

コンクリートスラッジから生成した軽質炭酸カルシウム微粉末の諸物性

日本コンクリート工業(株)		正会員	○八木利之	佐々木猛
鹿島建設(株)	正会員	田口翔也	向 俊成	吉田祐麻
鹿島建設(株)	正会員		取違 剛	渡邊賢三
鹿島建設(株)	フェロー会員			坂井吾郎
				坂田 昇

1. はじめに

「2050年カーボンニュートラル、CO₂の排出量実質ゼロ」を目指し、日本ではCO₂削減に国家的に取り組み始めている。現在、幾多あるCO₂削減技術の中から、「炭酸塩鉱物化」に関する技術が脚光を浴びており、「カーボンリサイクル」として、炭酸塩鉱物を利活用する技術開発が盛んに行われている。その内、コンクリート製のポール、パイルやブロック等のプレキャスト製品を製造する際に発生するコンクリートスラッジに燃焼排気ガス中のCO₂を固定化させて、軽質炭酸カルシウム（以下、ECTと称す）を製造する技術を開発し、実用化している。本稿では、CO₂の炭酸塩鉱物化の概要およびコンクリート用混和材としてのECTの諸物性について紹介する。

2. ECT微粉末の製造フロー

筆者らは、戻りコンクリートや廃コンクリート等に含まれるカルシウムを抽出し、CO₂を反応させて炭酸カルシウムCaCO₃を生成して固定化するCCU技術¹⁾を開発しており、そのECT微粉末の生成フローを図-1に示す。

- ① コンクリートスラッジを一度貯留槽で受けた後に、溶出槽にて水希釈する。
- ② 水希釈されたコンクリートスラッジをフィルタープレスにて固液分離処理する。
- ③ 固液分離処理後の液体分に、工場におけるボイラーの排気ガス中のCO₂を分離・回収することなく、“生”排ガスをそのまま吹き込み、CO₂をCaCO₃として固定し、ECT微粉末として生成させる。

ここで、コンクリートポールやパイルの多くは、遠心成型で製造されているため、製造過程で発生するコンクリートスラッジには、骨材がほとんど含有されないため、前・後処理が軽減できる。また、Caイオンの含有量が高く飽和しており、軽質炭酸カルシウムCaCO₃の生成効率が高い。以上から炭酸塩鉱物化技術に必要な原料として“良質”であることが特徴として挙げられる。さらに、製造された炭酸カルシウムの微粉末は、石灰石から産出される石灰石微粉末と成分的にほぼ同じものである。

3. ECT微粉末のCO₂固定量

ECT微粉末は純度の高い軽質炭酸カルシウムであるため、重量1tにつきその組成に基づき約440kgのCO₂

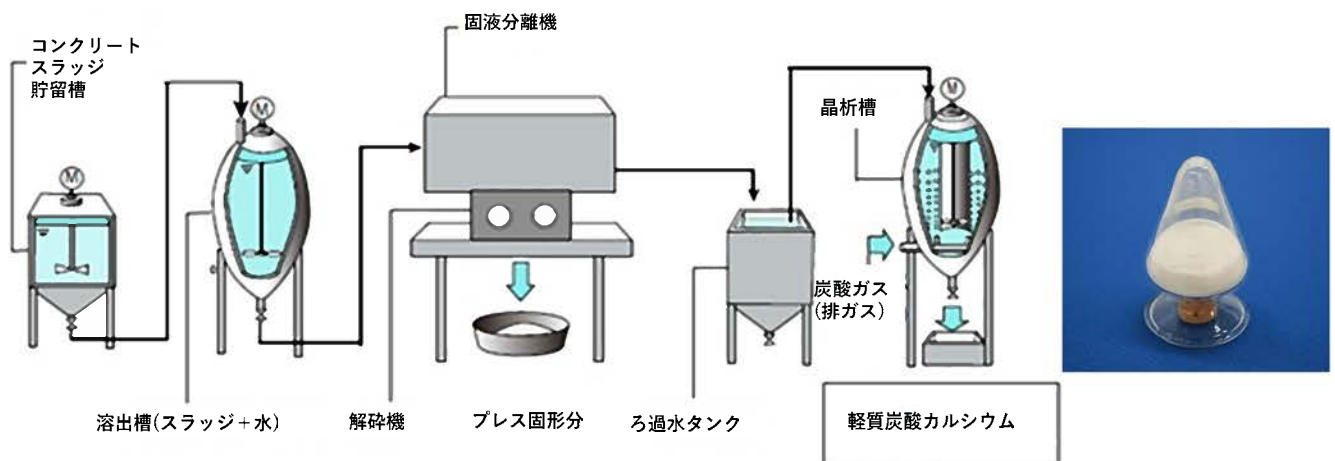


図-1 コンクリートスラッジを用いた炭酸塩鉱物化の概略フロー¹⁾

キーワード 環境配慮型コンクリート、CCU材料、炭酸カルシウム、石灰石微粉末、排気ガス

連絡先 〒108-8560 東京都港区芝浦4-6-14 日本コンクリート工業(株) 環境・エネルギー事業部 TEL 03-3452-1116

を固定化している。その一方で ECT 微粉末 1t 製造時の CO₂ 排出量は、約 50 kg と試算している²⁾。そのため ECT 微粉末の正味の CO₂ 固定量は約 390kg-CO₂/t である。なお、上記の CO₂ 排出量は、ECT 微粉末の製造装置の消費電力他しか含まれていない。

4. ECT 微粉末の諸物性

現在製造している ECT 微粉末の諸物性を表-1 に示し、一般的にコンクリート用混和材として使用される石灰石微粉末（以下、LSP と称す）を併記する。ECT の粒子径は約 30～40μm であり、LSP よりも粒子径分布が単粒に近く、粒子サイズの揃った粉体となっている。アルカリや塩化物イオン含有量は LSP と同様、極めて小さい。また、ECT のブレン値は約 3,000～4,000 cm²/g と LSP と同等あるいは小さい一方で、BET 比表面積は ECT の方が LSP より約 5 倍大きい。

上記物性を考察するために、図-1 に示す SEM の外観を比較した。なお、左右で視野の倍率が異なるので注意されたい。右に示す LSP⁴⁾ は、粒子径が 10μm を超える比較的大きな粒子から 1μm 程度の小さい粒子までが混在している様子が確認された。一方で、ECT は数 μm 程度の小さい粒子もしくは凸状の突起が凝集して、10μm を超える一つの粒子になっていることが分かった。表-1 に示した ECT 粒度が 30～40μm と分布幅が小さい一方で、BET 比表面積が大きいのは、ECT の製造過程において、まず軽質炭酸カルシウム CaCO₃ の粒子が生成され、それらが徐々に凝集していくことから、図中に示す空隙が多く存在することが要因と推測された。

5. おわりに

コンクリートスラッジにボイラーの燃焼排気ガス中の CO₂ を固定化させて製造した、軽質炭酸カルシウム微粉末の諸物性を評価した結果、製造過程の影響が粒度分布や形状に反映されていることを明らかにした。また、軽質炭酸カルシウム微粉末は、その CO₂ 排出原単位が-390kg であることから、カーボンネガティブなコンクリートの実現に非常に有力な材料である。特に、高流動コンクリートの材料分離抑制の粉体として活用することで⁵⁾、現場の生産性向上と CO₂ 削減を両立できる可能性がある。今後、更なる検討を継続し、環境負荷低減の一助になることを希望する。

参考文献

- 1) 八木利之ら：エコタンカル CO₂ を原料とした環境にやさしい軽質炭酸カルシウム, 土木施工, Vol.62, No.11, pp.87-90, 2021.11.
- 2) Atsushi Iizuka, etc. : Pilot-Scale Operation of a Concrete Sludge Recycling Plant and Simultaneous Production of Calcium Carbonate, Chemical Engineering Communications, 204(1), 79-85, 2017.
- 3) 例えば、石灰石鉱業協会：石灰石骨材とコンクリート, 2005.
- 4) 秩父石灰工業株式会社、<http://www.titi-lime.co.jp/products/tancal.html> (2022.3.25 確認)
- 5) 坂田昇ら：高流動コンクリートの充填性に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.12, No.1, pp.301-306, 1990.

表-1 ECT 微粉末と LSP の物性

項目	ECT ¹⁾	LSP ³⁾	測定方法
粒度	30～40 μm	1～100 μm	レーザー回折法
全アルカリ	0.05%以下	0.05%以下	JIS R 5202:2015
塩化物イオン	0.005%以下	0.005%以下	JIS R 5202:2015
ブレン値	3,000～4,000 cm ² /g	3,000～6,000 cm ² /g	JIS R 5201:1997
BET 比表面積	約 5.0 m ² /g	1.0 m ² /g 以下	窒素吸着法

LSP=石灰石微粉末

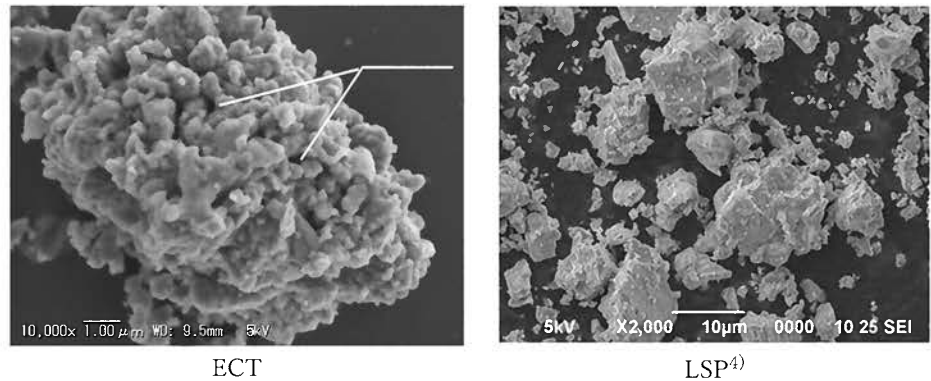


図-1 ECT 微粉末と LSP の SEM 画像