

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18277

研究課題名(和文)相分離型二酸化炭素吸収剤の吸収速度論のモデル化

研究課題名(英文) Modeling of absorption kinetics of phase separation type carbon dioxide absorbent

研究代表者

町田 洋 (MACHIDA, Hiroshi)

名古屋大学・工学研究科・助教

研究者番号：60589422

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：地球温暖化対策としてCO₂の削減が求められる中、CO₂回収・貯留技術(CCS)が注目されている。本研究室では、常圧で大規模に発生する排ガスに適する化学吸収法において、相分離型吸収剤という概念を導入することで省エネ化を検討している。相分離型吸収剤とはアミン系溶液に添加剤を加えることで、二酸化炭素を吸収後に2液相に分離する新規の化学吸収剤である。本研究では、CO₂吸収後に2液相に分離する化学吸収剤の相平衡データの取得、様々なCO₂吸収剤の相対的な吸収速度比較の2点を検討した。相分離型吸収剤は低温度差で吸収再生が可能であること、吸収速度も高いことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：CO₂ capture and storage technology (CCS) attracts attention as CO₂ reduction is required as a measure against global warming. In this laboratory, energy conservation is considered by introducing the concept of phase separation type absorbent in chemical absorption method suitable for exhaust gas generated on a large scale at normal pressure. The phase separation type absorbent is a novel chemical absorbent which separates into two liquid phases after absorbing carbon dioxide by adding an additive to the amine type solution. In this study, we examined two points: (1) acquisition of phase equilibrium data of chemical absorbent that separates into two liquid phases after absorption of CO₂, and (2) comparison of relative absorption rates of various CO₂ absorbents. The phase separation type absorbent revealed that it can absorb and regenerate with a low temperature difference and the absorption rate is also high.

研究分野：ガス吸収

キーワード：ガス吸収 相分離 二酸化炭素回収

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化対策として CO₂ の削減が求められる中、CO₂ 回収・貯留技術(CCS)が注目されている。CCS の技術は二酸化炭素分離・回収、圧縮、輸送、貯蔵の工程があるが、CCS コストの約 6 割は分離・回収と試算されており、そのコストの低減が求められている。CO₂ の分離・回収法には化学吸収法、物理吸収法、吸着法、膜分離法、等様々な方法がある。本研究室では、常圧で大規模に発生する排ガスに適する化学吸収法において、相分離型吸収剤という概念を導入することで省エネ化を検討している。相分離型吸収剤とはアミン系溶液に添加剤を加えることで、二酸化炭素を吸収後に 2 液相に分離する新規の化学吸収剤である。

2. 研究の目的

本研究では、CO₂ 吸収後に 2 液相に分離する化学吸収剤の相平衡データの取得、様々な CO₂ 吸収剤の相対的な吸収速度比較、CO₂ 分離・回収エネルギーの算出、の 3 点を検討した。

3. 研究の方法

1. 相分離型 CO₂ 吸収剤の相平衡データの取得

吸収液 A,B,C において、CO₂ 分圧、平衡 CO₂ 溶解度を測定した。測定温度は 40~90、CO₂ 分圧は 1~100 kPa とした。

吸収液 A：相分離型(CO₂ 吸収時に均一相→2 液相に分離)

吸収液 B：均一型(CO₂ 吸収後も均一相)

吸収液 C：不均一型(CO₂ 吸収前から 2 液相)

2. CO₂ 吸収剤の相対的な吸収速度比較

相分離するアミンと添加剤の組み合わせ 8 種に関して充填塔により吸収速度の比較試験を実施した。また比較対象として従来法(重量比 MEA:水=30:70)や吸収液 B,C の吸収速度試験も実施した。試験条件は温度 40、供給 CO₂ 濃度 20 wt% とした。

4. 研究成果

1. 相分離型 CO₂ 吸収剤の相平衡データの取得

Fig. 1 に吸収液 A の添加剤の重量比を変化させた時の相平衡の比較を示す。CO₂ 溶解度差 (40 10 kPa と 80 100 kPa の差) が最も大きいのは重量比が EAE:DEGDEE:水=30:90:10 のものであるとわかった。添加剤の割合が大きいと、添加剤を多く含む CO₂ lean amine 相に CO₂ の再生を終えたアミンが抽出され、CO₂ の再生が促進させられることで、高温の CO₂ 溶解度が小さくなるためであると考えられる。

また Fig. 2 に吸収液 A,B,C の相平衡の比較を示す。このグラフから吸収液 A が他の吸収液

と比べて、大きな CO₂ 溶解度差をとり、好ましいことが確認できた。

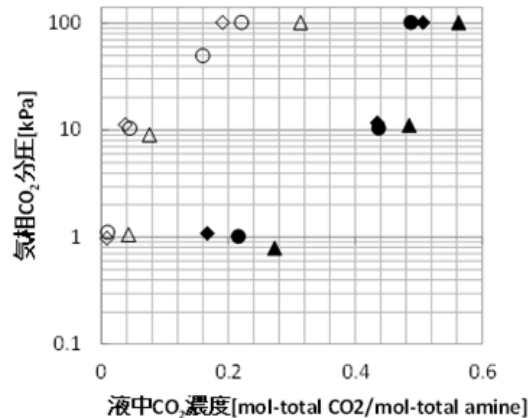


Fig. 1 吸収液 A CO₂ 系の相平衡の比較 (添加剤の重量比変化)

記号	温度 [°C]	吸収液	吸収液		
			アミン 30 wt%	添加剤 60 wt%	水 10 wt%
●	40	A	EAE	DEGDEE	水
▲	40	B	BAE	DEGDEE	水
◆	40	C	MEA	DEGDEE	水
○	90	A	EAE	DEGDEE	水
△	90	B	BAE	DEGDEE	水
◇	90	C	MEA	DEGDEE	水

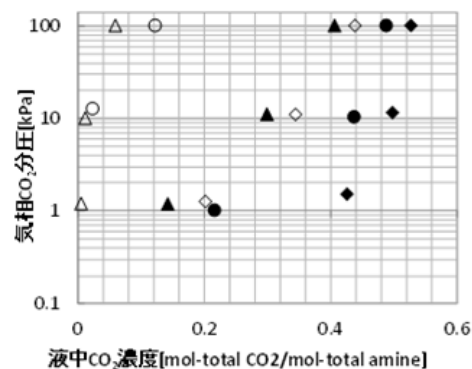


Fig. 2 吸収液 A,B,C-CO₂ 系の相平衡の比較

2. CO₂ 吸収剤の相対的な吸収速度比較

Fig. 3 に吸収液 A の CO₂ 吸収速度の比較を示すように、吸収液 A の種類に CO₂ 吸収速度は依存しないことが分かった。Fig. 4 に吸収液 A,B,C における CO₂ 吸収速度の比較を示す。この 3 種類の吸収液に関して CO₂ 溶解度差と CO₂ 吸収速度をまとめたものを Table 1 に示す。この表より、CO₂ 溶解度差と CO₂ 吸収速度のどちらも大きな吸収液 A が CO₂ 吸収剤に最も適していると考えられる。しかし、均一型と不均一型の吸収液の試験した種類が少ないため検討の余地はある。

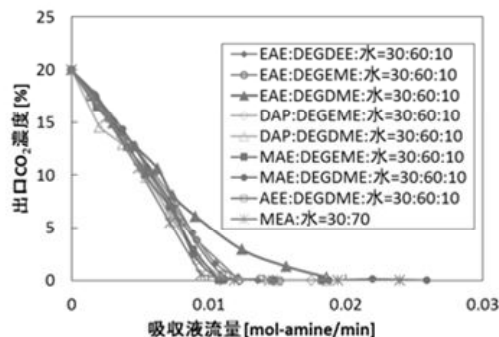


Fig. 3 吸収液 A の CO₂ 吸収速度の比較

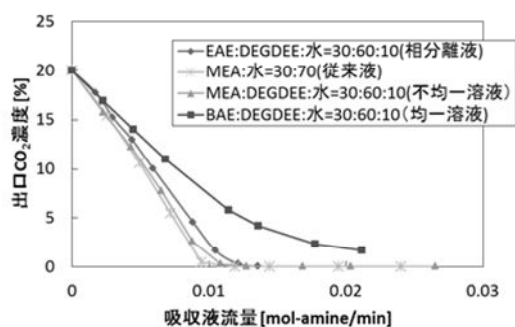


Fig. 4 CO₂ 吸収速度比較

(吸収液 A,B,C,40)

Table 1 3 種類の吸収液の比較

吸収液	CO ₂ 溶解度差 *		CO ₂ 吸収速度 [min/ mol-amine]
	[mol-CO ₂ / mol-amine]	[mol-CO ₂ / kg-全吸収液]	
A EAE:DEGDDEE:水 =30:60:10	0.315	1.060	1748
B BAE:DEGDDEE:水 =30:60:10	0.240	0.614	1242
C MEA:DEGDDEE:水 =30:60:10	0.059	0.292	1977

4. CO₂分離・回収エネルギーの算出

吸収液 A の CO₂ rich amine 相のみを放散塔へ供給した場合における、CO₂分離・回収エネルギーは 2.4 GJ/ton-CO₂ 程度で限界であると分かっている。

本年度は更なる省エネ化を目指し、吸収塔で CO₂ 吸収後に CO₂ rich amine 相と CO₂ lean amine 相の 2 液相に分離したものの双方を放散塔へ供給し、反応熱を回収するプロセスを考案した。両相を放散塔へ供給することで、CO₂ rich amine 相のみを放散塔へ供給する時よりも低温度で再生することが可能になることがわかったためである。Fig. 5 に本研究の提案プロセスである吸収液 A と自己熱回収を組み合わせた CO₂ 分離・回収プロセス図を示す。吸収塔におけるアミン CO₂ の反応熱を熱媒の蒸発潜熱として回収し、圧縮後再生プロセスに供給するヒートポンプのプロセスが導入されている。

Fig. 6 に本研究の提案プロセス(吸収液 A

+ 自己熱回収) とその他のプロセスとの比較を示す。また、吸収液 A の添加剤の重量比を変化させた場合や吸収液 B,C についても CO₂ 分離・回収エネルギーを算出したが、吸収液 A (EAE:DEGDDEE:水 = 30:60:10) の両相を放散塔へ供給したものが最もエネルギーを削減することができ、1.5 GJ/ton-CO₂ を得た。相分離液法 + 自己熱回収は吸収再生温度差 T が従来法の半分である 40 であり、省エネ効果が高いことが分かった。

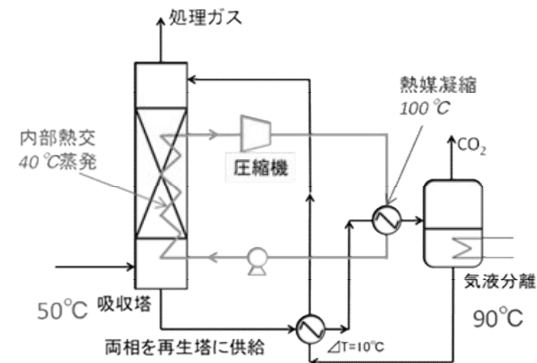


Fig. 5 吸収液 A と自己熱回収を組み合わせた CO₂ 分離・回収プロセス図

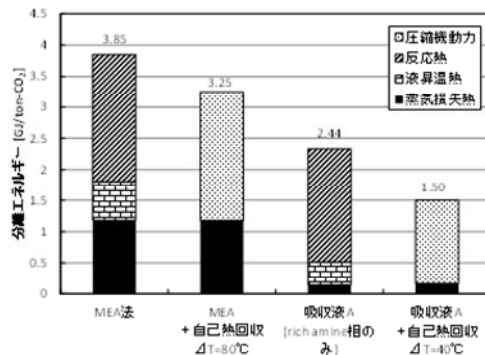


Fig. 6 CO₂ 分離・回収エネルギーの比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

H. Machida, K. Oba, T. Tomikawa, T. Esaki, T. Yamaguchi, H. Horioze, Development of phase separation solvent for CO₂ capture by aqueous (amine + ether) solution, J. Chem. Thermodyn. 113 (2017) 64-70

〔学会発表〕(計 4 件)

Study on energy consumption of CO₂ capture process with phase separation solvents, Takehiro Esaki, Hiroshi Machida, Ryuya Ando, Tsuyoshi Yamaguchi and Koyo Norinaga, Sep.29-Oct.1, 2017 ICMaSS2017, Nagoya

Experimental Evaluation of CO₂ absorption rate with Amine-H₂O-Ether absorbents, Takehiro Esaki, Hiroshi

Machida, Ryuya Ando, Tsuyoshi Yamaguchi, Koyo Norinaga, Aug.23 to 27 2017 The 17th APCCChE, Hong Kong

相分離型 CO₂ 吸収材を用いた吸収速度の実験評価、江崎 丈裕、安藤 竜也、山口 毅、堀添 浩俊、町田 洋、2017 年 6 月 14-15 日 第 22 回動力・エネルギー技術シンポジウム、豊橋商工会議所

二液相分離型吸収法による CO₂ 回収装置の提案とその実証評価、江崎丈裕、山口毅、町田洋、則永行庸、5/26-27 分離技術会 年会 2017 明治大学生田キャンパス

〔図書〕(計 2 件)

町田洋、江崎丈裕、山口毅、"相分離を利用した二酸化炭素の省エネルギー分離技術"化学工業, 69, 5-11, 2018

町田洋、江崎丈裕、山口毅、"相分離型 CO₂ 吸収剤の開発" 分離技術, 47, 144-147, 2017

〔産業財産権〕

○出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

町田洋 (MACHIDA Hiroshi)

名古屋大学大学院工学研究科・助教

研究者番号: 60589422

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

()