

クリンカー骨材がモルタルの基礎物性に及ぼす影響

東北大学 学生会員 ○ 稲田 晴香
東北大学 正会員 宮本 慎太郎 皆川 浩 久田 真

1. はじめに

近年、コンクリート用骨材の不足や廃棄物最終処分場が有限であることなどが理由で、資源の有効利用を目的として、廃棄物等の骨材利用が注目されている。ただし、廃棄物等の骨材としての利活用は、コンクリートの品質を低下させる恐れがある。

他方で、セメントクリンカーを骨材として使用した場合、水和反応により骨材の界面性状の向上につながることを期待される。この理由から、両者を組み合わせて骨材として使用することで、廃棄物等を骨材として利用した場合でも、コンクリートの従来の品質を確保できる可能性がある。ただし、セメントクリンカーを骨材として使用した場合の基礎的性質については明確になっていない部分が多く、この点についても検討が必要である。

以上の背景から、本研究は、セメントクリンカー骨材（以下、クリンカー骨材）を用いたモルタルの基礎物性の一つとして、圧縮強度についての評価を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

本研究では、研究用普通ポルトランドセメント（N、密度：3.16 g/cm³、ブレン値 3310 cm²/g）を用いて水セメント比 50 %、セメント細骨材比 2.0 のモルタルを作製した。細骨材の種類は、クリンカー粗粒による影響と、クリンカー粗粒の各粒度での物性への影響を確認する目的で、(1) 細骨材の一つの粒度を同粒度のクリンカー粗粒で置換、(2) 細骨材としてクリンカー粗粒のみ使用、(3) 細骨材として普通細骨材のみ使用とし、合計 8 水準とした。各水準の配合を表-1 に示す。なお、細骨材の粒度は JIS A 5031 に準拠した粒度とした。

2.2 供試体概要

2.2.1 クリンカー骨材の前処理

本研究では、粗砕したクリンカーを Ca(OH)₂ : 0.31 mol/L、NaOH : 0.0005 mol/L の混合溶液中で攪拌浸せきしてエイジング処理を施した。このとき、攪拌浸せき

表-1 本研究で使用した配合

| 供試体番号 | W / C | S / C | S-clinker / S (%) |
|-------------|-------|-------|-------------------|
| C(0-0.15) | 0.5 | 2.0 | 7.0 |
| C(0.15-0.3) | | | 11.5 |
| C(0.3-0.6) | | | 22.5 |
| C(0.6-1.2) | | | 28.0 |
| C(1.2-2.5) | | | 21.0 |
| C(2.5-5.0) | | | 10.0 |
| N | | | 0.0 |
| C(All) | 100.0 | | |

時間については、粒径が 0.6 mm 以上のものは 168 時間、粒径が 0.15 mm から 0.6 mm のものは、水和反応により硬化する可能性があることから 2 時間とした。なお、粒径が 0.15 mm 以下のクリンカー骨材はエイジング処理中の水和反応により硬化する可能性があることから、エイジング処理を行わなかった。エイジング処理が終わったクリンカー骨材は、アセトンを用いて水和停止処理を施した。

2.2.2 供試体の作製

本研究では、JIS A 5201 に準拠してモルタルを練り混ぜ、内寸法 40×40×160 mm の鋼製型枠に打ち込んだ。これらを打込み後およそ 24 ± 2 時間で脱型し、28 日間、56 日間の水中養生を施した。なお、カルシウムの溶脱を防ぐ目的で 20 ± 2 °C 一定に保った Ca(OH)₂ 飽和溶液中で養生を行った。

2.3 測定項目

材齢 28 日および 56 日の供試体を用いて、圧縮強度試験および TG-DTA を用いて、CH 量（測定範囲：450-500 °C）、強熱減量（測定範囲：105-1050 °C）を測定した。圧縮強度試験には、材齢 28 日および 56 日の 40×40×160 mm の角柱供試体を用いた。また、本研究では各水準につき 2 回の測定結果の平均を圧縮強度とした。なお、2 回の測定による圧縮強度の差は材齢 56 日の供試体 N において 4.6 N/mm²であったが、その他は平均して 1.0 N/mm²であった。

キーワード クリンカー 骨材 圧縮強度

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL 022-795-7427

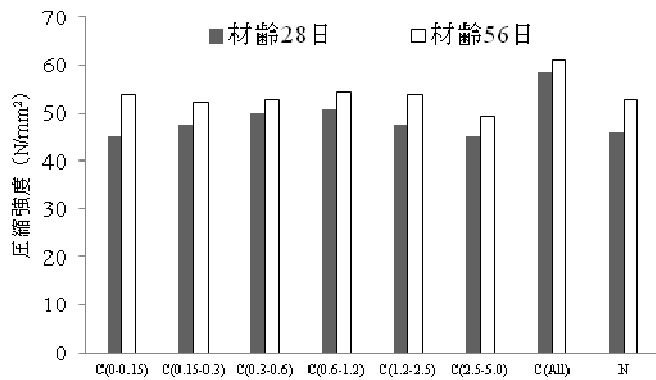


図-1 材齢 28 日および 56 日の圧縮強度

TG-DTA 測定用試料は、圧縮強度試験終了後の供試体を約 5 mm の厚さにスライスして採取し、アセトンを用いた水和停止処理を行い、メノウ乳鉢を用いて骨材が極力混入しないように粉砕した。

3. 実験結果および考察

図-1～図-3 に、材齢 28 日および 56 日の圧縮強度試験の結果、材齢 28 日および 56 日における圧縮強度と CH 量の関係、材齢 28 日および 56 日における圧縮強度と強熱減量の関係をそれぞれ示す。ここで、凡例は、材齢_供試体名とした。なお、CH 量および強熱減量は、単位セメント量の違いによる影響を排除するために、式(1)にて換算した。

$$I_c = I \times C / C_N \quad (1)$$

ここに、 I_c : 換算後の強熱減量(%), I : 強熱減量(%), C : 単位体積当たりのセメント量 (kg/m^3), C_N : 供試体 N の単位体積当たりのセメント量 (kg/m^3) である。

図-1 より、本研究における配合において、C(2.5-5.0)を除きクリンカー骨材を用いた供試体の圧縮強度は、N と比較して同程度または大きいことがわかった。

また、図-2 と図-3 より、細骨材の任意の範囲の粒度をクリンカー粗粒で置き換えた水準では CH 量や強熱減量に明確な差は認められなかった。一方で、クリンカー骨材の影響が最も顕著に表れやすいと考えられる C(All)に着目すると、材齢 28 日においては、他の水準と比較して CH 量や強熱減量に明確な差は認められなかったものの、材齢 28 日から 56 日にかけて、強熱減量が 3.1%、CH 量が 1.3%増加していることが確認できた。なお、本研究の配合では任意の粒度をクリンカー粗粒で置き換えた水準同士で比較した場合、圧縮強度および CH 量、強熱減量に明確な差は認められなかった。

以上より、クリンカーを骨材として用いたことによ

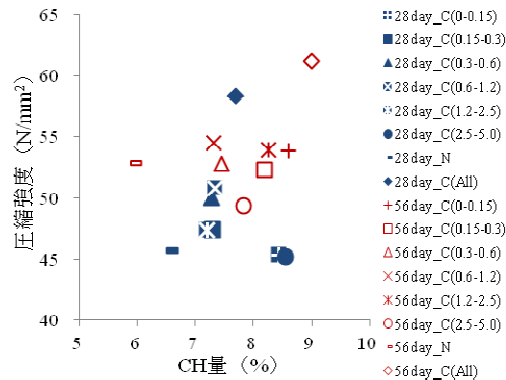


図-2 材齢 28 日および 56 日の圧縮強度と CH 量の関係

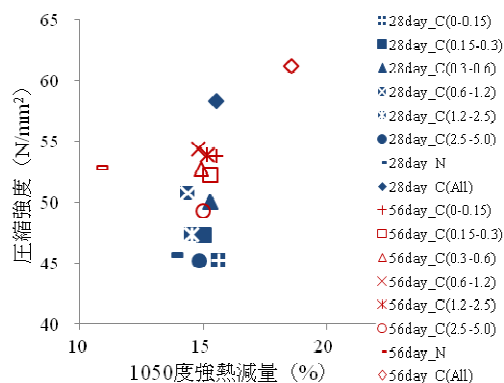


図-3 材齢 28 日および 56 日の圧縮強度と強熱減量の関係

り骨材界面で水和反応が生じ、CH 等の水和物が生成することが分かった。また、C(All)の圧縮強度は最も大きかったことから、クリンカー骨材の反応が骨材表面から進行することで、普通骨材を使用したコンクリートで最弱部であると考えられている骨材周辺の遷移帯¹⁾が緻密化し、普通骨材を使用したものと比較して、圧縮強度が大きくなったと考えた。

4. 結論

本研究では、骨材としてクリンカー粗粒をモルタルに添加することで、2.5-5.0 mm 以外の水準において、普通細骨材のみを用いたモルタルと比較して圧縮強度が大きくなることを確認した。

謝辞

この研究の一部は、一般社団法人セメント協会の研究奨励金で実施致しました。また、本研究で使用したセメントクリンカーは太平洋セメント(株)より提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 一般社団法人セメント協会: わかりやすいセメント科学, pp. 85-102, 1993