

廃材微粉末使用・混合粉体の低・中強度硬化体への適用

九州東海大学工学部 正会員 坂田康徳

1. はじめに

コンクリート廃材処理に関連して、近年、コンクリート破砕物に擦り揉み処理や加熱擦り揉み処理を施して良質の再生骨材を得る方法が行われているが、その一方で大量のコンクリート廃材微粉末も発生している。それ故、コンクリートの廃材処理を円滑に推進するためには廃材微粉末の再利用法の開発が不可欠である。廃材微粉末はセメント未水和成分や水酸化カルシウムを大量に含むため、高炉スラグ微粉末など他の材料と組み合わせて使用することにより、土質材料のような極低強度から中強度に至るまでの幅広い強度領域で硬化体製造が可能と考えられる。本研究は加熱擦り揉み処理過程で発生するコンクリート廃材微粉末を主とする混合粉体を用いて、路面下に埋設する配管工事等に使用する極低強度の埋め戻し材や、インターロッキング材などの製造に用いる中強度の硬化体製造の可能性について検討したものである。

2. 実験概要

本研究では、加熱擦り揉み処理過程で発生する廃材微粉末を主な結合材とし、これに石膏、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、消石灰など各種粉体を混合して種々の配合で高流動モルタルを練り、各材料がモルタル強度に及ぼす影響について調査した。細骨材は表乾状態にした 5mm 以下のコンクリート破砕物をそのままの粒度で使用した。また、高性能減水剤はポリカルボン酸系のものを適当な流動性が得られるように調整して使用した。実験は JIS R 5201 に準じて行ったが、フロー値については高流動の見地から落下振動を与えずに測定する静置フロー値とし、また $4 \times 4 \times 16$ cm 角柱供試体 3 本を作成して標準養生材令 28 日における圧縮強度と曲げ強度を測定した。表-1 は本実験で使用した各材料の特性値を示している。

表-1 使用材料の特性値

名 称	記号	特 性 値
廃材微粉末	P	比重2.25, 粗粒率0.095
高炉スラグ微粉末	B	比重2.95, フレーン値 4000cm ² /g
石膏	Gp	比重2.52, 粗粒率2.05, 2 水石膏
細骨材	S	比重2.32, 吸水率9.01%, 粗粒率3.54
フライアッシュ	F	比重2.17, フレーン値 2990cm ² /g
消石灰	L	比重2.08
高性能減水剤	K	ポリカルボン酸系, 比重1.1

3. 結果および考察

加熱擦り揉み処理過程で発生する廃材微粉末をそのまま結合材として使用したモルタルは、凝結が急速に進行して施工に必要な流動特性（フロー値の時間依存性）が得られず、これを改善するには石膏を結合材の一部として添加する必要があることが既往の研究で明らかになっている。しかしながら、石膏がモルタル強度に及ぼす影響については未だ明らかにされていなかった。そこで本研究では、まず、全結合材質量 TP に対して各粉体の割合を高炉スラグ微粉末 10%、フライアッシュ 35%、石膏 0～25%、残りを廃材微粉末とした混合粉体を使用して水結合材比 50%としたモルタルの強度試験を行った。図-1 はその結果を示している。圧縮強度 f_c 、曲げ強

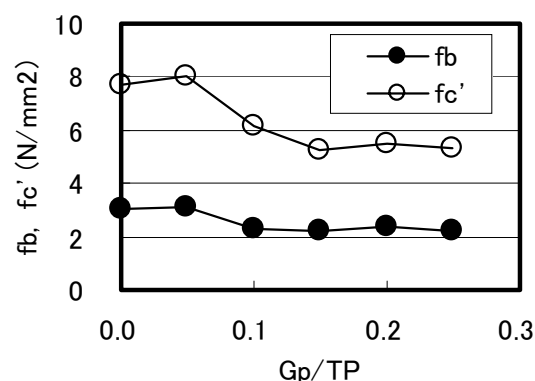


図-1 石膏添加率の増加に伴うモルタル強度の変化状況

キーワード：産業廃棄物、リサイクル、コンクリート、廃材微粉末、混合粉体、強度

〒862-8652 熊本県熊本市渡鹿9丁目1-1 九州東海大学 Tel:096-386-2704 Fax:096-386-2759

度 f_b 共に石膏添加率 $G_p/TP=5\%$ 付近で最大となるが、石膏添加率をより大きくしても強度は逆に低下することが判る。これより、廃材微粉末に石膏を多く使用しても強度増進には殆ど寄与しないことが判る。

図-2 は道路用埋め戻し材のような低強度のモルタルを得るために、高炉スラグ微粉末を使用せず、石膏 5%、フライアッシュ 0~80%、残りを廃材微粉末とする混合粉体を用い、水結合材比 50%とした場合のフライアッシュ混合率 (F/TP) とモルタル強度との関係を示している。 F/TP の増加に伴って圧縮強度、曲げ強度共に急激に低下しており、 $F/TP=65\%$ 以上では圧縮強度が約 2 N/mm^2 以下となっていることが判る。配管工事等に用いる埋め戻し材としては、硬化後の強度が配管周辺の路床土とほぼ同等であればよく、米国 CLSM によれば 4 週強度で約 $1\sim 2 \text{ N/mm}^2$ とされている。このような低強度モルタルを得るためには、結合材の結合能力を低く抑えるため、高炉スラグ微粉末を使用せず、廃材微粉末に対するフライアッシュ混合率を大きくすればよいことが判る。

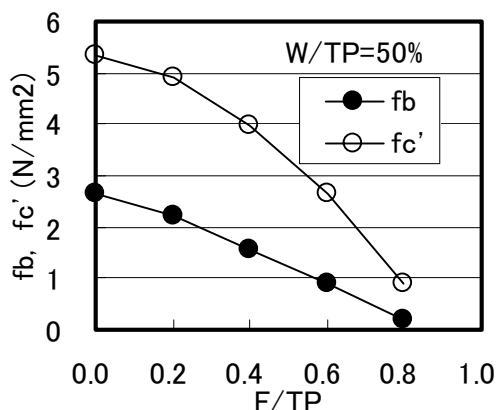


図-2 フライアッシュ混合率の増加に伴うモルタル強度の変化状況

図-3 は廃材微粉末 52%、高炉スラグ微粉末 30%、フライアッシュ 10%、石膏 5%および消石灰 3%の混合粉体を結合材とした水結合材比 $W/TP=30\sim 50\%$ のモルタルの、結合材水比 TP/W の増加に伴う圧縮強度と曲げ強度の変化状況を示している。 $W/TP=30\%$ で 32 N/mm^2 程度の圧縮強度が得られており、セメントを使用しなくてもかなりの強度が得られることが判る。これより、このような配合を使用すれば、インターロッキング材や煉瓦などのような中強度硬化体の製造も可能と考えられる。

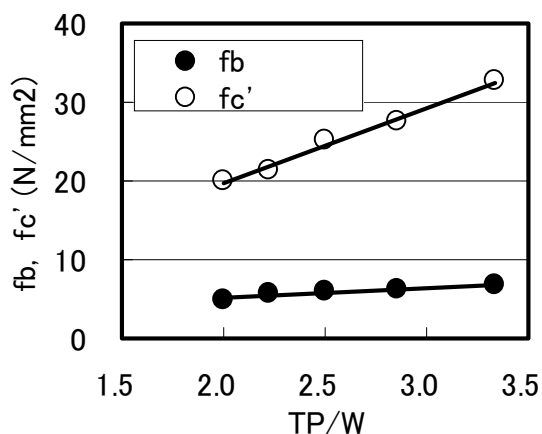


図-3 結合材水比とモルタル強度との関係

図-4 は廃材微粉末を $100\sim 600^\circ\text{C}$ まで加熱処理した後に廃材微粉末 50%、高炉スラグ微粉末 10%、フライアッシュ 35%、石膏 5%の割合で混合した混合粉体を用い、 $W/TP=50\%$ とした場合のモルタル圧縮強度の変化状況を示している。粉体を加熱すればセメント水和物の熱分解により水硬性成分が増加し、モルタルの強度改善に繋がるものと期待されたが、この程度の熱処理温度の範囲ではモルタル強度の改善効果は殆どないことが判る。

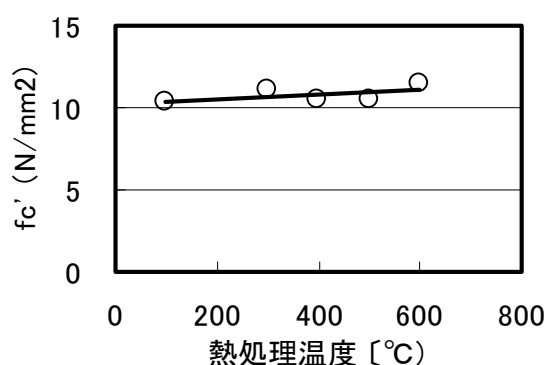


図-4 廃材微粉末の熱処理温度とモルタル強度との関係

4. 結論

- (1) 石膏によるモルタル強度の改善効果は殆どない。
- (2) 高炉スラグ微粉末を使用せず、フライアッシュ混合率の高い混合粉体を使用すれば、水結合材比 50%程度でも配管工事等の埋め戻し材として適用可能な低強度硬化体を実現できる。
- (3) 高炉スラグ微粉末を比較的多く混入した混合粉体を使用し水結合材比を小さくすれば、セメントを使用しなくてもインターロッキングの製造等に用いる圧縮強度 30 N/mm^2 程度の硬化体を実現可能である。
- (4) 廃材微粉末に約 600°C 以下で熱処理を施しても結合能力の改善効果は殆どない。