

養生方法の異なるフライアッシュ含有人工碎石の炭酸化深さと圧縮強度に関する検討

富山県立大学大学院

学生会員

○森田 雄大

正会員

伊藤 始

北陸電力株式会社

正会員

岡田 拓也

正会員

参納 千夏男

正会員

達 柊介

富山交易株式会社

正会員

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⁾。既往の知見として、特殊混和材を使用したコンクリートで約 100 kg-CO₂/m³の二酸化炭素の吸収が報告されている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碎したものであり、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、供試体の養生期間と養生温度を変えて炭酸化養生を行った際の炭酸化深さと圧縮強度について検討することを目的とした。

2. 試験方法

2.1 供試体概要及び試験方法

表-1 に人工碎石の配合を示す。人工碎石の供試体は、フライアッシュ（IV種相当）、高炉セメントB種、水を練り混ぜ、直径 50mm、高さ 100mm のモールドに打ち込むことで作製した。

表-2 に試験ケースと養生条件を示す。本研究では、コンクリートの促進中性化試験方法（JIS A 1153:2003）に基づき、二酸化炭素濃度 5%、温度 20℃、相対湿度 60%の環境下で炭酸化養生を行った。また、著者らは 7 日間の炭酸化養生で供試体全体が炭酸化することを確認したため、炭酸化養生期間は 7 日間とした³⁾。N シリーズの供試体は、7、14、21、28、36 日間気中養生（温度 20℃、相対湿度 60%）を行った。A-28 および B-36 は、7、28 日間の気中養生（同）ののちに、炭酸化養生を行い、その後、材齢 28、36 日まで封緘養生（温度 20℃）を行っ

た。C-28 は、高温養生（温度 50℃、相対湿度 60%）を 7 日間行った。その後は、A-28 と同様とした。

2.2 試験項目

本研究では、表-2 に示す養生期間後に炭酸化深さの測定と圧縮強度試験を行った。図-1 に炭酸化深さの測定位置を示す。炭酸化深さは、コンクリートカッターで高さ方向に切断した供試体の切断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧し、呈色した範囲に対して定規を用いることで測定した。炭酸化深さは、測点 1、2 と測点 3、4 で区別して平均した。

3. 試験結果および考察

3.1 炭酸化深さ

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-2 に示す。N シリーズで、非炭酸化部の

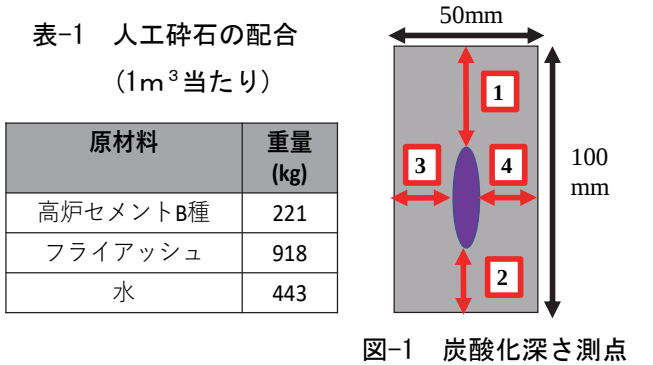
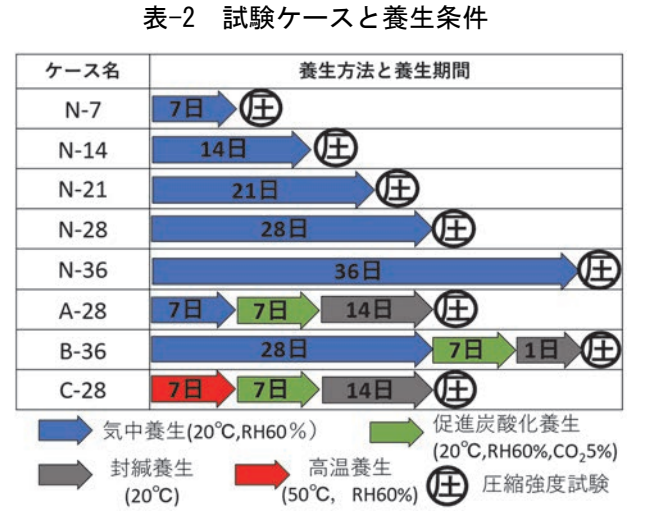


図-1 炭酸化深さ測点



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、圧縮強度

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

赤紫色の呈色を確認できた。炭酸化養生を行った A-28 と B-36 は、供試体の切断面全体が炭酸化していた。C-28 は、3 本中 1 本の供試体で図-2(c)のように呈色が見られ、高温養生により水和が促進されたことで二酸化炭素が浸透しにくくなったと考えられた。炭酸化深さの測定結果を図-3 に示す。炭酸化を行っていない N シリーズでは、測点 1, 2 (縦) および測点 3, 4 (横) の両方において、材齢 28 日までは、材齢に伴い炭酸化深さが増加する傾向を示したが、その後はほとんど進展しなかった。A-28 と B-36 の炭酸化深さは N シリーズに比べ大きく、ほぼ供試体全体に進展した。このことから、本試験では、炭酸化養生するまでの材齢 (水和反応期間) による炭酸化深さの違いは明確にならなかった。

3.2 圧縮強度

図-4 に圧縮強度試験の結果を示す。炭酸化養生を行っていない N シリーズの圧縮強度は、材齢 21 日まで材齢に伴って増加し、その後、材齢に伴って若干減少した。圧縮強度は、N-28 で 8.5N/mm^2 を示し、N-36 で 7.9N/mm^2 であった。A-28 の圧縮強度は 4.3N/mm^2 であり、N-28 の 0.51 倍となった。このことから、炭酸化が進行すると圧縮強度が減少することが分かった。これは、生成された C-S-H (ケイ酸カルシウム水和物) が、炭酸化によって分解されたと考察される。

B-36 の圧縮強度は 7.1N/mm^2 であり、N-36 に比べ 0.90 倍となり、A-28 に比べ圧縮強度の低下割合が小さかった。これは、材齢 28 日までの水和反応による緻密化が影響していると考えられる。C-28 の圧縮強度は 11.3N/mm^2 であり、A-28 の 2.64 倍、N-28 の 1.34 倍となった。これは、高温養生 (50°C) を行うことでセメントの水和反応が促進され、供試体内部が緻密化したことが要因であると考察される。

4. まとめ

人工砕石の配合を用いた供試体の各種試験から得られた知見を以下に示す。

- (1) 炭酸化深さは、高温養生することによって、小さくなった。
- (2) 圧縮強度は、7 日間の炭酸化養生で小さくなり、0.51 倍になった。
- (3) 炭酸化養生の前に 28 日間の気中養生や 7 日間の高温養生を行うことで、圧縮強度の低下が抑制された。

参考文献

- 1) 松田信弘, 亀山敬宏, 松田美奈, 伊代田岳史: CO_2 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) 木村彩永佳, 関健吾, 取達剛, 横関康祐: 炭酸化養生を行った環境負荷低減型コンクリートの環境影響評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 1, 2014
- 3) 森田雄大, 伊藤始, 達終介, 岡田拓也, 参納千夏男, 川添亮太, 前川功: フライアッシュを含有した人工砕石の炭酸化養生日数と炭酸化深さの関係, 土木学会中部支部, 研究発表会講演概要集, V-16, 2023

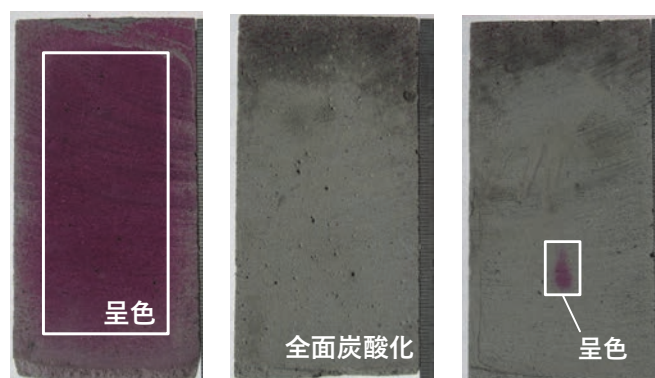


図-2 供試体切断面の炭酸化状況

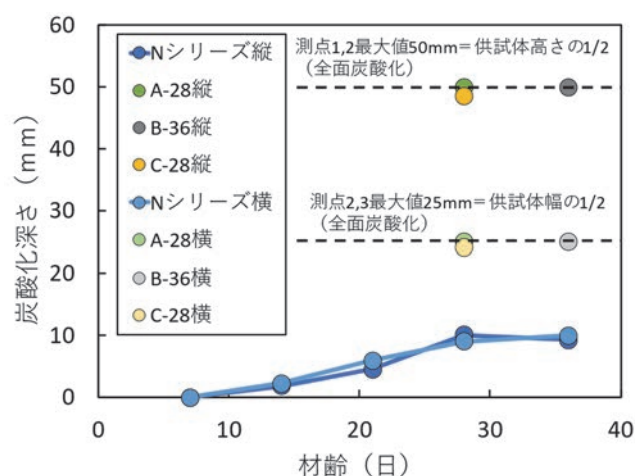


図-3 炭酸化深さの平均値

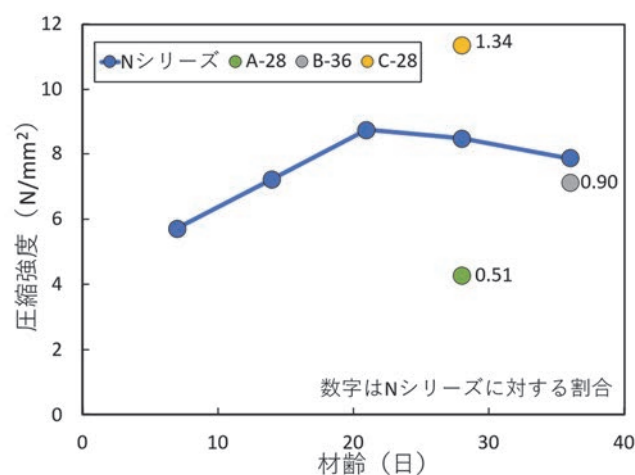


図-4 圧縮強度の平均値