

空調用八ニカム吸着剤の VOC 除去・脱臭特性

○高田 秀一（熊本大学工学部物質生命化学科 4 年） 児玉 昭雄（金沢大学工学部人間・機械工学科助教授） 廣瀬 勉（熊本大学工学部物質生命化学科教授） 後藤 元信（熊本大学工学部物質生命化学科教授） 佐々木 満（熊本大学工学部物質生命化学科助手）

1. 背景 我々の生産活動は、電力によって支えられている。現在の発電方式は、有限な化石燃料の消費によって得られており、エネルギー源の節約は欠かせないものとなっている。特に、我々に快適な生活環境を提供する従来型空調システムを稼動する為の火力発電からは、全体の 30% に達する CO_2 が排出されている。更に、冷媒にフロン・代替フロンを使用する為、オゾン層の破壊にも影響を与えている。そこで開発されたのがデシカント空調装置である。デシカント空調装置は、供給エネルギーの大部分が吸着剤再生の為に利用されるので、低温熱で作動でき電力使用量を削減できる。また、空気と水のみが作用流体であるので、オゾン層破壊や地球温暖化に対して影響がない。更に、吸着剤が汚染物質を吸着するので、空気清浄（VOC 除去）が可能になる。従来型の空調装置に比べデシカント空調装置はこのような利点がある為、注目を集めている。

2. デシカント空調 デシカント（Desiccant）とは乾燥剤を意味し、米国エンゲルハード社により開発された、水分の吸着性能に極めて優れた性能を持つ吸着剤の事である。

典型的な吸着式デシカント空調プロセスの概略図を図 1 に示す。本プロセスは、八ニカム回転型の除湿機、顕熱交換器、加熱器、加湿冷却機によって構成される。空気流路は、①の吸気側流路、②の排気側流路で構成される。**吸気側流路**では、まず外気を除湿機に通し除湿を行う（①～②）。次に吸着により温度が上昇した乾燥空気と、再生側（換気する際の室内の空気）との熱交換を行い、非常に効率よく、温度を低下させる（③～④）。最後に室温付近まで冷却された乾燥空気に水を噴霧し、水が蒸発する際の気化熱を、乾燥空気から奪う事により低温の空気を供給する（④～⑤）。また**排気側流路**では、まず室内の熱負荷により温度が上昇した空気に水を噴霧し冷却を行う（⑥～⑦）。次に冷却された空気と、吸気側 ②との熱交換を

行い吸気側の温度を低下させる（②～③）。そして太陽熱を熱源として加熱器を用いて、温度の上昇した排気 ⑦をさらに加熱する（⑦～⑧）。最後に加熱した排気 ⑧を除湿機に送り、外気から吸着した水分を脱着させ外へと放出する（⑧～⑨）。従来型空調システムの場合、必要な湿度域に達するまで冷却を行った後、必要な温度まで再加熱する過程が必要で、「過冷却→再加熱」にエネルギーを浪費していた。これに対し、デシカント空調システムは図 1 の通り、八ニカム回転型の除湿機に空気を通す事で、水分を直接除去し必要温度まで冷却するだけで済むので、省エネに抜群の効果を発揮する。低温排熱・太陽熱で駆動可能なデシカント空調は、各種コジェネレーションとの組み合わせにより、総合エネルギー利用効率を向上させる事ができる。また、冷凍機や冷水等を用いる従来型空調システムと違い乾燥剤を用いる為、冷媒として利用されてきたフロン・代替フロンを使用しないという利点を持つ。

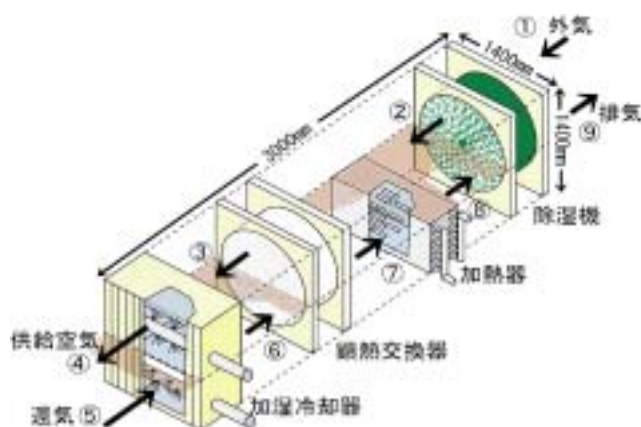


図1 デシカント空調装置概略図

3. 目的 デシカント空調システムはエネルギー損失が少ないのに加え、換気機能も併せ持つ。その空調方式は八ニカム吸着剤を用いる事で「高品質空気」を供給できるものとして評価が高い。その為、シックハウス症候群の原因とされる揮発性有機溶剤（VOC）を除去する事も可能である。本研究では、シックハウス対策技術

として、数十 ppm の VOC を対象に数種類の吸着剤（シリカゲル・ゼオライト・イオン交換樹脂）による吸着除去能力を様々な空気条件下で測定し、水蒸気吸着と VOC 除去能力の関係を見出す事を目的とした。

4. 実験装置・操作 本実験は、三つの吸着剤（シリカゲル・ゼオライト・イオン交換樹脂）を取り扱う。吸着剤は、全て円筒形の物を用いており、吸着層高 = 200mm、吸着面積 = 86.5cm² となっている。

三つの吸着除去能力を様々な空気条件下で測定する為、図 2・3・4 に示した装置を作成した。図 2・3・4 は、各々 VOC 吸着工程・脱着工程・クーリング工程を示している。図中の Damper とは、風向切り替え装置のことであり 50 秒サイクルで切り替わっている。また、VOC と Air の供給は電磁弁（ $\times$ ）の開閉により風向を切り替えている。

VOC 吸着工程 図 2 に吸着工程の模式図を示す。吸着の場合は、赤色の電磁弁と紫色の電磁弁が開き、Damper と連動する。VOC が赤の矢印に沿って流れ、途中で Honeycomb（吸着剤 = シリカゲル・ゼオライト・イオン交換樹脂）を通り吸着される。吸着前と吸着後の VOC 濃度・湿度を調べる事で、この吸着剤の VOC 除去・水蒸気除去能力の関係が調べられる。この時 Heater の熱を一定にしておく為、常時青の矢印方向に風を流している。この間のサイクル時間は、デシカント空調用ローターを想定して、面風速 2m/s で最適回転数を 36 r p h と考えて、1 回転を 100 s としてその半分の 50 s を吸着時間とした。

VOC 脱着工程 図 3 に脱着工程の模式図を示す。脱着の場合は、赤色の電磁弁と紫色の電磁弁が開き、紫色の電磁弁からは全体の流量を一定にする為に Air が常時流れている。切り替わった Damper の流路を通り Heater で暖められた空気は青色の矢印に沿って流される。この時、Honeycomb に吸着された VOC を脱着し濃縮 VOC として排出する。この時の風速・脱着時間も吸着時間と同じく面風速 2m/s でサイクル時間 50 s とした。

VOC クーリング工程 図 4 にクーリング工程の模式図を示す。クーリングの場合は脱着工程と同じように電磁弁は開き、Damper だけ切り替

わる。この時の Air は紫の矢印に沿って、熱せられた吸着剤を冷やす為に一定時間流れている。この時の風速・クーリング時間も吸着・脱着時間と同じく面風速 2m/s でサイクル時間 50s とした。

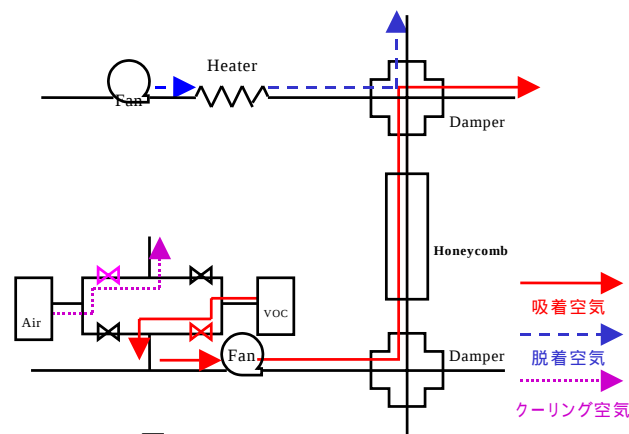


図 2 VOC吸着工程

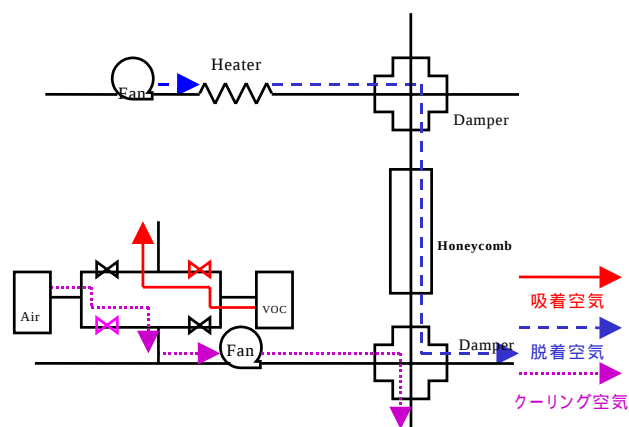


図 3 VOC脱着工程

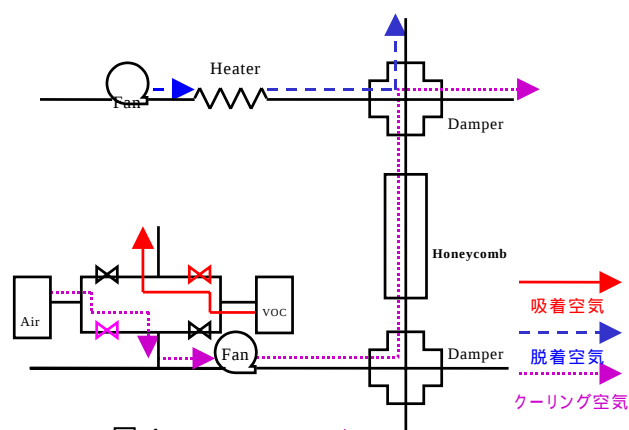


図 4 VOCクーリング工程