

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 94 報 静止型全熱交換器ユニットの機器特性

正会員 ○丹羽 勝巳*1 同 品川 浩一*2
正会員 村上 周三*3 同 石野 久彌*4

BEST エネルギーシミュレーション 機器特性

はじめに

BEST 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、2006 年より機器特性 SWG にて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おり¹⁾、その結果を BEST のマニュアルとして公開している²⁾。本報告では新たに検討した、静止型全熱交換器ユニットに関する機器特性について報告する。

1. 全熱交換器の JIS の概要と機器特性

2017 年 12 月に日本工業規格 JIS B 8628 全熱交換器が改正され、同時に JIS B 8639 全熱交換器-風量、有効換気量、熱交換効率の測定方法も制定された。JIS において全熱交換器の構成は、全熱交換器単体と全熱交換・換気ユニット（送風機も同一ケーシング内に組み込んだユニット）の 2 種類に大別されている。実務で用いられる静止型熱交換器については、その大半がユニット化されていることから、BEST では後者の全熱交換器ユニットを対象に機器特性を整理することとした。

2017 年の JIS 規格改正では、主に以下について変更された³⁾。全熱交換器の国際規格 ISO16494:2014 に合わせた試験条件等の厳格化により測定者による誤差が小さくなることが期待されている。

- ① 風量測定時の静圧条件が詳細に規定
従来の JIS 規格では任意であった風量測定試験時の製品周囲風路の静圧条件が規定された。
- ② 熱交換効率測定時の空気条件の許容差を厳格化
測定時の空気条件の許容差は、乾球温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ から $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ に代表されるように、国際規格 (ISO) に合わせて縮小された。
- ③ 有効換気量率の測定方法の変更

旧規格 (JIS B 8628:2003) では製品の内部漏れ（排気から給気へ移行する空気漏れ）だけを考慮していたのに対して、新規格 (JIS B 8628:2017) では内部漏れに加えて外部漏れ（製品の外側から給気への漏れ）も考慮することとなり、空気漏れがより詳細にわかる測定方法に変更され、製品測定値は仕様書表示値以上とすることが求められるようになった。更に、カタログ・仕様書への表示が義務化された。

新 JIS 準拠の製品も 2018 年下期から徐々に販売が開始されている。このような状況を踏まえ、BEST の機器特性は、新 JIS による特性値を用いて定式化する方針とした。

2. 静止型全熱交換器ユニットの特性整理の方針

日本冷凍工業会とも協議の結果、BEST における静止型熱交換器ユニットの補正全熱交換効率は以下の方針により整理を進めることとした。

- ・ メーカー発行の技術資料を活用して特性式を作成する。
- ・ 住宅用 Web プログラム(平成 28 年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価、Ver.02.02～、2017.4)の全熱交換器の特性式⁴⁾を参考としつつ、最近の実機実測により全熱交換器の機器特性算定の確度が高まったことや住宅とビルの空調システムの違いなどを踏まえて、その一部を次のように変更する。
- ・ C_{bal} : 給気と排気の比率による全熱交換効率の補正係数は、固定値ではなく入力値とする。前述の住宅用直交流型熱交換器における温度交換効率の補正係数を、全熱交換器ユニットの全熱交換効率に読み替える。
- ・ C_{leak} : 排気過多時における外皮経由の漏気による(温度)交換効率の補正係数は、考慮しない。
- ・ C_{ent} : 出入口空気状態による全熱交換効率の補正係数は、補正不要のため、 $C_{ent} = 1$ として取り扱う。
- ・ e : 有効換気量率は固定値ではなく、入力値とする。
(旧 JIS では、有効換気量率は定格風量の小形は 85%以上、中形は 90%以上、大形は 85%以上とされていた。)

3. 静止型全熱交換器ユニットの機器特性

静止型全熱交換器の全熱交換効率は、機器自体が持つ交換効率のほかに、種々の要因により効率が変動する。BEST における補正全熱交換効率 η_t' は、式(1)により求められる。

$$\eta_t' = \eta_t \times C_{tol} \times C_{eff} \times C_{bal} \times C_{ent} \times C_{leak} \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、

η_t' : 静止型全熱交換器ユニットの補正全熱交換効率

η_t : 静止型全熱交換器ユニットの全熱交換効率

C_{tol} : カタログ表記誤差による全熱交換効率の補正係数

C_{eff} : 有効換気量率による全熱交換効率の補正係数
 C_{bal} : 給気と排気の比率による全熱交換効率の補正係数
 C_{ent} : 出入口空気状態による全熱交換効率の補正係数 = 1
 C_{leak} : 出入口空気状態による全熱交換効率の補正係数 = 1
すなわち、

$$\eta_t' = \eta_t \times C_{tol} \times C_{eff} \times C_{bal} \quad \dots \text{式(2)}$$

熱交換型換気設備の全熱交換効率： η_t

η_t のデフォルト値は0.5とし、ユーザー入力を求める。ユーザー入力の場合の全熱交換効率 η_t は、JIS B 8628:2017で規定された全熱交換効率とする。冷房条件下の全熱交換効率と暖房条件下の全熱交換効率の平均値を数値で入力する。また、全熱交換効率の値は、100分の1未満の端数を切り下げた小数第二位までの値とする(パーセントを単位とする場合は、小数未満の端数を切り下げた整数の値とする)。

カタログ表記誤差による全熱交換効率の補正係数： C_{tol}

C_{tol} は、表示値誤差(交換効率が表示値の90%以上)を考慮し範囲の中心値0.95とする。

有効換気量率による全熱交換効率の補正係数： C_{eff}

C_{eff} は、式(3)により表される値とする。有効換気量率による全熱交換効率の補正係数 C_{eff} が0未満となる場合は、有効換気量率による全熱交換効率の補正係数 C_{eff} は0に等しいとする。

$$C_{eff} = 1 - (1/e - 1)(1 - \eta_t) / \eta_t \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、 e : 全熱交換器の有効換気量率

η_t : 静止型熱交換器型の全熱交換効率

有効換気量率： e

e は、第一種換気設備において、有効換気量の給気量に対する比率のことである。給気量はJIS B 8639:2017「全熱交換器—風量、有効換気量、及び熱交換効率の測定方法」に基づいて計測されカタログ等に示された値とする。

給気と排気の比率による全熱交換効率の補正係数： C_{bal}

C_{bal} のデフォルト値は0.67とし、ユーザー入力を求める。ユーザー入力の場合の補正係数 C_{bal} は、給気量および排気量から風量比を求め、メーカー提供の効率補正曲線から算出する、もしくは、以下の式⁴⁾で求める。

$$C_{bal} = \eta_{t,d} / \eta_t \quad \dots \text{式(4)}$$

ここで、 $\eta_{t,d}$: 補正設計風量比での全熱交換ユニットの全熱交換効率

η_t : 全熱交換器ユニットの全熱交換効率

$$\eta_{t,d} = 1 - e^{\left[\frac{e^{-(-N_d)^{0.78} \cdot R'_{vnt,d}} - 1}{N_d^{-0.22} \cdot R'_{vnt,d}} \right]}$$

N_d : 設計風量比での伝熱単位数

$R'_{vnt,d}$: 補正設計風量比

■効率補正曲線(エンタルピー・温度交換効率)

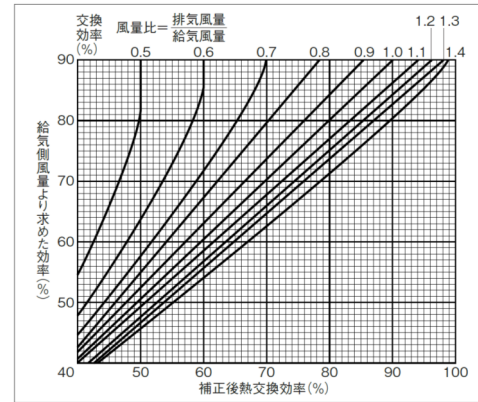


図1 効率補正曲線が示された技術資料の一例⁵⁾

4. 特性式において考慮外とした要因：外気条件の影響

厳寒期など外気条件が潜熱交換効率に与える影響について、特に静止形においては熱交換エレメントの材質によっても変化することが知られている。しかし、各メーカーとも JIS 以外の温湿度条件下の測定例は少なく、特性式作成に十分な実測データが無く、各社共通の代表データを得られなかった。現時点では特性式への反映は困難であると判断し、外気条件の影響は見込まなかった。

まとめ

静止型全熱交換器の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)」・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、関係各位に謝意を表すものである。また、本研究の機器特性を整理するに当たり、特に一般社団法人 日本冷凍空調工業会 全熱交換器委員会には多大なるご助力を賜った。

【参考文献】

- 1) 大浦他, 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, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2017.9
- 2) BEST コンソーシアム: BEST-P 機器特性マニュアル, 2014 年
- 3) 日本冷凍空調工業会パンフレット、全熱交換器の日本工業規格 JIS B 8628 が改正されました, 2017.12
- 4) 建築研究所 HP: 平成 28 年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報(住宅)、2. エネルギー消費性能の算定方法 2.1 算定方法 第三章 暖冷房負荷と外皮性能 第一節 全般, 2020.04.01 更新
- 5) 三菱電機: 三菱ロスナイ技術資料, 2020.3

* 1 日建設計
* 2 日本設計
* 3 建築環境・省エネルギー機構理事長 工博
* 4 東京都立大学名誉教授 工博

* 1 NIKKEN SEKKEI, Ltd
* 2 NIHON SEKKEI, Inc.
* 3 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr. Eng.
* 4 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.