

温排熱回収型高性能高温・冷熱生成ハイブリッドシステム



■ 工学研究科 環境エネルギーシステム専攻
板谷 義紀 教授(写真左)、小林 信介 准教授(写真右)

1. 技術概要

大幅な省エネルギーと炭酸ガス排出削減を図る上で、未利用であった低レベルエネルギー回収技術の開発は重要課題である。熱駆動型の冷凍機として吸収式ヒートポンプは、すでに商用化されているものの、これまでの導入実績はかなり限定的である。本研究では80℃レベルの温排熱を回収して、120℃以上の熱風および蒸気を生成する臭

化リチウム／水 (LiBr/H₂O) 系吸収式ヒートポンプ (AHP) システムを開発した。また、吸収液としてLiBr溶解度以上の過飽和状態でLiBr微細結晶スラリーを形成する技術を開発した。これらの技術を組み合わせて、図1に示すような高性能温排熱回収型高温・冷熱生成ハイブリッドシステムの構築が見込まれる。

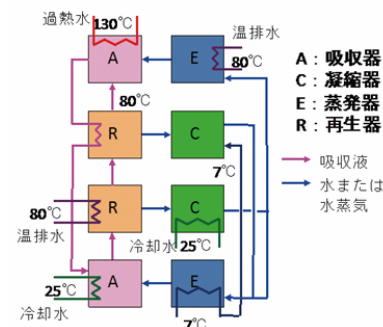


図1 蒸気・冷熱生成ハイブリッドシステム

2. 新規性・優位性

これまでに80℃程度の低温排熱回収型LiBr/H₂O系AHPはほとんど実用化されていない。本研究では図2に示すような吸収器内にスパイラルチューブを多管で配置し、管内面に吸収液膜を流下、管外側に空気を流通させることにより、吸収液への蒸気吸収促進および伝熱促進を図るよう配慮したベンチスケールAHP装置を試作して実証試験を行った。その結果、図3に示すように120℃以上の熱風と100℃の蒸気の同時生成に成功し、液循環のための動力を基準とする成績係数 (COP) は20以上を達成した。ただし、本試験では蒸気生成を

大気圧下で行ったため蒸気温度は100℃であったが、加圧系装置であれば120℃以上の蒸気生成も可能となる。本試験での吸収器出口吸収液はまだ高濃度を維持しているため、引き続き冷凍サイクルを駆動することにより、冷熱生成も可能になる。また、吸収液にゼオライト微粒子を分散させると、過飽和状態で図4のようなLiBr微細結晶スラリーが生成することを発見した。本スラリーは流動性を十分維持しつつAHPの高濃度操作が可能となるため、蒸気吸収速度が100%以上向上することをラボ試験により明らかにしている。

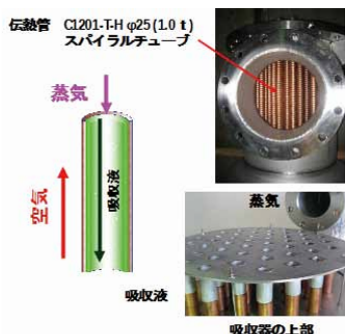


図2 吸収器内部構造

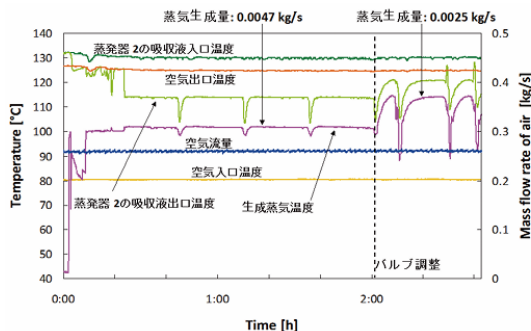


図3 ベンチスケールAHPによる熱風・蒸気同時生成特性



図4 LiBr微細結晶スラリー

3. 用途・利用分野

省エネルギー化のために熱エネルギーのカスケード利用が推進されているが、100℃以下の熱はエクセルギーが低く、ほとんどが未利用排熱として大気中へ廃棄されているのが現状である。本システムは石油化学、鉄鋼、セラミックをはじめとする多分野の産業で未利用排熱を回収して、ボイラー代替蒸

気生成器、熱風発生器、冷却水チラー、空調としての活用が可能となる。また、アミン法などの炭酸ガス分離回収用吸収液の再生熱源、蒸留用熱源、さらには蓄熱剤としての活用が想定される。

4. 実用化に向けた課題

LiBr吸収液は高温、高濃度で操作されるために、空気中では金属に対して強い腐食性を有するため、装置内へ空気のリーク抑制が大きな課題となる。またLiBr微細結晶スラリーを利用する場合には、スラリーの長期安定性、配管やポンプなどに対するコロージョン特性を解明して、適正な材質の利用およ

び耐久性評価を実施していく必要がある。一方、基礎的観点からは、AHP設計のために吸収器および再生器内での吸収液膜流動特性や蒸気吸収ならびに伝熱評価、さらには熱交換設計アルゴリズムの確立が要求される。