

石炭灰と廃コンクリート粉を混合しマイクロ波により焼結した

CO₂ 吸収焼結体の砂レキ質地盤材料としての基礎特性

中国電力
中国高圧コンクリート工業
広島大学
広島大学
中部大学

正会員
正会員
フェロー会員
正会員
正会員

○中本 健二
畝川 了
河合 研至
小川 由布子
檜村 京一郎

香川 慶太
黒岡 浩平

宮本 将太

1. はじめに

近年、コンクリート中に含まれる水酸化カルシウム等を炭酸化させることにより、CO₂を固定化し土木材料として活用するカーボンニュートラル技術の開発が進められている。

本研究グループでは、石炭灰（フライアッシュ（以下、FA））に、コンクリート電柱等のリサイクルで発生する廃コンクリート粉（以下、廃コン粉）を混合し、火力発電所から発生する排ガスを CO₂ の供給源としてマイクロ波加熱により焼結体を製造するとともに廃コン粉に含まれる酸化カルシウム（CaO）と CO₂ を反応させ、炭酸塩（CaCO₃）を生成する CO₂ 吸収焼結体の開発（図 1）に取り組んでいる。製造する焼結体は、化学的に安定した砂レキ質材料として、軽量盛土材、緑化基盤材等として幅広く利用されることを期待している。2023 年 3 月現在、マイクロ波加熱炉（30kW 級）を中国電力エネルギー総合研究所に設置（2022 年 6 月）し焼結体の CO₂ の吸収量や地盤材料としての特性評価を進めている。本稿では、廃コン粉と FA の混合比率を変化させた焼結体を試作し、砂レキ質土としての基礎特性を把握した成果を報告する。

2. マイクロ波加熱炉による焼結体の製造

CO₂ 吸収焼結体の製造時に廃コン粉と FA の混合比率を変化する事で、焼結体の生成率とその基礎特性がどの様に変化するか把握するため、焼結体の試作実験（2022 年 6 月～2023 年 2 月）を行った。実験での混合比率を表 1、焼結条件を表 2 に示す。また、図 2 に焼結直後の焼結体および破碎した焼結体の外観を示す。マイクロ波加熱炉は、出力が調整可能で、炉内には石炭火力発電所を模擬した CO₂ を含むガスを供給可能な構造である。マイクロ波を用いることにより、内部加熱、均質加熱が可能となり、従来の電

気炉等よりも効率の良い昇温、焼結を期待している。

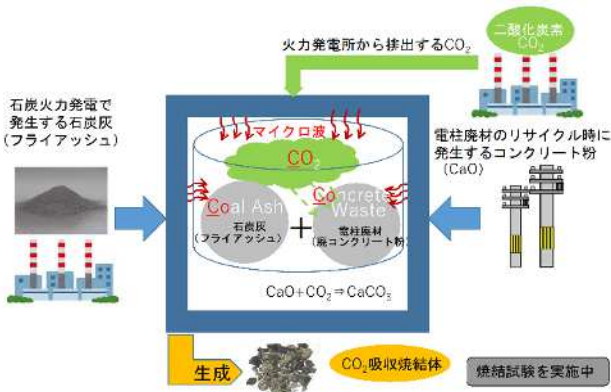


図 1. CO₂ 吸収焼結体の開発コンセプト

表 1. 焼結体の試作時の廃コンクリート粉とフライアッシュの混合比率

試料 NO.	廃コン粉:FA (%)
1	0:100
2	20:80
3	50:50
4	100:0

表 2. マイクロ波加熱炉（30kW 級）の焼結条件

条件	マイクロ波出力	加熱時間	エネルギー
①	20.0kW	21 分	7.0kWh
②	10.2kW	80 分	13.6kWh



図 2. マイクロ波による焼結時の試料(左)および破碎（20mm 以下）した焼結体(右)

キーワード CO₂-TriCOM, CO₂ 吸収焼結体, 炭酸塩化, マイクロ波加熱, 石炭灰, フライアッシュ

連絡先 〒730-8701 広島市中区小町 4 番 33 号

中国電力株式会社 電源事業本部 石炭灰有効活用グループ TEL082-545-1543

3. 焼結体の砂レキ質材料としての土質試験

焼結した焼結体をジョークラッシャーで 20mm 以下に破碎し、砂レキ質地盤材料としての基礎特性を把握するため、土粒子の密度試験、粒度試験を実施した。

FA および廃コン粉の粒径は $75\mu\text{m}$ 未満のため、十分に焼結されていれば破碎後も $75\mu\text{m}$ 未満の細粒分は少ないと判断し、砂質土の下限である $75\mu\text{m}$ 以上のふるい残分 (%) を焼結体の生成率と定義した。

4. 焼結体の基礎特性

廃コン粉の混合比率と土粒子密度の関係を図 3 に示す。廃コン粉の混合比率が高くなると、土粒子密度はセメント分(比重: 約 3.15)の影響で大きくなった。

併せて、廃コン粉の混合比率ごとの粒度分布(粒径加積曲線)を図 4 に示す。廃コン粉の混合比率が大きいと $75\mu\text{m}$ 未満の通過百分率が大きい。廃コン粉 100% では $75\mu\text{m}$ 通過率は 90%。一方で、廃コン粉 20% の場合は、 $75\mu\text{m}$ 通過率は 17% で、 $75\mu\text{m}$ 以上の粒径が大部分を占めている。更に、廃コン粉 20% の試料について、焼結エネルギーを増加させた場合の粒径加積曲線を図 5 に示す。加熱エネルギーを大きくし長時間焼結した場合、 $75\mu\text{m}$ の通過百分率は、さらに小さくなった。これらの結果は、混合比率および焼結エネルギーにより $75\mu\text{m}$ から 20mm の砂レキ質材の生成率が大きく変化することを示している。

図 6 に、廃コン粉の混合比率と焼結体の生成率の関係を示す。廃コン粉混合比率 20% の焼結体において、その生成率が高く、併せて焼結エネルギーが大きいほど生成率が高くなることを示している。

5. おわりに

本実験では、廃コン粉の混合比率 20% のケースが最も焼結体の生成率が高く、マイクロ波供給エネルギー量が大きいほど生成率が向上する結果が得られた。本実験で得られた成果を基に、焼結体の混合率と焼結エネルギーの関係を継続して実験的に評価するとともに、併せて CO_2 吸収量が大きくなる焼結体の製造条件の把握に取り組む。

なお、本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)より受託し、2020 年度~2024 年度の期間で実施している。

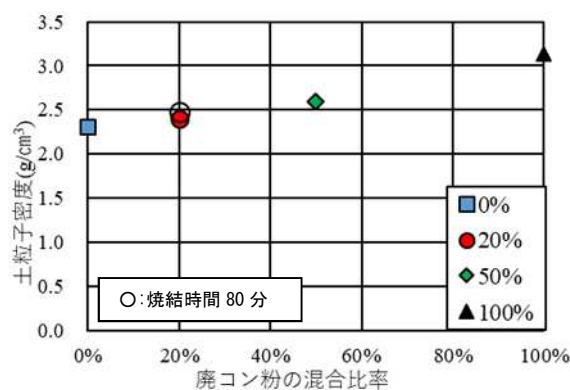


図 3. 各試料の混合比率と土粒子密度

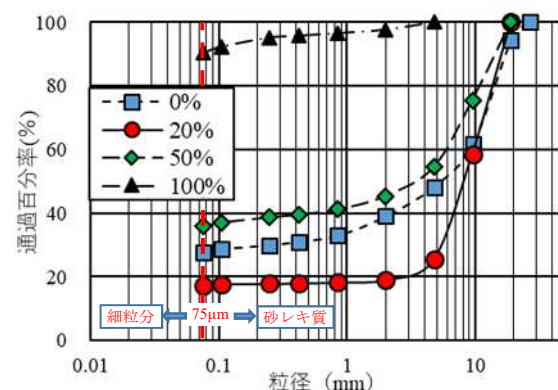


図 4. 混合比率を変化した焼結体の粒径加積曲線

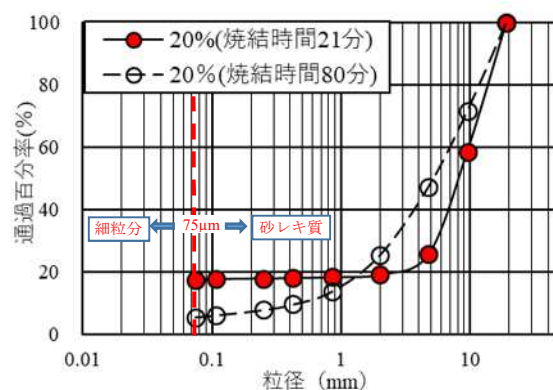


図 5. 焼結エネルギーを変化した場合の焼結体の粒径加積曲線

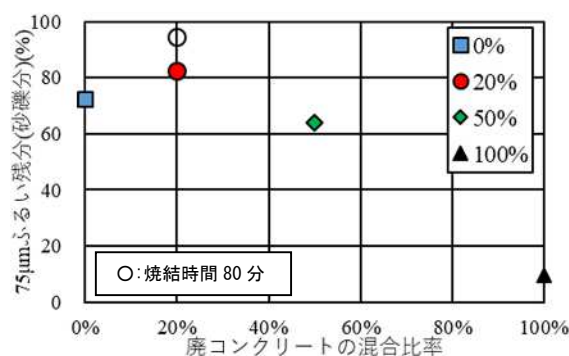


図 6. 廃コン粉の混合比率と焼結体生成率の関係