313 K におけるアミン水溶液の CO₂ 吸収に伴う電気伝導度の変化

日大生産工(院) ○藤田 拳人, 日大生産工(研究員) 岡田 真紀, 日大生産工 保科 貴亮 RITE 山田 秀尚, マレーシア工科大 辻 智也, 日大生産工 日秋 俊彦

1. 緒言

CO₂ 削減の対策として, CO₂ 回収貯留 (CCS) 技術が注目されており、モノエタノー ルアミン(MEA) 等のアミン水溶液が多く用い られている¹⁾. しかし, アミン水溶液を循環さ せ使用する CO2 吸収・放散プロセスにおいて, 溶液中の CO2 濃度が吸収効率に大きく影響 する. アミン水溶液中の CO₂ の濃度変化を簡 便にモニタリングする指標として、電気伝導 度が挙げられる. アミン水溶液は, CO2 の吸収 によって、プロトン化アミンやカルバメート といった各種イオンを生成するため、まずは CO2 吸収前後のアミン水溶液の電気伝導度の 把握が必要である. 本研究では, MEA のアミ ノ基にブチル基を付与したブチルエタノール アミン (BEA: 117 g/mol) と MEA のアミノ 基にメチル基とエタノール基を付与したメチ ルジエタノールアミン (MDEA: 119 g/mol) を 用いて, 313 K, 常圧下における BEA および MDEA 水溶液の CO₂ 吸収量を測定し, CO₂ 吸収前後の電気伝導度の変化と粘度依存性を 調べた.

2. 実験

2-1 CO2 吸収量測定

本研究で用いた CO₂ 吸収装置は以前に報 告したもの²⁾ と同じである. 丸底フラスコに 入れたアミン水溶液 (10 ~ 40 wt%) 100 g を, 313.2 (±0.5) K の恒温槽中に静置し, CO₂ ガス を流量 0.2 L/min で 90 分間通気した. 通気 前後の溶液の質量変化より, CO₂ 吸収量 [g] とそのアミンに対する物質量比 (CO₂ loading [mol-CO₂/mol-amine]) を求めた.

$$CO_2 \text{ loading} = \frac{\text{moles of absorbed } CO_2}{\text{moles of amine}}$$
 (1)



 $A:CO_2$ cylinder, B:Mass flow controller, $C:Absorption\ cell, D:Condenser$ $E:Magnetic\ stirrer,$ $F:Water\ bath,$ $G:Thermistor\ thermometer$





Fig. 2. CO₂ loading [mol-CO₂/mol-amine] of BEA and MDEA aqueous solution at 313.2 K.

2-2 電気伝導度測定

本研究で用いた電気伝導度測定装置を Fig. 1 に示す. CO₂ 吸収前後の溶液を セルに充填 し, 313.2 (±0.5) K の恒温槽中で静置後, pH/電 導度計および導電率電極 (堀場製作所製 D-74, 9382-10D) を使用し, 電気伝導度を測定した.

3. 結果および考察

3-1 CO₂ 吸収量 313.2 K, 常圧下における BEA および MD EA 水溶液の CO₂ loading を Fig. 2 に示した. BEA 水溶液では, 各濃度で MDEA 水溶液よ

CO₂ absorption effect on the electric conductivities for amine aqueous solution at 313 K

Kento FUJITA, Masaki OKADA, Taka-aki HOSHINA, Hidetaka YAMADA, Tomoya TSUJI and Toshihiko HIAKI りも CO_2 吸収速度および CO_2 loading がと もに大きいことがわかった. また, CO_2 loading は各アミンの濃度の増加に伴い減少した.

3-2 CO₂ 吸収前後の電気伝導度と粘度依存性

313.2 K,常圧下における CO₂ 吸収前の BEA および MDEA 水溶液の電気伝導度と 粘度を Fig. 3 に示した. BEA および MDEA の電気伝導度は,10 wt% で極大を示した. BEA および MDEA 水溶液の粘度はアミン濃度の 増加に伴い単調に増加した.アミン濃度の低 い領域では,BEA および MDEA 水溶液が 10 wt% で極大を示した理由が,水溶液中で電離 したイオン種の運動が大きく起因していると 考えられる.極大値より濃度が大きい領域で は,アミン濃度の増加に伴い電気伝導度が大 きく減少した.溶液の粘度の寄与が大きいと 考えられる.

313.2 K, 常圧下における CO₂ 吸収後の BEA および MDEA 水溶液の電気伝導度と粘 度を Fig. 4 に示した. CO₂ 吸収後のBEA およ び MDEA 水溶液の電気伝導度は全濃度にお いて CO₂ loading の増加に伴い増加し, 粘度 も単調に増加した. CO₂ 吸収後の BEA およ び MDEA 水溶液の粘度は全濃度において CO₂ loading の増加に伴い増加した. CO₂ loading の増加に伴い電気伝導度が増加した理 由は, CO₂ とアミン水溶液との反応により生 じた BEAH⁺, BEACOO⁻, MDEAH⁺, HCO₃⁻ な どのイオンが大きく起因していると考えられ る.

3-3 電気伝導度による CO₂ 濃度とアミン濃度 の相関手法の検討

 CO_2 吸収前の電気伝導度と CO_2 吸収後の 電気伝導度の比を表す κ co2 loaded/ κ co2 unloaded に対する CO_2 loading と相関式の傾きを Fig. 5 に示した. BEA および MDEA 水溶液の各 濃度における傾きは、アミン濃度の増加に伴 い単調に増加した. BEA および MDEA 水溶 液のアミン濃度は相関式の傾きから、 CO_2 濃度 は相関式から推算ができると考えられる.

4. 結言

本研究では 313.2 K, 常圧下における CO₂ 吸収前後の BEA および MDEA 水溶液の電 気伝導度の測定を行った.1 mol あたりの CO₂ loading は, 同濃度の MDEA 水溶液より BEA 水溶液の方が多いことがわかった.CO₂ 吸収前の BEA および MDEA 水溶液の電気 伝導度は, 10 wt% で極大を示した.CO₂ 吸収



Fig. 3. BEA and MDEA concentration dependence of electrical conductivity and viscosity for BEA and MDEA aqueous solution at 313.2 K.



Fig. 4. CO_2 loading dependence of electric conductivity and viscosity for BEA and MDEA + water + CO_2 mixtures at 313.2 K.



Fig. 5. CO₂ loading dependence of electric conductivity [κ CO₂ loaded/ κ CO₂ unloaded] for BEA and MDEA + water + CO₂ mixtures at 313.2 K.

後のBEA および MDEA 水溶液の電気伝導度 は全濃度において CO₂ loading の増加に伴い 増加し、粘度も単調に増加した. $\kappa \cos \log(\kappa) \cos \omega$ unloaded に対する CO₂ loading からアミン濃度 および CO₂ 濃度を推算できる相関式を作成 した.

参考文献

 山田秀尚, 分離技術会年会 講演要旨 S2-2 (2016).
藤田拳人ら, 化学工学会第 83 年会 講演要旨 PB270 (2018).