

新規な高効率二酸化炭素吸収セラミック多孔体の開発

Development of Novel Porous Ceramics for CO₂ Adsorption

プロジェクト代表者：柳瀬郁夫（理工学研究科・准教授）

Project Reader : Ikuo Yanase (Associate Professor)

1. 緒言

CO₂回収が可能な物質の一つである酸化カルシウム (CaO) は CO₂ と中温域から反応して CaCO₃ を生成し、900 程度で CO₂ を脱離する。高濃度状態で CO₂ が存在する場所の温度は中温域であることが多いため、CaO は高温環境下での高効率回収物質として適した性質を有している。さらに CaO は資源的にも豊富であるため、CaO の活用は工業的な利点となる。しかしながら、CaO を粉末の状態で利用する場合、繰り返し使用によって CaO 粒子の表面積が低下し、その CO₂ 吸着能は著しく減少する。

そのため CaO 粒子を高分散させた形態で使用できるような CaO 粒子被覆型材料の開発が、上述したような CO₂ 吸着能の低下を抑制する有効な手段の一つとなる。また、室温～高温の範囲での温度の昇降による材料の劣化を極力防ぐため、耐熱衝撃性の高い低熱膨張性材料が CaO 被覆用の基板材料に適する。

以上のような背景のもと、本研究では、CO₂ 除去が中～高温域で行える CaO 粒子を組み込んだセラミック多孔体を作製する。具体的には、著者らがこれまでに開発した低熱膨張性ゼオライト関連化合物である、高融点 (1600 以上) の立方晶リユーサイト化合物 (Cs_{0.9}Al_{0.9}Si_{2.1}O₆; 以下 9CAS) を用いて CaO 粒子被覆多孔質材料を作製する。この立方晶リユーサイト化合物の非晶質仮焼粉末は、高い焼結性を示すことを著者らは見出しており、CaO 粒子被覆用の多孔体の作製を容易にすると期待される。更に、得られた CaO 被覆リユーサイト多孔体の CO₂ 吸着能を評価する。

2. 実験方法

9CAS 非晶質仮焼粉末¹⁾と水が質量比 1:1

となるように秤量し、十分混合してスラリーを作製した。スラリー中にセル数 30 ± 3 個 /inch のウレタンフォーム (ブリヂストン製、エバーライト SF-HR30) を浸してスラリーを塗布した。これを 80 で一晩乾燥した後、昇温 2 /min、600 で 2h 保持してウレタンフォームを除去した後、1250 で 5h 熱処理することでセラミックフォームを作製した。作製した 9CAS セラミックフォームを mol/l Ca(NO₃)₂ 水溶液中に 1h 含浸した後、120 で一晩乾燥させ、Ar ガス流通下、2 /min で 700 及び 800 まで昇温し、2h 保持して Ca(NO₃)₂ を熱分解して、9CAS セラミックフォーム中に CaO を導入した。

結晶相の同定には X 線回折試験 (XRD; リガク製, RAD-C, 40k V、30mA) を、微細構造の観察には走査型電子顕微鏡 (FE-SEM, 日立製作所, S4100) をそれぞれ用いた。CO₂ 吸収・脱離挙動の調査を TG-DTA で評価した。

3. 結果と考察

高い CO₂ 吸着効率を得るには、気体流通性の高い多孔体を作製することが不可欠と考え、9CAS 非晶質仮焼粉末を用いてセラミックフォームを作製した。

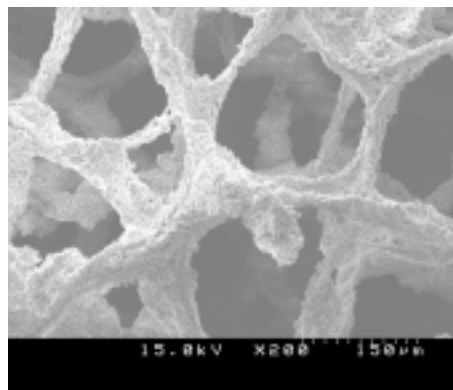


Fig. 1 9CASセラミックフォーム

Fig. 1 に 9CAS セラミックフォーム（以下，9CAS フォーム）のSEM写真を示す．ウレタンフォームの形状を維持した規則的な三次元立体構造を有する 9CAS フォームを作製できたことが分かった．作製した 9CAS フォームはかさ密度が 0.14g/cm^3 程度であり，9CAS の理論密度から算出した気孔率は95% と非常に高い値であった．

この 9CAS フォームに $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液を含浸させて，700 での熱処理によりCaOを9CAS フォーム内に導入した．作製されたCaO被覆9CAS フォームのSEM写真を Fig. 2 に示す．表面にCaO結晶が被覆されている様子が観察された．この結晶の形態は溶液からの $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 結晶の析出によるものと考えられた．

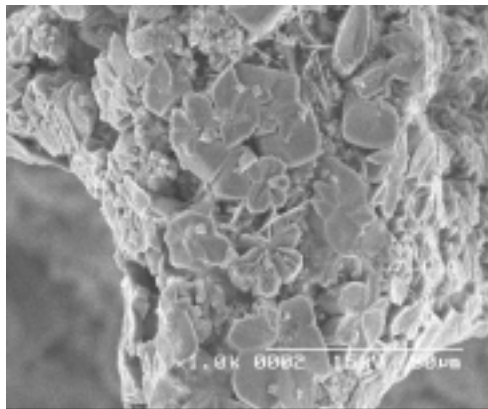


Fig. 2 9CASフォーム上のCaO結晶

得られたCaO被覆9CASフォームの CO_2 吸着特性をTG-DTAにより調査した．その結果を Fig. 3 に示す．Fig.3中の は700 被覆CaO/9CASフォーム， は800 被覆CaO/9CASフォーム， は700 仮焼CaO粉末， は800 仮焼CaO粉末である．なお，ここで用いたCaOはどれも $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液から得られたものである．Fig. 3 より，9CASフォームに被覆したCaO粒子は粉末状態のCaOよりも中温域での CO_2 吸着効率が高いことが分かった．

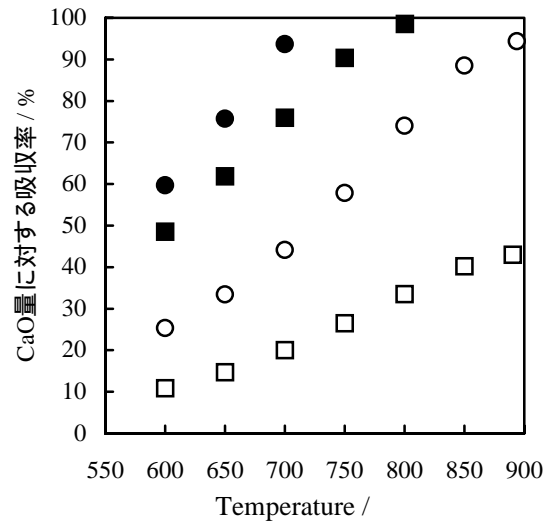


Fig. 3 CO_2 流通下での CO_2 吸着特性

以上のように， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液から調製する微細なCaO結晶を CO_2 ガス流通性の高いセラミックフォームに分散性よく被覆することで高効率な CO_2 吸収材料を作製することに成功した．今後、さらに低温での CO_2 吸収能を向上させることでより広い温度範囲で活用できる CO_2 吸収材料の開発に繋がれると期待される．

4. 本成果に関連する投稿論文

(1) I.Yanase, et al., “ Effect of Ball-milling on Porous Structure of Ca-substituted Leucite with Low thermal Expansion Property ”,

J.Ceram.Soc.Jpn., **41**, pp.1115-1120 (2006).

(2) I.Yanase, et al., “ Ca-substituted Pollucite Body Fabricated from Amorphous Calcined Powder ”,

Smart Processing Technology, **1**, pp.103-106 (2006).

5. 引用文献

1) I.Yanase,et al., *J.Ceram.Soc.Jpn.*, **111**, (2003) 533-536.