

ハスクレイを用いた開放系の吸着材蓄熱ヒートポンプシステムの開発

第1報—小型装置の実験結果と吸着材蓄熱槽の計算モデル	論文集 No. 281
第2報—低温再生型蓄熱材における水蒸気吸着時の発熱量について	論文集 No. 285
第3報—吸着材蓄熱槽の実際の工場での性能評価	論文集 No. 290
第4報—定置型蓄熱システムの実証試験	論文集 No. 297
第5報—オフライン熱輸送型システムの実証試験	論文集 No. 301
第6報—塗装工程での除湿利用の実証試験	論文集 No. 308

〔推薦文〕

本論文は、ハスクレイを吸着材として使った高効率な蓄熱システムを研究対象としている。ハスクレイの水蒸気吸着性能の定量化、小型蓄熱槽による蓄放熱性状試験、定置型蓄熱システムとしての実証試験、工場やスポーツ施設でのオフライン熱輸送の実証試験、などについて検討した一連の研究成果をまとめたものである。

工場のエネルギー効率を高めるためには廃熱のカスケード利用が有効だが、100度程度の低温廃熱は利用されずに排出されることも多い。本研究の検討対象であるハスクレイは比較的低温で吸脱着反応を示し、潜熱としてエネルギーを貯蔵できるため、このような低温廃熱のエネルギー融通の推進につながる可能性がある。本研究では、ハスクレイの材料としての物性を定量的に調べ、その蓄放熱の挙動を数式でモデル化することを検討するとともに、複数の実証試験を通じて検討の有効性を確かめていることから、学術的な意義が高いと評価できる。

本論文は6報で構成されている。第1報では、蓄放熱特性を把握し、その数理モデルを開発することを目的に、容積4リットルの円筒形蓄熱槽を使った実験の結果が報告されている。給気温湿度を一定に維持して蓄放熱した場合の出口温湿度の推移が測定され、開発した数理モデルが実験結果と整合することも確かめられている。第2報では、ハスクレイおよびハスクレイ前駆体の水和熱を測定し、相対的に安価で大量生産に適した後者を使うことの可能性を検討している。第3報では、2トン級の吸着材蓄熱システムを現実の工場に導入した結果を報告している。塗装工場の廃熱を蓄熱槽に蓄え、これをトラックで別工場に輸送することを試験し、90%を超える蓄放熱効率となることを確認している。第4報では、同一工場内に2つの蓄熱槽を設置し、これをバッチ運転することで連続的に蓄放熱する方式について検討した結果を報告している。温湿度の時間変化を詳細に測定し、バッチ運転の切り替え時間が重要であることを指摘している。第5報では、蓄熱材を輸送する際の耐久性を高めるために封入を改善する方法を検討している。また、改善した方法を使ってスポーツ施設へのオフライン熱輸送を試した結果についても報告している。第6報では、ハスクレイからの水分脱着現象を工場の塗装工程での除湿に応用した実証試験について報告している。

以上のように、本論文で示された諸検討は、蓄熱材料としてのハスクレイの基礎的な特性を明らかにし、これを使った蓄熱システムの設計を可能にするための数理モデルを提供するとともに、その有効性を複数の現実の施設で実証的に確かめたものであるから、一連の研究成果は今後の低温未利用廃熱の有効利用を促し、広域での熱融通に大いに寄与すると考えられる。

よって、本論文は空気調和・衛生工学会賞論文賞に値するものと認める。