

デシカントロータの静的吸着特性と除湿性能

(株)西部技研 ○ (正) 岡野浩志*・金 偉力

okano@seibu-giken.co.jp

1. 緒言

ハニカム吸着式除湿機は構造が簡単で低露点空気が比較的容易に得られるため、製薬工業、リチウム電池製造、化学薬品工業、乾燥食品製造業など低露点乾燥空気を必要とする産業には無くてはならない装置である。また湿度の影響により劣化する部品、機器の保管用途にも多く利用されている。近年ではコジェネレーション目的で排熱を有効利用する装置としてデシカント空調システムの利用も広まりつつある。

本報では主に産業用で利用されるタイプのハニカム吸着式除湿ロータ（以後デシカントロータと表示）の高性能化について検討するため、ハニカムの材質及び吸着（湿）剤の異なる3種類のデシカントロータを用いて性能比較を行った。

2. ハニカム吸着式除湿機の原理

ハニカムロータ除湿機の構造は、図-1のようにハニカムロータをケーシング内に収納し、ギヤドモータによる外周ドライブ方式で低速回転させている。ケーシングは処理ゾーンと再生ゾーンとに分割シールしており、処理空気は送風機によって処理ゾーンより回転中のハニカムロータ内へ導かれ、ハニカムを通過する間に湿気をハニカムに吸着除湿され、乾燥空気となって供給される。一方湿気を吸着して湿ったハニカム部分はロータの回転によって再生ゾーンへ移動し、加熱空気の通風によって湿気を脱着再生され、再び処理ゾーンに移動する。この連続サイクルにより、常に安定した乾燥空気を供給することができる。尚処理空気出口（乾燥空気）の湿度は再生空気の湿度をコントロールすることによって容易に調整できる。図-1は標準的な除湿フローで、この他にも使用目的、用途によって様々なフローが考案採用されている。

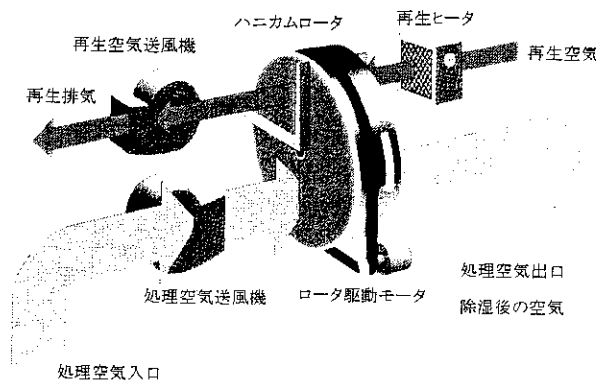


図-1 ハニカム吸着式除湿機の原理図

3. 各種試験デシカントロータの仕様

比較試験に使用したデシカントロータは表-1に示すように3種類あり、それぞれハニカム材質、吸着（湿）剤も異なっている。メタルシリケートロータはセラミック繊維ペーパーを加工して製作したハニカムマトリックスに、珪酸ソーダなどのシリカゲル原料を含ま浸反応させてマトリックス内でシリカゲルを合成してハニカム状の吸着剤を得る方法で製作したものである。シリカゲル合成時にシリカゲル内にメタルイオンを取り込む製法により吸着性能を高めている。

シリカゲル+LiClロータはガラス繊維紙を用いてハニカムを製作し、ハニカムに珪酸ソーダを含ま浸後カルシウム塩で中和してハニカムを珪酸カルシウムで固化した後、塩化リチウムを含ま浸して製作したロータである。比較的少量の塩化リチウムを含ま浸しているため、過剰吸湿により液状化した塩化リチウム液キャリアオーバーを防止するため処理入口空気湿度は75%RH以下に制限される。

活性炭+LiClロータは活性炭粉末を抄き込んだペーパーを用いて製作したハニカムに塩化リチウムを含ま浸したもので、活性炭の広い表面積を利用して添着した塩化リチウムの吸湿性能を高め、かつ比較的大きな細孔容積により過剰吸湿した場合でも液状化した塩化リチウムがキャリアバシ難いという特徴をうたっている。それでも処理入口空気絶対湿度は85%RH以下に制限される。

表-1 各種試験ロータの仕様

ロータ仕様	メタルシリケートロータ	珪酸塩+LiClロータ	活性炭+LiClロータ
ハニカム基材	セラミック繊維紙	ガラス繊維紙	活性炭紙
ハニカムピッチ[mm]	3.4	3.34	3.57
ハニカム高さ[mm]	1.8	2.3	1.93
セル数	211	168	187
吸着剤の種類	メタルシリケート	珪酸塩+LiCl	活性炭+LiCl
吸湿剤担持方法	化学合成担持	含ま浸担持	含ま浸担持
嵩比重[kg/m ³]	207.8	164.5	185.1

4. 各種試験デシカントロータの静的吸湿特性

飽和塩法にて一定湿度にした恒湿槽で静置後、重量測定することにより、各種デシカントロータの吸着（湿）等温線を求めた結果を図-2及び図-3に示す。

図-2は重量あたりの吸湿量により比較したもので、珪酸塩+LiClロータが最も吸湿性能が良く、活性炭+LiClロータ、メタルシリケートロータの順になっている。

図-3はハニカムマトリックスの体積あたりの吸湿量を比較したもので、33%RH以下では3種類のロータともほぼ同じ吸着(湿)量だが、33%RH以上では珪酸塩+LiClロータ、活性炭+LiClロータ、メタルシリケートロータと図-2と同じ順になっている。

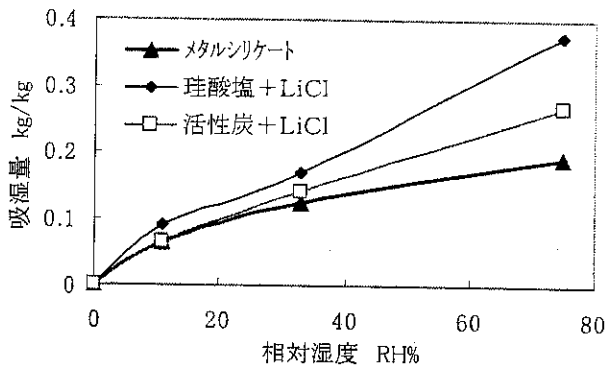


図-2 重量あたり吸湿量の比較

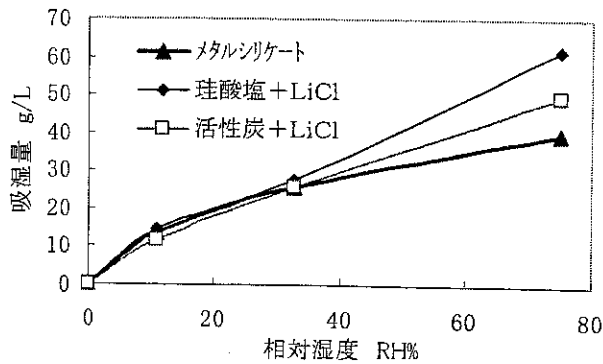


図-3 体積あたり吸湿量の比較

5. 除湿性能の比較

ロータ径 ϕ 320の試験装置にて、ロータ幅200mmのロータで除湿性能の比較試験を行った。

試験条件は標準的な再生風量比 $\alpha = 1/3$ 、再生空気温度 $TR1 = 140^{\circ}C$ のフローで、前面風速 $2m/s$ 、入口空気温度 $30^{\circ}C$ 、再生空気湿 $XR1 = XP1$ の条件で試験評価を行った。ロータ回転数はそれぞれ除湿性能が最大になる最適回転数を試験によって決定して試験を行っている。

図-4は入口空気絶対湿度 $XP1$ に対する除湿後の出口空気絶対湿度 $XP2$ の関係を示したグラフで、入口空気絶対湿度 $XP1 = 13g/kg$ 以上ではメタルシリケートロータと珪酸塩+LiClロータの出口湿度はほぼ同等だが、 $XP1 = 13g/kg$ 以下ではメタルシリケートロータの方が、性能が優れていることが分かる。活性炭+LiClロータは全領域でメタルシリケートロータの性能を下回っている。

図5は入口空気絶対湿度 $XP1$ に対する除湿後の出口空気温度 $TP2$ の関係を示したグラフで、 $XP1 =$

$10g/kg$ 以上では全ロータ共ほぼ同じか若干メタルシリケートロータの出口空気温度が高いことが分かる。しかし $XP1 = 10g/kg$ 以下ではメタルシリケートロータの出口空気温度 $TP2$ が最も低くなることが分かる。

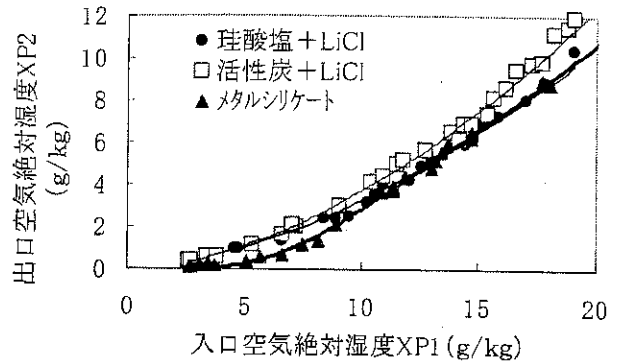


図-4 出口空気湿度比較グラフ

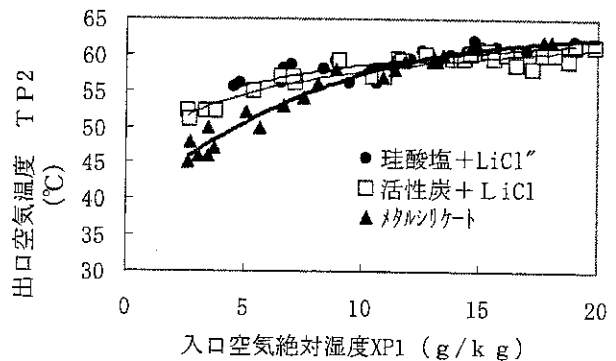


図-5 出口空気温度比較グラフ

6. まとめ

平衡吸着(湿)量による静的な比較ではメタルシリケートロータは他の珪酸塩+LiClロータ、活性炭+LiClロータと比較して劣っているが、除湿試験装置による動的な性能試験ではメタルシリケートロータが最も優れていることが分かった。一般的には静的吸湿特性を向上させることにより除湿性能も向上するのが常識とされているが、今回の試験結果ではかならずしもそうではないという結果であった。その理由については、動的な特性では吸・脱着(湿)速度が重要であり、その点でLiClを併用した吸収式除湿方式よりも、シリカゲル系のメタルシリケートロータの方が動的吸・脱着(湿)速度が速いためではないかと考えられる。また除湿操作時の空気の状態変化を考えると高相対湿度側の吸着容量は低相対湿度側ほど必要としないと考えられ高相対湿度側吸湿量の優位さが動的性能に影響しなかったとも考えられる*。

参考文献

*岡野、金、広瀬「デシカントロータの最適吸着特性に関する考察」第18回日本吸着学会研究発表会(2004)