

論文の内容の要旨

論文題目 高分子収着剤塗布型熱交換器の収脱着特性と
それを用いた空調システムに関する研究

氏 名 東 朋寛

空調機器の省エネルギー化は重要な課題であり、デシカントを用いた空調システムの開発は、省エネ化による環境負荷の低減と快適性の両立という観点から注目を集めている。本研究は以下の内容を取りまとめたものである。

- 1) GSSモデルによるDCHE熱物質移動解析モデルの構築
- 2) 収着材を塗布したデシカント塗布型熱交換器 (DCHE) の、空気エンタルピー法を用いた等温収脱着試験による物質移動特性の測定
- 3) DCHEと冷凍サイクルを組み合わせた複合空調システムの性能予測

次に、各章の概要を示す。

第1章では、地球環境に関わる諸問題を背景とし、空調分野におけるエネルギー消費削減の重要性を述べた。空調には調温と調湿という2つの観点があるが、従来の調湿方法に代わりデシカントを用いた空調が注目されている。吸着の原理や、種々のデシカント材についてまとめ、高分子収着材が優れた特性を持つことを示した。またデシカントを用いた装置として、冷媒により直接デシカントを冷却、加熱できるデシカント塗布型熱交換器が、従来の等エンタルピー吸脱着を行う装置と比較し優れた吸脱着特性を持つ。本研究では、収着材を塗布した熱交換器について調べた。

第2章では、空気エンタルピー法を用いてDCHEの動特性を調べた。通常DCHEでは潜熱移動が同時に発生し、物質移動特性を解析するのが困難である。また金属でできているため、熱容量による影響も無視できない。本研究では等温収脱着試験を導入し、熱移動特性と物質移動特性を切り分けて測定した。収着時と脱着時で空気とブラインの温度を一定とし、空気湿度のみを変化させて収脱着を行った。収着、脱着開始時に物質

移動速度は最大となり、その後徐々に0に収束した。収脱着によって発生した潜熱は多くはブラインに回収され、空気とデシカントの温度変化を抑制していることが確認された。異なる条件で測定し、高温度、高風速時に収脱着が促進された。

第3章ではGSSモデルを採用したDCHE熱物質移動計算モデルを構築した。収着層内の等価熱伝導率と等価物質拡散係数を仮定し、熱伝導と収着された水分の物質拡散を計算した。各物性値の同定は、第2章の実験結果との比較により行った。異なる温度条件下での比較により、DCHEの物質移動特性を決定する等価物質拡散係数は、温度依存性を持ち、アレニウスの式で表現できることが明らかとなった。異なる風速や収着材塗布厚さとの比較により、等価物質拡散係数は温度のみに依存し、風速や塗布厚さには依存しないことが明らかになった。熱移動と物質移動特性解析結果を組み合わせ、DCHEの熱物質移動特性解析モデルを構築した。実験結果との比較により、異なる温度、風速、塗布厚さにおいて、本モデルはDCHEの熱物質移動を予測することが可能となった。

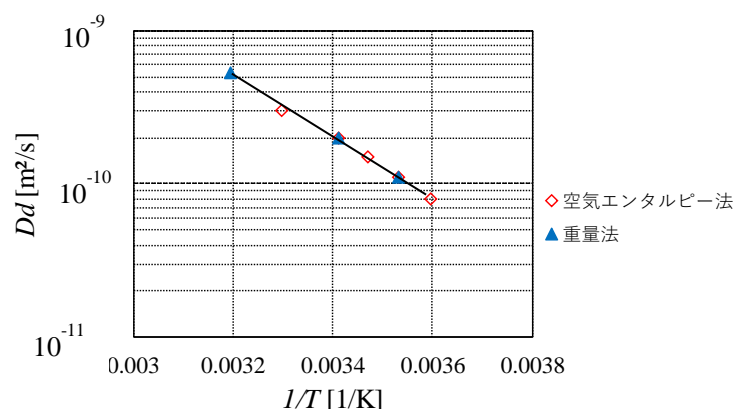


図1 等価物質拡散係数の温度依存性

第4章では、重量法によるDCHEの物質移動特性を測定した。DCHEのようにデシカントを用いた装置において気流速度は動特性に関して最も重要な要素の1つであり、そのため測定時には空気流路の気密性が要求され、空気漏れのないようにデシカント装置を固定する必要がある。しかしその状態では、装置の重量を測定できない。この問題を解決するために、重量法を用いてDCHEの動特性を測定する装置を構築した。吸脱着を行う際は空気流路が閉じてDCHEを固定し、気密性を確保する。重量測定の際は空気流路が開き、重量測定を可能にする。吸着（脱着）と重量測定を交互に行うことで、重量法によりDCHEの動特性を測定した。測定結果は前章で得られた数値解析モデルと比較した。重量法により得られた収着層内等価物質拡散係数は空気エンタルピー法で得られた結果と一致し、いずれの手法でもDCHEの物質移動特性を正しく測定を行うことができた。

第5章では、DCHEと冷凍サイクルを組み合わせた複合システムを構築し、潜顕熱分

離空調による除湿（加湿）能力と省エネ性を予測した。複合システムは一般的なルームエアコンの冷凍サイクルにDCHEと可変膨張弁を1つずつ追加した簡素な構造を持つ。2つの可変膨張弁開度を切り替えることでDCHEの吸脱着を切り替える。従来の全熱のみを考慮する

ルームエアコン試験規格に代わり、冷却（加熱）量と除湿（加湿）量を個別に指定した評価基準を作成し、複合システムと従来の冷凍サイクルを用いた空調の省エネ性を比較した。夏期冬期いずれにおいても、複合システムの高い省エネ性が示された。また、夏期には凝縮水の発生しないノンドレイン運転、冬期は外気から取り入れた水分を用いた無給水加湿が可能であることが示された。

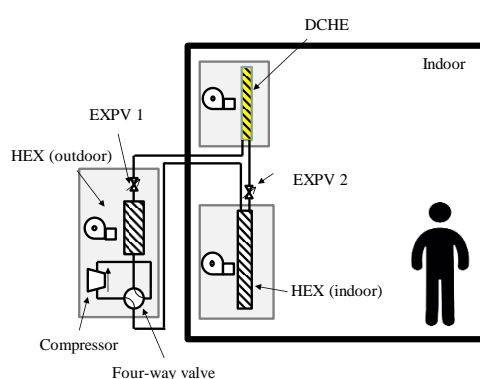


図2 複合型空調システム概略図

第6章では、DCHE計算モデルの構築、DCHE性能試験、複合型空調システムの考察から得られた見地をまとめている。本研究は収着材を塗布したDCHEの性能特性を明らかにし、省エネ性と快適性を両立した空調システムの開発を通して、昨今深刻化する環境問題解決への一助となることが期待できる。