

# デシカントローター内部の温湿度挙動可視化に関する研究

1915045 内藤 魁人

指導教員：鍋島 佑基

デシカント空調      吸着材                      小型センサー  
温湿度分布              計測

## 1. はじめに

デシカント空調では吸着材ローターを用いて潜熱処理を行う。吸着材には様々な種類が存在し、それぞれ固有の吸着特性を有している。既往の研究では、除湿性能向上を目的とした種々の吸着材ローターの除湿性能評価が行われている。しかし、吸着材ローター内部の温湿度変化の可視化は高精度センサーを吸着材内部に設置することが困難であるため、主に数値計算による吸着材内部の吸脱着挙動予測が行われている。そこで、本研究では小型無線センサーを使用することで回転する種々の吸着材ローター内部の温湿度分布を可視化する。複数の材料を対象に実測を行うことで、材料ごとの内部変化を比較し、最適な運用条件を明らかにすることを目的とする。

## 2. ローター内部の可視化実験

複数の小型無線センサーを吸着材ローター内部に埋設し、通風時の吸着材内部の温湿度変化を測定する。使用したセンサーの写真を Fig.1 に示す。また、使用したローターの概要を Table.1 に示す。実験では珪藻土とシリカゲル A 型の 2 種類のローターを使用した。実験装置構成を Fig.2 に示す。図中の Z はセンサー設置位置であり、吸着材の厚さ方向に等間隔に設置した。除湿量、再生量は OA（外気）、RA（還気）、SA（給気）、EA（排気）の空気出入り口部分にそれぞれ設置した高精度センサーの測定結果を用いて評価した。また、ローター通過直後の空気の温湿度を測定するため SA、EA 側のローター表面上部または下部にも回転角をずらしながら複数の小型無線センサーを設置した。実験条件を Table.2 に示す。送風する空気の温湿度は吸着側 OA の相対湿度を 85% で統一し、再生側 RA の温度は 38,45,55°C の 3 パターンとした。Case1 では OA と RA の絶対湿度を 14g/kg' で一致させ、Case2 では OA と RA の絶対湿度に差を与えた。ローターの回転数は 7-30rph(8.5 - 2min/回)に変化させた。

## 3. 応答遅れ補正

内部に設置する小型無線センサーには応答遅れが生じる。よって補正式 Ep.1 を用いて補正を行う。本研究では、実測データそれぞれに適した応答補正式を作成する。そして、全てのデータを同様の手法で補正し分析を行う。

Table.1 ローター概要

直径	350mmφ
厚さ	200mm
ローター	珪藻土 シリカゲルA型

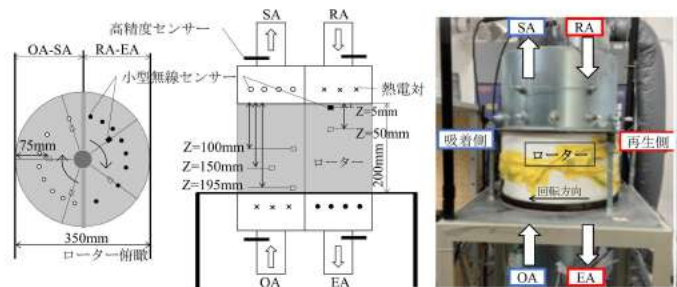


Fig.2 実験装置構成(ローター:珪藻土)

Table.2 実験条件

Case	OA条件	RA条件	回転数
1	22°C	38,45,55°C	7,10,15,30rph
	85%	-	
	14g/kg'	14g/kg'	
2	28°C	38,45,55°C	7,10,15,30rph
	85%	-	
	20g/kg'	12g/kg'	

$$h(t) = \frac{f(t) - H(t)}{F_0} = \sum_{m=1}^k B_m e^{-\beta_m t} \dots (1)$$

$h(t)$ : 温湿度変化量1に対するt時の温湿度とセンサー測定値の差  
 $H(t)$ : t時のセンサー測定値  $f(t)$ : t時の実際の温湿度  
 $F_0$ : 0時の温湿度変化量

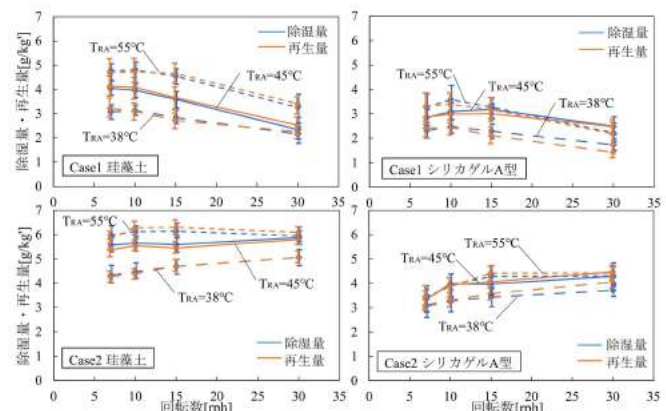


Fig.3 高精度センサーによる除湿量・再生量

#### 4. ローター内部の温湿度分布, 除湿再生分布

高精度センサーによる各条件の除湿量, 再生量を Fig.3 に示す. Case1 では回転数が上昇するにつれて, 除湿量, 再生量は減少することが分かる. 一方で Case2 では回転数が上昇すると同時に除湿量・再生量が増加する傾向にある. ほぼどの条件においてもシリカゲル A 型よりも珪藻土のほうが除湿量, 再生量が高くなった.

Case1( $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  7rph)におけるローター内部の温湿度分布を Fig.4 に示す. 珪藻土の絶対湿度で吸着側では $Z=50\text{mm}$  の内部センサーが SA 側表面近くの $Z=5\text{mm}$  と近い値を示した. よって,  $Z=50\text{mm}$  の時点ですでに吸着の限界に達することが分かる. また, 絶対湿度において珪藻土の再生側では $Z=195\text{mm}$  の値がおおよそ回転角 0.6 でピークを迎え後半までピークが持続するが, シリカゲル A 型では $Z=191\text{mm}$  の値が回転角 0.65 でピークを迎えその後減少することが分かる. 次に Case2( $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  7rph)における温湿度分布を Fig.5 に示す. Case1 と同様に珪藻土の絶対湿度において吸着側で  $Z=50\text{mm}$  以降吸着が行われていないことが分かる. また, 絶対湿度の再生側においても Case1 と同様, 珪藻土は回転角の後半までピークが持続するがシリカゲル A 型は回転角の初期にピークを迎え減少する.

内部センサーによる除湿量・再生量分布を Fig.6 に示す. Case1  $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  の 7rph ではシリカゲルでは除湿量, 再生量共に吸脱着切り替わり後おおよそ回転角 0.15 で急激に減少し始めるが, 珪藻土は回転角の後半まで除湿量・再生量が維持されている. Case1  $T_{RA}=38^{\circ}\text{C}$  では  $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  と比較し珪藻土, シリカゲルともに除湿量, 再生量のピークが低く, ピーク後は緩やかに減少, もしくは一定の値で推移している. Case2  $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  では 7rph の再生側でシリカゲル A 型はおおよそ回転角 0.65 で再生量がピークを迎えその後減少するのに対し, 珪藻土では回転角 0.85 までピークが持続しその後減少している. Case2  $T_{RA}=38^{\circ}\text{C}$  では珪藻土, シリカゲル A 型ともに除湿量・再生量のピークは吸脱着切り替わり直後であり, その後減少していくことが分かる.

#### 5. おわりに

小型無線センサーを使用し, 吸着材ローター内部の温湿度分布を可視化した. 行った条件下では珪藻土の方がシリカゲル A 型より高い除湿量, 再生量となった. 珪藻土の吸着側において  $Z=50\text{mm}$  以降で吸着が行われなくなる傾向がみられた. Case1, Case2 とともに  $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  7rph の条件において再生側でシリカゲル A 型はおおよそ回転角 0.65 で脱着のピークに達しその後再生量が減少するのに対し, 珪藻土はおおよそ回転角 0.85 までピークが持続し, その後減少することが分かった. よって, 本研究の条件における再生温度  $55^{\circ}\text{C}$  では, 珪藻土は 7rph よりもやや早いおおよそ 10rph で運用するのが適していると考えられる.

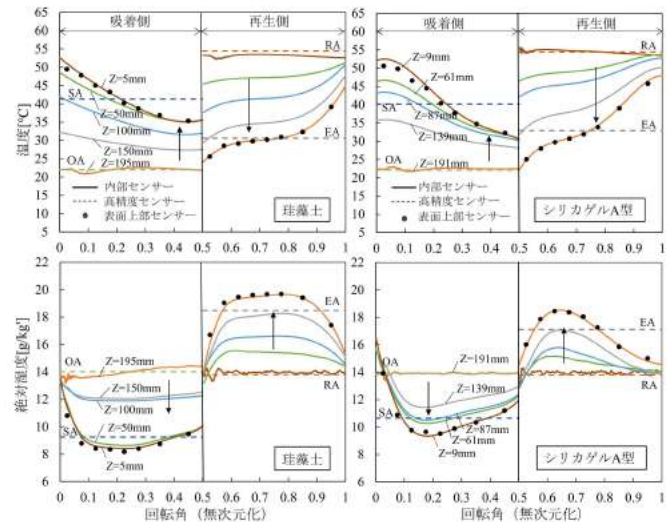


Fig.4 ローター内部の温湿度分布 Case1  
( $x_{OA}=14\text{g/kg}$ ,  $x_{RA}=14\text{g/kg}$ ,  $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  7rph)

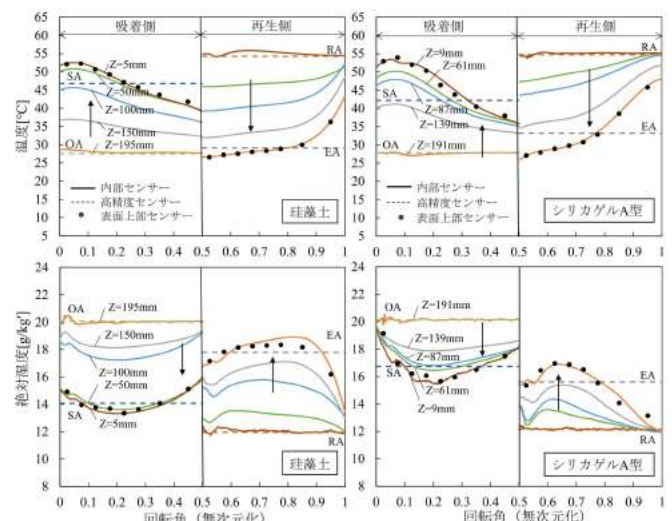


Fig.5 ローター内部の温湿度分布 Case2  
( $x_{OA}=20\text{g/kg}$ ,  $x_{RA}=12\text{g/kg}$ ,  $T_{RA}=55^{\circ}\text{C}$  7rph)

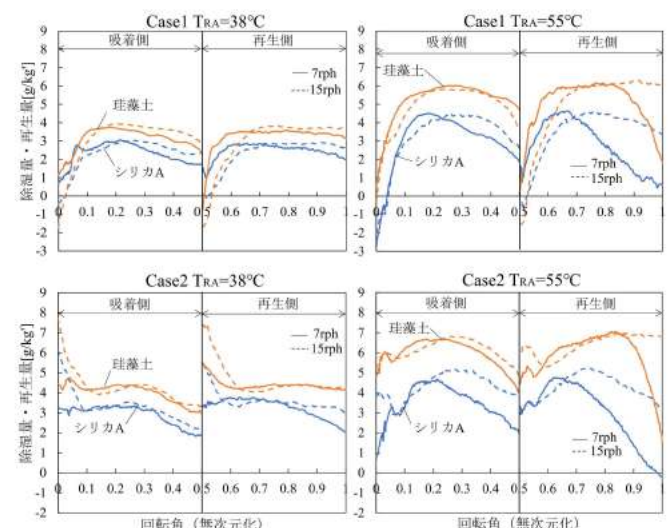


Fig.6 内部センサーによる除湿量・再生量分布