

| 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

温暖化対策として石炭火力等の集中排出源を対象とするCO₂分離回収・貯留技術の導入が急務であり、CO₂分離・回収には主にアミン系水溶液を用いた化学吸収法が有効であるが、長期運転に伴うアミンの劣化およびアミンの大気中へのエミッションなどが大規模展開への課題である。本年度は、プロセスシミュレータを用いた吸収液劣化時の運転支援、アミンエミッションの抑制技術の検討およびCO₂吸収速度評価のための濡れ壁

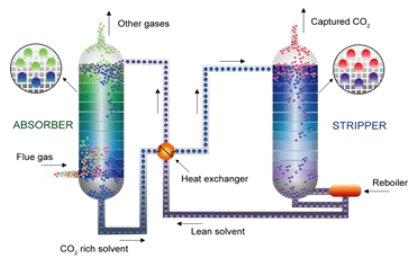


図1 化学吸収法の概略図

塔試験装置作製に取り組んだ。

2. 研究成果と今後の研究展開

(1) シミュレータによる吸収液劣化時における運転支援

アミンの劣化は、発泡、設備の腐食など作業上のトラブルに加え、一般的にはアミン吸収液の再生に要する熱量（再生熱量）の増大などCO₂回収効率の低下を招く。実際の作業において、劣化生成物の除去などの対応策は、追加コストを要するうえに作業の中断など不利益を伴う。そこで、プロセスシミュレータを活用した効率的な運転条件探索による回収効率の悪化の緩和が有効である。しかしながら、多種多様な劣化生成物を含有する劣化液のモデル構築において、系内の各化学種を組成レベルで組み込み、吸収液特性を予測するという従来のアプローチは困難である。本研究では、全ての劣化生成物を同定・定量化することなく、仮想物質への特性付与によって総体的にプロセスを模擬する全く新しいアプローチの研究構想と実施計画を立案した。その方針に基づき、本年度は吸収液として一般的なMEAを用い、小規模CO₂回収試験装置を用いて長時間の継続的な運転を実施し劣化液を作製した。劣化液の組成分析において、代表的な酸性物質の濃度増加と報告例のある劣化生成物の検出により、実プラントと同質な劣化生成物を確認した。また、劣化液のCO₂回収試験において、代表的な酸性物質のみを添加した模擬劣化液では再現できない運転特性を示したことから、作製した劣化液は未知の劣化生成物の運転特性への影響が支配的であり、モデルの模擬対象となり得る

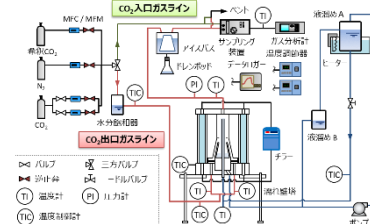
貴重な供試体であるといえる。

(2) アミンエミッション抑制技術の検討

CO₂吸収塔で発生するアミンエミッションのうち、ガス状アミン(蒸気)は、気液接触の追加的な洗浄塔によって、物理吸収で除去する方法が有望視されている。そこで、既往のガス吸収理論に基づいた数値計算と、昨年度、学内で完成したベンチスケールのガス状アミン洗浄試験装置を用いた試験を通して、洗浄塔設計のための基礎データ取得を目指した。MEAを始めとした、CCSで頻用される5種のアミンを用いて洗浄試験を実施したところ、洗浄塔出口のガス状アミン濃度は数値計算による予測値と同様の傾向を示した。このことから既往のガス吸収理論がppmオーダーのガス状アミンにも有用であることが示唆され、結果が乖離する原因は各アミンの確度が低い物性値の推算エラーによるものと考えられた。既往理論式の次元解析の結果、洗浄塔出口濃度への感度が高い物性値は気相拡散係数に絞られた。拡散係数のみを変数として、各アミンの実験結果に計算値をフィッティングさせたところ、現実により得る範囲での操作量(0.58~0.77倍)で計算値と実験値の乖離は±20%以内に収まった。したがって、洗浄塔設計には確度の低い物性値の中でも、出口濃度への感度が大きい拡散係数の正確な評価が重要であるといえる。

(3) 濡れ壁塔試験装置作製

吸収液の基礎特性のうち、吸収塔高さの設計に影響するCO₂吸収速度は、設備コストに直結する重要な性能指標である。本研究では、高精度なCO₂吸収速度の計測およびその決定因子の感度分析を可能とすべく、単位面積当たりのCO₂吸収速度が計測可能な濡れ壁塔試験装置を作製した。試験装置は、気液接触面積の正確な規定および層流下のガス側物質移動係数の厳密な取り扱いのため、均



一な液膜の形成および気液接触回避とガスの速度場発達域の確保を両立させた構造を実現し、流量範囲および具体的な機器の寸法の設計に反映した。

図3 濡れ壁塔試験装置