

(低・中強度固化材としてのコンクリート廃材微粉末の適用性について)

九州東海大学工学部 正会員 坂田康徳

1. はじめに

近年、産業廃棄物の急激な増加に伴って建設廃材の再利用が推進されており、特にコンクリート廃材の再利用が大きな課題となっている。一般に、構造物の解体によって生じたコンクリート片は破砕機で破砕した後、路盤材やコンクリート用骨材として再利用する方法が行われているが、その一方で大量の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と考えられる。本研究は、路面下の配管工事等における埋め戻し材や充填材、インターロッキング材など、セメントを全く使用せず、廃材微粉末を主な結合材とする高流動モルタルによる低・中強度硬化体の製造方法について検討したものである。

2. 実験概要

実験では、市場の加熱すりもみ処理過程で発生する廃材微粉末を主な結合材とし、これに強度改善を目的として高炉スラグ微粉末を、施工性改善を目的として石膏ボード廃材破砕物を使用した。また、高流動化に伴う材料分離を防ぐためフライアッシュを、さらに、高炉スラグ微粉末の潜在水硬性に基づく強度発現を期待して消石灰を若干使用した。細骨材は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、高性能減水材はポリカルボン酸系のものを使用した。

試験はJIS R 5201に準じて静置フロー値を測定すると共に、4×4×16cm角柱供試体3本を作成して標準養生材令28日における曲げ及び圧縮強度を測定した。強度試験は道路用埋め戻し材などに適用するための低強度モルタルと小型ブロック等の製造に使用するための中強度モルタルについて、適当な流動性（静置フロー値で220～260mm程度）と強度特性を得るための種々の配合を検討した。本実験で使用した各材料の特性値を表-1に示している。

3. 結果および考察

加熱すりもみ処理過程で発生する廃材微粉末を結合材としてそのまま使用すれば、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）が得られない、そのため、これを改善するには2水石膏（石膏ボード廃材破砕物を使用）を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。図-1は、適切な石膏添加量を調査するために水結合材比65%のペーストを用いて行った石膏添加率の増加に伴う静置フロー値の時間依存性を示している。石膏添加率0%のケースでは練り混ぜ直後に約170mmあったフロー値が時間経過と共に急激に低下し、30分と60分ではほとんど100mmに落ちており、また石膏2.5%添加のケースでは練り混ぜ直後のフロー値は高いものの、時間経過に伴うフロー値の低下率も大きくなっている。これに比べて石膏添加率5～20%範囲では時間経過に伴うフロー値の

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, プレーン値4000cm ² /g
石膏	Gp	比重2.52, 粗粒率20.5, 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, プレーン値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

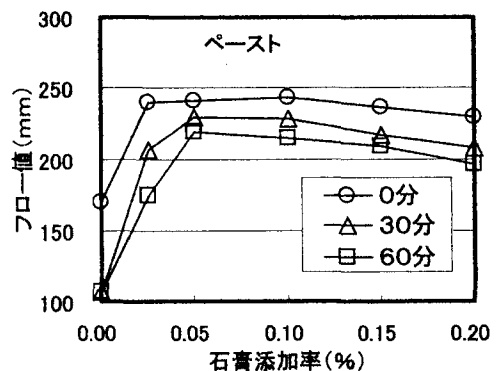


図-1 石膏添加率の変化に基づくペーストの静置フロー値の経時変化状況

低下率が小さくなると共に安定しており、またフロー値が最大となるのは5～10%付近であることが判る。これより、流動性や凝結遅延性などの施工性確保を目的とする限りにおいては石膏添加率5%程度でよいものと考えられる。

図-2は全結合材質量 $TP(=P+B+F+Gp)$ に対して各粉体の混合率を高炉スラグ微粉末 $B/TP=10\%$ 、フライアッシュ $F/TP=35\%$ 、石膏 $Gp/TP=0\sim25\%$ 、残り全てを廃材微粉末とした混合粉体を使用した水結合材比 $W/TP=50\%$ のモルタルの強度試験結果である。圧縮強度 f_c' と曲げ強度 f_b は共に石膏添加率5%付近で最大となるが、石膏添加率がより大きな領域では強度は逆に低下している。これより石膏添加率をあまり大きくしても強度増進に寄与しないことが判る。

図-3は $B/TP=0\%$ 、 $Gp/TP=5\%$ 、 $F/TP=0\sim80\%$ (20%毎)、残りは廃材微粉末の混合粉体を用いた $W/TP=50\%$ のモルタルにおける F/TP とモルタル強度との関係を示している。フライアッシュ混合率 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いることが判る。配管工事等に用いる道路用埋め戻し材としては、配管周辺土との兼ね合いからあまり大きな強度を必要とせず、4週強度で約 $1\sim2\text{ N/mm}^2$ とされている。それ故、このようなモルタルを得るためには高炉スラグ微粉末を使用せず、フライアッシュ混合率の比較的大きなものを使用すればよいと思われる。

図-4は高炉スラグ微粉末の潜在水硬性を利用してモルタルの強度改善を促すために、 $B/TP=30\%$ 、 $Gp/TP=5\%$ 、 $F/TP=10\%$ とし、これに消石灰を混合率 $L/TP=0\sim3\%$ の範囲で添加した $W/TP=40\%$ のモルタル強度の変化状況を示している。 L/TP の増加に伴って f_c' は若干の増加傾向を示すが、あまり大きな強度改善効果は見られないようである。しかしながら、 $W/TP=40\%$ 、 $B/TP=30\%$ で 24 N/mm^2 程度の圧縮強度が得られており、強度的にはインターロッキング材などの小型ブロックの製造が可能と考えられる。

4. 結論

- 1) 結合材の一部として石膏ボート廃材破砕物を若干使用すれば、施工に適する凝結遅延性に効果が得られる。
- 2) 石膏を廃材微粉末に若干添加すれば施工性改善に効果があるが強度改善効果は殆ど認められない。
- 3) 高炉スラグ微粉末を使用せず、フライアッシュ混合率を大きくした混合粉体を使用すれば、道路用埋め戻し材として適用な低強度硬化体を製造可能である。
- 4) 高炉スラグ微粉末の混合率を比較的大きくしたモルタルは、適当な配合により中強度のセメントコンクリート相当の強度出現が可能であり、インターロッキング材などの製造に適用可能と考えられる。

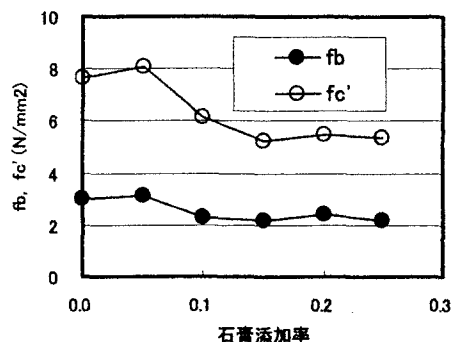


図-2 石膏添加率の増加に伴うモルタル強度 f_c' 、 f_b の変化状況

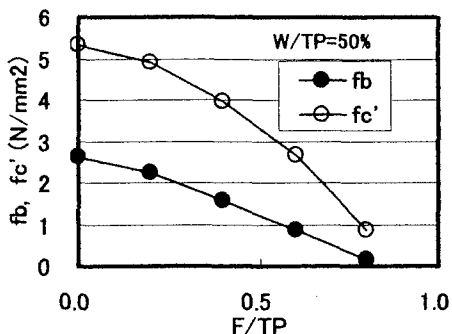


図-3 フライアッシュ混合率 F/TP とモルタル強度 f_c' 、 f_b の関係

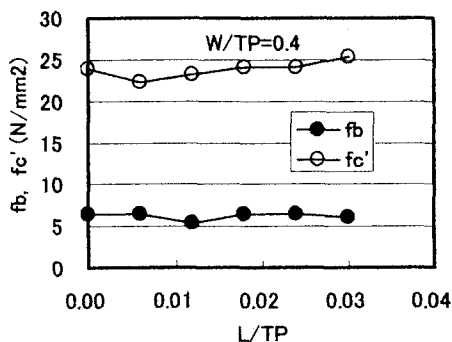


図-4 消石灰添加率 L/TP とモルタル強度 f_c' 、 f_b の関係