

●破過曲線測定による固体吸着材の CO₂ 吸着性能評価

TN539

Evaluation of CO₂ Adsorption Capacity of Solid Adsorbents Using Breakthrough Curve Measurement

[概要]

破過曲線測定は、試料に一定濃度の吸着質を流通し、飽和吸着に達するまでの挙動を出口ガス濃度から評価する方法です。これは固体試料の動的なガス吸着能の評価に有効であり、CO₂ や CH₄ の分離回収技術において重要視されます。これらのプロセスにおいて、共存する H₂O の濃度は固体吸着材の性能に大きく影響を与えます。本稿では、回収プロセスの研究が盛んな CO₂ をターゲットとし、濃度をコントロールした H₂O 共存下における固体吸着材への吸着挙動を評価した事例を紹介します。加えて、吸着後に吸着材を昇温し、CO₂ および H₂O の脱離温度の確認も行いました。

Keywords : カーボンサイクル、カーボンニュートラル、吸収、アミン、MOF

[事例]

CO₂ 吸着材 (A 社開発品) に対して 120℃、1hr の脱気処理を行ったのち、50℃で 6%CO₂/6%H₂O/He ガスを流通して破過曲線を取得しました。その後、50℃のまま He ガスをしばらく流通し、試料の昇温を開始しました (Fig.1)。同様の測定条件で実施したブランク測定との面積差分から吸着量と脱離量をそれぞれ算出しました (Fig.2, Fig.3, Table1)。なお、CO₂ および H₂O ガスの検出は、質量分析計 (CO₂ : m/z44, H₂O : m/z18) を用いました。

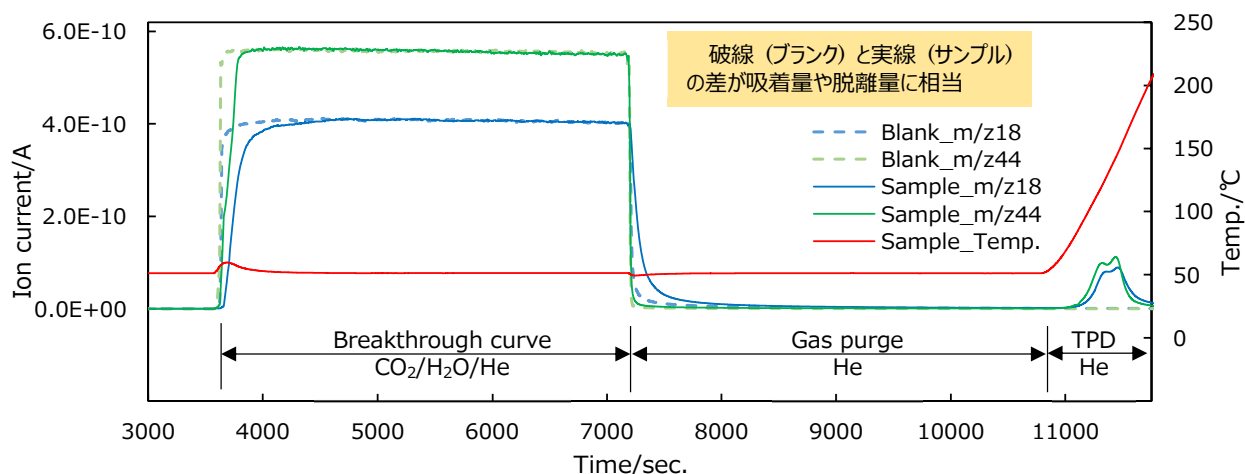


Fig.1 CO₂ and H₂O breakthrough curve-TPD (Temperature-Programmed Desorption) measurement of the sample

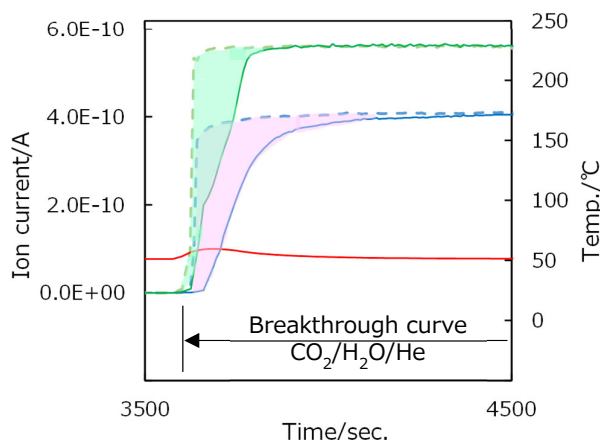


Fig.2 Adsorption behavior of CO₂ and H₂O during breakthrough. The green and purple area indicate CO₂ and H₂O adsorption

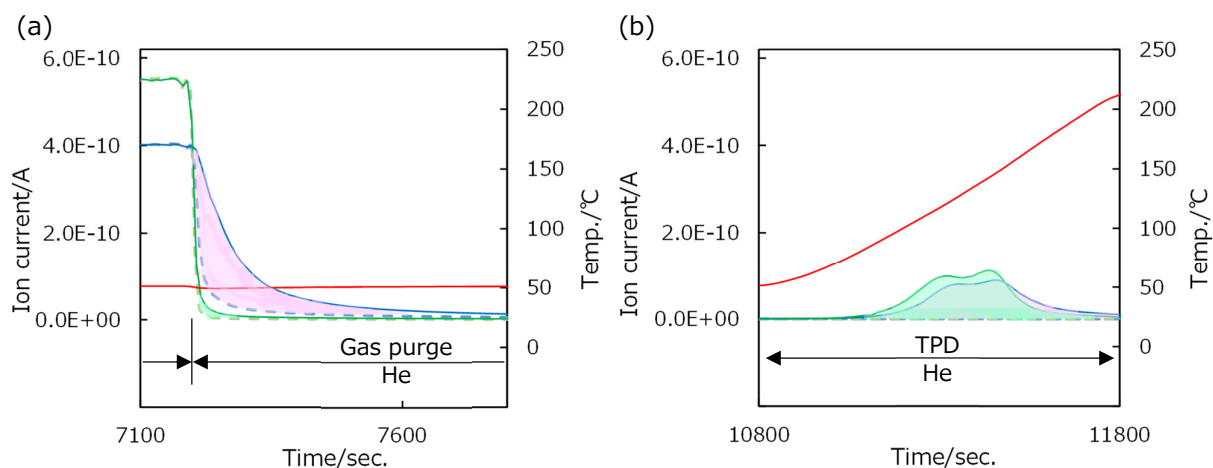


Fig.3 Desorption behavior of CO₂ and H₂O during (a) gas purge and (b) TPD
The green and purple area indicate CO₂ and H₂O desorption

Table1 Amount of adsorption and desorption of the sample

Adsorbate	Adsorption amount (mmol/g)	Desorption amount (mmol/g)			Material balance (%)
	Breakthrough curve	Gas purge	TPD①※	TPD②※	
CO ₂	1.1	0.14	0.44 [121]	0.49 [143]	94
H ₂ O	2.1	1.3	0.47 [128]	0.63 [146]	116

※①Low-temperature peak, ②High-temperature peak. 【】 indicates the top temperature (°C)

CO₂の物質収支は良好で、吸着量と脱離量を同時に定量できることが分かります。吸着したCO₂の約9割が昇温中に脱離していることからCO₂を強く吸着するサイトの存在が示唆されます。H₂Oは吸着量<脱離量の傾向を示しており、120℃1hrの脱気処理では取り除けない水分があることを示唆しています。

上記の結果から、この吸着材はH₂O共存下で約1mmol/gのCO₂を吸着することができ、その後200℃まで加熱することで吸着したCO₂のほとんどを放出することが分かりました。このように、本手法はCO₂やH₂Oといったガス吸着質それぞれについて吸着過程から脱離過程までの物質収支を算出でき、吸着材の選定やCCS (Carbon dioxide Capture and Storage), CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization) プロセスの運転条件の検討に有効です。当社では複数の吸着質が存在する雰囲気中で吸着材を評価することができ、実用条件により近い実験データを提供できます。