

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 88 報 空調機構成要素の圧力損失計算の実装と試算例

正会員 ○二宮 博史*1 同 大浦 理路*1
同 石野 久彌*2 同 村上 周三*3

BEST シミュレーション 空調機圧力損失計算

はじめに

BEST 専門版の BEST1810 のファン台数制御モジュールをもとに空調機構成要素の圧力損失計算を行う空調機ファン制御モジュールを実装した。また、高静圧な送風機の出口空気の温度上昇の計算をファンモジュールに実装することを検討している。これらの送風系の圧力に関する計算方法の概要と試算例を報告する。

1. 空調機送風系の圧力損失計算

空調機のファンの運転全静圧計算は、空調機内と空調機外を区別せず機内静圧と機外静圧を合わせた全静圧を対象とし、制御方式別に定めた簡易な 2 次式によるもので行っている。ここでは、空調機ファンの全静圧を空調機内部と外部に分け、さらに内部は構成要素別に運転時風量に応じた圧力損失を計算する方法とした。

1.1. 空調機内部の構成要素の圧力損失計算方法

空調機の機内圧力損失は、空調機を構成する要素ごとに算出しそれらを合計したものである。構成要素は、冷却コイル、加熱コイル、加湿器、全熱交換器、中性能フィルタ、不織布フィルタ、熱交保護フィルタ、混気箱である。各構成要素の圧力損失特性は参考文献¹⁾に報告されたものを用い、図 1.1.1 に示すように圧損比（各構成要素の定格圧力損失に対する運転時圧力損失の比）は、風量比（コイル面風速 3m/s の風量に対する運転時風量の比）の関数としており、標準型とコンパクト型の 2 種類がある。混気箱の圧力損失は標準型のみ適用する。

これらの空調機構成要素の圧力損失計算機能を空調機ファン制御モジュールとして実装した。このモジュールには各構成要素の定格圧力損失のデフォルト値を用意している。デフォルト値は標準型（ユニット型）（定格風量 3,000m³/h から 40,000m³/h の 23 機種）およびコンパクト型（定格風量 2,500m³/h から 17,500m³/h の 10 機種）の製品の実測値の平均値を採用したものである。

空調機内部の構成要素による圧力損失の例を図 1.1.2 に示す。冷却コイル、加熱コイル、加湿器、中性能フィルタと不織布フィルタの構成とした標準型とコンパクト型について示したものである。空調機内部の構成要素の合計圧力損失は標準型が約 600Pa、コンパクト型が約 500Pa である。この内部構成でコイル面風速をデフォルトの 3m/s から 2.5m/s とした場合、標準型は約 430Pa、コンパク

ト型は約 380Pa へと合計圧力損失が低減した計算となる。

構成要素には個別に設計圧力損失を入力可能としており、面風速を小さくし、圧力損失の小さな要素を使用するなどの空調機内部圧力損失の低減を図った省エネルギー手法を計算に反映できるものとしている。

1.2. 空調機外部の運転機外静圧の計算方法

空調機の外部の運転機外静圧の計算は、ファンの運転制御方式別に従来の方法で計算している。

1.3. 空調機ファンの運転全静圧の計算方法

空調機ファンの運転全静圧は表 1.3.1 に示す方法による。空調機内部の構成要素の圧力損失と運転機外静圧を合計し、これに空調機の形式により異なる発生渦の抵抗分の補正係数を乗じたものとする。プラグファンについては発生渦の抵抗分の補正を必要としない扱いとした。

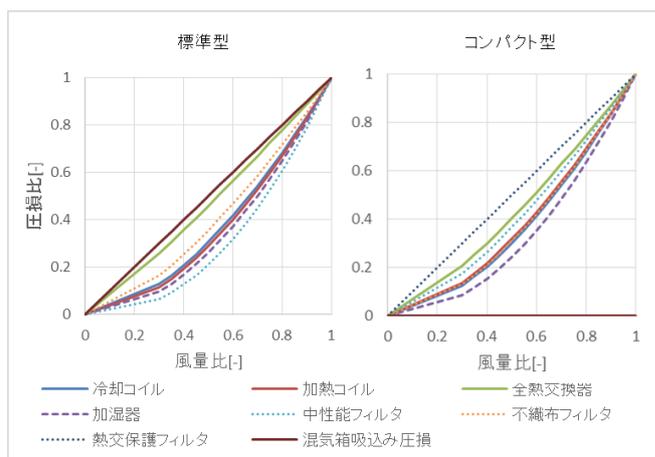


図 1.1.1 空調機の構成要素の圧力損失特性

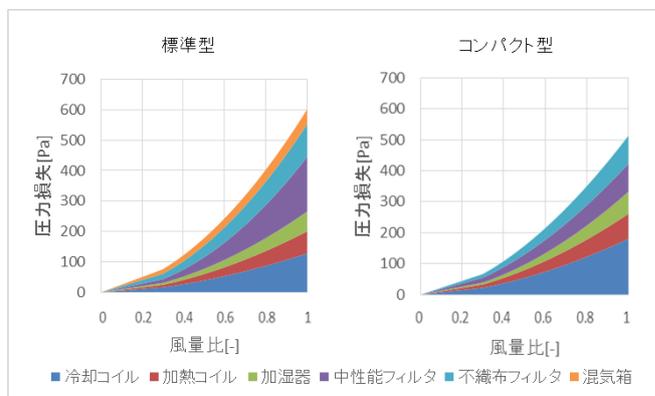


図 1.1.2 空調機構成要素の圧力損失の合成

1.4. 空調機ファンの計算例

表 1.4.1 に示す仕様と内部構成にて空調機内外の圧力損失を分けた計算を行い、従来の計算と比較した。ファンのタイプは発生渦の抵抗分の補正を必要としないプラグファンとし、従来モジュールの全静圧は、新モジュールで計算した結果の全静圧の値を入力して計算した。設計コイル面風速はデフォルト値の3m/sとした。

図 1.4.1 に計算例として、吐出圧一定制御の従来計算と新計算、末端差圧一定制御の新計算の例を示す。吐出圧一定制御の新計算は、流量負荷率に応じて機内圧損は変動するが機外静圧は一定とした計算とした。このためファンの運転全静圧の値が従来とは異なり、消費電力が新計算で低減している。末端差圧一定制御では1サイクルの風量変化で、新計算の消費電力は従来計算の3.5%増加という結果であった。

1.5. 高静圧送風機の出口温度計算

高静圧の送風機の場合、静圧上昇(圧縮)による送風機出口空気の温度上昇を無視できない。静圧上昇による温度上昇の計算例を図 1.5.1 に示す。図の中の計算式により断熱効率 0.4 から 0.8 の場合の送風機的全静圧と上昇温度を計算したものである。建物の空調では送風機的全静圧は1,200Pa 以下が多いと思われるが、駐機中の航空機へ地上から冷風を送るための空調機では、航空機入口の圧力が5~7.5kPaを要求され、抵抗などを考慮すると送風機的全静圧は9~12kPaと高静圧なものとなり、送風機出口空気の温度は入口温度から9~12℃程度上昇することになる。

2. まとめ

BEST の設備計算でこれまで扱っていない圧力計算の検討と実装を開始しており、空調機の構成要素の圧力損失計算および高静圧な送風機の出口空気温度の上昇計算について報告した。前者では空調運転機外静圧の計算方法の改良検討を、後者のケースでは高静圧下で冷却コイル計算を行うことになるため、空気線関数の標準大気圧に固定した計算方法を見直す予定である。

【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」・「企画・開発委員会(村上周三委員長)」およびプログラム開発委員会(石野久彌委員長)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) 大浦理路他：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201)空調機の機器特性、空調調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2017.9.13-15(高知))

表 1.3.1 空調機ファンの運転全静圧の計算方法

空調機ファン運転全静圧： PA_F [Pa] の計算

垂直型の場合 $PA_F = 1.15 \times (PA_{AHU} + PS_{AHU})$

水平型の場合 $PA_F = 1.05 \times (PA_{AHU} + PS_{AHU})$

PA_{AHU} : 空調機運転機外静圧 [Pa]

PS_{AHU} : 運転時の空調機構成要素の圧損の和 [Pa]

表 1.4.1 計算条件

空調機	標準型
ファン	プラグファン 7,000m3/h
	機外静圧 400Pa 全静圧 1,001.9Pa
	最小機外静圧 60Pa
	*全静圧は計算結果の値
内部構成	冷却コイル、加熱コイル、加湿器 中性能フィルタ、不織布フィルタ
	各圧力損失はデフォルト値を使用
	設計コイル面風速 3m/s
風量	0→7,000→0 m3/h へと変化させ与える

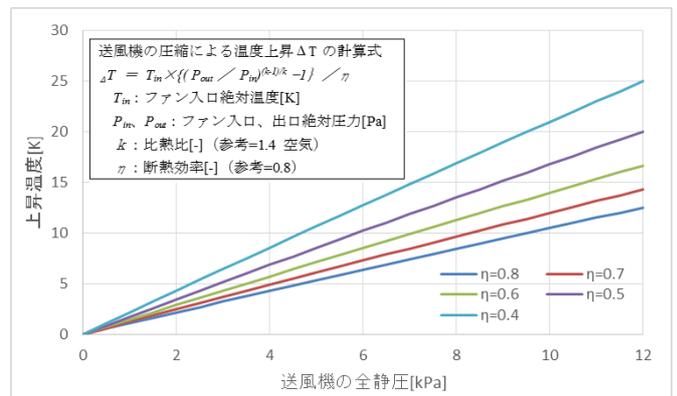


図 1.5.1 送風機の圧縮による温度上昇の計算例

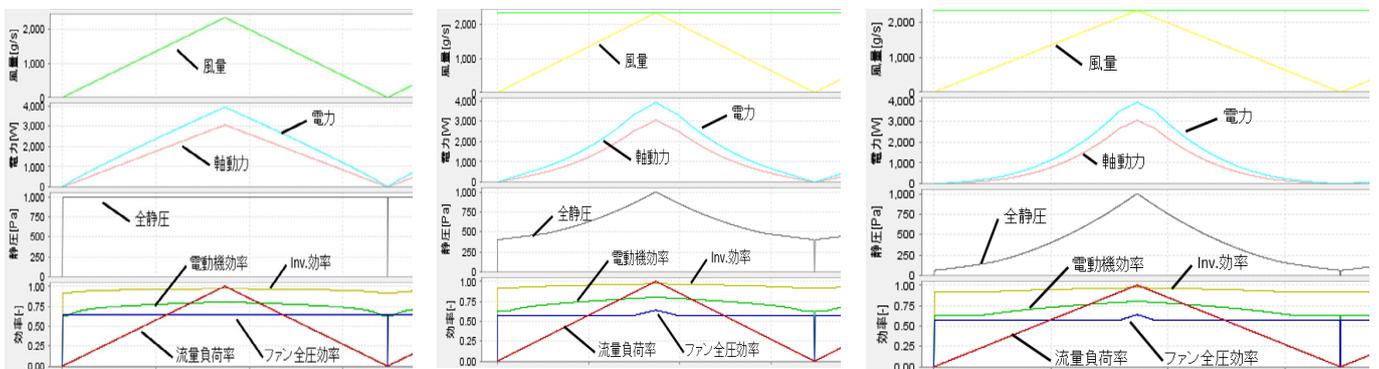


図 1.4.1 計算例 左から a) 吐出圧一定制御(従来計算)・b) 機外吐出圧一定制御(新計算)、c) 末端差圧一定制御(新計算)

*1 日建設計

*2 首都大学東京 名誉教授 工博

*3 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

*1 Nikken Sekkei Ltd.

*2 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.

*3 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.