

加熱処理した碎石スラッジを混和したモルタルのフレッシュ性状及び強度特性

山口大学工学部技術部

正会員 ○牧原 貴之

山口大学大学院理工学研究科

正会員 吉武 勇

1. はじめに

湿式による骨材製造過程では、原石の10%程度の微粉末(碎石スラッジ)が発生し、濁水処理プラントで脱水ケーキとして捕集される。この脱水ケーキは、水分や凝集剤などを内包するため有効利用が困難であり、大半は産業廃棄物として埋め立て処分されている。一方、石粉などの微粉末は充填効果により緻密性を向上させコンクリート品質を改善できる材料である。そこで資源の有効活用を図り、さらに埋め立て処分場の枯渇という逼迫した状況を解決する一方策として、碎石スラッジから良質な微粉末を製造し、これをモルタル・コンクリートに利活用することを考える。

既往の研究によると、佐藤・佐伯ら¹⁾が碎石スラッジをコンクリート混和材として活用した際の特性を調べ、碎石スラッジ製造時に添加する凝集剤が流動性や強度におよぼす負の影響を報告している。

そこで本研究では、碎石スラッジを加熱処理することで凝集剤を除去できることに着目し、熱処理後の碎石スラッジをモルタル内に混和した場合の温度履歴に対するフレッシュ性状・硬化性状等の基本的性質を調べることを目的とした。

2. 熱分析

碎石スラッジ内に含まれている凝集剤の温度特性を把握するため、差動型示差熱天秤を用いて熱重量測定(以下、TGと記す)および示差熱分析(以下、DTAと記す)を行った。凝集剤には骨材製造プラントで日常採用されている高分子凝集剤を使用した。高分子凝集剤の特徴を表-1に示す。凝集剤の使用量は突沸など急激な反応を緩和しやすい10.0mg

以下に設定し、空气中で加熱を行った。差動型示差熱天秤の昇温速度は20℃/分で最高温度950℃まで温度上昇させ、2分間保った。差動型示差熱天秤の設定条件を表-2に示す。

温度変化に伴うTG-DTAの変化を図-1に示す。図-1より、常温(20℃程度)からおよそ230℃までに50%近く減少しているが、この多くは水に相当するものと考えられる。また、230℃からおよそ600℃の間で重量減少はほぼ100%となり、この間に高分子凝集剤が酸化や熱分解等により減少し、ほとんどの凝集剤を除去できることが推察される。

3. モルタル試験

3. 1 使用材料および配合

本研究で使用した材料は、普通ポルトランドセメントC(密度:3.16g/cm³)、上水道水W、ISO標準砂S(密度:2.64g/cm³)、碎石スラッジSd(密度:2.78g/cm³、岩種:硬質砂岩)である。碎石スラッジに内包している凝集剤は上記のものと同様である。碎石スラッジは乾燥炉(110℃)で絶乾状態にし、乳鉢で粉碎した後、2.5mmふるいを通過したものをを用いた。その後、電気炉で各指定の温度で30分加熱し、空气中で室温まで自然冷却

キーワード 碎石スラッジ, 凝集剤, 加熱処理

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 TEL 0836-85-9349

表-1 凝集剤の特徴

外観	液体
成分	ポリアミン系
濃度	50%
イオン性	カチオン性
比重	1.15

表-2 設定条件

最高温度	950℃
昇温速度	20℃/分
恒温時間	2分
開始温度	26.4℃
初期質量	4.87mg
基準試料	アルミナ

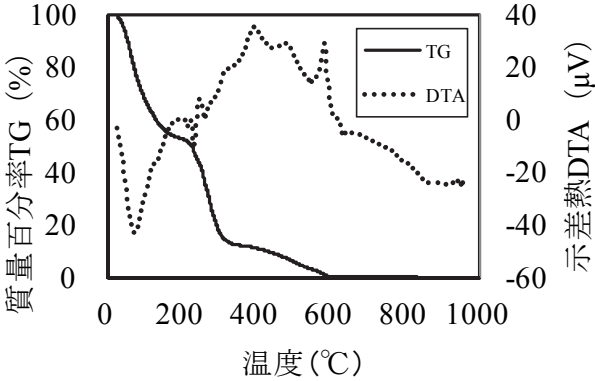


図-1 TG・DTAの試験結果

した。配合は水セメント比 $W/C=105\%$ 、質量比で $S/C=3.0$ とし、碎石スラッジは細骨材と碎石スラッジの合計容積が一定の条件で、細骨材に対する容積比 50% で置換した。碎石スラッジの加熱温度は $110^{\circ}\text{C} \cdot 200^{\circ}\text{C} \cdot 350^{\circ}\text{C} \cdot 400^{\circ}\text{C} \cdot 500^{\circ}\text{C} \cdot 600^{\circ}\text{C} \cdot 650^{\circ}\text{C} \cdot 700^{\circ}\text{C} \cdot 800^{\circ}\text{C}$ の 9 水準とした。配合表および温度条件を表-3 に示す。

モルタルの練混ぜは JSCE-F505 「試験室におけるモルタルの作り方」に準拠した。供試体の作製及び圧縮強度試験は JSCE-F506 「モルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験用円柱供試体の作り方」、JSCE-G505 「円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法」に準拠した。

3. 2 フレッシュ性状および圧縮強度特性

モルタルフロー値と温度の関係を図-2 に示す。温度履歴が上昇するとモルタルフロー値も高くなり流動性が向上した。既往の研究¹⁾では凝集剤の架橋吸着作用により流動性の低下が指摘されている。加熱処理により凝集剤が除去され流動性が改善された可能性が考えられる。一方、凝集剤が除去されない常温 (20°C 程度) から 230°C までの温度履歴でモルタルフロー値が向上していることから、碎石スラッジ原石の温度履歴に対する力学特性が影響していることが推察される。

材齢 7 日及び材齢 28 日における圧縮強度と温度の関係を図-3 に示す。材齢 7 日では温度履歴による圧縮強度の変化はみられなかった。材齢 28 日では温度履歴により圧縮強度は、一部例外があるものの有意な変化はなく一定値を示した。既往の研究¹⁾によると凝集剤により硬化体強度が低下することが示されているが、本実験では加熱処理したことで圧縮強度の変化がみられなかった。高温下における岩石の力学特性²⁾によると岩石の一軸圧縮強度は温度に依存することが知られている。本実験で使用した碎石スラッジ原石の硬質砂岩も温度履歴により力学特性が影響される可能性も考えられ、さらなる検討が必要である。

4. まとめ

本研究の基礎実験で得られた主な知見を要約する。

- (1) 碎石スラッジの温度履歴は上昇するほどモルタルの流動性が向上した。
- (2) 加熱処理した碎石スラッジを用いたモルタルの圧縮強度は、温度履歴によらず概ね一定値を示した。

今後の課題として、碎石スラッジ原石の温度履歴に対する力学特性を把握し凝集剤が除去されることによる効果を確認する必要がある。

参考文献

1) 佐藤道生, 佐伯竜彦, 井下一郎: 湿式にて捕集した碎石スラッジの混和材としての特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.1335-1340, 2002. 2) 土木学会岩盤力学委員会: 岩盤の熱環境に関する研究小委員会編, 熱環境下の岩盤施設の開発をめざして—熱物性と解析—, 2006.

謝辞: 本研究は、日本学術振興会科学研究費奨励研究の助成 (研究課題番号 26920009) を受けて遂行したものである。また試料・情報提供頂いた藤井保浩氏・中原信幸氏 (富国建設工業社), 西村好夫氏 (コーウン産業株式会社) に謝意を表す。

表-3 配合表および加熱温度

W/C	C:(S+Sd)	Sd/(S+Sd)
105%	1:3	50%
加熱温度 ($^{\circ}\text{C}$)		
110,200,350,400,500,600,650,700,800		

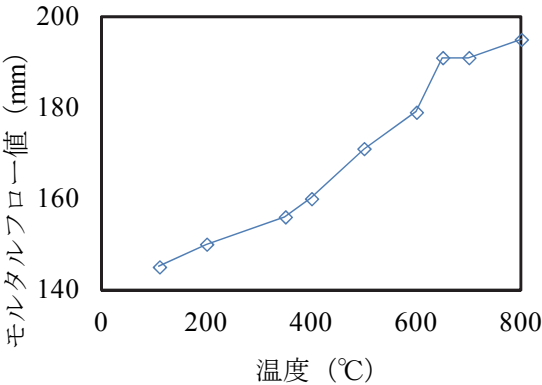


図-2 モルタルフロー値 - 加熱温度

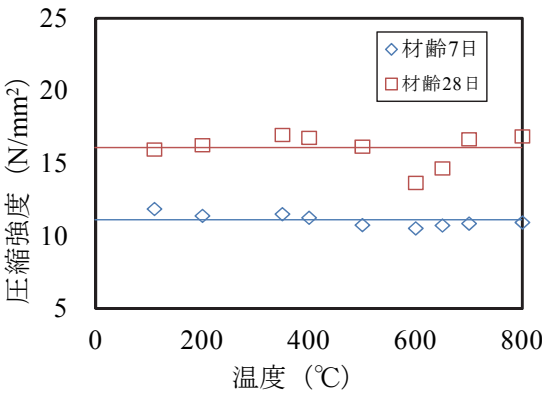


図-3 圧縮強度 - 加熱温度