

脱炭素を目指したイノベーション施設

第9報 エコ加湿を用いた潜熱変風量システムの概要

服部 美紀*¹
坂本 裕*¹
三浦 愛子*¹

三上 秀人*¹
佐原 亮*¹

はじめに

本施設では、脱炭素目標を実現するための省エネルギー技術として、「潜熱変風量システム」を導入した。当プロジェクトで導入した潜熱変風量システムは、CO₂濃度とともに、室内露点温度により潜熱処理に必要な換気量を最適化し省エネルギー化を実現する。このシステムを確立させるためには、給気露点温度を一定にすることが必要であるが、本システムでは水加湿方式でありながら、給気露点温度の比例制御を可能とし、かつ省給水で省エネルギーな加湿システムを考案した。¹⁾

本報では、開発加湿システムの概要とともに、導入前に実験装置で実施した給気露点温度と給水量の削減量の評価結果を報告する。

1. システム概要

1.1 外調機

本加湿システムを導入した外調機の構成を図-1に示す。この外調機は、除湿は常温再生デシカント、加湿は気化式加湿方式で行い給気風量は最大4,860 m³/hである。

1.2 従来の気化式加湿

従来の気化式加湿方式は、水を気液接触材（以下、加湿メディア）に滴下し、空気との気液接触により加湿を行う。従来の気化式加湿器は加湿制御性（応答性）が悪い。そのため、湿度制御はON-OFF制御が採用されている。また、加湿給水時には、給気温度は大きな影響を受け、変風量制御や温水流量制御などの省エネルギー制御に悪影響を及ぼす。

更に、設計上の最大加湿量で選定した加湿メディアと給水量とするため、必要加湿量によらず最大給水量となる。

1.3 開発加湿システム概要

このような課題がある滴下気化式加湿方式で給気露点温度の一定制御および必要最小限の給水量での運転を可能とする加湿システムを開発した。

開発システムの概要図を図-2に示す。当システムでは、当社が開発した高飽和効率かつ低圧損の特長をもつ加湿メディアにバイパス経路を設置することで給気露点温度による高精度な比例制御を可能とした。加湿器系統の風量を少なくすることで空気搬送動力を低減することができる。給水量は、加湿メディアに取り付けた乾湿センサーと電動比例弁により制御される。乾湿センサーは、土壌の含水率測定に一般に用いられるもので、必要加湿量に相応する給水量に制御する。

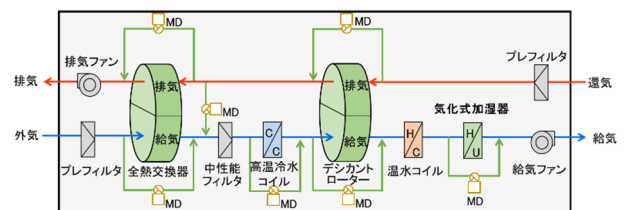


図-1 開発したシステムを導入した外調機

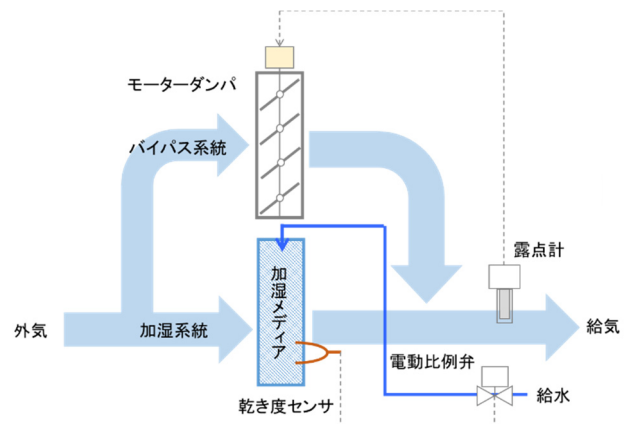


図-2 開発したシステムの概要図

*¹ 新菱冷熱工業株式会社

2. 開発加湿システムの制御性評価

本施設に導入する加湿システムは、バイパスモーターダンパーで露点温度の比例制御を行う。本施設への導入の前に、実験装置で給気露点温度の制御性と給水量の削減効果を評価した。

2.1 実験装置

実験装置のフロー図を図-3に示す。気化式加湿器系統とは別にモーターダンパーを設置したバイパス系統を設けた。気化式加湿器の入口空気の状態は、温度 27 °C、露点温度は成り行きとした。気化式加湿器の出口露点温度が設定露点温度となるようにバイパス系統のモーターダンパーの開度を PID 制御した。(以下、バイパス制御) 加湿メディアの大きさは 330 mm×330 mm で、加湿メディア下部に乾湿センサー (EC-5 METER 社製) を設置し、必要最小限の給水量に制御する。本実験では加湿メディアに定格給水量 0.81 L/min を滴下したときの乾き度を 0 % とした。加湿メディアに給水がされないときの乾き度を 100 % とした。なお、指示調節計により加湿メディアの乾き度の設定値を変更することができる。

2.2 実験結果および考察

(1) 乾き度の設定値の選定

加湿メディアの乾き度による給水量と飽和効率の変化から乾き度の設定値を決定した。加湿メディアの乾き度の設定値を 0 % から 10 % に変更した時の給水量の経時変化を図-4に示す。乾き度による給水量の変化を比較するために、バイパス系統の MD は全閉にし、風量 810 m³/h (加湿メディア面速 2.5 m/s) で実験を行った。給水量は 0.14 L/min まで低下し、定格給水量に対し 83 % 削減され、飽和効率は 85 % から 80 % に低下した。乾き度の設定値を上げると給水量は削減できる一方、飽和効率は低下するため、この乾き度は適切な値に設定する必要があるが、以降の実験では最大飽和効率を 80 % として乾き度の設定値を 10 % とした。

(2) 給気露点温度と給水量の制御性

バイパス制御における給気露点温度の経時変化を図-5に示す。風量を 1,000 m³/h とし、バイパス制御を行うと、設定露点温度 15 °CDP に対して、出口露点温度は設定値 ±0.14 °CDP (3σ) であった。給水量はバイパス制御状態によらず常に 0.14 L/min 付近で、給水量を削減しつつバイパス制御により給気露点温度を一定制御できることを確認した。また、給気風量を 1,700 m³/h から 1,000 m³/h に変化した時の給気露点温度の変化を図-6に示す。給気露点温度の設定値は、設定露点温度 16 °CDP に対して、出口露点温度は設定値 ±0.055 °CDP (3σ) であり、変風量などの外乱が生じてバイパス制御により給気露点温

度を一定に維持できる。

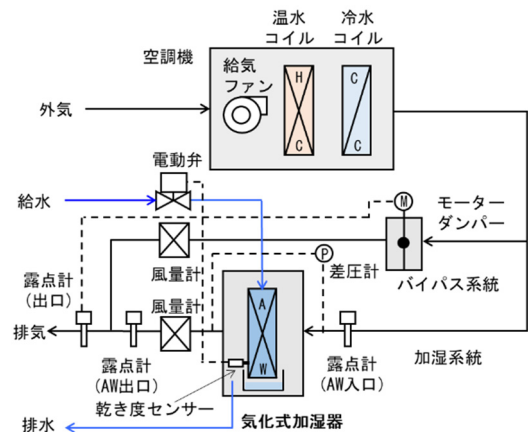


図-3 実験装置

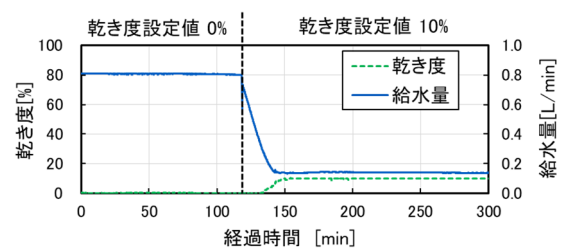


図-4 乾き度による給水量比較

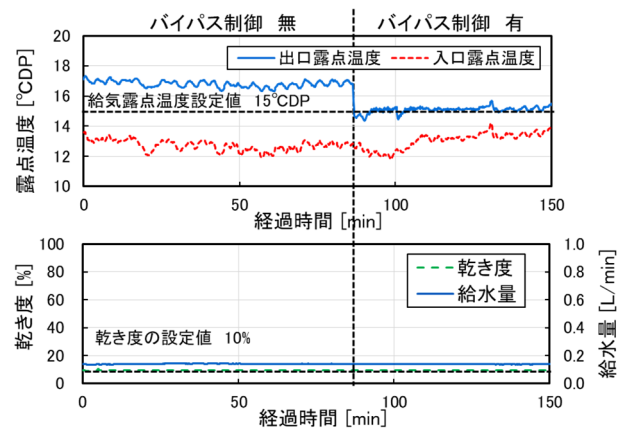


図-5 バイパス制御による給気露点温度

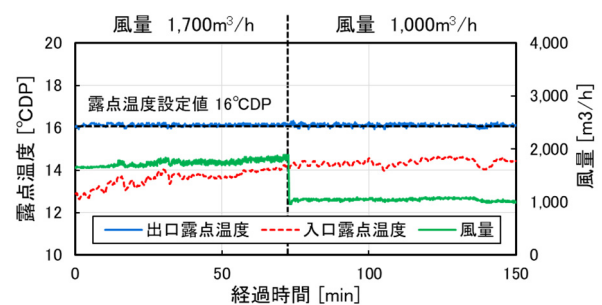


図-6 変風量時の給気露点温度の比較

おわりに

本開発加湿システムは、従来の水加湿方式では不可能であった給気露点温度の一定制御を可能とするとともに、給水量の大幅な削減が可能であり、実験結果からも高い制御性と有用性を確認した。

今後は本施設に本システムを導入し、給気露点温度と給水量の制御性と潜熱変風量システムの省エネルギーの効果について検証していく。

参考文献

- 1) 服部 他. (2023). 脱炭素を目指したイノベーション施設の計画と検証 (第6報) 省エネルギー・省給水気化式加湿システムの開発 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集.