

B-T-022

BELCATII によるモレキュラーシーブ 5A を用いた 2 成分系 (CO₂, H₂O) 吸着破過曲線測定

概要

水蒸気は多くのプロセスにおいて原料や副生成物などとして存在し、吸着材を使用する際には、その水蒸気の有無によって目的成分の吸着性能が変わることが知られています。これは、吸着材料に対してそれぞれの成分が競争吸着するため、多成分共存下で吸着材評価を行うこ

とで、実用条件により近いデータが得られます。本稿では低濃度と高濃度の水蒸気共存下での CO₂ の吸着破過曲線測定を触媒分析装置 BELCAT II により、検出器に CO₂ および湿度センサを用いた評価事例を紹介いたします。

実験

吸着材の前処理後、吸着破過曲線測定を行い、N₂ 常温パージ（脱着）し、物理吸着分を脱着させ、さらに TPD 測定（Temperature Programmed Desorption：昇温脱離）により、化学吸着分の脱着を行いました。また、同様の測定を blank 試料管でも行い、それぞれの波形の差分から各過程における吸脱着量と測定全体における物質収支を確認しました。なお、CO₂ と H₂O の両成分を同時に測定するために、CO₂、湿度センサの出力値から定量しました。

【測定①：低濃度 CO₂ 評価事例】ゼオライトモレキュラーシーブ 5A (MS-5A、重量：0.1 g、粒子径：250～500 μm) を 3 重試料管に充填し、以下の条件で吸着破過・脱着測定を行いました。

前処理：100%- N₂ (50 SCCM) 流通下で、400℃まで 20℃/分で昇温し、60 分保持した後、25℃まで冷却

破過曲線：25℃で 100 分 (6000 s) 間、下記組成の吸着ガス (総流量 50 SCCM) を導入

単成分測定：1000 ppm- CO₂、N₂ バランス

2 成分測定：1000 ppm- CO₂、8000 ppm-H₂O、N₂ バランス

N₂ パージ：25℃で 50 分間、100%- N₂ (50 SCCM) を流通

TPD：100%- N₂ (50 SCCM) 流通下で、25℃から 400℃まで 10℃/分で昇温して 20 分保持

【測定②：高濃度 CO₂ 評価事例】ゼオライトモレキュラーシーブ 5A (MS-5A、重量：3 g、粒子径：250～500 μm) を 3 重試料管に充填し、以下の条件で吸着破過・脱着測定を行いました。

前処理：100%- N₂ (50 SCCM) 流通下で、400℃まで 20℃/分で昇温し、60 分保持した後、50℃まで冷却

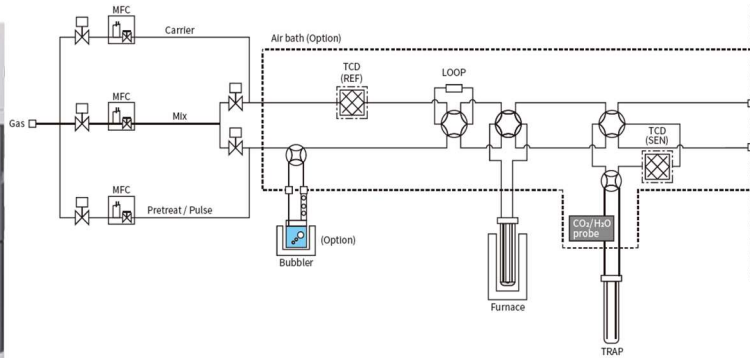
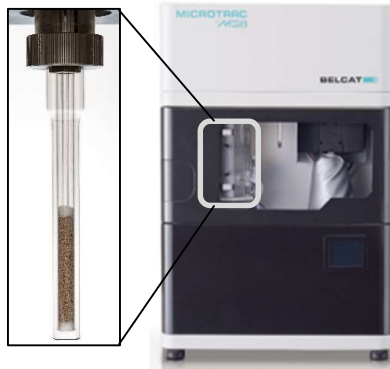
破過曲線：50℃で 300 分 (18,000 s) 間、下記組成の吸着ガス (総流量 50 SCCM) を導入

2 成分測定：14 %- CO₂、7 %-H₂O、N₂ バランス

N₂ パージ：50℃で 300 分間、100%- N₂ (50 SCCM) を流通

TPD：100%- N₂ (50 SCCM) 流通下で、50℃から 400℃まで 1℃/分で昇温して 60 分保持

試料を充填した試料管
写真は 1g 充填時



一部簡略化した流路図で

Fig.1 BELCAT II と流路図

結果と考察

Fig.2 に低濃度 CO₂ 評価事例として、1000 ppm 単成分 CO₂、ならびに水蒸気共存下での 2 成分 CO₂ の吸着破過測定および脱着測定 (ページ・昇温) 結果を示します。2 成分測定において、CO₂ は H₂O に比べ破過点、終末点に早く到達しています。これより、本条件下において MS-5A は CO₂ よりも H₂O をより多く吸着できるということがわかります。また、Table 1 に示したように、単成分時の CO₂ 吸着量に比べ、2 成分中の CO₂ の吸着量は低くなっているため、H₂O 共存下では、CO₂ の吸着能が低下すると言えます。さらに、5000~8000 秒の間で CO₂ 濃度比が 1 よりも高くなっていることから、2 成分測定の破過曲線測定において、試料上に吸着した CO₂ が H₂O に置換することで脱着したと考えられます。脱着時において、N₂ ページでは、H₂O が脱着されにくく、TPD 時にすべて脱着されていることも確認できます。なお、吸着過程、脱着過程において、物質収支はほぼ取れていることから、本測定の信憑性を表しています。このように、BELCAT II と CO₂ ならびに H₂O センサを併用して吸着破過曲線および脱着測定を行うことにより、単成分だけでなく多成分の吸着挙動を検討することが可能となります。

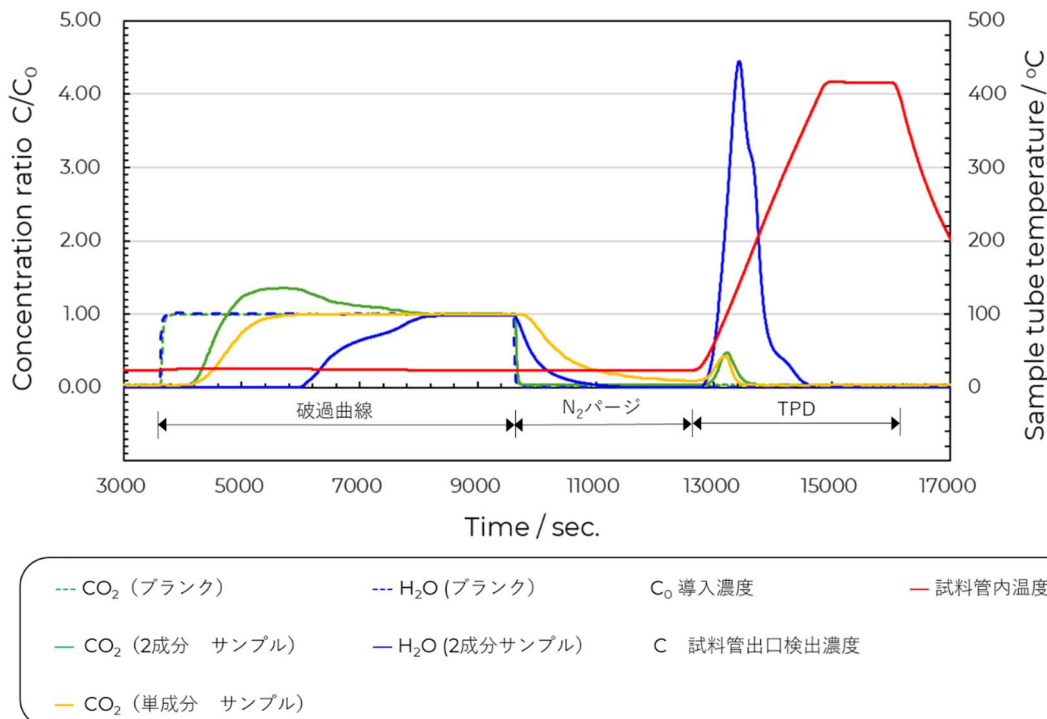


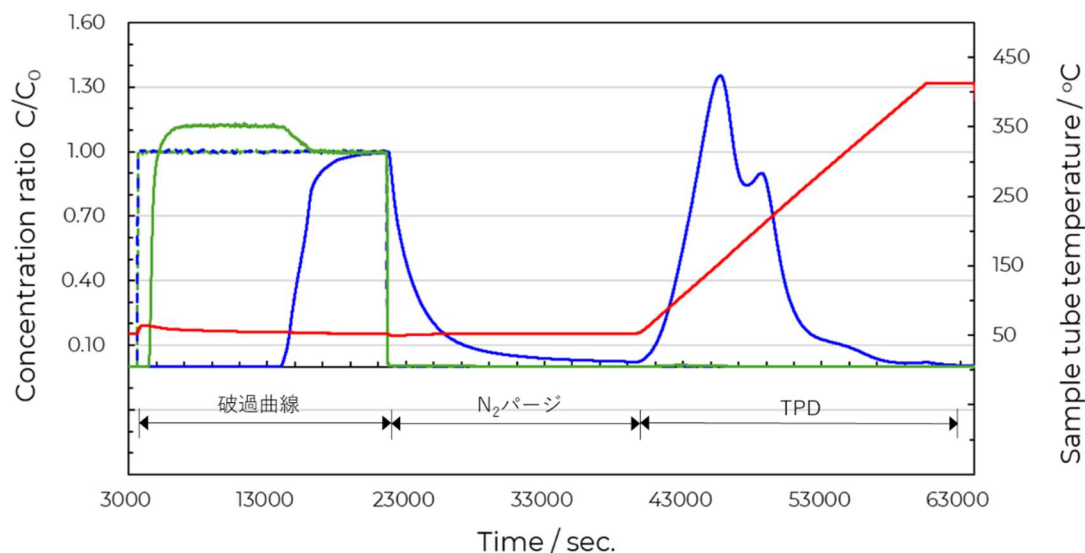
Fig. 2 CO₂ (1000 ppm) 吸着破過曲線 - N₂ ページ - TPD 測定 (単成分、2 成分測定の比較)

Table 1: CO₂単成分・2成分吸脱着工程における吸脱着量 (mmol/g)

	破過曲線(吸着)	破過曲線(脱着)	He パージ(脱着)	TPD(脱着)
単成分-CO ₂	0.42	—	0.35	0.06
2成分-CO ₂	0.31	0.24	0.00	0.06
2成分-H ₂ O	9.8	—	1.2	7.9

Fig.3 には、工場排ガス処理などを想定した比較的高濃度の 14 %CO₂、7 %H₂O の吸着破過測定結果を示します。本測定条件は Fig.2 での測定条件と比較して CO₂ ならびに H₂O の濃度はそれぞれ、約 140 倍、約 9 倍となり、H₂O よりも CO₂ が高濃度な状態となりますが、Fig.2 と同様に CO₂ は H₂O に比べ破過点、終末点に早く到達しています。また Table2 より、本条件下においても MS-5A は CO₂ よりも多くの H₂O を吸着できるということがわかります。さらに、3,000~15,000 秒程度の間で CO₂ 濃度比が 1 よりも高く、CO₂、H₂O の 2 成分の破過曲線測定において、試料上に吸着した CO₂ が H₂O に置換することで脱着する挙動も Fig.2 の結果と同じであることが確認できます。

これらのことより、BELCAT II と CO₂ ならびに H₂O センサを併用することで、目的に準じた CO₂ 濃度、H₂O 濃度での評価、検討することが可能となります。

Fig. 3. 14 %-CO₂、7 %-H₂O の 2 成分吸着破過-N₂ パージ、昇温脱着 (TPD) 測定**Table 2:** 14 %-CO₂、7 %-H₂O 共存下における吸脱着量 (mmol/g)

	破過曲線(吸着)	破過曲線(脱着)	He パージ(脱着)	TPD(脱着)
2成分-CO ₂	1.8	1.9	0.1	0.1
2成分-H ₂ O	10.4	—	2.2	7.4

2024/7/1

文責：小西優子、吉田将之

For further information please contact us at:
www.microtrac.com

B-T-022 BELCATII によるモレキュラーシーブ 5A を用いた 2 成分系 (CO₂, H₂O) 吸着破過曲線測定 (CO₂ センサ・湿度センサ利用)