

除湿用ハニカムローター

(1998年～現在)

除湿用ハニカムローター(図1)は、セラミック繊維等の無機繊維からなるペーパーをハニカム状に加工した構造体に吸湿特性に優れた合成ゼオライト^{注1)}などの吸湿剤を担持したものである。この除湿用ハニカムローターに空気中の湿分を吸着させて除湿する方式を採用した一般家庭用の除湿機が1998年頃から登場した。この除湿方式はデシカント方式と呼ばれ、従来の冷凍サイクルを搭載した除湿機に対して、小型かつ軽量で持ち運びが容易であり、また、年間を通じて安定した除湿性能が得られるという特徴から、部屋干しした洗濯物の乾燥用途として需要が拡大してきた。

1. 製品適用分野

一般家庭用の除湿機

2. 適用分野の背景

近年、住宅の高気密化、高断熱化が進むにつれ、室内の結露による壁の汚れやカビの発生が問題視されてきた。また、共働き夫婦の増加や花粉症の蔓延から洗濯物を部屋に干して乾燥するケースも増えてきた。このような一般家庭における結露対策、衣類乾燥ニーズの高まりから、一年を通じて効率良く除湿ができる除湿方式が望まれていた。従来の除湿機は、冷凍サイクルを利用して空気を冷却し除湿するものが一般的であった。この方式は気温が高い季節は効率よく除湿できるが、冬場などの低温時に除湿能力が低下するという課題があった。この課題を踏まえて除湿用ハニカムローター(以下、除湿ローター)に空気中の湿分を吸着させて除湿する方式(以下、デシカント方式)が開発された。このデシカント方式除湿機の基本構成を図2に示す。除湿ローターは吸湿領域と再生領域に仕切られており、室内の湿った空気を吸湿領域に供給して除湿ローターに形成された微細な孔に空気中の湿分を吸着させて湿気を除去する。再生領域では除湿ローターが吸着した湿分をヒーターで加熱した高温の再生空気を循環させて脱着し、除湿ローターを吸湿可能に再生する。この吸湿と再生が連続的に繰り返されるように除湿ローターは緩やかに回転している。除湿ローターから脱着した湿気を含んだ高湿の再生空気は熱交換器の内部に導入されて外部を流れる室内の空気により冷却される。これにより再生空気中の湿気が凝縮してドレン水としてタンクに回収されることになる。このような吸着原理を利用しているため、デシカント方式除湿機は温度の影響を受けにくく低温時でも除湿性能を維持できるという特徴がある。

3. 除湿用ハニカムローターの特徴

除湿用ハニカムローターを形成する素地は、再生時にヒーターで加熱されるため耐熱性のあるセラミック繊維あるいはガラス繊維を主成分とする無機繊維紙が用いられることが多い。また、除湿ローターに担持する吸湿剤としては、一般的にシリカゲル^{注2)}やゼオライトが用いられる。シリカゲル及びゼオライトは各々の細孔構成により吸湿特性が異なる。図3に示す水の

Key-words：除湿ローター、デシカント方式、冷凍サイクル

注1 結晶性含水アルミノ珪酸塩の総称、もとは天然に産出する鉱物で内部に水が含まれているため加熱すると沸騰しているように見えることから、ギリシャ語のzeo(沸騰する)とlithos(石)を合わせてzeoliteと名付けられた。

注2 メタケイ酸ナトリウム(Na_2SiO_3)の水溶液を放置することによって生じる酸成分の加水分解で得られるケイ酸ゲルを脱水・乾燥したものである。



図1 除湿用ハニカムローター外観

セラミック繊維など不燃性の無機繊維からなるペーパーを段ボール状に加工し、成巻もしくは積層することによりローター状に形成したハニカム構造体に吸湿特性に優れた合成ゼオライトなどを担持している。

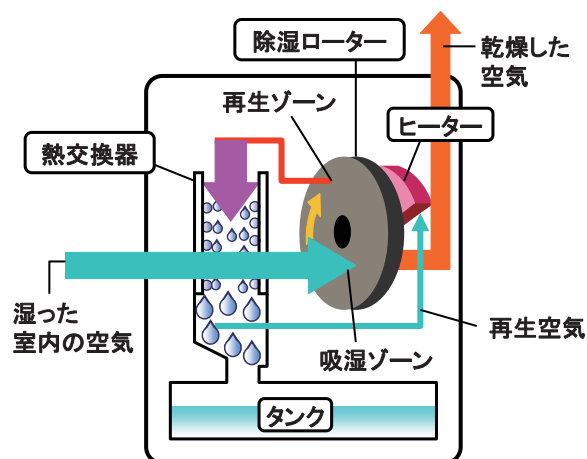


図2 デシカント除湿方式の基本構成

吸湿領域において室内の空気中の湿分を吸着除去するとともに、再生領域ではヒーターを利用して除湿ローターが吸着した湿分を脱着させ、この湿分を熱交換器で冷却して凝縮水としてタンクに回収する。

吸着等温線の例を見ると、ゼオライトは一般的に低い相対湿度で吸湿率が急激に上昇し、相対湿度が10数%以上になると吸湿率増加割合が極めて小さくなる特性である。一方、シリカゲルは相対湿度の増加とともに吸湿率が緩やかに増加し、相対湿度の高いところでは吸湿率が著しく増加する傾向が見られる。このような特性から、相対湿度の高い空気を除湿する場合はシリカゲル、相対湿度の低い空気、また比較的高温の空気を除湿する場合はゼオライトが適しているといわれて

いる。家庭用のデシカント方式除湿機の場合は、除湿ローターを再生した後の再生空気を熱交換器で冷却して凝縮させることにより除湿を行う構成であるため、再生空気を高露点状態にして熱交換器の冷却側を流れる室内の空気との温度差を確保することが除湿性能の向上に有効な手段となる。再生空気の露点温度を所定のヒーター出力の下で高めるには、再生空気の風量を少なくする必要があり、結果として再生温度が上昇することになる。このような比較的高温での再生および吸着にはゼオライトが適しているため家庭用デシカント方式除湿機には吸湿剤としてゼオライトを用いるケースが多い。

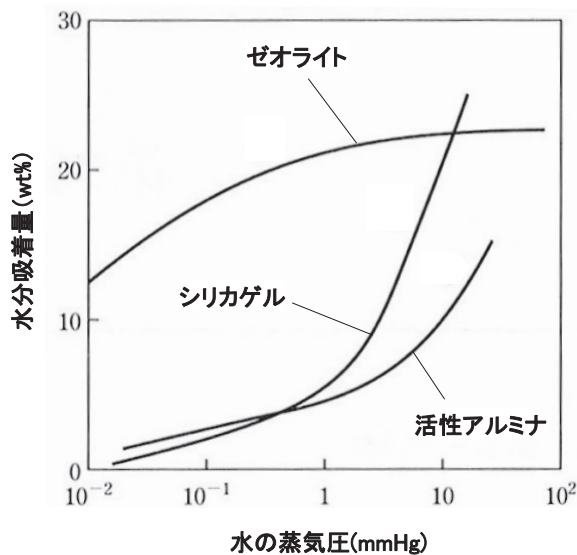


図3 水の吸着等温線

ゼオライトが低い相対湿度で吸湿率が急激に上昇し、高い相対湿度域では吸湿率の増加が極めて小さいのに対し、シリカゲルは相対湿度の増加とともに吸湿率が緩やかに増加し、高い相対湿度域では吸湿率の増加が大きい特性となる。



図4 ハイブリッド方式除湿機の外観

除湿ローターの再生に冷凍サイクルの排熱を活用するとともに、除湿ローターを再生した高温空気を冷凍サイクルの蒸発器で冷却減湿し、この冷却された低温空気を除湿ローターに供給して除湿効率の向上を図ったハイブリッド型の除湿機も開発されている。

4. 今後の展望

以上説明したようにデシカント方式除湿機は、気温が低い冬場を含め年間通じて安定した除湿性能が得られる利点がある反面、除湿ローターの再生にヒーターを使用するので電力消費が増加し、また梅雨や夏季などは室温が上昇して不快に感じるという課題があった。これらの課題に対し、冷凍サイクルと除湿ローターを複合して除湿効率の向上と温度依存性の改善を図ったハイブリッド方式の除湿機(図4)が開発されている。このハイブリッド方式除湿機は、冷凍サイクルの低温排熱を除湿ローターの再生に利用するとともに、除湿ローターから脱着した湿分の凝縮回収に冷凍サイクルの蒸発器を活用し、さらに除湿ローターの吸湿領域に蒸発器で冷却減湿された低温高温空気を供給することにより、再生領域の排熱空気との相対湿度差を確保して除湿効率の向上を図っている。このような40度前後の排熱は世界中にたくさん溢れており、これら排熱の有効利用のためにも更なる低温再生が可能な除湿用ハニカムローターの開発が期待されている。

文献

- 竹内 雅, 他, 吸着技術便覧, (NTS inc.) p.252 (1999).
 田代義和, 他, シリカゲルおよびゼオライトを基材とした除湿エレメントの材料特性と動的除湿性能, Journal of Materials Science Society of Japan, Vol.38 No.4, p.28 (2001).
 松村裕司, T/# 8800-GX7「ハニカム GX7」, ニチアス技術月報, No.334 (2002).

[連絡先] 勝見 佳正
 パナソニック エコシステムズ(株)・環境技術研究所
 〒486-8522 愛知県春日井市鷹来町下仲田 4017 番