

一般廃棄物溶融スラグ微粉末を硬化体とするモルタルにおいてフライアッシュの混合が硬化後の特性に及ぼす影響  
茨城大学工学部 学生会員 ○海老根拓弥 正会員 福澤公夫 田中康友

## 1. はじめに

現在、日本における一般廃棄物の排出量は年間約 5000 万 t である。近年、それらの焼却に伴って発生する有害物質を除去するため、焼却灰をさらに高温で溶融処理を行った後に埋め立て処分することが原則となっている<sup>1)</sup>。しかし、埋め立て地の延命のため、スラグの安定的な有効利用法の確立が求められている。

溶融スラグの多くは、水冷され潜在水硬性を有する。これまでの研究から、一般廃棄物溶融スラグの微粉末(以下 SL とする)をアルカリ刺激材とともに用い常圧蒸気養生を行うことにより高強度の硬化体となることが確認されている<sup>2)</sup>。ところが、蒸気養生後時間の経過とともに強度が低下する場合があることも報告されている<sup>3)</sup>。

本研究は、SL を結合材としたモルタルにおいてフライアッシュ(以下 FA とする)の混合が硬化特性に及ぼす影響を検討したものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料および配合

実験に用いた材料を表 1 に示す。溶融スラグはシャフト炉式ガス化溶融により製造されたものである。実験は、モルタルにおいて結合材として用いている SL の一部を FA で体積置換する場合(FA 結合材置換試験)と、細骨材の一部を FA で体積置換する場合(FA 細骨材置換試験)の 2 方法について検討を行った。配合は前者の FA 結合材置換試験の場合、水に対する SL の割合(以下 W/SL とする)50%、アルカリ刺激材に対する SL の割合(以下 AL/SL とする)20%を基準とし、練り混ぜ水およびアルカリ刺激材の質量は置換率によらず一定とした。後者の FA 細骨材置換試験の場合、W/SL50%、AL/SL20%とした。

### 2.2 実験方法

モルタルの圧縮試験には、 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$  の円柱供試体を使用した。養生方法は前置き  $30^\circ\text{C} \cdot 2\text{h}$ 、昇温  $15^\circ\text{C}/\text{h}$ 、最高温度  $65^\circ\text{C} \cdot 5\text{h}$  の常圧蒸気養生とし、終了後は自然放冷し、所定の材齢まで  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $60 \pm 5\% \text{RH}$  の恒温恒湿室で保管した。所定材齢で圧縮強度試験を行った(JIS A 1108 に準ずる)。乾燥収縮の測定には長さ変化試験を行った(JIS A 1129-2 に準ずる)。細孔径分布の測定には水銀圧入式ポロシメーターを用いて行った(JIS R 1655 に準ずる)。

表 1 実験に用いた材料

使用材料	種類	物性値
スラグ微粉末(SL)	シャフト炉式ガス化溶融スラグ	比重2.80 比表面積 $3750 \text{cm}^2/\text{g}$
フライアッシュ(FA1)	JIS灰(II種)	比重2.20 比表面積 $3460 \text{cm}^2/\text{g}$
フライアッシュ(FA2)	JIS灰(II種)	比重2.12 比表面積 $3830 \text{cm}^2/\text{g}$
アルカリ刺激材(AL)	無水メタ珪酸ナトリウム	$\text{SiO}_2$ :46.0~52.0% $\text{Na}_2\text{O}$ :47.0~53.0%
細骨材(S)	岩瀬産砕砂	比重2.53 F.M.2.83

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 FA 結合材置換試験

FA(FA2 を使用)は SL と 10%ピッチ、0%から 100%まで体積置換を行った。図 1 に材齢 1 日の圧縮強度を 1 とした場合の圧縮強度比を示す。なお、置換率 60%以上の結果については、強度の大幅な低下や材料分離の傾向が顕著であったため、省略した。図 1 より、いずれの置換率においても材齢の進行とともに圧縮強度の低下が見られ、安定した強度を保持できないことがわかる。

図 2 に材齢 28 日において FA の置換率が圧縮強度に与える影響を示す。図 2 より、置換率 20%までは FA を用いない場合とほぼ同等の強度であるが、さらに置換率を増すと強度低下する傾向にある。

図 3 に材齢がモルタルの細孔径に与える影響について示す。図 3 より、いずれの材齢についても置換率 0%の細孔量に比べ、FA 置換率が大きくなるほど細孔量が増加する傾向がみられた。また、置換率 10%を除く置換率において材齢が増えると 100nm 以上の細孔の増加がみられた。このことは、強度低下の要因の一つとして考えられる。

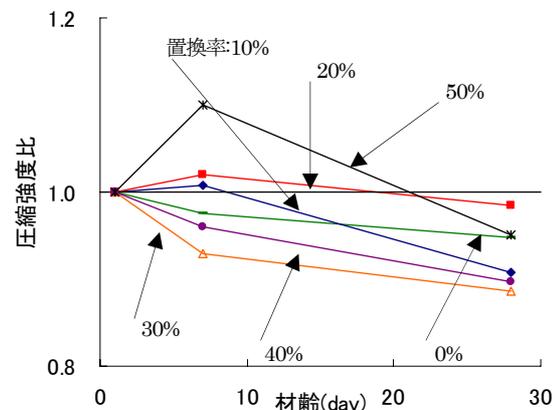


図 1 材齢と圧縮強度比の関係

3.2 FA 細骨材置換試験

FA(FA1 を使用)は細骨材と 5%ピッチ, 0%から 20%まで体積置換を行った。図 4 に材齢 1 日の圧縮強度を 1 とした場合の圧縮強度比を示す。図 4 より、置換率 0%の場合、圧縮強度は材齢とともに減少しているのに対し、FA を少量でも細骨材と置換した場合は、初期材齢とほぼ同等かそれ以上の強度が得られた。

図 5 に材齢 28 日において FA の置換率が圧縮強度に与える影響を示す。図 5 より FA の置換率が高くなるほど高強度になることがわかる。

図 6 に FA の置換が収縮に与える影響を示す。安定した流動性と強度が得られた FA 置換率 10%と置換率 0%の配合を比較した。図 6 より、材齢初期の収縮量に差はみられないが、材齢の進行とともに収縮量の差が大きくなり、FA を置換した供試体は置換率 0%の供試体よりも収縮量が少なくなっているのがわかる。このことから、FA を細骨材と置換することにより、蒸気養生後のモルタルの収縮量が抑えられ、その結果、強度低下防止につながったと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) フライアッシュを結合材(スラグ微粉末)と体積置換した場合、蒸気養生後の圧縮強度は材齢とともに低下する。
- 2) フライアッシュを結合材(スラグ微粉末)と体積置換した場合、置換率が大きくなるほど細孔量が増加する傾向にある。
- 3) フライアッシュを細骨材と体積置換することによって、圧縮強度は増加する。
- 4) フライアッシュを細骨材と体積置換することによって、蒸気養生後の材齢とともに生じる圧縮強度低下の割合および乾燥収縮量を低減できる。

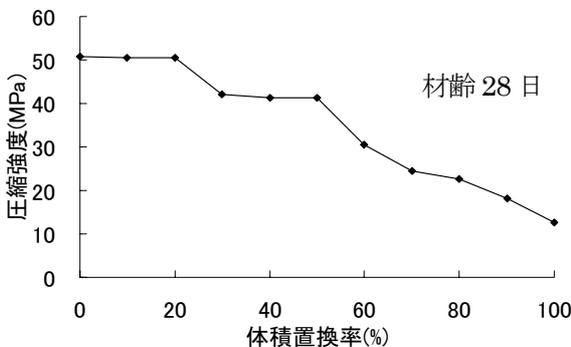


図 2 置換率と圧縮強度の関係

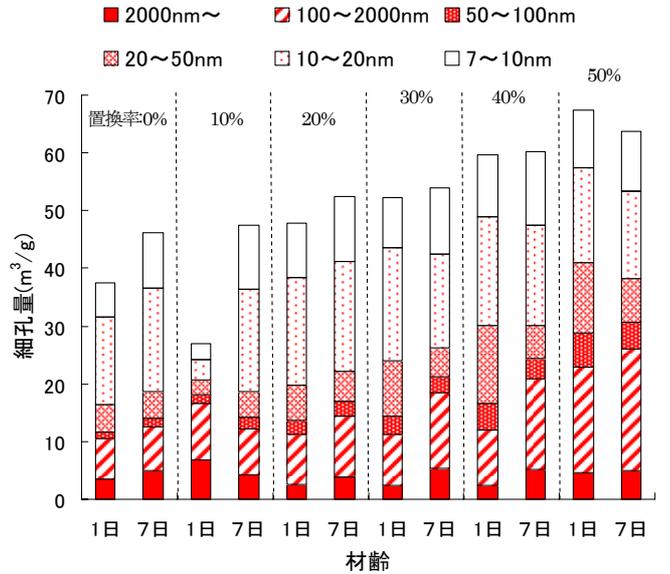


図 3 材齢がモルタルの細孔量に与える影響

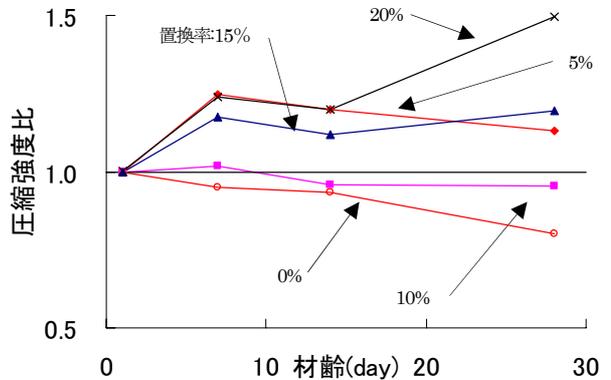


図 4 材齢と圧縮強度比の関係

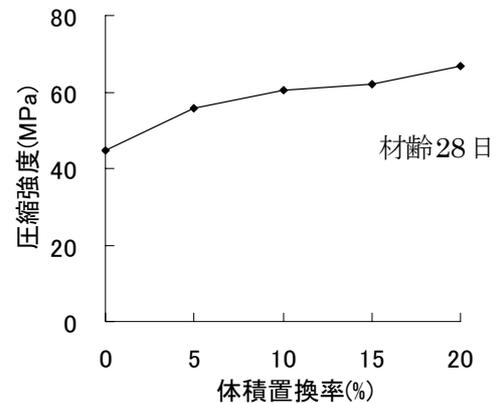


図 5 置換率と圧縮強度の関係

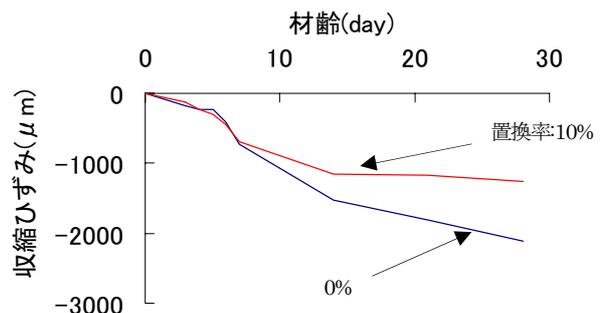


図 6 FA の置換が収縮に与える影響

引用文献

- 1)環境省 HP 廃棄物処理の現状 URL:http://www.env.go.jp/
- 2)三井雅一、福澤公夫、宮坂洋介、小島均都市ごみ溶融スラグ微粉末を用いた硬化体に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.25, No.1, pp.1451-1456, 2003
- 3)田中康友、福澤公夫、松本洋利都市ごみ溶融スラグ微粉末を結合材とするモルタルの収縮性状に関する基礎的研究、第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会