

フライアッシュを含有した人工碎石の炭酸化養生期間と炭酸化深さの関係

富山県立大学大学院 学生会員 ○森田 雄大 正会員 伊藤 始 学生会員 達 柊介
 北陸電力株式会社 岡田 拓也 参納 千夏男
 富山交易株式会社 川添 亮太 前川 功

1. はじめに

近年、地球温暖化が世界中で問題視されており、温室効果ガス削減の取り組みが各所で行われている。その中で、セメント系材料に二酸化炭素を固定化することが可能であることから、再生骨材や特殊混和材を使用したコンクリート等を対象に二酸化炭素の固定化能力が検証されている^{1),2)}。

本研究では、フライアッシュを含有した人工碎石を対象に、二酸化炭素の固定化を試みた。対象の人工碎石は、フライアッシュ、高炉セメントB種、水を混合・固化したセメント硬化体を破砕したものであり、主に道路路床や埋戻し材に使用されている。

本研究では、人工碎石の二酸化炭素の吸着性能の評価に向けた基礎的検討として、炭酸化養生期間と炭酸化深さの関係を明らかにすることを目的とした。

2. 試験方法

(1) 供試体概要および試験方法

表-1 に試験ケースを示す。試験ケースは、供試体形状と炭酸化養生日数を変えた 20 ケースとして、各 3 体の試験を実施した。供試体は、ふるい分けによって選別した粒径 20mm, 50mm の粒状供試体 (A20, A50) と直径 50mm×高さ 100mm の柱状供試体 (B) の 3 種類を用意した。加えて、1 次元的な炭酸化の進展を観察するために、供試体の上面を解放し、それ以外の面にエポキシ樹脂を塗布した柱状供試体 (E) も用意した。

炭酸化養生の状況を図-1 に示す。供試体は 7 日間の外気養生ののちに、1, 3, 7, 14 日間に二酸化炭素濃度 5%, 温度 20℃, 相対湿度 60% の環境で炭酸化養生を行った。炭酸化養生を終えた供試体については、材齢 21 日まで温度 20℃, 相対湿度 60% の恒温恒湿室にて静置した。その後、材齢 28 日まで温度 20℃ の環境で封緘養生を行った。

(2) 測定方法

炭酸化養生に供した供試体をモルタル用のこぎり

キーワード フライアッシュ, 人工碎石, 炭酸化養生, 炭酸化深さ

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学大学院 環境・社会基盤工学専攻 TEL 0766-56-7500

を用いて切断し、切断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧することで、炭酸化領域を判定した。呈色した範囲に対し、定規を用いて炭酸化深さを測定した。図-2 に測定位置を示す。A20, A50 シリーズでは 2 箇所、B シリーズでは 3 箇所の測定位置を設けた。エポキシ樹脂を塗布した E シリーズの測定位置は切断面に 3 測線を設けることとした。B シリーズの測定位置 1 の炭酸化深さは、測定位置 2 と測定位置 3 よりも 3 次元的な二酸化炭素の浸透の影響を受けることが予想されたため、区別してデータを整理した。

表-1 試験ケース

シリーズ名	供試体形状			
	粒状20mm	粒状50mm	柱状供試体	柱状供試体 エポキシ塗布
炭酸化養生日数 (日)	A20	A50	B	E
0	A20-0	A50-0	B-0	E-0
1	A20-1	A50-1	B-1	E-1
3	A20-3	A50-3	B-3	E-3
7	A20-7	A50-7	B-7	E-7
14	A20-14	A50-14	B-14	E-14



図-1 炭酸化養生の状況

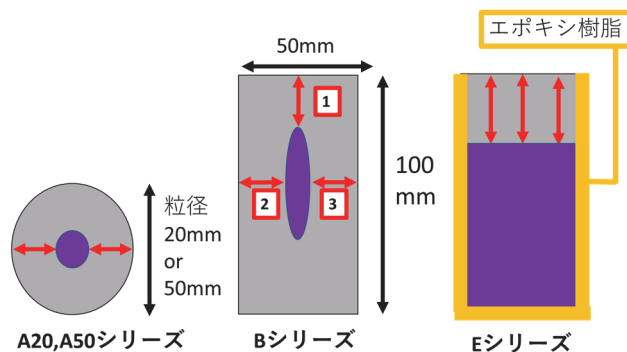


図-2 炭酸化深さの測定位置

3. 炭酸化性状

フェノールフタレイン溶液を噴霧した供試体の切断面の状況を図-3に示す。フェノールフタレイン溶液の噴霧によって、非炭酸化部の赤紫色の呈色を確認できた。A50, Bシリーズは、炭酸化養生1日で、表層から5mm~10mm程度の炭酸化が観察され、3次元的な二酸化炭素の浸透の影響から、Eシリーズとは異なる球状およびしずく状の非炭酸化領域が確認できた。

4. 炭酸化深さ

炭酸化深さの測定結果を図-4から図-6に示す。A20シリーズの炭酸化養生日数0日のケースにおいて、フェノールフタレイン溶液による呈色反応が見られなかったため、A20シリーズの炭酸化深さは測定しなかった。図-4, 5のA50シリーズならびにBシリーズの測定位置1と測定位置2, 3では、炭酸化養生日数0日で表面付近に炭酸化反応を確認できた。その後、炭酸化養生日数の増加に伴い炭酸化深さは増加し、炭酸化養生日数7日で最大値である供試体幅全体の1/2(25mm, 50mm)に達した。A50シリーズは、炭酸化養生日数3日で最大値に近い値を示し、切断面のほとんどに炭酸化反応が見られた。これらのことから、研究で使用した人工砕石は、高濃度(5%)の二酸化炭素雰囲気への暴露で容易に炭酸化することや、二酸化炭素の浸透が比較的速いことが明らかになった。

図-4, 5のA50シリーズならびにBシリーズの測定位置1と測定位置2, 3において、炭酸化深さは、炭酸化養生日数1日まで緩やかに増加し、1日から3日にかけては急激に増加する類似した挙動を示した。それらと比べ、Eシリーズの炭酸化深さの進展は、図-6のように、他のケースに比べ小さくなった。Eシリーズの炭酸化深さは、炭酸化養生日数におおむね比例した。これらは、3次元的に二酸化炭素が浸透しているA50, Bシリーズに比べ、Eシリーズは1次元的に二酸化炭素が浸透していることが要因であると考えられる。

5. まとめ

- (1)人工砕石は、高濃度(5%)の二酸化炭素雰囲気への暴露で容易に炭酸化することが分かった。
- (2)粒径50mmの人工砕石は二酸化炭素濃度5%の環境において、3日で切断面のほとんどが炭酸化し、7日で切断面の全体が炭酸化することが分かった。

参考文献

- 1) 松田信弘, 亀山敬宏, 松田美奈, 伊代田岳史: CO₂ガス吸着による低エネルギー型再生骨材製造方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 1, 2014
- 2) 渡邊賢三, 横関康祐, 坂田昇, 坂井悦郎: γ -2CaO \cdot SiO₂及び各種ポゾランを添加した硬化体の炭酸化反応による空隙充てん機構, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), Vol. 68, No. 1, 83-92, 2012

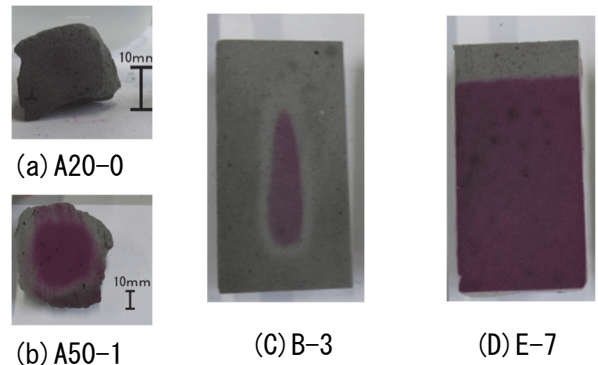


図-3 供試体切断面の炭酸化領域

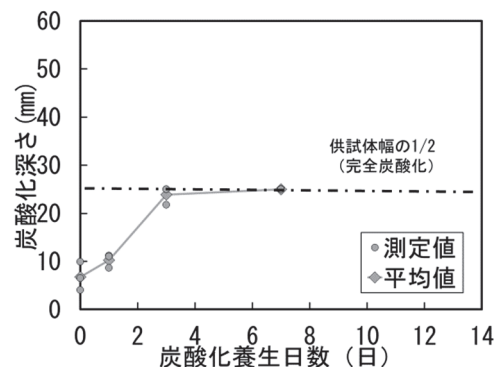


図-4 炭酸化深さ(A50シリーズ)

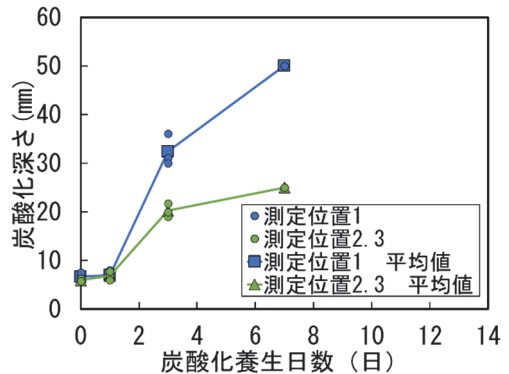


図-5 炭酸化深さ(Bシリーズ)

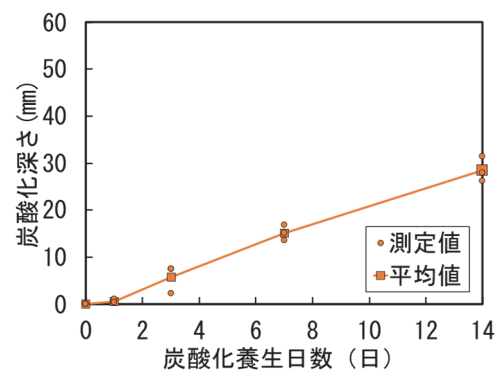


図-6 炭酸化深さ(Eシリーズ)