

V-230

ペーパースラッジ(P S)灰を用いた硬化体の強度特性

ハザマ 技術研究所 正会員 谷口裕史

(社)建設機械化研究所 正会員 伊藤文夫

山本辰男

ハザマ 技術研究所 正会員 福留和人

正会員 喜多達夫

1. はじめに

ペーパースラッジ(以下 PS と称す)は、故紙からトイレトーパー等再生する際に、製品にならずに排水中に流出した短い繊維、タルク(石粉)等を濃縮脱水したものであり、これを減量化・安定化させるために焼却した中間処理物質をペーパースラッジ灰(PS 灰)と呼んでいる。PS 灰の処理は環境面からも大きな課題であり、その有効利用の開発が急務となっている。一方、筆者らは、石炭灰を多量に使用した硬化体の製造技術を開発しており¹⁾、本技術を、PS 灰硬化体製造にも適用可能と考えた。

以上のような観点から、本研究では、PS 灰を適用した硬化体製造の可能性および強度特性について実験的に検討した。

2. 実験概要

使用した PS 灰の特性を表-1 に示す。PS 灰は、平均粒径が比較的小さなものを、セメントは普通ポルトランドセメントを、硬化促進剤は NaCl を使用した。練り混ぜは、ミキサーを使用し、空練り 30 秒+低速 60 秒+高速 120 秒とし、締固めは大型 VC 試験機(振動数 4,000rpm、全振幅 1mm)で 5 分とした。

実験は、PS 灰を用いた硬化体の配合選定試験(セメント添加率 30%における最適含水比および流動特性の把握)および硬化体の圧縮強度試験($\phi 50 \times 100\text{mm}$ 、材齢 7,28 および 91 日)とした。

3. 実験結果および考察

3.1 配合選定試験

水粉体比と乾燥密度の関係を図-1 に、水粉体比とフロー値の関係を図-2 に示す。図より最適含水比: $W_{opt}=46.2\%$ 、フロー値 140 となる水粉体比: $W_{140}=56.8\%$ である。石炭灰を使用した硬化体の研究結果より、水粉体比を式(1)で与えたとき、 $\alpha=0.2 \sim 0.5$ の範囲内に、強度が最大となる最適水粉体比が存在することを確認している。

$$W/(C+PS)=W_{opt}+\alpha \cdot (W_{140}-W_{opt}) \quad (1)$$

ここでは、硬化体製造の可能性を確認することから、安全側(水量が多くなる) $\alpha=0.5$ を選定し、 $W/(C+PS)=51.5\%$ を選定した。セメント添加率 $C/(C+PS)$ は 20,30

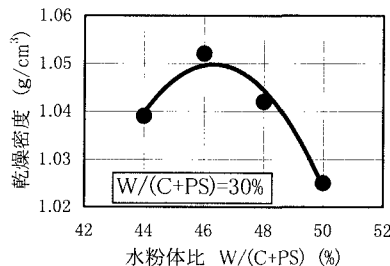


図-1 水粉体比と乾燥密度の関係

表-1 PS灰の特性

項目	特性値	備考	項目	特性値
比重	2.39		pH	12.3
単位容積質量(t/m³)	0.67	JIS A 1104	強熱減量(%)	1.3
含水比(%)	0.0		SiO₂(%)	38.2
最大粒径(mm)	0.9	レーザー回折式	Al₂O₃(%)	27.0
平均粒径(mm)	0.13	粒度分布測定	Fe₂O₃(%)	0.8
最適含水比	50.8	JIS A 1210	CaO(%)	19.4
最大乾燥密度(g/cm³)	0.975	JIS A 1210	MgO(%)	9.0

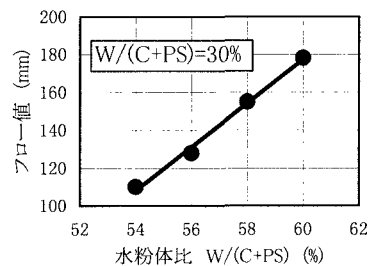


図-2 水粉体比とフロー値の関係

キーワード：PS 灰、硬化体、最適含水比、流体化、振動締固め

連絡先(〒 305-0822 茨城県つくば市荻間字西向 515-1 TEL:0298-58-8814 FAX:0298-58-8819)

表-2 PS灰硬化体の配合および試験結果

配合No	水粉体比 W/(C+PS) (%)	セメント添加率 C/(C+PS) (%)	硬化促進剤 ad./W (%)	単位量(kg/m ³)				締固め 性状	圧縮強度(N/mm ²)		
				水	セメント	PS灰	硬化 促進剤		材齢7日	材齢28日	材齢91日
1	51.5	20	3.30	564	219	876	18.6	流体化 時間: 15秒以内	8.6	11.8	15.1
2		30	3.30	570	332	775	18.8		20.1	22.9	24.2
3		40	3.30	577	448	672	19.0		29.0	31.6	33.4
4		30	1.65	570	332	775	9.4		18.7	23.8	26.3
5		30	0.00	570	332	775	0.0		7.9	22.9	22.8

および 40%の 3 水準、硬化促進剤使用量は石炭灰での標準使用量(ad./W=3.3%)、同 1/2 および無添加とした。以上の結果より選定した PS 灰硬化体の配合および試験結果を表-2 に示す。

3.2 締固め性状および強度特性

いずれの配合においてもほぼ目標とする流体化性状を示した。すなわち、若干水量が多めで、容易に流体化可能な性状であり、PS 灰を使用した場合にも石炭灰を使用した場合と同様の手法により、硬化体の配合選定および硬化体の製造が可能であることが確認できた。

材齢と圧縮強度の関係を図-3、セメント添加率と圧縮強度の関係を図-4、硬化促進剤添加率と圧縮強度の関係を図-5 に示す。

PS 灰を使用した硬化体の圧縮強度は、セメント添加率にほぼ比例して増大し、材齢 28 日強度は約 12 ~ 31N/mm² の範囲であった。また、石炭灰硬化体と比較して圧縮強度が低く、さらに、材齢 91 日までの長期強度の伸びも小さくなる傾向を示した。これは、PS 灰の場合には、石炭灰と比較して最適含水比が高いことおよびポリアリ活性が低いことが影響していると考えられる。

一方、硬化促進剤の効果は、材齢 7 日においては認められるものの、材齢 28 日では、ほぼ同程度の強度となり、その効果は認められない。すなわち、硬化促進剤を使用したものは、初期材齢の強度増進には効果があるが、材齢 7 日以降の強度増進は小さくなる傾向を示した。

4. まとめ

本研究により、以下のことが明らかとなった。

- (1) 石炭灰に対して開発した硬化体製造方法(流体化工法)を用いることにより、PS 灰硬化体の配合設計および硬化体の製造が可能である。
- (2) PS 灰硬化体の圧縮強度はセメント添加率により制御可能であり、30N/mm² 程度までの圧縮強度を有する硬化体も製造可能であることが確認できた。
- (3) 硬化促進剤の使用は、硬化体の初期強度を増進させるのに有効である。

【参考文献】 1) 福留和人他:石炭灰を多量に用いた新しい硬化体製造方法,コンクリート工学年次論文報告集,Vol.19,No.1,pp.223-228,1997.

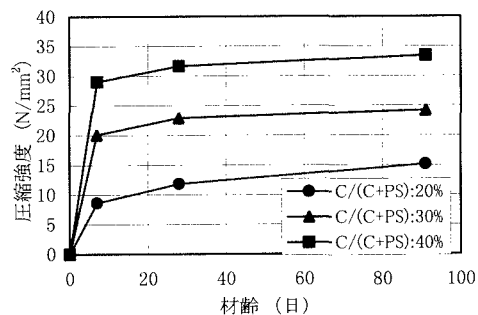


図-3 材齢と圧縮強度の関係

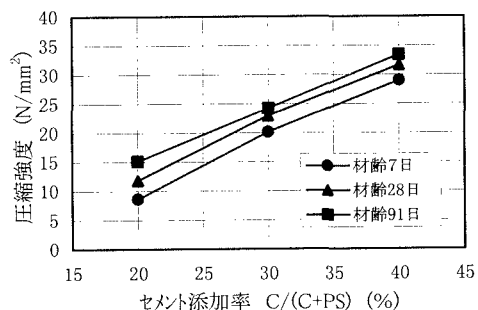


図-4 セメント添加率と圧縮強度の関係

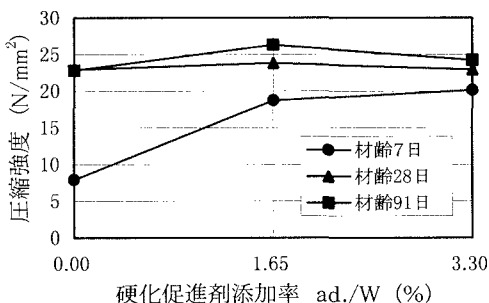


図-5 硬化促進剤添加率と圧縮強度の関係