

## モルタル およびコンクリート保護工用吹き付け樹脂モルタルへの ペーパースラッジ焼却灰の適用

国立大学法人熊本大学 学生会員 平川麻里子 学生会員 佐藤祐輔 正会員 重石光弘

### 1. はじめに

現在, 国内の産業廃棄物処分量は, 様々な分野でのリサイクル推進の成果により減少している. しかし, 現存する処分場の容量は決して多いとは言えず, 厳しい状況は依然続いているのが現状である. 毎年 4 億トン以上の産業廃棄物が排出され, 更なる再利用の必要性が高まっている.

今回対象としているペーパースラッジとは, 製紙工場の抄紙工程で排出される, 紙の成分を含んだ汚泥のことをいう. これを焼却して残ったペーパースラッジ焼却灰(以下 PS 灰と略記)は大量に排出され, 一部を除いて埋め立て処分されている.

そこで本研究は, フライアッシュなどと同様に, 混合セメントの混和材料としての PS 灰の適用性を調べ, PS 灰の有効利用を図ることを目的として実験を行った.

### 2. PS 混合セメントの各種品質試験

本研究では, セメントの一部を PS 灰に置換した PS 灰混合セメントを定義し, その特性を調べる目的で各種品質試験を行う. 品質試験としては, 密度試験, 凝結試験, 強度試験(フロー・曲げ・圧縮試験)を行うものとする.

今回は, セメントに対する割合で 0,5,10,20,30%の 5 通りを PS 灰で置換したものを普通・早強ポルトランドセメントの 2 種作り, 材齢 7 日・28 日の供試体について試験を行った.

#### 2.1 密度試験

フラスコに鉱油のみを入れた場合と, 更に PS 灰を 100g 加えた場合との鉱油の液面の変化により, PS 灰の密度を求めた.

試験結果を表 1 に示す. 普通ポルトランドセメントの密度  $3.15(\text{g}/\text{cm}^3)$ , 早強ポルトランドセメントの密度  $3.13(\text{g}/\text{cm}^3)$  に比べ小さいことがわかる.

表 1 密度試験結果

| 鉱油のみ<br>液面(mm) | PS 灰添加<br>液面(mm) | 密度<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 平均<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) |
|----------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 250.30         | 279.00           | 2.44                             | 2.43                             |
| 250.30         | 279.10           | 2.43                             |                                  |

#### 2.2 凝結試験

練り混ぜは, 容量 5ℓ の機械練り用練混ぜ機を用いて次のように行った.

試料(セメント・PS 灰)500g+水→60 秒低速練混ぜ→30 秒休止→90 秒高速練混ぜ (計 3 分)

練混ぜ終了後 60 秒以内にセメントペーストをセメントペースト容器に詰め, ビカー針装置に載せて標準棒を降下させ, 底板から  $6\pm 1\text{mm}$  で止まる時のものを標準軟度のセメントペーストとする.

始発針を降下させ, 底板からおおよそ 1mm で止まる時を始発とし, セメントに注水した時刻からの時間をもって始発時間とする. 更に, 終結針を降下させ, 表面に針の跡を止めるが, 付属小片環による跡を残さない時を終結とし, セメントに注水時刻からの時間をもって終結時間とする.

図 1・2 にその結果を示す. 普通・早強ともに, PS 0%に比べて始発時間は徐々に延び, 置換率の影響を受けている. それに対し, 始発から終結までの時間はそれほど変化しないという傾向が見られた.

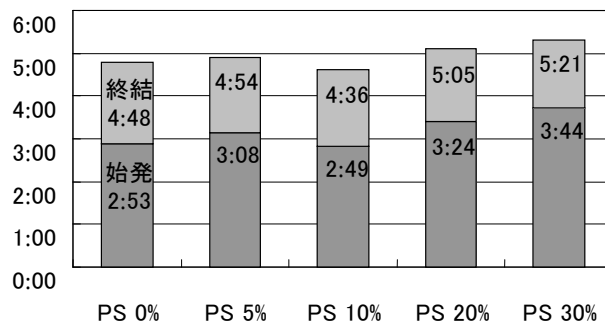


図 1 凝結試験結果(普通)

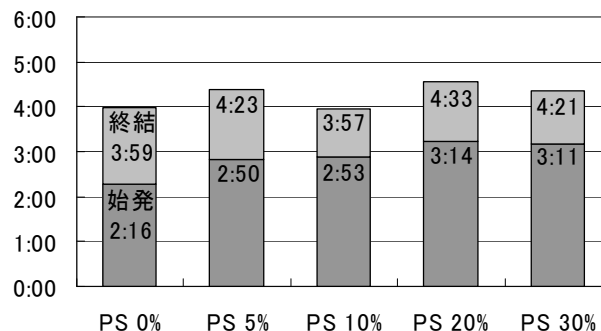


図 2 凝結試験結果(早強)

## 2.3 強さ試験

表 2 に今回の配合を示す.

練混ぜは, 次のように行った.

試料(セメント・PS 灰)+水→60 秒低速練混ぜ(30 秒練混ぜ後, 標準砂投入)→30 秒高速練混ぜ→90 秒休止→60 秒高速練混ぜ (計 4 分)

表 2 モルタルの配合

単位 g

|        | セメント      | PS 灰      | 標準砂        | 水         |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------|
| PS 0%  | 450.0±2.0 | 0         | 1350.0±5.0 | 225.0±1.0 |
| PS 5%  | 427.5±1.9 | 22.5±0.1  | 1350.0±5.0 | 225.0±1.0 |
| PS 10% | 405.0±1.8 | 45.0±0.2  | 1350.0±5.0 | 225.0±1.0 |
| PS 20% | 360.0±1.6 | 90.0±0.4  | 1350.0±5.0 | 225.0±1.0 |
| PS 30% | 315.0±1.4 | 135.0±0.6 | 1350.0±5.0 | 225.0±1.0 |

### (1) フロー試験

モルタルをフローコーンに 2 層に分けて詰め, 各層 15 回突く. フローコーンを外し, 15 秒間に 15 回の落下運動を与えた後, モルタルの直径を計り, フロー値とする.

試験結果を図 3 に示す. これより, 置換率の増加とともに流動性が小さくなっていることがわかる.

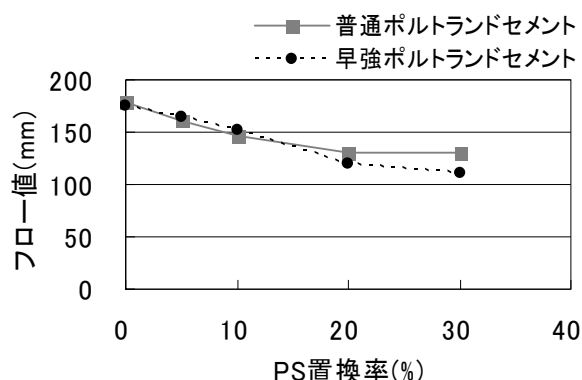


図 3 フロー試験結果

### (2) 曲げ試験

試験に用いるモルタル供試体は, 40×40×160mm の直方体で, 脱型後試験まで水中で養生した. 試験体は毎秒 50±10N の割合で載荷して最大荷重から曲げ強度を算出する.

図 4 より, 早強ポルトランドセメントでは PS5%での強度の増加が見られるものの, 置換率が増加すると強度が減少する傾向にある.

### (3) 圧縮試験

試験体は, 曲げ試験後の角柱供試体の片側を使用し, 毎秒 2400±200N の割合で載荷して最大荷重から圧縮強度を算出する.

PS 灰置換率と圧縮強度との関係を図 5 に示す. 普通・早強ともに, PS5%および 10%では PS0%と同等もしくはそれ以上の強度が認められる. 一方で, PS30%では PS0%に比べ強度の低下が見られ, 置換率を適度な値まで低下させる必要がある.

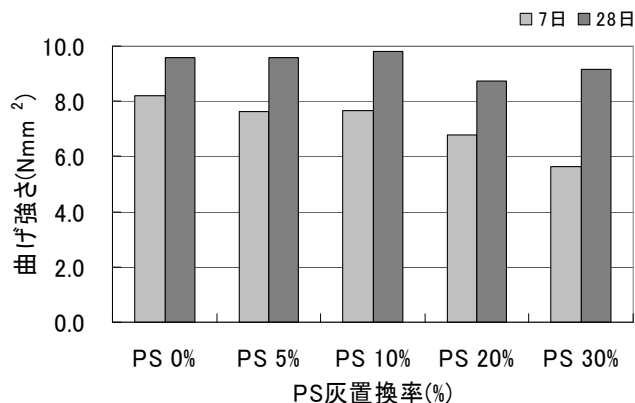


図 4 曲げ強さ試験結果

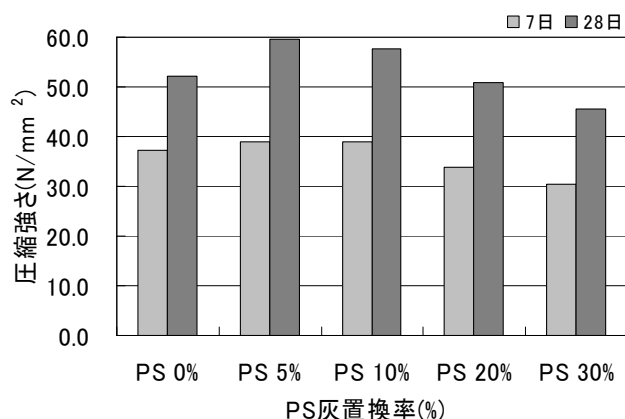


図 5 圧縮強さ試験結果

## 3. まとめ

今回の実験においては, PS 灰混合セメントの基礎データを得ることができた. 今後このデータを元に, PS 灰の有効利用法を検討していく必要がある.

今後の展望としては, モルタルやコンクリート保護の吹き付け樹脂モルタルへの適用の可能性についての検討がある. 新しい材料の実用化に向けて信頼性を確立するには長い年月が必要となる. しかし PS は早急な対策が求められているため, 強度や耐久性を比較的必要としない低品質コンクリート, すなわち法面吹き付けモルタルなら実用化が容易ではないかと考えられる. その中でも耐久性や美観に優れた性能を発揮する樹脂モルタルに着目し, PS 灰の検討を行っていく予定である.