

4503 各種デシカント材とデシカントロータの性能

Relations between various desiccant materials and performances of desiccant rotors using the materials.

○岡野浩志、金 偉力 (㈱西部技研) 広瀬 勉 (吸着の研究舎)

Hiroshi OKANO, Seibu Giken Co., LTD. 3108-3, Aoyagi, Koga-City, Fukuoka

Wei-Li JIN, Seibu Giken Co., LTD

Tsutomu HIROSE, Advanced Adsorption Technology

Experimental research about highly-efficient-izing of a desiccant rotor used for a desiccant air-conditioner (Dehumidification) which attracts attention as exhaust heat use apparatus of cogeneration. A moisture absorption characteristic of various desiccant materials were compared with the dehumidification performance for the desiccant rotor using the desiccant material, and the characteristic required for highly-efficient-izing is explored.

Key Words: Desiccant air-conditioner. Honeycomb rotor. Adsorption. Dehumidifiers

1. はじめに

デシカント空調システムは太陽熱や各種排熱をエネルギー源として冷房するシステムで、ハニカム除湿ロータ(以後デシカントロータ)と顕熱交換器、再生ヒータ及び水の潜熱を利用した気化冷却器等で構成されている。システムの高性能化を考える場合、デシカントロータとしては、60~80℃の低い再生温度条件で、高い除湿能力を発揮することが要求される。低い温度で再生しやすいということは重要な特性ではあるが、その反面除湿時の吸着熱による被除湿空気の温度上昇によって吸着能力が低下しやすいこともあり必ずしも性能向上には結びつかないと考えられる。どのような吸着特性がデシカントロータとして適しているか探るため、特性の異なった吸着材を使用してロータを試作試験し、比較評価した。

2. 各種デシカントロータの仕様

特性の異なる各種吸着材で試作した試験用ロータの仕様をTable.1に示す。吸着材別に大きく分けてメタルシリケートロータ(以後MSRと呼ぶ)と、ゼオライトロータ(以後SZRと呼ぶ)及びイオン交換樹脂を使用したロータ[以後IERRと呼ぶ]がある。

MSRは、ハニカム内合成法による、金属イオンを含有した高性能シリカゲル=メタルシリケート製のロータである。

SZR-A、SZR-B共に、100℃前後の比較的低温で再生出来るように改質された特殊な低温再生型合成ゼオライトを用いて、含浸担持法により試作した。IERRは微粉碎したイオン交換樹脂を用いて、含浸担持法により試作した。

ハニカムの形状、サイズ、基材ともMSR-Lを除いてすべて同じである。MSR-Lはデシカント空調用に低コスト、低圧力損失(圧力損失が高くなると送風動力及び送風機騒音が増加するため一般空調用としては重要)を目的として専用開発したロータで、ハニカム形状、サイズ、基材とも他のロータと異なっている。

各種デシカントロータ(基材、バインダを含むエレメント部分)の水蒸気平衡吸着量をFig.1に示す。相対湿度20~40%RHの中間領域ではMSR-Uの吸着量が最も多いが、相対湿度15%RH以下の低湿度域ではSZR-Bの吸着量が多い傾向である。相対湿度75%以上ではIERRの吸着量が最も多い。

Table 1 Specifications of honeycomb rotor adsorption dehumidifiers manufactured using various adsorbents with different characteristics

	MSR-U	MSR-L	SZR-A	SZR-B	IERR
Honeycomb matrix	Ceramic fiber paper	Glass fiber paper	Ceramic fiber paper		
Honeycomb size	AS-31	AS-42	AS-31		
Channel pitch [mm]	3.4	4.2	3.4	3.4	3.4
Channel high. [mm]	1.8	2.3	1.8	1.85	1.8
Cell numbers	211	134	211	205	211
Adsorbent type	Metal silicate		Zeolite A	Zeolite B	Ion. Ex. Resin
Carried Methods	Carrying by Synthesis reaction		Carrying by impregnating		
Bulk density of rotor [kg/m ³]	208	137	239	239	221
Adsorbent content [w t %]	44.5	50.0	39.1	37.1	48.1
Adsorbent content on volume [kg/m ³]	92	69	94	89	106
Rotation speed of rotor [rph] (at 2m/s)	20	30	25	24	25.7
Pressure loss [Pa] (at 2m/s)	156	113	151	182	175

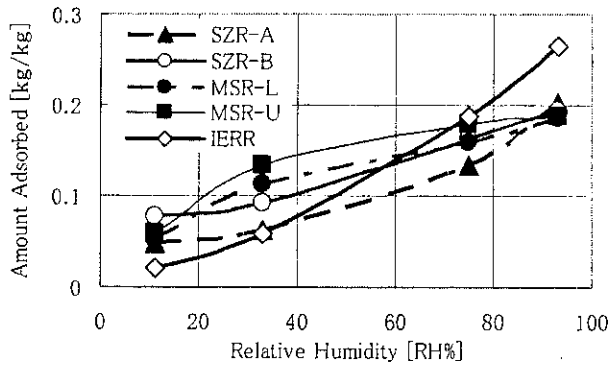


Fig. 1 Relation between the relative humidity and amount adsorbed for various honeycomb rotor adsorption dehumidifiers

3、除湿性能試験結果

ロータ有効径 $\phi 300$ mmの除湿性能試験装置で試験を行った。

Fig. 2に各種デシカントロータの除湿性能 ΔX を比較した。入口空気 $XP1=7$ [g/kg (DA)]以下の低湿度側では、IERRを除いて除湿量的には各種吸着剤による差異はそれほどないが $XP1=10$ [g/kg (DA)]以上になると各種吸着剤による除湿性能の差が出てくる。

Fig. 3において除湿出口空気温度 $TP2$ [°C]の比較を行った。デシカント空調用途では、除湿出口空気温度は低いほうが望ましい。

4、除湿量あたりのエンタルピー上昇量

デシカントロータの性能は除湿量が多く出口温度上昇の少ない方が良いと判断できるが、除湿量が多くなれば出口温度は高くなり、逆に除湿量が少なくなれば出口空気温度は低くなる傾向があり簡単には比較できないため、除湿量当りの処理空気のエンタルピー上昇量 $\Delta I/\Delta X$ [kJ/(g/kg (DA))]を計算比較した結果をFig. 4に示す。エンタルピー上昇量は(1)式によって計算した。

$$\Delta I/\Delta X = (IP2 - IP1) / (XP1 - XP2) \quad [kJ/(g/kg (DA))] \dots (1)$$

SZR-A、SZR-BはMSR-U及びLと異なり広い湿度域においてエンタルピー上昇量 $\Delta I/\Delta X$ がほぼ一定であるが、これはA、B共にゼオライトという吸着材の性質上吸着材内部の吸着力がほぼ均一であると考えられ、高湿度域においても低湿度域と同じ高い吸着熱を発生しているためと考えられる。これに対しMSR-U及びMSR-Lは、入口湿度 $XP1$ が高くなるに従いエンタルピー上昇量 $\Delta I/\Delta X$ が減少する傾向を示している。この理由は次のように考えられる。シリカゲルのように吸着力の強い部分と弱い部分の混在する吸着材の場合、低湿度域(例えば処理空気温度 32°C 、湿度 10g/kg (DA))のとき入口 $33\%RH$ 、出口 $3\sim 4\%RH$ での吸着現象は一般的に高い吸着エネルギーが必要なので、吸着材の表面及び細孔の中でも吸着力の強い部分での吸着が主体となり、結果的に凝縮熱より高い吸着熱が発生すると考えられる。中～高湿度域(例えば処理空気温度 32°C 、湿度 23g/kg (DA))のとき入口 $75\%RH$ 、出口 $7\sim 9\%RH$ での吸着現象は吸着力の弱い部分も吸着に関与し、吸着力の弱い部分では吸着熱も凝縮熱に近付くため、全体的にエンタルピー上昇量 $\Delta I/\Delta X$ が低くなると考えられる。

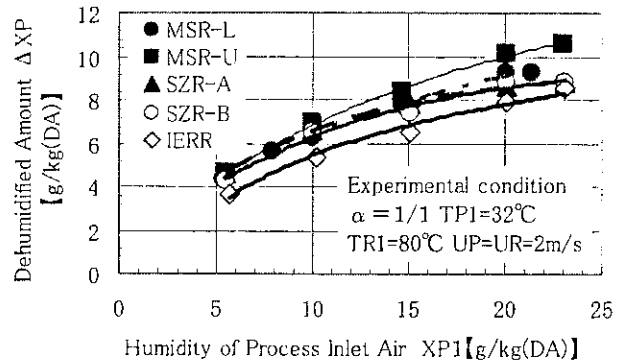


Fig. 2 Variation of dehumidified amount with humidity of process inlet air

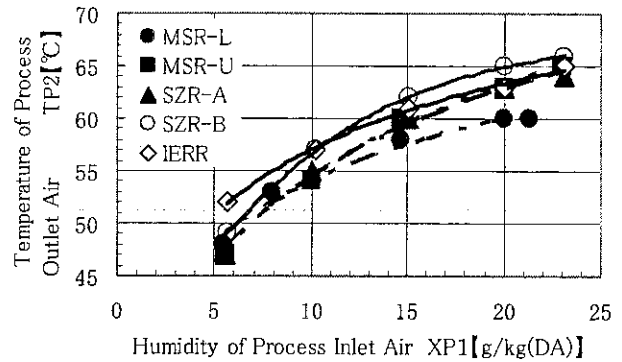


Fig. 3 Variation of temperature of process outlet air with humidity of process inlet air

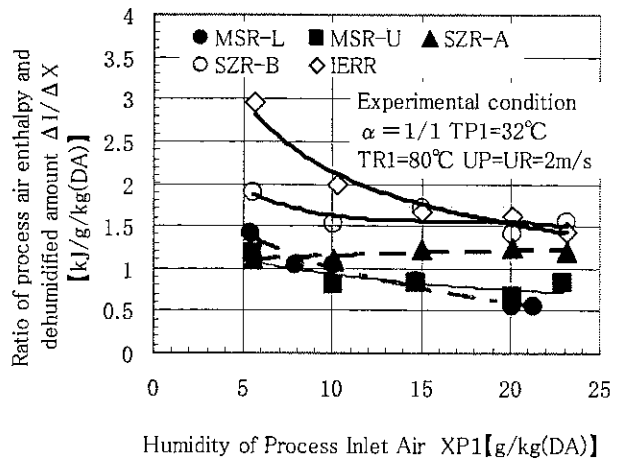


Fig. 4 Variation of ratio of process air enthalpy and dehumidified amount with humidity of process inlet air

5、まとめ

デシカントロータの高性能化には、吸着力と再生の容易さのバランスが重要で、かつ吸着開始から吸着終了までの大きく変化する温・湿度範囲に対応できる必要があり、吸着力の強い部分と吸着力は弱い再生しやすい部分が最適比率で混在した吸着特性が適しているであろうと考えられる。