

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12278 号
------	---------------

氏 名 伊藤 聖也

論文題目

マイクロ波・温風加熱を用いた水蒸気脱着の高度化に関する研究
(Study on enhancement of water-vapor desorption by using
microwave and hot air heating)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	小林 敬幸
委員	名古屋大学	教授	北 英紀
委員	名古屋大学	教授	高見 誠一
委員	名古屋大学	教授	奥宮 正哉

論文審査の結果の要旨

伊藤聖也君提出の学位論文「マイクロ波・温風加熱を用いた水蒸気脱着の高度化に関する研究」は、 100°C 以下の低温熱エネルギーを利用可能なデシカント（除湿）空調機システムに関して、その性能向上と小型化を図るために、従来の温風熱源に加えてマイクロ波照射を併用して、吸着材からの水蒸気脱着の高速化、吸着材の脱着量増大および脱着効率の向上の検討を実験と理論の両面から実施し、その有効性と当該技術の成立可能性について明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

序章では、本研究の背景を述べるとともに、研究目的を記した。

第1章では、水蒸気脱着過程に及ぼすマイクロ波照射効果の把握およびマイクロ波照射効果の定量的評価を目的とする実験的検討を実施した。具体的には、流通式ゼオライト充填層において、吸・脱着過程同一空気湿度条件下の温風加熱およびマイクロ波・温風加熱による水蒸気脱着実験を温風温度およびマイクロ波照射強度を変化させて行い、ゼオライト充填層の熱収支計算結果に基づく熱移動挙動の定量的把握ならびに脱着促進効果について実験的に検討した。その結果、マイクロ波・温風を併用する加熱時のゼオライト充填層の温度上昇と脱着速度は温風加熱時のそれにくらべて速いこと、ならびに同一脱着時間におけるマイクロ波併用加熱時の脱着率は温風加熱のそれに比べて上昇することがわかり、マイクロ波の直接加熱効果による高度脱着が達成されることを明らかにした。次に、温風加熱およびマイクロ波併用加熱におけるゼオライト充填層での熱収支から得られた熱効率からマイクロ波導入の有効性について評価を行った。その結果、マイクロ波併用時の熱効率は温風加熱脱着の1.1~1.5倍になり、それを示す時間は条件によらず温風加熱時よりも早くなることがわかった。このことは、直接加熱方式のマイクロ波の導入が充填層全体の加熱に寄与し、マイクロ波併用加熱は温風加熱に比べて熱損失が抑制されたことにより効率のかつ高速な脱着を可能にしたと考えられ、熱効率の観点からもマイクロ波・温風併用加熱が高度脱着手法となることが裏付けられた。

第2章では、低湿度の空気を用いた条件下において水蒸気脱着に及ぼすマイクロ波併用効果を実験的に検討した。その結果、低湿度空気脱着条件下でもマイクロ波併用加熱による脱着率、脱着速度の向上が認められ、本条件においてもマイクロ波加熱による脱着の高度化が示された。さらに、温風加熱脱着の脱着率を基準とするマイクロ波・温風加熱の脱着時間、熱効率は温風加熱脱着のそれぞれ最小0.3倍および最大1.3倍となることを明らかにした。このことは温風加熱脱着にくらべてマイクロ波・温風加熱脱着では脱着が効率的かつ高速に進行し、この効果は特に脱着初期において大きいことを示す。これより、温風加熱デシカント空調機でマイクロ波照射加熱を併用することにより、処理空気量の増大、もしくは装置容積の低減が可能になると考えられる。

第3章では、マイクロ波・温風併用加熱脱着におけるマイクロ波照射の好適条件を探索するため、脱着時の熱・物質移動を数値モデル化し、シミュレーションを用いてマイクロ波併用加熱効果を理論的に検討した。さらに脱着性能に及ぼすマイクロ波強度、温風温度、空気湿度条件の影響を検討した。脱着量、ゼオライト充填層内温度について解析結果と実験結果の比較を行った結果、温風加熱時、マイクロ波併用加熱時とも解析結果と実験結果は比較的良好に一致し、本解析の妥当性が示された。さらに、等脱着量基準の平均熱効率を指標としたマイクロ波併用加熱脱着の有効性を評価した結果、マイクロ波を併用する場合、平均熱効率は温風温度および相対湿度の減少に伴って温風加熱時に比べて大きくなること、平均熱効率が最大となるマイクロ波出力は相対湿度の減少に伴い増大することを明らかにし、マイクロ波併用加熱は温風加熱と比較して低温および低吸着量条件下でより効果的であることが示された。

終章では、本論文の結論を与えるとともに、今後の展望が記されている。

以上のように本論文では、低温熱エネルギーを利用可能なデシカント空調機システムの性能向上と小型化を図るために、温風とマイクロ波照射を併用して、吸着材からの水蒸気脱着の高速化、吸着材の脱着量増大およびエネルギー効率の向上のための研究を実験と理論の両面から実施し、その有効性と当該技術の成立可能性について明らかにしている。これらの成果は、エネルギー利用効率の向上と低炭素社会の構築に資するものであり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である伊藤聖也君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。