

廃コンクリートの再セメント化への手がかかり

大分工業高等専門学校 ○学生会員 高橋圭斗
正会員 山本大介

1. はじめに

本研究は、廃コンクリートの再利用と、廃コンクリートを粉砕した粉末をセメント原料の代わりに利用することでプロセス由来の CO₂ 排出量の削減を目標とする。

現在行われているセメント製造では、石灰石を燃焼させることでセメントを生成しており、その際に CO₂ を排出している。そこで、廃コンクリートをもう一度セメント原料として利用することができれば、従来のセメント製造で排出される CO₂ の削減が期待できる。

現在は上記のこの実現を目標にその基礎的情報を得ることを目的として試薬をベースにしてセメント成分の生成について基礎的焼成実験を行った。

2. 実験概要

本研究では、A) 炭酸カルシウムと酸化アルミニウムを混ぜ合わせたものを繰り返し焼き、C₃A の生成量について調べる。B) 炭酸カルシウム、酸化アルミニウム、珪砂を混ぜ合わせたものを焼き、C₃A に加えて C₂S と C₃S の生成を試みる。C) A) で焼成された試料の地盤改良材としての利用可能性、に着目した。それぞれの実験方法を以下に述べる。

A) について：① 表 - 1 の配合で炭酸カルシウムと酸化アルミニウムを乳鉢で混ぜ合わせる。配合は、式 (1) を基に C₃A を生成するのに必要な炭酸カルシウムと酸化アルミニウムの質量を mol 比で求め、使用した乳鉢の容量に合わせて調整した。② ①を型枠に詰め、150kN で圧縮する。③ 電気炉を用いて 1000°C で 2 時間焼成する。④ 焼成物成分について XRD を用いて同定する。以上の作業を繰り返し行い、C₃A の生成量の変化を調べた。



B) について：① 表 - 2 の配合で炭酸カルシウム、酸化アルミニウム、珪砂を乳鉢で混ぜ合わせる。② ①を型枠に詰め、150kN で圧縮する。③ 電気炉を用いて 1250°C で 2 時間焼成する。④ 焼成物について XRD を用いて同定する。配合及び焼成温度は CaO-SiO₂ 系の相平衡図りか

表 - 1

炭酸カルシウム	酸化アルミニウム
25.0215(g)	8.4968(g)

表 - 2

炭酸カルシウム	酸化アルミニウム	珪砂
25.0125(g)	8.4968(g)	14.0193(g)

ら C₂S は焼成温度 1250°C、質量比で CaO:SiO₂=1:1 の条件下で生成されるため、このように設定した。

C) について：① A) で焼成した試料を用いて W/C=70% で水を混ぜ、固まり方を確認する。② ①の状態では水和反応が急速すぎて型枠に詰められないため石膏を加えることで水和反応を緩やかにできるように試みる。③ 上記のことを繰り返し行い、適切な石膏の量を求める。

以上の方法を以て、A), B), C) について検討を行った。

3. 実験結果

A), B), C) についてそれぞれ実験結果を述べる。

A) について：図 - 1 より、焼成によって 33.34° で C₃A の生成が確認された。図 - 2 より、6 回焼までは焼成回数を増やすにつれて C₃A の生成量は増加しており、その増加傾向は直線的になることが確認された。

B) について：図 - 3 より、珪砂を加え、焼成温度を上昇させることで 33.32° で C₃A の生成が確認され、他にも A) では確認できなかった C₂S の生成が 41.30° で確認

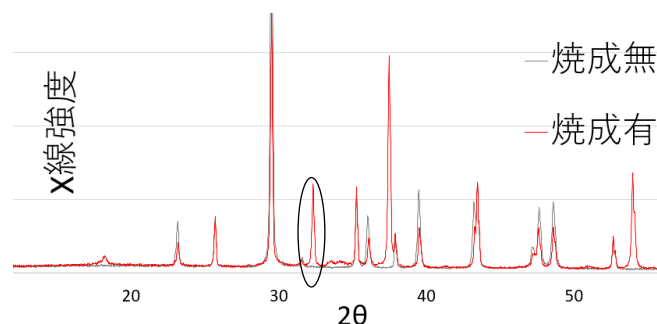


図 - 1 焼成の有無による C₃A 量

※C₃A は約 2θ = 33.2°

されたが C_3S の生成は確認されなかった。図 - 4 より、 1250°C で 2 時間を 1 回では OPC と同等量の C_3A 、 C_2S 、 C_3S の生成はできない。OPC の C_3A 、 C_2S 、 C_3S はそれぞれ 33.18° 、 41.12° 、 52.00° で生成が確認され、作成した試料の C_3A 、 C_2S はそれぞれ 32.32° 、 41.30° で生成が確認された。

C) について：図 - 5 より、地盤改良材と同等量の C_3A を得るには 1000°C で 2 時間を 4 回行う必要がある。型枠に詰められるようにするには石膏を質量比で 40% 程度加える必要がある。石膏を加える理由は、そのままでは C_3A の水和反応が急速に行われるため型枠に詰める前に固まってしまう。石膏には水和反応を遅らせる働きがあるため石膏を加える。

4. まとめ

A), B), C) について以下の知見を得ることができた。

A) について：炭酸カルシウムと酸化アルミニウムを混ぜ合わせたものを焼くことで C_3A を生成することができ、回数を増やすにつれその量も増加する。

B) について： C_2S の生成は確認できたが、 C_3S の生成は確認されなかった。これは配合及び焼成条件を C_2S の生成を目的に設定したためと推察される。そのため、 C_2S と C_3S を同時に生成することのできる配合の設定が必要となる。また、OPC との比較で同等量の C_3A 、 C_2S は生成できていないため、様々な配合や焼成条件を試し、実験的に検討する。

鉄を加えることで溶融温度を下げるができる²⁾ため、鉄を混入させた場合についても検討する。

C) について：型枠に詰められるようになったため、実際に固まった試料で強度試験を行い、地盤改良材として使用可能か検討する。

今後について：現段階では試薬を用いて研究を行っているが実際に廃コンクリートを使用して今までと同様の結果が得られるかを検討する。

<参考文献>

- 1) Author Peter Hewlett : Chemistry of Cement and Concrete 4th Edition、Elsevier、2003
- 2) コンクリートメディカルセンター：セメント原料とセメントが作られる工程を解説、2017

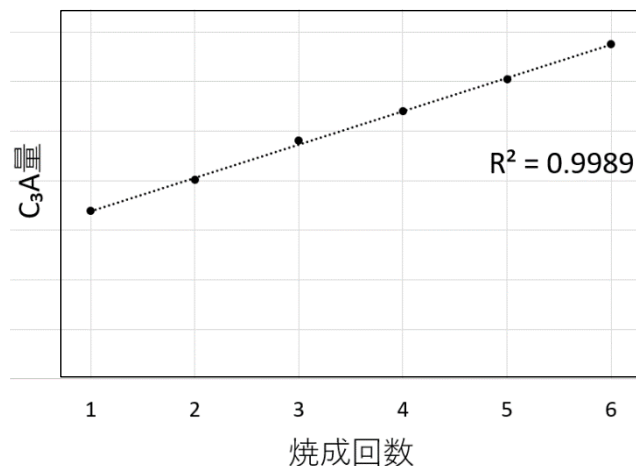


図 - 2 焼成回数による C_3A の増加率

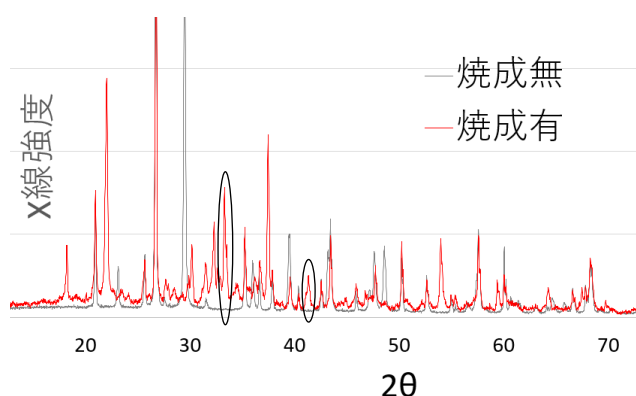


図 - 3 焼成の有無による C_3A 、 C_2S 、 C_3S 量
※ C_3A は約 33.2 、 C_2S は約 41.7 、 C_3S は約 51.9

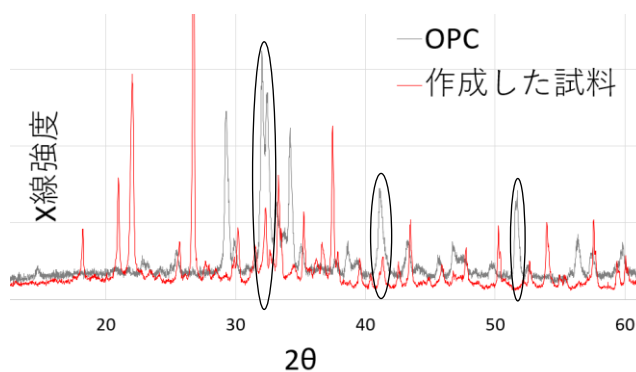


図 - 4 OPC との比較

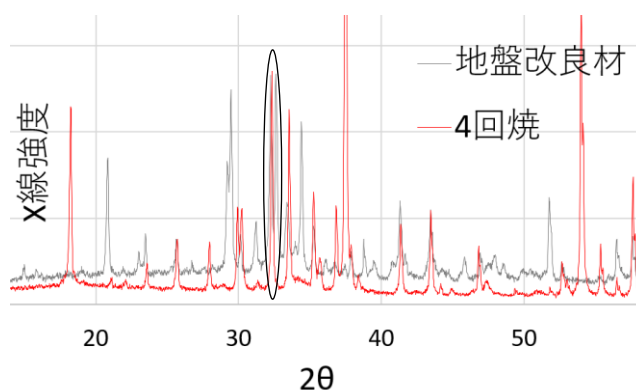


図 - 5 地盤改良材との比較