

高濃度炭酸ガス曝露による再生細骨材に付着したセメント硬化体の分解促進

学籍番号 1250125 氏名 西浦 大智 指導教員 大内 雅博

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

要旨：再生細骨材 M を高濃度炭酸ガス曝露により、表面に付着するセメント硬化体を分解させ品質向上を目指した。高濃度炭酸ガス曝露により再生細骨材の吸水率低下と質量減少がみられた。しかし、曝露による静置だけではセメント硬化体を全て剥離させることができず、外力を加えることによりセメント硬化体表面の炭酸化とその剥離を繰り返す必要性あることが分かった。

1. はじめに

骨材資源の不足や廃棄物の処理等の問題解決のため、再生骨材の活用が求められる。しかし、エネルギー消費を大きくしないで製造した再生骨材は新品と比べ品質が低く、利用が進んでいない。

本研究では、セメント硬化体の主成分であるカルシウムシリケート水和物（以下 C-S-H と略）を高濃度炭酸ガス曝露によって分解し、再生細骨材を新品の細骨材と同等の状態に近づけることを目指している。また、二酸化炭素を利用することによるカーボンニュートラルや、セメント硬化体の主成分である C-S-H をセメントの主原料である石灰石の CaCO_3 に戻し、資源の循環利用を可能にすることを目的とする。

2. 使用材料と試験手順

本研究では再生細骨材 M の粒径 4.75~2.80mm(吸水率 6.23%) を使用した。試験手順として、市販炭酸水のペットボトルに表乾質量で 100g の再生細骨材 M と約 0.9MPa の高濃度炭酸ガスを入れ 100 回振とうして曝露させた。1 週間以上冷蔵庫で静置したものや、その後回転専用の容器（写真-1）にペットボトルを固定し、ボールミルによる回転を加えた場合の骨材の表乾質量と絶乾質量を量り吸水率と質量減少率を調べた。

ペットボトルへの炭酸ガスの充填は、逆止弁を取り付けたペットボトルのキャップを使用した（写真-2）。また骨材の吸水率は、骨材を 1 日水に漬けて

湿潤状態にし、その表面の水をタオルでふき取ってから表乾質量を測定し、1 日の間乾燥機に入れ絶乾質量を量ることにより調べた。



写真-1 ペットボトルを固定した回転専用の容器



写真-2 逆止弁を取り付けたキャップ

3. 炭酸ガス曝露と炭酸水浸漬

炭酸ガス曝露と炭酸水浸漬とで、吸水率による比較を行った。その結果を示す（図-1）。曝露の方が吸水率の低下がみられた。曝露の方が空隙に二酸化炭素が入りやすく、反応が促進されたものと考察した。

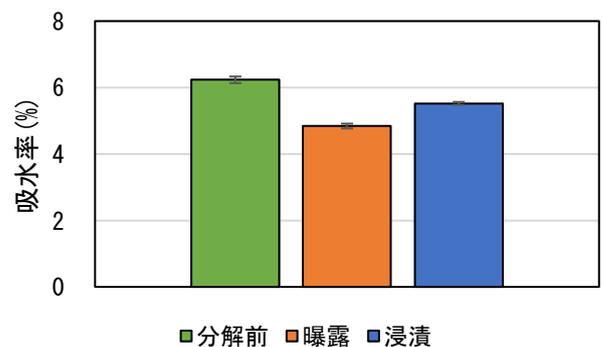


図-1 曝露と浸漬による吸水率の比較

4. 湿潤、絶乾状態での短期日数静置

骨材を湿潤状態と絶乾状態のものをそれぞれ 1 日、3 日、7 日の曝露による吸水率低下量と質量減少率による比較を行った。その関係を示す(図-2)。すべての日数で湿潤状態よりも絶乾状態の方が吸水率低下量と質量減少率が大きかった。このことから、炭酸ガス曝露において、骨材の初期状態は湿潤状態よりも絶乾状態が有効であると考察した。

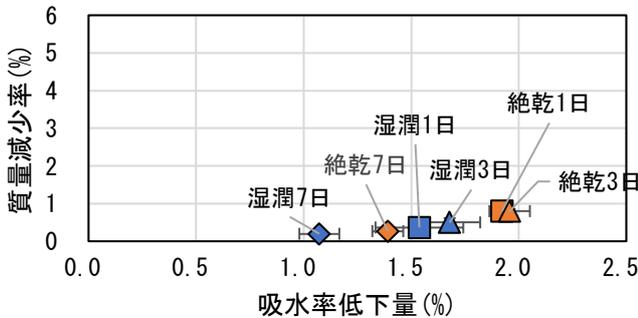


図-2 短期日数静置での吸水率低下量と質量減少率

5. 絶乾状態での長期日数静置

再生骨材の初期状態を絶乾状態に絞り、1週間以上の曝露によって比較を行った。試験条件は、1~4週間それぞれ1週間ごとに炭酸ガス充填と100回振とうしたもの、最初に炭酸ガス充填と100回振とうして4週間静置したもので比較した。その結果の、吸水率低下量と質量減少率の関係について示す(図-3)。曝露2週間までは吸水率が減少したが、それ以降はあまり変化がみられなかった。また、2週間以降でも質量があまり減少しておらず、セメント硬化体が剥離していないことが確認できた。これにより、静置だけではセメント硬化体を剥離させることは難しいものと考察した。

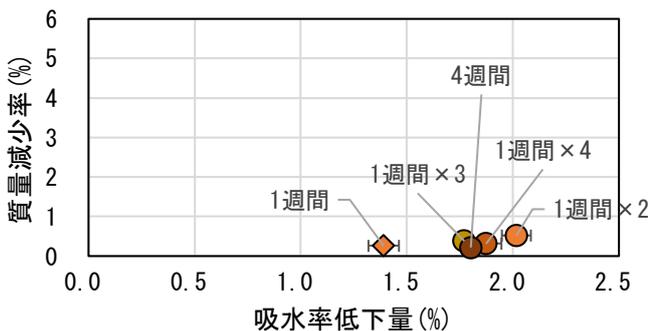


図-3 長期日数静置での吸水率低下量と質量減少率

6. 回転によるセメント硬化体の剥離

最も吸水率の低下した、途中1週間でも100回振とうと炭酸ガス充填を行い合計2週間曝露したものに水を500mL加え、その容器を1、3または24時間回転させ、結果を比較した(約57回転/分)(図-4)。1、3時間回転させたものは質量減少率が増加し吸水率低下量が減少していることから、炭酸化された表面が削られ、セメント硬化体の新規表面が露出したと考察した。24時間回転させたものは、まだ反応していないセメント硬化体や骨材が削られた可能性がある。そのため、回転時間を調整し、曝露によるセメント硬化体表面の炭酸化と回転による剥離を繰り返すことが再生細骨材の品質向上に有効であると考察した。

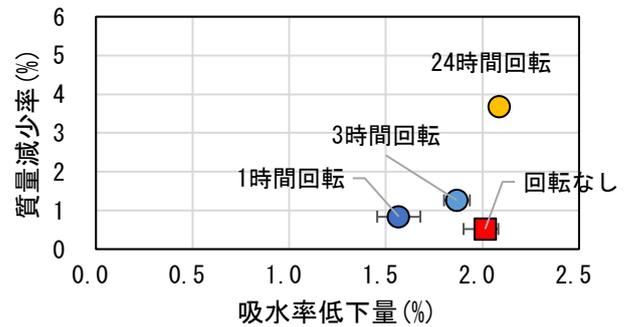


図-4 回転による吸水率低下量と質量減少率

7. 結論

- (1) 炭酸水浸漬よりも炭酸ガス曝露の方が、再生細骨材の吸水率低下量が大きかった。
- (2) 初期が湿潤状態よりも絶乾状態の方が、炭酸ガス曝露による吸水率低下量と質量減少率が大きかった。
- (3) 曝露期間を長くすると必ずしも分解度を高めるとはいえなかった。
- (4) セメント硬化体の剥離には外力が必要であり、炭酸化された表面のみを剥離させるための適切な期間を探索する必要がある。

【参考文献】

松田信広・伊代田岳史：炭酸化による低品質再生骨材の改質技術の提案と改質再生骨材がコンクリートに与える影響，コンクリート工学論文集第30巻，pp.65-76，2019年