

熱交換器型デシカントユニットを用いた調湿システムの高性能化

~Development of High Performance Dehumidification System with Heat Exchanger Type Desiccant Unit~

Outline

- 近年、民生分野における快適性の向上や産業分野における品質管理の一層の向上のため、環境調和型の**高度湿度調節(調湿)技術**の確立が求められている
- このような中、吸着材が持つ水蒸気の吸・脱着能力を利用して空気加湿・除湿を行う**デシカント調湿システム**が注目されている
- 本システムは従来からの電力駆動に替わり**100°C以下の低温熱を駆動源**にできることから、エネルギーの有効利用技術としても期待されている
- フォーラムでは、既に実用化に至っているハニカムローター式に替わり、**熱交換器を吸着器(デシカントユニット)として利用**することにより、熱のハンドリング性を向上させた新規の調湿システムを紹介する。

Introduction

空調システムを取り巻く環境(家庭部門)

- 快適性の追求 ⇒ エアコンの普及
普及率: 2.0% (1965年) ⇒ 88.8% (2002年)
冷房用エネルギー量: 93 MJ/世帯(1965年) ⇒ 1,123 MJ/世帯(2006年)
エネルギー消費量の増大
- 改正建築基準法の施行(平成15年7月~)
すべての居室に24時間(常時)換気可能な換気設備の設置義務化
0.5回/時の24時間換気システム
空調負荷の増大

空調システムの高性能化・省エネルギー化

機械圧縮式空調システム(エアコン)の問題点

- 温度調整(顕熱処理)には優れたものの除湿・加湿機能(潜熱処理)を持たない
⇒ **再熱除湿方式**の採用
- 冷房運転時のCOP: **約6** (一次エネルギー基準: 約2.4)
- 再熱除湿時のCOP: **1.0~1.5** (一次エネルギー基準: 0.4~0.6)

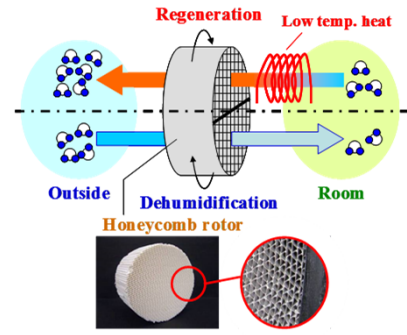
顕熱・潜熱分離型空調システム = エアコン・デシカント調湿システム

Desiccant Dehumidification System

シリカゲル、ゼオライトなどの吸着材(Desiccant)による水の吸・脱着作用を利用して除湿するシステム

- 特長:**
- ◎ 100°C以下の低温熱エネルギーによる稼働が可能
 - ◎ 換気型除湿システム ⇒ 改正建築基準法に対応
 - 吸・脱着の可逆性に優れ、副反応も生じない

既存システム

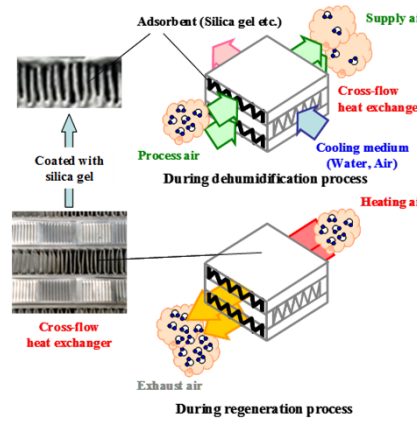


吸着材を塗布したハニカムローターが回転し、除湿と再生を繰り返すことにより、連続的な除湿が可能

- ◎ 装置構成が簡単
- △ 除湿時に発生する吸着熱の積極的な除去が構造上不可能
- △ 再生から除湿への移行時にローター顕熱が吸着ゾーンに移動
⇒ **ローター温度が上昇し吸着材の利用効率が低下**

Fig. Schematic diagram of a conventional system

新規システム



- ・ガス-ガス熱交換で用いる金属製積層型直交式熱交換器を採用
- ・フィン表面に吸着材を塗布した吸着材塗布層
吸着材未塗布の冷却用の熱交換媒体流通層) 交互配置

吸着熱の積極除去
吸着材の利用効率向上

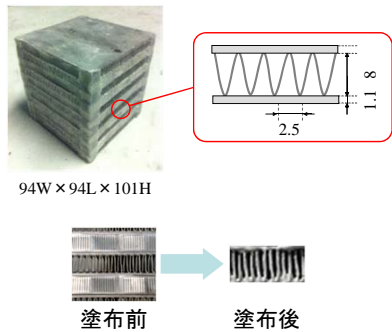
- 冷却用熱交換媒体による積極的熱除去に伴う除湿性能の向上・処理空気温度の上昇抑制
- 金属製熱交換器の利用による高い熱交換効率
- ▲ 連続除湿には吸着器が2器必要(バッチ操作のため)

Fig. Schematic diagram of the proposed system

Experimental apparatus & procedure & Results

Preparation of desiccant unit (Heat exchanger coated with silica gel)

- 吸着材: シリカゲル RD Type (富士シリシア化学株式会社製, <7 μm)
- 熱交換器:



- ヘキサゴンにより熱交換器を脱脂処理
- 吸着材: バインダー: 水=7:2.05:10.5 (重量比)のスラリー中に熱交換器を浸漬
- 熱交換器を引き上げ、自然乾燥

Table Properties of silica gel coated on heat exchanger

Weight of silica gel coated [g]	Weight of silica gel per surface area [g/m ²]
34	65

Experimental results

~ Effect of cooling air on initial dehumidification rate ~

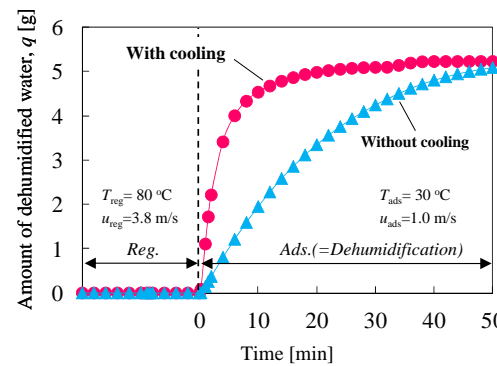


Fig. Time-change in amount of dehumidified water with/without air cooling

$$q = \int_0^\theta \dot{m}(AH_m - AH_{out})d\theta$$

[\dot{m} : Mass flow rate of process air [kg-DA/s]]

- 冷却空気の導入により
- ・処理空気の温度低下が速やかに進行
 - ・**除湿速度が大幅に増大**
8 min (除湿初期)では**除湿量が2.2倍に向上**
- 本システムはバッチ操作になるため、短時間での除湿・再生の切替が性能向上に向けて不可欠

~ Effect of cooling air velocity on dehumidification ratio ~

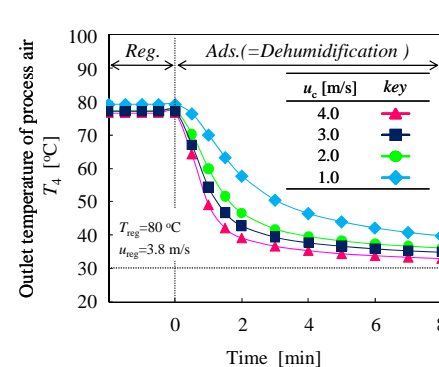


Fig. Time-change in outlet temperature of process air under various air cooling velocity conditions

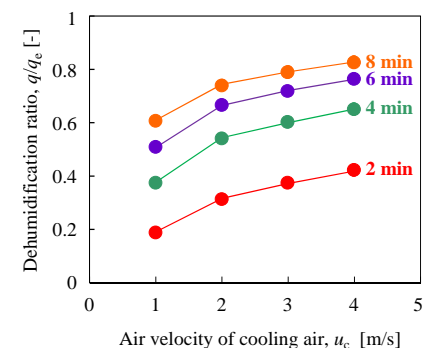


Fig. Relationship between adsorption ratio and air velocity of cooling air

- 冷却空気流速の増大に伴い
- ・処理空気の温度低下が速やかに進行
 - ・各時間において**除湿率が増加**

q_c : Amount of dehumidified water in an equilibrium state on the basis of experimental results

Experimental apparatus & procedure

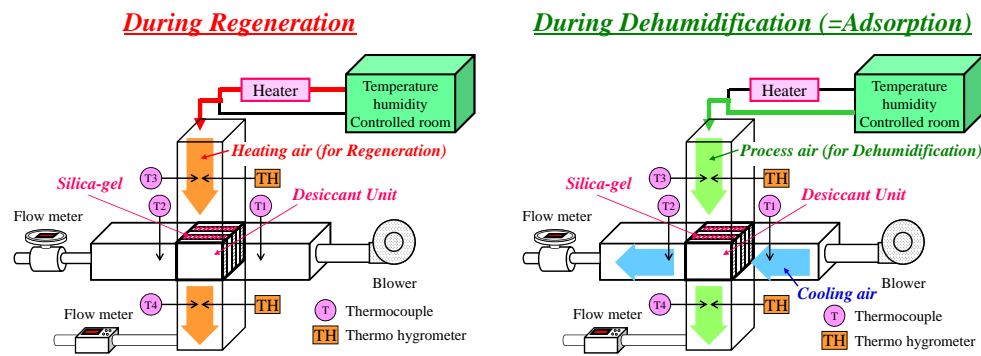


Table Experimental conditions

	Regeneration		Dehumidification
	Heating air	Process air	Cooling air
Temperature, T [°C]	80-100	30	30
Air velocity, u [m/s]	3.8	1.0	0, 1.0-4.0
Humidity, AH [g/kg-DA], RH [%]	-	16 (60)	-

Subscripts
ads adsorption
c cooling
reg regeneration
in inlet
out outlet

Contact

名古屋大学 大学院工学研究科 化学システム工学専攻 先進化学工学システム講座 化学エネルギーシステム工学

窪田 光宏 (KUBOTA Mitsuhiro)

E-mail: kubota.mitsuhiro@material.nagoya-u.ac.jp