

論文の内容の要旨

論文題目： 空気質の向上を省エネルギー的に実現する非結露型空調方式
と湿度制御手法に関する研究

氏 名 蔡 耀賢

本論文では、非結露の生じない環境の確保により湿気問題を根本的に解決する対策であることに着目し、CO₂ ヒートポンプ組込型デシカント空調システム及び調湿建材の湿気緩和効果を利用し、非結露環境の実現手法を提案・検討した。

近年、住宅の気密性の強化に伴い、室内換気回数の低下による室内湿度上昇が生じ、室内におけるカビ発生などの問題が顕著となっている。湿度上昇に伴う結露被害は、建物の腐朽のほかカビ毒などによる生物起源の IAQ (Indoor Air Quality) の悪化や健康影響を意味しており、ダンプハウス (Damp House) 或はダンプビルディング (Damp Building) と称される社会的な問題となっている。そのため、欧米では室内空気汚染によるシックハウス問題は、室内揮発性化学物質から、ダンプハウス・ダンプビルディングとそれによる生物起源汚染に関心が移っている。日本の場合、北欧、欧米に比べ多湿気候区であり、近い将来にこの問題が社会的に話題になると思われる。

デシカント空調システム (Desiccant Air-Conditioning System) は空調システム内及び室内で非結露の環境を実現することが可能である。このシステムによりカビ・細菌等による建物屋内の IAQ の低下を改善することが期待され、関連する研究も多い。しかし、一般的なデシカント空調システムは、成績係数 (Coefficient of Performance) が 1 以下であり、省エネルギーの観点から見ると、除湿ロータの再生用のエネルギーとして太陽熱・低温排熱 (コージェネレーションなど) を利用することがないかぎり、通常のヒートポンプを用いた冷却減湿システムの効率に遠く及ばない。また、室内で非結露を確実に担保するための条件整理も充分になされていない。

本論文では、以上のようなデシカント空調システムの問題点に着目し、以下に示すように (1) IAQ 性能及び熱源の安定性を確保できる高性能デシカント空調システム、(2) 年間を通して利用できるシステム、(3) 調湿建材との併用により設備容量を削減できるシステムの提案を目的とする。

(1) 新たなデシカント空調システムの提案

CO₂ ヒートポンプをデシカント空調システムに組み込み、省エネルギー性、及び、非

結露環境の実現による IAQ の向上を同時に実現し、低温排熱がない場合にも安定的な熱源を提供できる高効率のデシカント空調方式を開発する。

(2) 除湿冷房及び加湿・暖房を同一システムで実現する

デシカント空調システムに関する研究は、夏季の冷房としての利用が多く、冬季の暖房に利用する研究は少ない。本研究は、夏季の冷房時の IAQ 向上のみならず、冬季の暖房時にも加湿かつ暖房を提供できるデシカント空調システムを検討する。

(3) 調湿建材及びデシカント空調システムの併用

潜熱負荷変動に空調システムの容量制御のみで対応することには限界がある。省エネルギーを図るには、この負荷変動のレベルを抑え込むことが必要となる。本研究では調湿建材を室内に設置し、一部の湿気負荷を負担する併用方式、及び、調湿建材の吸湿・放湿サイクルを検討する。

本論文の構成は、は以下に示すように計 9 章である。

序章では、湿度制御及び室内の空気質に関する問題点を提起し、新たな湿度制御方式の必要性を述べる。

第 1 章では、本研究のアクティブ(Active)制御手法として用いるデシカント(除湿剤: desiccant)の水蒸気吸着・脱着現象の基礎理論について説明する。また、パッシブ(Passive)制御手法として利用する多孔質建材内部の熱・水分同時移動現象について、既往研究のレビュー及び基礎理論の説明を行う。

第 2 章では、室内における湿気シミュレーション手法として CFD (数値流体力学: Computational Fluid Dynamics) を用いた流体解析手法、及び、1 質点系モデルを用いた解析手法について解説する。

第 3 章では、デシカント空調システムの原理と特徴を説明し、既往の研究及び事例などについて紹介する。

第 4 章では、CO₂ ヒートポンプの原理と特徴を説明し、既往の研究及び事例などについて紹介する。

第 5 章では、本研究の提案する CO₂ ヒートポンプ組込型デシカント空調機の概要を説明する。しかし、この提案システムはまだ製品化されていないため、実験用システムを構築し、実験により夏季の除湿・冷房性能を検討する。最後に、既存の CO₂ ヒートポンプ製品の性能を基に、提案システムの性能試算を行った結果を紹介する。

第 6 章では、提案システムの冬季における加湿・暖房性能に関する検討を行う。また、加湿・暖房運転を行う場合の顕熱・潜熱容量制御方式について提案を行う。

第 7 章では、パッシブ制御手法の調湿建材の適用可能性について述べる。この章では、数値解析するための湿気物性値測定、及び、本研究の提案した建材内部熱・湿気移動及び室内気流分布を考慮した数値解析手法を紹介する。

第 8 章では、パッシブ制御手法とアクティブ制御手法の併用として、デシカント空調と調湿用シリカゲルの併用による空調設備の容量低減効果、及び、調湿用シリカゲルの吸湿・放湿を一日サイクルで利用する場合の適用可能性の検討について述べる。

第 9 章では、本論文の結論と今後の課題を示す。