

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 19 報 ポンプ・送風機の機器特性の定式化

正会員 品川 浩一*1
同 村上 周三*2
同 石野 久彌*3
同 阿部 裕司*4
同 柳井 崇*1

機器特性 ポンプ 送風機
建築環境 シミュレーション BEST

はじめに

前報に引き続き、本報では BEST 機器特性 SWG の搬送機器分科会において検討を進めた中央熱源方式用搬送機器（ポンプ・送風機）について、機種構成および機器モデルと特性式の概要について報告する。

1. 搬送機器の定式化

ファン・ポンプ等の搬送機器の機器特性の定式化に関しては、搬送部（ポンプ・ファン）と電動機、インバータを一体化として扱うモデルを用いて定式化を行ってきた。本報では、新たに以下の3点に配慮して、これらの機器特性の定式化を行ったので、その概要を報告する。

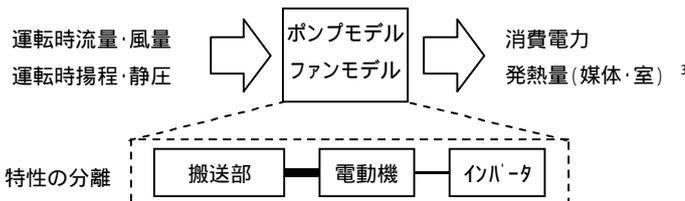
搬送部と電動機・インバータの計算を分離
JIS 規格・国交省 建築設備設計基準との整合
機種種の拡充

電動機およびインバータの機器特性は、ポンプ・送風機で共通の特性とし、電動機の選定手順もプログラム内部に組み込むこととした。

表-1 機器特性式化のフレーム構成と状況(搬送機器)

タイプ	概要	状況 ¹
ポンプ	渦巻	一部特性を見直し
	多段渦巻	(検討中)
	ライン	近似式作成完了
	歯車	(検討中)
	カスケード	(検討中)
ファン	シロッコ	一部特性を見直し
	リミットロード	(検討中)
	ライン	(検討中)
	天井扇	(検討中)
	ストレートシロッコ	(検討中)
電動機	標準	電動機容量・周波数による定式化
	高効率	電動機容量・周波数による定式化
	IPM 2	電動機容量・周波数による定式化
	INV盤	電動機容量・周波数による定式化

1 : 定式化が終了 : 検討中(2009年3月現在)
2 IPM: Interior Permanent Magnet



3 発熱量(媒体) : 搬送部から媒体への放熱量
発熱量(室) : 電動機・インバータから周囲空間への放熱量
ただし、コバクエアの様に送風空气中に電動機がある場合は、電動機発熱は媒体へ放熱されるものとする

図-1 搬送機モデルの入出力

1.1. ポンプ

1) ポンプ特性式の改定

主として以下の改定を行った。

搬送媒体(水・ブライン)による機器特性の補正
ラインポンプの追加

2) BECS/CEC/AC との比較

本計算方法と BECS/CEC/AC との比較をおこなった。計算上の諸条件を表-2 に、計算結果を図-2 に示す。ただし、配管の圧力損失は、水量の二乗に比例するものとした。

流量と消費電力の関係は同じ傾向を示している。又、変流量制御においてはポンプの制御方法が、消費電力の削減に大きく影響することも再現されている。

表-2 計算条件

ポンプ	型式		渦巻	
	定格流量	1,000	[L/min]	
	定格揚程	25	[m]	
	ポンプ効率	64.8	[%]	
電動機	固定速(弁制御)	7.5	[kW]	
	INV制御(吐出圧一定・末端圧一定)	7.5	[kW]	
	電動機効率	標準	83.4	[%]
		高効率	88.6	[%]
		IPM	92.6	[%]
制御設定値	INV制御範囲	15 ~ 50	[Hz]	
	最小流量	定格の20%	200	[L/min]
	設定圧力	吐出圧一定	294	[kPa]
		末端圧一定	100	[kPa]

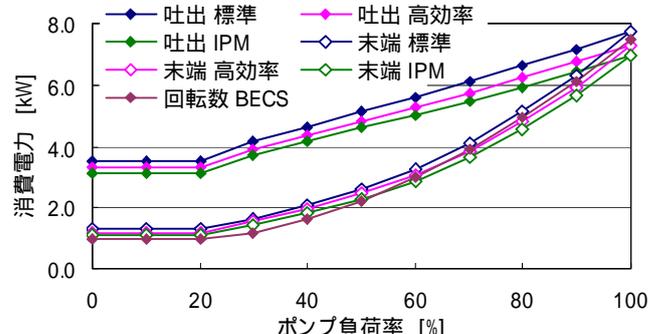
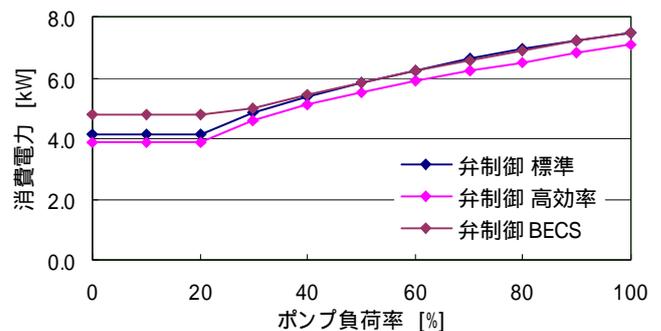


図-2 BECS との比較結果

3) 計算モデルの感度解析と考察

近年竣工テナントオフィスビルの冷水負荷の実測パターンを基に、2次ポンプの年間シミュレーションを行い、年間消費電力・発熱量の感度分析を行った。計算上の諸条件を図-3に、計算結果を図-4に示す。

消費電力や発熱量の変化は、電動機種による影響に比べ制御方式による影響が強く、電動機の高効率化+適切な制御の導入が省エネにつながる。

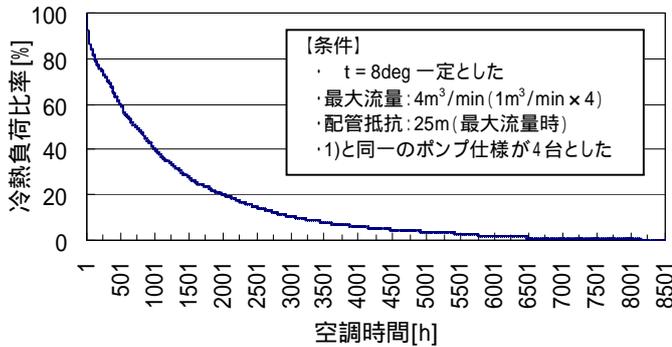


図-3 冷熱負荷の年間ディレクションカーブ

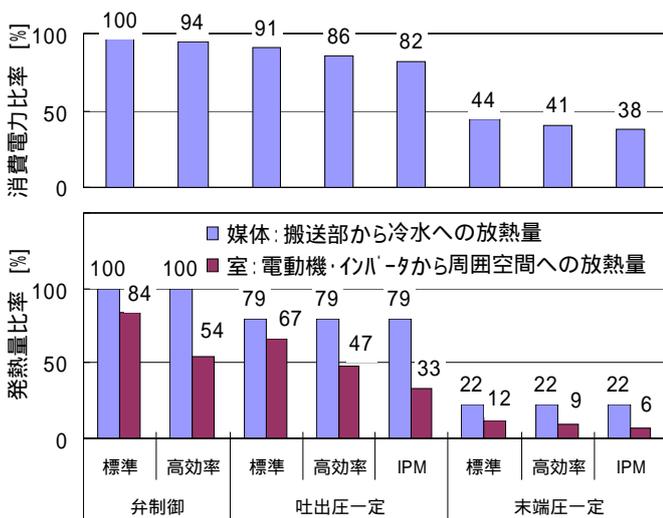


図-4 制御方法と消費電力量比率・発熱量比率の比較

1.2. 送風機

1) シロッコファン特性式の改定

主として以下の改定を行った。

全圧効率に JIS-B-8331 を採用

上記に伴い、プログラム内部ではファン型番（呼び番号）を選定するロジックを追加

片吸込に加え、両吸込シロッコファンの追加

ファンの軸動力を求めるための全圧効率は、JIS-B-8331 に示される効率グラフから近似式を作成した。当該グラフはファン型番別に記述されるため、ファン型番の選定が必要となるが、ユーザーの入力を簡略化するため、選定手順もプログラム内部に組み込むこととした。

2) 計算モデルによる定式化の評価

計算条件として、ファン型番：片吸込#3、設計風量（100%）：7,000m³/h、設計機外静圧（100%風量時）：300Pa の送風モデルを設定した。電動機種別、制御種別の組合せ毎にインバータ変風量制御した場合の消費電力を、本定式化により算出したものを図-5に示す。

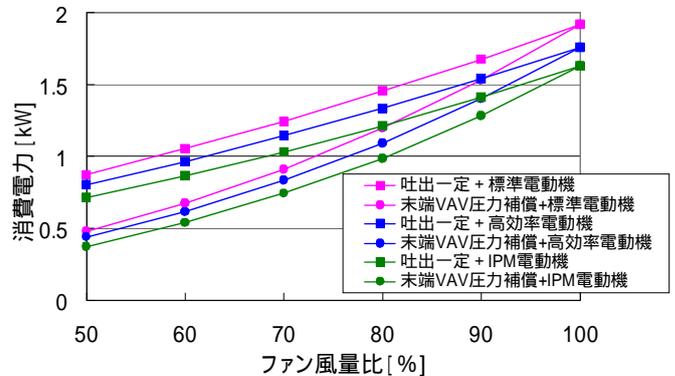


図-5 電動機種別、制御種別による消費電力

この計算モデルにおいて、末端 VAV 圧力補償制御とは、VAV 入口の一定静圧を確保しつつ、ファンの吐出圧を下げて運転することを示し、この場合ダクト系圧力損失は風量の二乗に比例するものとした。

ファン風量と消費電力の関係は、電動機種別や制御種別による違いが再現可能となっている。また変風量制御においてはファンの制御方法が、消費電力の削減に大きく影響することも再現されている。

まとめ

BEST におけるポンプおよび送風機の機器特性の定式化について報告した。引き続き、表-1 に示す検討フレームに挙げた機種に関しては定式化を進める予定である。

【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)、行政支援ツール開発委員会 (坂本 雄三委員長)、機器特性 SWG (柳井 崇主査) 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。機器特性 SWG 名簿 (順不同) 主査: 柳井 崇 (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 (首都大学東京大学院)、工月 良太 (東京ガス)、熊谷 雅彦 (東京電力)、後藤 裕 (三機工業)、品川 浩一 (日本設計)、丹羽 勝巳 (日建設計)、野原 文男 (日建設計)、助飛 羅 力 (三機工業)、伊藤 祥一 (日建設計)、村上 高 (東京ガス)、オブザーバー: 三沢 健 (日本設計)、事務局: 生稲 清久 (財)建築環境・省エネルギー機構 また、各種機器特性のデータ収集、モデル化に当たっては、(社)日本産業機械工業会 (汎用ポンプ委員会・汎用送風機委員会)、三菱電機 (株)、(株)山武の協力を得た。

*1: 株式会社 日本設計
*2: 建築研究所 理事長 工博
*3: 首都大学東京大学院 名誉教授 工博
*4: 竹中工務店

*1 Nihon Sekkei
*2 Chief Executive, Building Research Institute, Dr. Eng.
*3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
*4 Takenaka Corporation