全熱交換器の計算法

佐藤エネルギーリサーチ（株）

# はじめに

全熱交換器が導入された時の室温、熱負荷計算の方法について検討する。

# 計算法

## 熱交換効率の定義

熱交換効率は、式( 1 )で定義される。それぞれ、状態値に温度を用いたものが温度交換効率、絶対湿度を用いたものが湿度交換効率、エンタルピーを用いたものがエンタルピー交換効率と呼ばれる。カタログ等に記載されているのは、温度交換効率とエンタルピー交換効率である。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( 1 ) |
| ここで、 | ： | 熱交換効率[－]（温度交換効率、湿度交換効率、エンタルピー交換効率） | |
|  | ： | 外気の状態値（温度[℃]、絶対湿度[ｋｇ・ｋｇ（DA)]、エンタルピー[J/kg]） | |
|  | ： | 給気の状態値（温度[℃]、絶対湿度[ｋｇ・ｋｇ（DA)]、エンタルピー[J/kg]） | |
|  | ： | 還気の状態値（温度[℃]、絶対湿度[ｋｇ・ｋｇ（DA)]、エンタルピー[J/kg]） | |

## 交換熱量の計算法

### 顕熱交換熱量

顕熱交換熱量は、OA側、EA側の出入り口温度差と流量から求める場合の他に温度交換効率とOA、RAの温度差から求められ、式( 2 )で表される。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( 2 ) |
| ここで、 | ： | 顕熱交換熱量[W] | |
|  | ： | 空気の比熱[J/(kg･K)] | |
|  | ： | 空気の密度[kg/m3] | |
|  | ： | 外気風量[m3/s] | |
|  | ： | 外気温度[℃] | |
|  | ： | 給気温度[℃] | |
|  | ： | 排気風量[m3/s] | |
|  | ： | 排気温度[℃] | |
|  | ： | 還気温度[℃] | |
|  | ： | 温度交換効率[－] | |

式( 2 )の右辺第１式、第３式から全熱交換器の給気温度は式( 3 )より求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | ( 3 ) |

### 全熱交換熱量

全熱交換熱量は、風量とエンタルピー差から式( 4 )より求められる。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( 4 ) |
| ここで、 | ： | 全熱交換熱量[W] | |
|  | ： | 空気の密度[kg/m3] | |
|  | ： | 外気風量[m3/s] | |
|  | ： | 外気エンタルピー[J/kg] | |
|  | ： | 給気エンタルピー[J/kg] | |
|  | ： | 排気風量[m3/s] | |
|  | ： | 排気エンタルピー[J/kg] | |
|  | ： | 還気エンタルピー[J/kg] | |
|  | ： | エンタルピー交換効率[－] | |

同様に、右辺第１式、第３式から全熱交換器の給気エンタルピーは式( 5 )となる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | ( 5 ) |

エンタルピーは、温度と絶対湿度から式( 6 )で求められる。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( 6 ) |
| ここで、 | ： | エンタルピー[J/kg] | |
|  | ： | 空気の比熱[J/(kg･K)]（=1,005） | |
|  | ： | 温度[℃] | |
|  | ： | 水蒸気の定圧比熱[J/(kg･K)]（=1,846） | |
|  | ： | 0℃の水の蒸発潜熱[J/kg]（=2,501,000） | |
|  | ： | 絶対湿度[ｋｇ・ｋｇ（DA)] | |

式( 3 )、( 6 )を式( 5 )に代入して整理すると、全熱交換器の給気絶対湿度は式( 7 )となる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | ( 7 ) |

## 室熱収支

室空気の熱収支式は、式( 8 )で表される。右辺第2項が取入れ外気による熱取得である。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( ) |
| ここで、 | ： | 室の空気の熱容量[J/K] | |
|  | ： | ステップにおける室の室温[℃] | |
|  | ： | 時刻[s] | |
|  | ： | 部位の面積[m2] | |
|  | ： | 部位の対流熱伝達率[W/(m2･K)] | |
|  | ： | ステップにおける部位の表面温度[℃] | |
|  | ： | 空気の比熱[J/(kg･K)] | |
|  | ： | 空気の密度[kg/m3] | |
|  | ： | 室の外気取入れ量[m3/s] | |
|  | ： | ステップにおける室の取入れ外気の温度[℃] | |
|  | ： | ステップにおける室から室への室間換気量[m3/s] | |
|  | ： | ステップにおける室の内部発熱[W] | |
|  | ： | ステップにおける室の対流空調負荷[W] | |
|  | ： | 室の放射空調対流成分[W] | |
|  | ： | ステップにおける室の放射空調負荷[W] | |
|  | ： | 室の備品と空気間の熱コンダクタンス[W/K] | |
|  | ： | ステップにおける室の備品の温度[℃] | |

全熱交換器を介しての取入れ外気の温度は、式( 3 )で表されることから、式( 3 )を式( 8 )に代入すると式( 9 )が得られる。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( ) |
| ここで、 | ： | 全熱交換器の温度交換効率[－] | |
|  | ： | ステップにおける全熱交換器のレタン設置室温度[℃] | |

式( 9 )の左辺微分項を後退差分で表し整理すると、式( 10 )が得られる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | ( ) |

## 室水分収支

室の水分収支式は、式( 11 )で表される。右辺第1項が取入れ外気による水分取得である。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( ) |
| ここで、 | ： | ステップにおける室の絶対湿度[kg/kg(DA)] | |
|  | ： | ステップにおける室の取入れ外気の絶対湿度[kg/kg(DA)] | |
|  | ： | ステップにおける室の水蒸気発生量[kg/s] | |
|  | ： | ステップにおける室の潜熱負荷[kg/s] | |
|  | ： | 室の備品と空気間の湿気コンダクタンス[kg/(s･kg/kg(DA))] | |
|  | ： | ステップにおける室の備品の絶対湿度[kg/kg(DA)] | |

全熱交換器を介しての取入れ外気の絶対湿度は、式( 7 )となることから式( 7 )を式( 11 )に代入すると式( 12 )が得られる。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( ) |
| ここで、 | ： | 全熱交換器のエンタルピー交換効率[－] | |
|  | ： | ステップにおける外気温度[℃] | |
|  | ： | 水蒸気の定圧比熱[J/(kg･K)]（=1,846） | |
|  | ： | 水の蒸発潜熱[J/kg] | |
|  | ： | ステップにおける外気絶対湿度[kg/kg(DA)] | |
|  | ： | ステップにおける全熱交換器のレタン設置室絶対湿度[kg/kg(DA)] | |

式( 12 )の左辺微分項を後退差分で表し整理すると式( 13 )が得られる。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | ( ) |
| ここで、 | ： | 全熱交換器のエンタルピー交換効率[－] | |
|  | ： | ステップにおける外気温度[℃] | |
|  | ： | 水蒸気の定圧比熱[J/(kg･K)]（=1,846） | |
|  | ： | 水の蒸発潜熱[J/kg] | |
|  | ： | ステップにおける外気絶対湿度[kg/kg(DA)] | |
|  | ： | ステップにおける全熱交換器のレタン設置室絶対湿度[kg/kg(DA)] | |

# 課題

## 全熱交換器の交換効率の入力値

テーブル

自動的に生成された説明

## 交換効率の補正

内外の温湿度条件による交換効率の補正はどうするか。

コンピューターのスクリーンショット

中程度の精度で自動的に生成された説明

現行省エネ基準で扱っている各種補正係数はどうするか。

グラフィカル ユーザー インターフェイス, テキスト, アプリケーション, メール

自動的に生成された説明