

質量計測による CO₂ 吸収量の簡易的定量手法に関する検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○楊 欽元
株式会社 東京テクノ 松田 信広

元芝浦工業大学 小野寺 就
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

現在、脱炭素社会の実現に向けて、二酸化炭素(以下 CO₂ と称す)を吸収固定させる技術の開発が急務となっている。セメント産業においても、コンクリート及び再生骨材に対して人為的に CO₂ を吸収固定させる技術の開発が進められており、筆者らは CO₂ を利用した低品質再生骨材の改質技術を提案¹⁾している。この技術は、再生骨材に付着および混入するモルタルやセメントペースト(以下、付着モルタル)を炭酸化させることで骨材自体を改質させる技術である。この様に、コンクリートや再生骨材に CO₂ を利用した技術開発の検討が進められている中で、今後は CO₂ 吸収量を簡易的に評価する検討が必要であると考えられる。そこで筆者らは、W/C50%のセメントペースト硬化体(以下、CP 硬化体)において、質量計測から求めた質量変化率を用いて CO₂ 吸収量の定量化に関する検討²⁾を行った。その結果、炭酸化前後の CP 硬化体の質量変化率をもとに CO₂ 吸収量を推定できる可能性が示唆された。しかし、CO₂ 吸収量はセメント種類も配合により異なる可能性が考えられることから、更に検討を重ねる必要がある。そこで本研究では、セメント種類や W/C が異なるセメントペースト硬化体について質量計測から得られた質量変化率から CO₂ 吸収量の定量を試みた。また、この手法が再生骨材にも応用できる可能性についても検討を行った。

2. 実験概要

2.1 試料概要および使用材料

本研究では、セメント種類や W/C の異なる CP 硬化体を作製した。セメントは普通ポルトランドセメントに加え、高炉スラグ微粉末(以下、BFS)を用いて、高炉セメント A 種配合(BFS30%置換)、B 種配合(BFS50%置換)、C 種配合(BFS70%置換)とした。W/C は 30, 50, 70%とした。作製した CP 硬化体は、材齢 7 日まで封緘養生を行い、その後、粉碎ミルで微粉碎したものを試料(以下、CP 試料)として使用した。

表-1 使用した再生骨材

記号	種類	骨材物性値		
		絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (FM)
SA	再生細骨材	1.94	13.24	3.20
SB		1.94	13.03	3.45
SC		2.04	10.45	3.43
GA	再生粗骨材	2.30	7.02	6.68
GB		2.25	6.77	6.57

表-1 に本研究で使用した再生骨材を示す。原コンクリートは全て解体コンクリートであり、この発生源は建築構造物であることから、使用されたセメント種類は普通ポルトランドセメントであると推察される。

2.2 炭酸化条件

CP 試料は、試料の吸水と脱水による質量変化を抑制し、促進中性化装置内の湿度を一致させるため、試料質量の 70%の水を添加してから促進中性化装置(温度 20℃, 相対湿度 60%, CO₂ 濃度 5%)にて 7 日間炭酸化をした。

再生骨材では、気乾状態で促進中性化装置(温度 20℃, 相対湿度 60%, CO₂ 濃度 5%)にて 7 日間炭酸化をした。この時、骨材全体に CO₂ がいき渡るように 2 日に 1 回試料をかき混ぜた。

2.3 CO₂ 吸収量測定方法

(1)示差熱重量分析試験 (TG-DTA)

TG-DTA によって CO₂ 吸収量を定量した。TG-DTA は、室温から 1000° C まで、昇温速度 20° C/min, N₂ フロー環境下にて実施した。CP 試料の CO₂ 吸収量は、脱炭酸による質量減少の範囲を TG 曲線および DTG 曲線の変曲点から推定し、その質量減少の割合を炭酸化前後で差し引いた値とした。再生骨材は、ランダムサンプリングした 500g の試料を全量微粉碎し、それを試料とした。再生骨材の CO₂ 吸収量は、試料質量に対して 550～850℃における質量減少量の割合を炭酸化前後で差し引いた値とした。

(2)電子天秤を用いた質量計測

CP 試料と再生骨材は、炭酸化前、炭酸化 7 日目に質量を測定し、0.1mg までの精度で計測をおこなった。密

キーワード CO₂ 吸収, 炭酸化, 水セメント比, 再生骨材

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 03-5859-8356 Email:mh22022@shibaura-it.ac.jp

度・吸水率試験に際して測定した CP 試料と再生骨材の炭酸化前後の絶乾質量をもとに式(i)から質量変化率を算出した。

$$\text{質量変化率(\%)} = \frac{\text{炭酸化後試料質量} - \text{炭酸化前試料質量}}{\text{炭酸化前試料質量}} \times 100 \quad (\text{i})$$

3. 試験結果および考察

3.1 セメント硬化体の質量変化率と CO₂ 吸収量の関係

図-1 に TG-DTA から定量した CO₂ 吸収量を示す。W/C の相違による CO₂ 吸収量の差は明確に確認できないが、W/C30%の場合だけは小さい傾向を確認した。試料内の水量不足から、炭酸化反応の進行を阻害し、CO₂ 吸収量が低くなったと推測される。一方で BFS 置換率が低い配合ほど CO₂ 吸収量は大きい。セメント硬化体における CO₂ 吸収量は主にセメントに含まれる CaO 量に依存する。BFS 置換率が低い配合ほど CaO 含有量が高いことから、CO₂ 吸収量が多いと考えられる。図-2 に電子天秤にて測定した CP 試料の質量変化率と TG-DTA から定量した CO₂ 吸収量の関係を示す。質量変化率の増加に伴い CO₂ 吸収量は増加する結果となった。両者の間には一定の関係性が見られ、1:1 の直線付近に分布していることが確認できる。以上のことからセメント種類や W/C が異なる場合においても、CO₂ 吸収量を質量計測により簡易的に定量できる可能性があることが示唆された。

3.2 再生骨材の質量変化率と CO₂ 吸収量の関係

図-3 に再生骨材の質量変化率と TG-DTA にて定量した CO₂ 吸収量の関係を示す。質量変化量の増加に伴い CO₂ 吸収量も増加している。両者の間に一定の関係性があることがわかる。さらに 1:1 の直線付近に分布していることが確認できる。以上のことから、CO₂ 吸収量を質量計測により簡易的に定量する方法は再生骨材にも応用できる可能性があることが示唆された。しかし、今後は更にデータの蓄積が必要であり、再生骨材の品質の影響や原コンクリートの影響を確認する必要がある。

4. まとめ

- 1) セメント硬化体では、質量変化率の増加に伴い CO₂ 吸収量も増加していることから、W/C, BFS 置換率が違う場合においても、CO₂ 吸収量を質量計測により簡易的に定量できる可能性がある。
- 2) 再生骨材では、質量変化量と CO₂ 吸収量が 1:1 の直線付近に分布していることが確認できた。質量

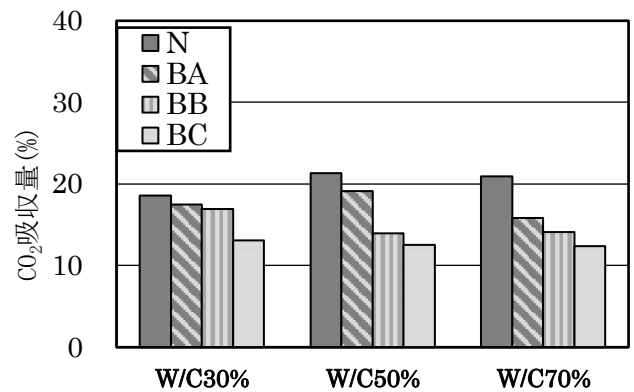


図-1 TG-DTA から定量した CO₂ 吸収量

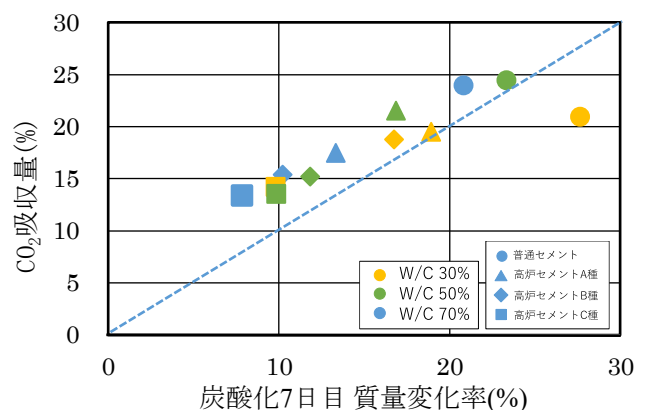


図-2 セメント硬化体質量変化率と CO₂ 吸収量の関係

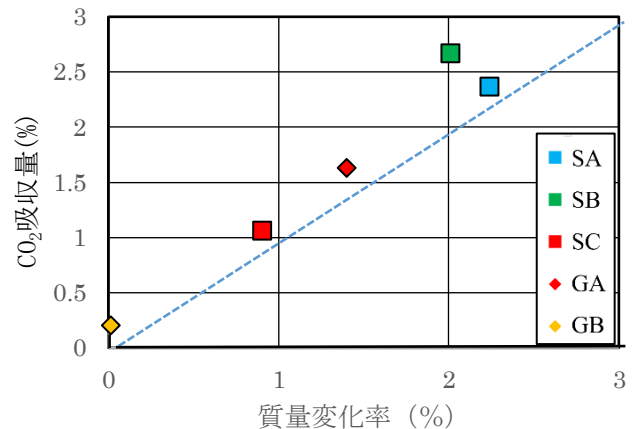


図-3 再生骨材質量変化率と CO₂ 吸収量の関係

計測により簡易的に定量する方法は再生骨材にも応用できる可能性がある。

参考文献

- 1) 松田信広他: 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
- 2) 坂井一貴他: セメント硬化体の水和分保持状態による CO₂ 吸着メカニズムの一考察, 第 76 回セメント技術大会講演要旨, pp.36-37, 2022