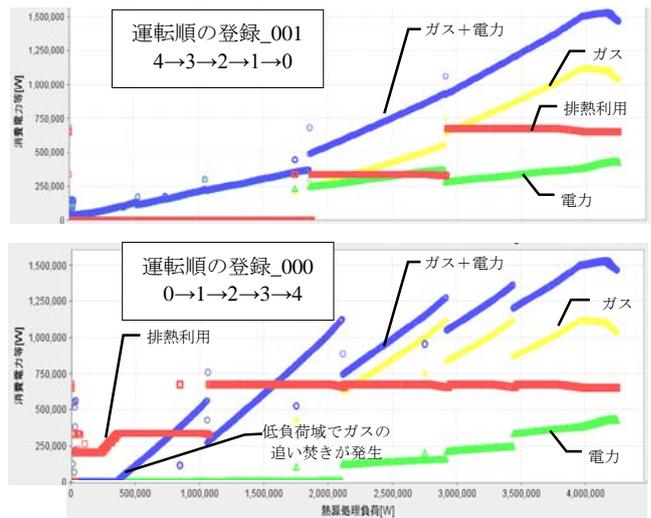


図2 熱源グループ処理負荷と電力・ガス・排熱の消費量

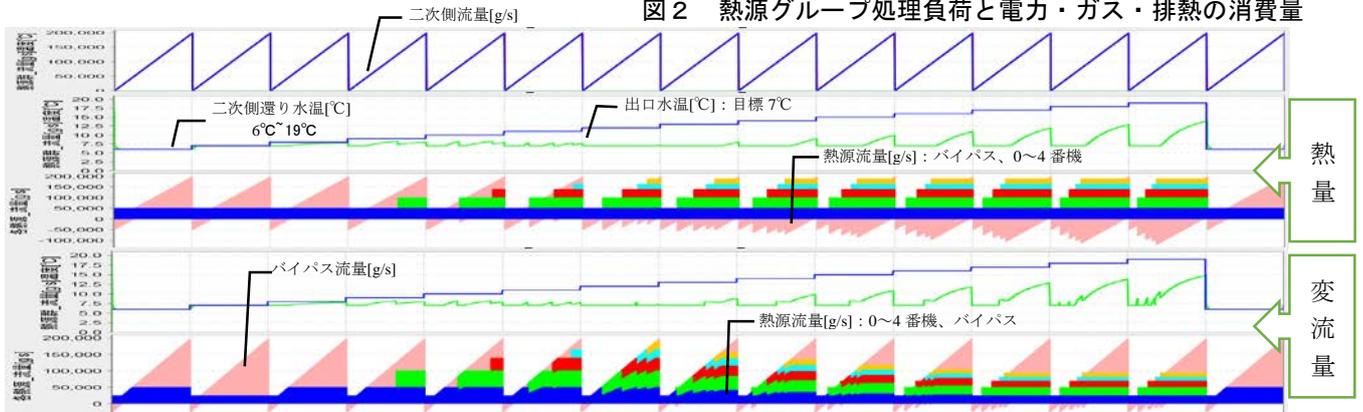


図3 熱源の台数制御による負荷処理の分担状況と出口水温(熱量による台数制御と変流量の台数制御)

*1 日建設計
 *2 東京理科大学 教授 工博
 *3 首都大学東京 名誉教授 工博
 *4 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

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