第V部門

2026年9月3日(木) 8:50 ~ 10:10 | 7号館4階D42（北海学園大学）

カーボンリサイクル材料(3)

座長：鈴木 将充（東急建設）

9:10 ~ 9:20

[V-494] 製造方法とCO_2固定方法がCO_2固定微粉の性状に与える影響について

*門田 浩史[1]、奈良 知幸[1]、池尾 陽作[1]、新 大軌[2]、村田 京祐[2] (1. 株式会社竹中工務店、2. 島根大学)

キーワード：再生微粉、乾式CO2固定、湿式CO2固定、CaCO3、粒度分布、密度

国内ではカーボンニュートラル達成に向けCO_2を固定する研究が行われており，建設業界ではカーボンニュートラル達成と再生骨材製造時に発生する再生微粉の利用のために，再生微粉にCO_2固定を行う研究が行われている．本研究はCO_2固定微粉の元となる再生微粉の製造方法およびCO_2固定方法がCO_2固定微粉の性状に与える影響について調査した．その結果，乾式CO_2固定より，湿式CO_2固定の方がCO2を多く固定できた．乾式CO_2固定する場合は，粒径が細かい方がCO_2固定しやすいことが判明した．湿式CO_2固定では粒径が大きい場合，CO_2固定に時間を有するが，粒径に依らず同程度CO_2を固定することができることが判明した．

© 2026 Japan Society of Civil Engineers

製造方法と CO_2 固定方法が CO_2 固定微粉の性状に与える影響について

株式会社竹中工務店　正会員　○門田　浩史　正会員　奈良友幸　池尾陽作
島根大学　新大軌　村田京祐

１．目的

建設業界では高度経済成長期に建設された多くのコンクリート構造物が近年更新期を迎えるため，今後解体されるコンクリート塊の発生量増加が予測され [1]，コンクリート塊の再資源化として再生骨材の製造と使用が必要となる．一方で，再生骨材製造時には再生骨材の他に副産物として再生微粉が生じ，この再生微粉の使用用途が限定的であるため，新たな再生微粉の利用方法を確立する必要がある [2]．その他，国内では 2050 年のカーボンニュートラル達成に向け二酸化炭素（CO_2）削減または CO_2 を固定する研究が行われており，建設業界ではカーボンニュートラル達成と再生微粉の有効利用のために，再生微粉中のカルシウムに炭酸カルシウムとして CO_2 固定を行う研究が行われている [3]．本研究は CO_2 固定微粉の元となる再生微粉の製造方法および CO_2 固定方法が CO_2 固定微粉の性状に与える影響について調査した．

２．試験概要

２．１　使用材料

再生微粉は乾式で再生骨材製造時に集塵機にて回収した再生微粉（DRP）と，湿式で再生骨材製造時に分級機にて回収した再生微粉（WRP）の 2 種類を用意した．（RP：Raw powder，CP：Carbonated powder）

２．２　CO_2 固定方法

（１）　乾式 CO_2 固定方法

図-1 にグローブボックスを用いた乾式 CO_2 固定装置の概要図を示す．グローブボックス内は調湿剤（KNO_3（95 %RH-20℃））により湿度の調整と，供給ガスも調湿できる構造として，絶乾状態の DRP または WRP を 200 g 投入し，含水率が 18 %になるように霧吹きで湿らせる．湿らせた後にドラム型装置を 10 rpm で回転させながら，CO_2 濃度 100 %のガスを 5 L/min で 20 分供給し CO_2 固定を行った．CO_2 固定後に大量のアセトンで水和停止を行った後に，105 ℃で絶乾状態になるまで乾燥させ，分析を行った．DRP または WRP の乾式 CO_2 固定処理を行った微粉は DCP-D および WCP-D と表記する．

（２）　湿式 CO_2 固定方法

図-2 に 2 L 瓶を用いた湿式 CO_2 固定装置の概要図を示す．絶乾状態の DRP または WRP を 600 g 投入し，水を 2 L 添加し，CO_2 濃度 100 %のガスを 5 mL/min で供給した．供給中はスターラーを用いて 500 rpm で攪拌しながら CO_2 固定を行い，水溶液の pH が 6.8 になるまで CO_2 固定を行った．pH が 6.8 に到達したらガスの供給を止め，水をろ過して試料を回収し，大量のアセトンで水和停止をして，105 ℃で絶乾状態になるまで乾燥させ，分析を行った．DRP または WRP の湿式 CO_2 固定処理を行った微粉は DCP-W および WCP-W と表記する．pH6.8 に達する時間は DCP-W の方が遅かった．

２．３　分析方法

真密度はヘリウム気相置換法により真密度を測定した．炭酸カルシム量は熱重量示差熱分析装置（TG-DTA）を用いて（N_2 ガス、昇温速度 10 ℃/min）測定を行った．550～850 ℃の質量減少は炭酸カルシウムの脱炭酸反応として，

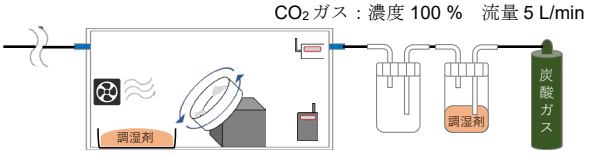


図 2.1　乾式 CO_2 固定装置概要

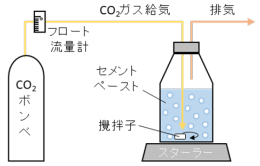


図 2.2　湿式 CO_2 固定装置概要

キーワード　再生微粉，乾式 CO_2 固定微粉，湿式 CO_2 固定微粉，粒度分布
連絡先　〒270-1395 千葉県印西市大塚１丁目５－１　竹中技術研究所　TEL 0476-47-1700

© Japan Society of Civil Engineers

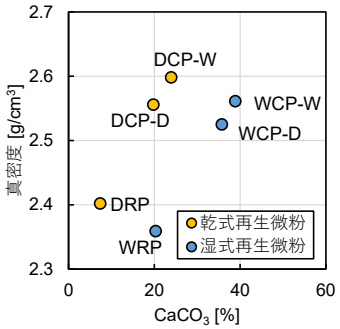


図-1　$CaCO_3$ と真密度の関係

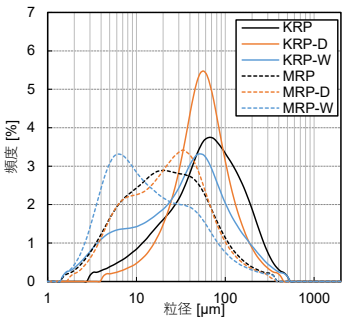


図-2　各微粉の粒度分布

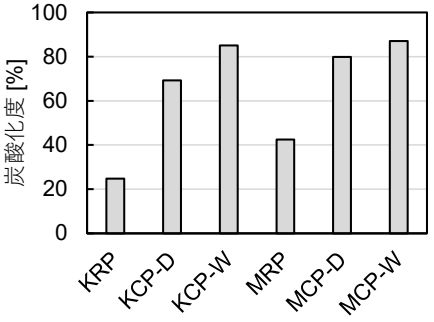


図-3　各微粉の炭酸化度

炭酸カルシウムを定量した．粒度分布はレーザー回折・散乱法による粒子径分布の測定を行った．溶媒はエタノール，超音波照射時間は 90 秒とした．TG-DTA で求めた炭酸カルシウムとなった CaO の割合を，JIS R 5204 :「セメントの蛍光 X 線分析方法」に準拠して求めた各微粉の CaO 量で除することで，炭酸カルシウムになった CaO 割合を炭酸化度として計算した．

３．試験結果

図-1 に $CaCO_3$ と真密度の関係粒度分布の結果を，**図-2** に粒度分布の結果を，**図-3** に各微粉の炭酸化度を示す．**図-1** より DRP および WRP は共に CO_2 固定することで炭酸カルシウムは増加し，親密度も増加していた．また，DRP および WRP によらず本試験の条件では湿式 CO_2 固定の方が乾式 CO_2 固定より CO_2 をより多く固定しており，真密度の増加量および**図-3** の炭酸化度も高かった．**図-2** により本試験では DRP は WRP より粗く，DRP は 70～80 μm の粒子が最も多く存在し，WRP は 20 μm 前後の粒子が最も多く存在していた．DCP-D は DRP に比べ 3～5 μm の粒子が減り，60～70 μm の粒子が増加し，WCP-D は DRP に比べ 10～20 μm の粒子が減り，40～50 μm の粒子が増加していた．既往の報告で加水して攪拌しながら CO_2 固定を行うと，造粒し未処理の時より粒子が大きくなることが報告されている [3]．本実験でも同様の現象が起き，粒子が造粒して粒子が大きくなったと考えられる．一方で DCP-W，WCP-W 共に 5～8 μm の粒子が増加していた．これも既往の報告と同様，水に溶出した Ca^{2+} と CO_3^{2-} が結合し，5～8 μm 程度の炭酸カルシウムが再析出したためと考えられる [3]．**図-3** より，湿式 CO_2 固定の DCP-W，WCP-W の炭酸化度はほぼ同程度で，粒径に依らず同程度炭酸化できていた．粒径の大きい DCP-W は Ca^{2+} の溶出に時間がかかったため，WCP-W より炭酸化時間が長かった．一方，乾式 CO_2 固定は DCP-D より WCP-D の方が大きかった．WCP-D の方が粒径が細かいので Ca^{2+} の溶出が容易だったため，DCP-D は粒径が大きいため，内部の Ca^{2+} の溶出が炭酸化時間 20 分では間に合わなかったためと考えられる．

４．まとめ

再生微粉の製造および CO_2 固定方法が CO_2 固定微粉に与える影響について調査した以下の知見が得られた．

(1) 乾式 CO_2 固定より，湿式 CO_2 固定の方が炭酸カルシウムの増加量は大きかった．乾式 CO_2 固定は粒子が造粒して大きな粒子が増加し，湿式 CO_2 固定は 10 μm の小さな炭酸カルシウムが増加した．

(2) 乾式 CO_2 固定する場合は，粒径が細かい方が CO_2 固定しやすいことが判明した．湿式 CO_2 固定では粒径が大きい場合，CO_2 固定に時間を有するが，粒径に依らず同程度 CO_2 を固定することができる．

５．謝辞

この成果は，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）の委託業務の結果得られたものです．

【参考文献】

1) 株式会社エックス都市研究所，令和 6 年度　建設廃棄物の再資源化に関する調査･検討業務，環境省請負業務，p. 30, 2025

2) 坂井悦郎，大門正機，新・社会環境マテリアル　セメント系材料の使命と持続可能な社会，株式会社セメント新聞社，pp. 191-203，2017

3) 門田浩史ほか，コンクリート工学年次論文集，**47**，1，pp. 468-473，2025

© Japan Society of Civil Engineers