

| 二酸化炭素分離回収に関する研究 | |
|-----------------|------------------------------------|
| 題目 | 二酸化炭素分離回収システムのエネルギーペナルティ削減のための基礎研究 |
| 著者 | 早稲田大学 中垣隆雄 |

1. 研究概要

地球温暖化の主要因である二酸化炭素（CO₂）の排出量削減の切り札として、CO₂ 分離回収・貯留技術（CO₂ Capture and Storage 以下 CCS）の導入が検討されている。石炭火力等における燃焼後の CO₂ 分離回収法としてはアミン系吸収液を用いる化学吸収法がすでに実用化段階にあるが、再生塔でのエネルギーペナルティ（再生熱量）を低減する必要がある。本研究プロジェクトでは、再生熱量の低減に向けて開発される吸収液の濃度、温度およびローディングに依存する反応熱や比熱の定量精度の向上と液昇温熱の大幅な削減に寄与する固液分離プロセスの実証試験を本年度実施した。

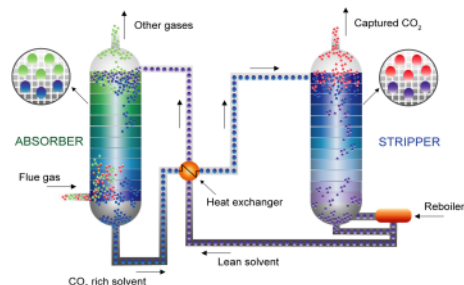


図 1 化学吸収法の概略図

2. 研究成果と今後の研究展開

(1) 溶液の比熱測定における算出方法の再検討

溶液の比熱は液昇温熱の算出に用いられ、示差型反応熱量計（DRC）で測定可能である。本年度は MEA 溶液の濃度に対する比熱の変化における文献値との乖離要因について究明した。原因を 3 つの仮説から検証した結果、壁面熱伝達モデルによる次元解析で説明可能であった。溶液の物性値変化を考慮した結果、最大約 10% あった差異が約 1.0% まで低減し、未知のアミンによる計測信頼性が格段に向上した。

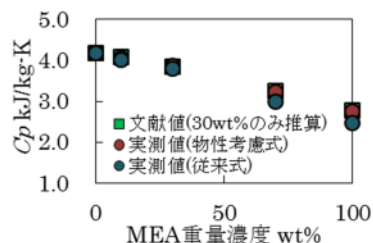


図 2 比熱測定結果

(2) CO₂ 解離熱の定量精度向上

小規模 CO₂ 回収試験装置で吸収液をループさせ、リボイラー入熱量から液昇温熱、蒸発潜熱、熱損失量を差し引くことで高温高圧環境である再生塔内の CO₂ 解離熱を算出できる。液昇温熱および蒸発潜熱は直接計測できるため、熱損失量の定量精度を高めることで、結果的に直

接計測のできない CO₂ 解離熱の定量精度を向上させることが可能である。熱損失量は同条件の CO₂ 回収試験における再生塔内部で蒸気が発生し、再生塔壁面で凝縮熱伝達することで高温に維持された壁面からの放熱が支配的である。あらゆる入熱条件で熱損失量の定量精度を向上させるため、再生塔表面に熱電対 5 か所取り付け、温度分布を測定し、再生塔を温度ごとにブロック化して熱損失量を求めることで熱損失量の算出方法を見直した結果、全ての入熱条件で精度の高い CO₂ 解離熱が算出された。本成果により、未知のアミンの CO₂ 解離熱の定量精度が極めて高くなった。

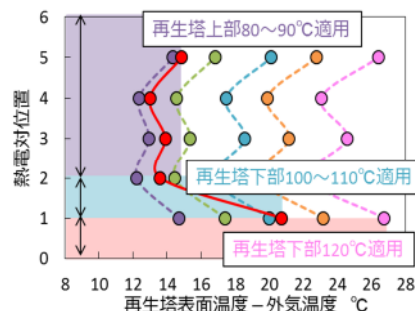


図 3 熱損失量定量方法

(3) 固液分離プロセス適用による再生熱量の実験的評価

CO₂ 吸収反応で炭酸塩を析出する高濃度の AMP/PZ を用い、CO₂ リッチなスラリー状の炭酸塩のみを固液分離操作を経て再生塔に送ることで、高濃度化によるメリットと併せて液昇温熱を大幅に低減できる固液分離プロセスを開発中である。本年度は小規模 CO₂ 回収試験装置に内製化した析出冷却器、遠心分離機、スラリー再加熱器とスラリーポンプなどの一連の機材を全て組み込み、難易度の高い連続運転にチャレンジした結果、1 時間以上の安定した運転に成功した。図 4 に実験を基にした再生熱量の算出結果と平衡論による 30wt% AMP の液相プロセスの結果も併せて示す。液昇温熱は 30wt% AMP に対して 15~27% 程度減少した。一方、L/G を変化させても CO₂ 回収率は 65~75% とやや低く留まったが、AMP の反応速度が遅いことに加え、加速助剤として添加している PZ が有効に機能していない可能性などが考えられる。

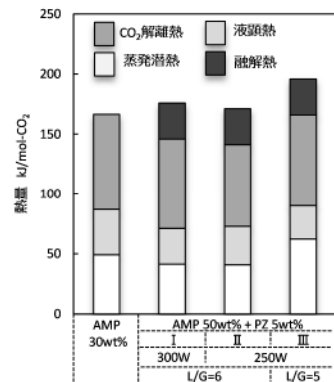


図 4 再生熱量の測定結果