

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 181）
 JIS 改正への対応と間接気化冷却空調機の機器特性

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 181)
 Outline of Equipment Characteristics about Indirect Evaporative Cooler and Equipment Based on revised JIS

正会員 ○川津 行弘（日本設計）

正会員 大浦 理路（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）

正会員 品川 浩一（日本設計）

Yukihiro KAWAZU *¹ Masamichi OURA *² Shuzo MURAKAMI *³

Hisaya ISHINO *⁴ Koichi SHINAGAWA *¹

*¹ Nihon Sekkei, Inc. *² Nikken Sekkei Ltd.

*³ Institute for Building Environment and Energy Conservation *⁴ Tokyo Metropolitan University

The BEST equipment characteristics sub working group is conducting modeling of various machineries for the purpose of designing and simulation of air conditioning systems. In this part 181, calculation models of Indirect Evaporative Cooler, packaged air conditioners and motor that based on revised JIS are investigated and formulated as additional equipment. Indirect Evaporative Cooler is important for simulation of ZEB. The motor based on revised JIS are added the equipment characteristics of premium efficiency (IE3). The packaged air conditioners are improved the efficiency in low-middle load range for corresponding the revised JIS.

はじめに

機器特性 SWG では設計・シミュレーションで求められる空調機器のニーズに配慮し、一連の標準的な機器の特性を調査、定式化やマップデータ化を行っている¹⁾。現在の BEST 機器特性の熱源及び熱源補機における整備状況を表-1 に示す。この中から本報では、新規に特性調査が終了した間接気化冷却空調機、JIS 改正（2015）に対応した電動機及びパッケージ形空調機（EHP、GHP）の機器特性について報告する。

1. 間接気化冷却空調機

間接気化冷却空調機とは、気化現象で空気を冷却する空調機である。その構造はドライゾーン、ウェットゾーンと呼ばれる通風経路がプラスチックの板で仕切られ、交互に積層されており、ウェットゾーンでの気化熱でドライゾーンの空気を冷却するものである。給気側であるドライゾーンが完全にウェットゾーンから独立しており、非加湿であることが特徴である（図-1）。

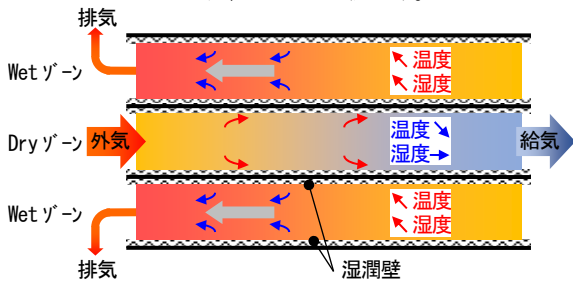


図-1 間接気化冷却空調機概念図

表-1 機器特性調査の状況

機器種別	調査状況			
	調査済	調査中	未調査	
中央空調機	ターボ冷凍機	冷水/水蓄熱用	ベーン制御/インバータ制御	
	ダブルハンドルトーボ冷凍機	冷水・冷温水	ベーン制御	
	空冷ヒートポンプチラー	冷温水用/水蓄熱用	スクロール(SCW) スクロール(SCL)	スライド弁制御/インバータ制御 圧縮台数制御/インバータ制御* ¹ /インバータ+モジュール制御
		熱回収	スクロール(SCW)	インバータ制御
		ガスエンジン		
	水冷チラー	冷水用/水蓄熱用	スクロール(SCW) スクロール(SCL)	スライド弁制御/インバータ制御 圧縮台数制御
	水熱源ヒートポンプチラー	冷水・冷温水	スクロール(SCW) スクロール(SCL)	インバータ制御 インバータ制御
	吸収式冷凍機	直焚	三重効用 二重効用	標準/高効率/高期間効率
		蒸気焚	二重効用	標準/高効率/高期間効率
		温水焚	一重効用	
排熱投入型		三重効用 二重効用		
吸収ヒートポンプ	直焚/蒸気焚			
蒸気-温水熱交換				
ボイラ	小型貫流ボイラ			
	真空温水ヒータ			
	排熱回収型ボイラ			
冷却塔	標準型		白腐防止型	
	加熱塔			
ビル用パッケージ形空調機	GHP	ビル用マルチ型	切替/同時 標準/発電(自己消費/系統連系)* ²	
		ビル用マルチ型	切替/同時 標準/寒冷地/水冷	
	EHP	店舗用	切替	標準/寒冷地
		設備用	切替	標準
		外気処理用	切替	給気/給排気/冷媒熱回収
		水蓄熱用	切替	標準
		ウォールスルー	切替	定速/INV
		高顕熱型/散水制御/デマンドカット		定速/インバータ
	水熱源	切替		
	ルームエアコン	普及機/高性能機		
駆動装置	ファン	シロコ/リットロッド/ライン/天井扇/ストレートファン/シロコ		
	ポンプ	渦巻/多段渦巻/ライン/歯車/カスケード		
	電動機	モーター インバータ	汎用/高効率/IPM	
空調機部品	空調機コイル	冷温水コイル/蒸気コイル		
	加湿器	気化式/電熱式		
	空調機ファン	シロコファン/リットロッドファン/プラグファン		
	全熱交換器	回転型/静止型		

*¹ 水蓄熱用スクロール型インバータ制御空冷ヒートポンプチラーは対象外
 *² 発電機付ビル用マルチ型GHPは冷暖切替型のみ

型式は双流通型と分流型があり、双流通型はドライゾーンに外気を、ウェットゾーンに室内からの還気を導入する。これに対し、分流型はドライゾーンを通過した外気の一

部をウェットゾーンに導入し、気化冷却を行うものである。図-2に双流型、分流型の代表空気線図、図-3にモデルの入出力、図-4に計算フロー、機器特性データを図-5に示す。

1ユニットの定格風量は600m³/hであり、DRY側WET側双方の通過風量が増えれば処理熱量比は増えるが、単位風量あたりの処理熱量比は減る傾向にある。また、WET側の入口の絶対湿度が小さいほど、処理熱量が増える傾向であることがわかる。

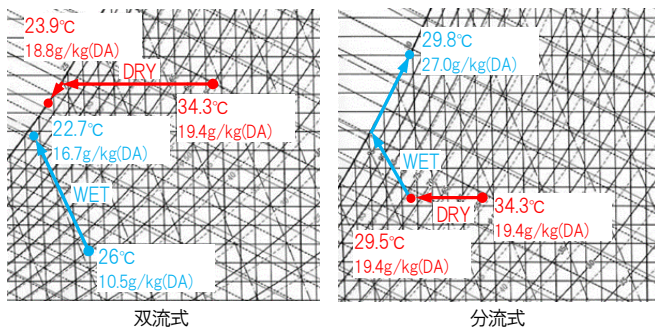


図-2 代表空気線図



図-3 モデルの入出力

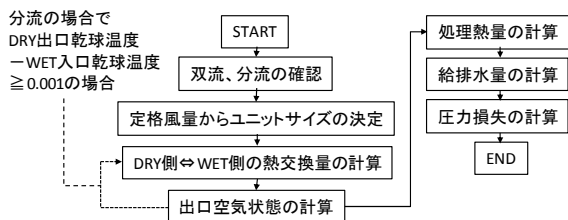


図-4 計算フロー

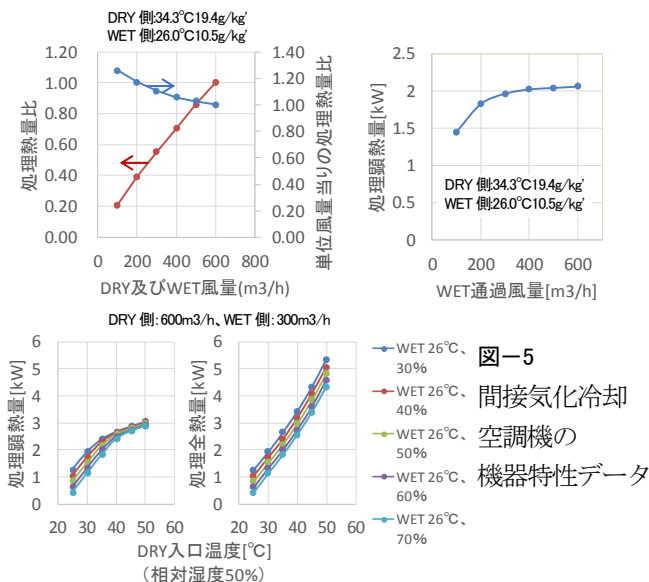


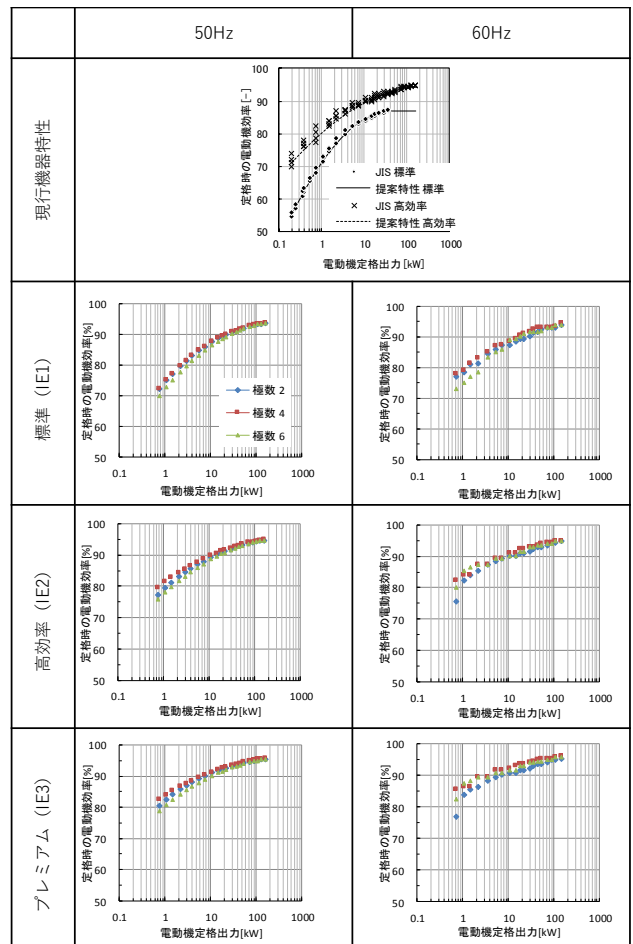
図-5 間接気化冷却空調機の機器特性データ

2. 電動機

電動機の機器特性は、JIS C 4034-30 の改正により、プレミアム効率の電動機が定義されたため、その機器特性の整備とともに、標準機、高効率機の機器特性も改めて整備した。電動機の効率は、定格電動機効率、可変速時における電動機効率の変化率、インバータ効率を整備した。定格電動機効率は JIS C 4034-30 の標準効率をマップデータ化により整備した。可変速時における電動機効率の変化率とインバータ効率はメーカーヒアリングを実施し、特性式化しており、インバータ効率については、ヒアリングの結果、現状の特性と変化が無いため、現状のままとした。なお、現状の機器特性は2P、4Pの特性を合成して、1つの機器特性としているが、建築物に設置される電動機の状態を考慮し、新規機器特性は2P、4P、6Pの特性をそれぞれ別に整備した。図-6にインバータの効率、図-7に電動機の定格効率、図-8に可変速時における電動機効率の変化率を示す。

電動機の定格効率は、2極、4極、6極の順で低くなる。また、定格効率プレミアム効率の定格効率は、標準機の効率の約1.05倍、高効率機の効率の約1.02倍となっている。可変速時の電動機効率の変化率は周波数が小さい場合は極数や電動機の種類で差異が生じるが、20Hz以上では、大きな変化は見られない。

表-2 電動機の定格効率



3. パッケージ形空調機

3.1 EHP

EHP は、すでに BEST の機器特性として整備されているが、JIS B 8616 の改正に伴い、性能が向上している可能性があったため、調査を行った。主に中間負荷率での COP が向上しているとのことであったので、改めて機器特性を整備した。なお、JIS B 8616 では APF の評価点が追加され、8 点（冷房：定格標準、中間標準、中間中温、最小中温、暖房：定格標準、中間標準、最小標準、最大低温）による評価となっており、BEST においても、APF を利用した機器特性データの整理を試みた。APF を利用した機器特性の補正方法（部分負荷特性、最大能力、最大入力等）を、代表的な機器から作成したが、各特性式の影響が能力やメーカーで異なったため、その再現性の低さより導入を断念した。低負荷域の機器特性については、これまで他の機器と同様にある負荷率以降は入力一定としていたが、今回の調査で、JIS にあわせて CD 値 0.5 として検討し、新たに特性式化を行うとともに、待機電力についても調査を行い、整備した。

また、今回の機器特性の変更は、冷暖切替機種を対象としており、冷暖同時機種、水熱源機種、氷蓄熱機種については、2010 年に整備された現状の機器特性を変更していない。

新たに整備した機器特性データ（図-7, 8, 9, 10）を示す。

電気入力及び COP を確認すると、中間～低負荷域部分で効率が向上していることがわかる。新しく APF の定義が追加されることで、部分負荷域での性能向上を促進したことが、この性能向上の要因であると考えられる。

3.2 GHP

GHP も EHP と同様に調査を行い、現状の機器特性の係数変更、低負荷域の特性について整備した。加えて、これまで GHP では、室外機の電気入力について、外気温のみによる特性式化を行っていたが、より影響度の高い負荷率による特性式化を行った。

以下、新たに整備した機器特性データ（図-11, 12, 13, 14）、室外機電気入力特性データ（図-15）を示す。

表-3 可変速時における電動機効率の変化率

	標準 (IE 1)	高効率 (IE2)	プレミアム (IE3)
現行機器特性			
新機器特性 2P			
新機器特性 4P			
新機器特性 6P			

GHPでもEHPと同様に低負荷域での入力小さくなり、COPが向上している。また、最低負荷以下（負荷率0.25未満）では、ON-OFF領域となるが、EHPと同様にJISにあわせてCD値0.5としている。

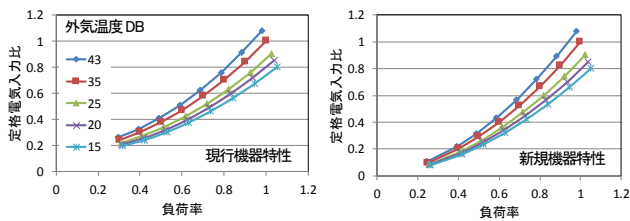


図-6 EHPの機器特性データ（冷房、電気入力）

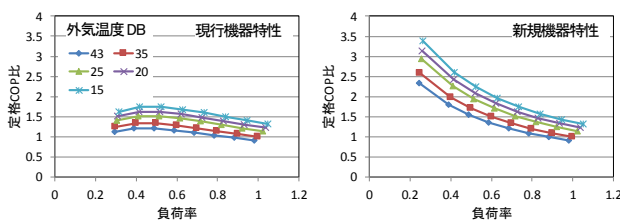


図-7 EHPの機器特性データ（冷房、COP）

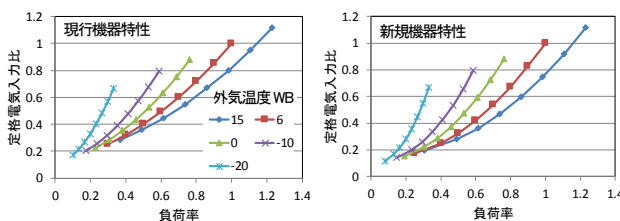


図-8 EHPの機器特性データ（暖房、電気入力）

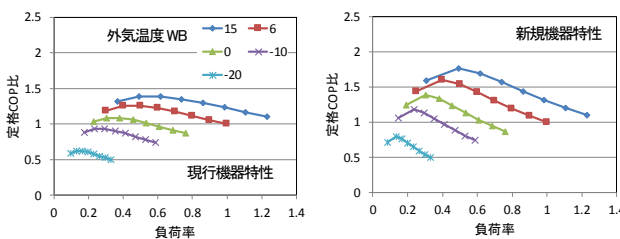


図-9 EHPの機器特性データ（暖房、COP）

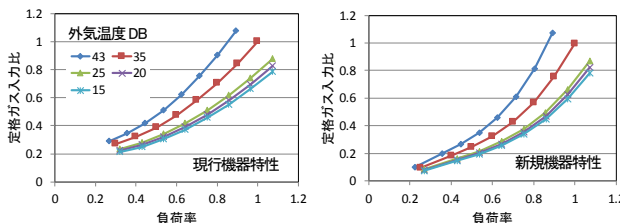


図-10 GHPの機器特性データ（冷房、ガス入力）

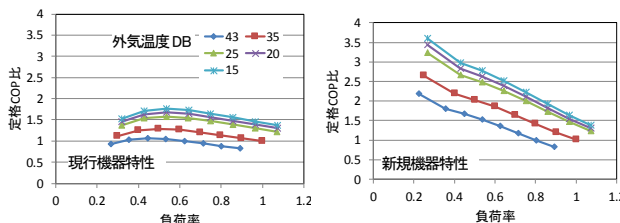


図-11 GHPの機器特性データ（冷房、COP*）

※GHPにおけるCOP（冷房・暖房共）は、ガス入力に対する能力を示す。

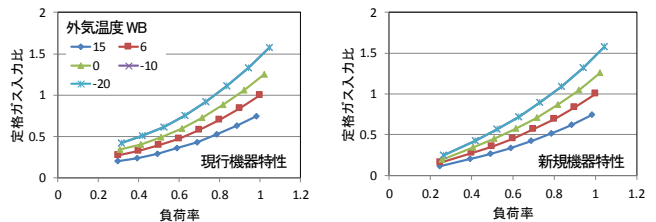


図-12 GHPの機器特性データ（暖房、ガス入力）

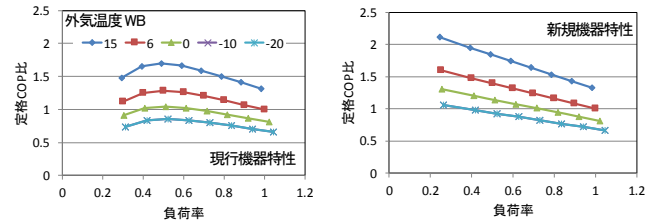


図-13 GHPの機器特性データ（暖房、COP*）

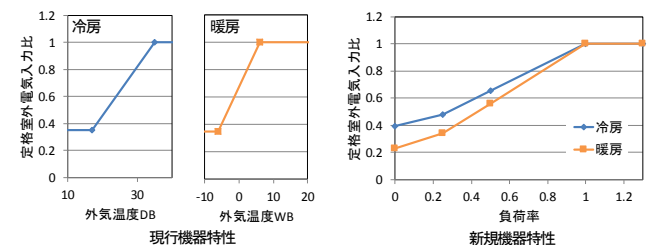


図-14 GHPの機器特性データ（室外機電気入力）

まとめ

BESTで行っている空調機器及びJIS2015に対応した機器特性の整備状況、および機器特性の整備方法の検討に関して報告した。今後も、新規機器・システムに関する調査の継続検討を行う予定である。

【謝辞】

本研究は、(一財)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」・「企画開発委員会(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)、機器特性SWG(品川浩一主査)の活動成果の一部であり、また、本研究の機器特性を整理するに当たり、特に、一般財団法人電力中央研究所と一般財団法人日本冷凍空調工業会には多大なるご助力を賜った。関係各位に謝意を表す。

機器特性SWG名簿(順不同)主査：品川 浩一（日本設計）、幹事：藤居達郎(日立製作所) 委員：阿部 裕司(竹中工務店)、石野 久彌（首都大学東京名誉教授）、工月 良太、吉田 拓也（東京ガス）、鈴木 正和（中部電力）、野原 文男、丹羽 勝巳、大浦 理路（日建設計）、比嘉 盛嗣（東邦ガス）、柳井 崇、川津行弘（日本設計）、事務局：生稲 清久（建築環境・省エネルギー機構）

参考文献

- 1) 品川他, エネルギーシミュレーションのための機器特性データベースの構築に関する研究, 平成27年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集, 2016.2
- 2) 川津他 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164) ヒートポンプを中心とした機器特性 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2014.9