

非 JIS 灰を使用した埋戻し用低強度モルタルの配合選定に関する研究

福岡大学大学院 学生会員 ○徳永 弘和
福岡大学 正会員 添田 政司
福岡大学 正会員 大和 竹史

1. はじめに

石炭灰（フライアッシュ）は平成 13 年度全国で約 880 万 t 産出されている。このうち JIS 灰については、約 80% がセメント原料や混和材料などに有効利用されている。しかし、残りのフライアッシュ(非 JIS 灰)は、埋立て処分されているのが現状である。今後も電力需要の増加などから産出量は増大すると予測される中で、埋立地逼迫などの制約を受けるため、非 JIS 灰を有効利用する方策を積極的に開発する必要がある。そこで本研究では、米国の ACI 229 委員会で「材齢 28 日の圧縮強度が 8.3N/mm²以下になるように制御されたセメント系スラリー材料¹⁾」と定義されている制御型低強度材料をもとに、有効利用されることのない非 JIS フライアッシュを多量に埋戻し材として使用し、高流動で低強度なモルタルの配合を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料は普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³, 略号 C)および高炉スラグ微粉末(密度 2.91g/cm³, 比表面積 3950cm²/g, 略号 BS)、JIS 灰 1・2(略号 FA1・2)及び非 JIS 灰 1・2(略号 NFA1・2)、粗粉(略号 BA)を使用した。混和剤として高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)を使用した。

表 -1 に使用した JIS 灰及び非 JIS 灰、粗粉の物理化学的性質を示す。配合は水結合材比は 33・45・50% の 3 水準、C は質量比で全粉体量の 5% で一定、BS は C の 3・5・7 倍、FA(NFA,BA)は C の 12・14・16 倍で変化させた。砂結合材比は FA(NFA,BA)/(C+BS)とし 1.5・2.3・4.0 の 3 水準で変化させた。

また、CASE1 では JIS 灰 1 を用いて、高性能 AE 減水剤を 0 ～ 5% の間で変化させ、目標スランブフロ - 値及び流動停止時間を設定した。CASE2 では CASE1 で得られた結果を基に配合を選定し、JIS 灰及び非 JIS 灰、粗粉での圧縮強度を比較検討した。

2.2 練混ぜ方法および供試体作製

練混ぜ方法は、セメント、高炉スラグ微粉末及びフライアッシュをモルタルミキサーで 30 秒間空練りし、所定の水と高性能 AE 減水剤を投入し 60 秒間低速で練り混ぜた。その後高速で 60 秒間練り混ぜた。供試体は φ 5cm × 10cm の供試体成形用型枠を用い、振動を与えず打設した。打設後 24 時間で脱型し所定の材齢まで水中養生 (20 ± 1) を行った。

表 - 1 非 JIS 灰及び JIS 灰、粗粉の物理化学的性質

種類		密度 (g/cm ³)	SiO ₂ (%)	強熱減量 (%)	比表面積 (cm ² /g)	フロー値 比(%)	活性度指数(%)		記号
							材齢28日	材齢91日	
FA	JIS 灰 1	2.33	58.3	1.5	4100	112	88	-	FA1
	JIS 灰 2	2.41	53.3	1.0	4100	106	85	94	FA2
NFA	非 JIS 灰 1	2.17	-	-	-	106	79	87	NFA1
	非 JIS 灰 2	2.34	57.0	0.5	3050	105	78	86	NFA2
	粗粉	2.27	59.0	0.5	2100	100	71	78	BA
JIS 規格値		1.95 以上	45 以上	5 以下	2500 以上	95 以上	80 以上	90 以上	-

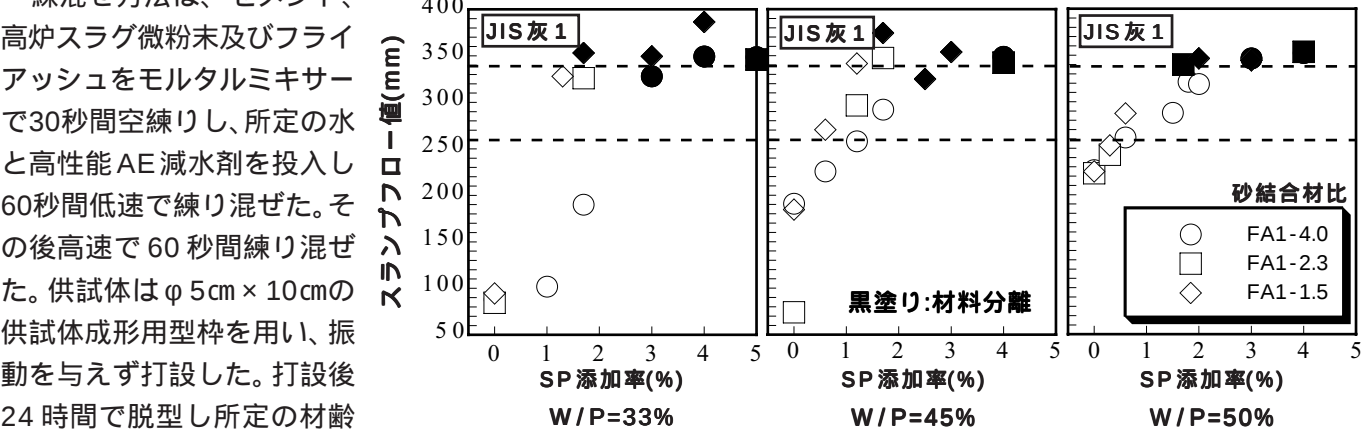


図 - 1 水結合材比別スランブフロー値と SP 添加率

2.3 試験方法

フロー試験：JIS R 5201（セメントの物理試験方法）で規定されているフローコーンに試料を詰め、引き上げ後打撃を与えない状態でモルタル試料の直径を測定した。また、同時に停止時間を測定した。

圧縮強度試験：JIS A 1108 に従って行った。

3. 試験結果および考察

3.1 スランプフロー値及び流動停止時間の目標値の設定

図-1にJIS灰1を用いた場合の水結合材比別のスランプフロー値とSP添加率の関係を示す。いずれの水結合材比の場合もSP添加率が増加するとスランプフロー値は大きくなるが、スランプフロー値が340mm以上になると、材料分離が生じた。この材料分離は、水結合材比に関わらずいずれも、SP添加率が2%を超えると生じる傾向にある。これらの結果から本実験での、目標スランプフロー値を 300 ± 40 mm に設定した。

図-2にJIS灰1を用いた場合のスランプフロー値と流動停止時間の関係を示す。スランプフロー値の増加に伴い、流動停止時間も増加していた。スランプフロー値が340mm以上では、材料分離が確認されているため流動停止時間も大きなばらつきが見られる。そのため、流動停止時間の上限を30秒にし、目標流動停止時間の範囲を12～30秒に設定した。

3.2 JIS灰及び非JIS灰の圧縮強度の比較

図-3にJIS灰及び非JIS灰のスランプフロー値と材齢28日における圧縮強度の関係を示す。スランプフロー値340mm以上では、材料分離が確認されたため、3～35N/mm²の大きな差を生じた。また、目標スランプフロー値内にある場合でも、水結合材比が33%の場合は、JIS灰、非JIS灰共に最大圧縮強度8.3N/mm²を大きく上回った。そのため、最大圧縮強度を確保する水結合材比は45%以上にしなければならないことが分かった。

図-4に水結合材比50%、砂結合材比及び高性能AE減水剤一定の場合の、JIS灰及び非JIS灰、粗粉の圧縮強度を示す。水結合材比に関わらず、非JIS灰及び粗粉の場合も材齢の経過と共に強度は増加した。非JIS灰及び粗粉とJIS灰には顕著な差は認められず、低強度用埋戻し材としては、非JIS灰及び粗粉でも十分利用可能であることが分かった。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) スランプフロー値が340mm以上になると材料分離が生じるため、目標スランプフロー値を 300 ± 40 mm に設定した。また、流動停止時間においても材料分離により、大きなばらつきが見られたため、目標流動停止時間を12～30秒に設定した。
- (2) 目標スランプフロー値の範囲内でも、水結合材比が33%の場合では圧縮強度は大幅に増加したが、水結合材比を45%以上にすることで、最大圧縮強度8.3N/mm²以下にすることが可能となった。
- (3) 非JIS灰及び粗粉は、材齢の進行と共に強度は増加した。また、JIS灰と比較しても顕著な差は認められず、低強度用埋戻し材として十分利用可能である。

参考文献

- 1) 土木学会、資源有効利用の現状と課題、コンクリートライブラリー96、pp133-134、1999

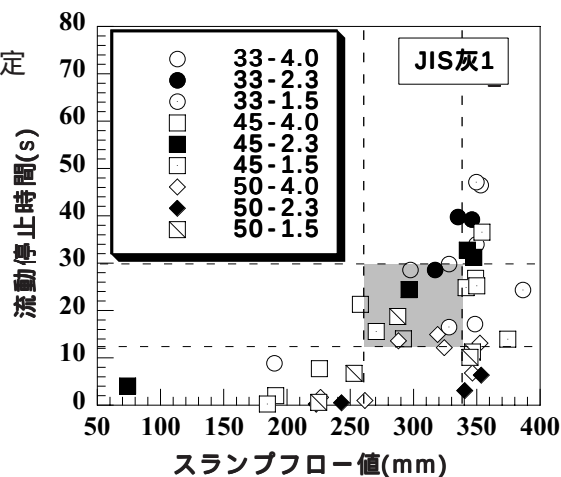


図-2 スランプフロー値と流動停止時間

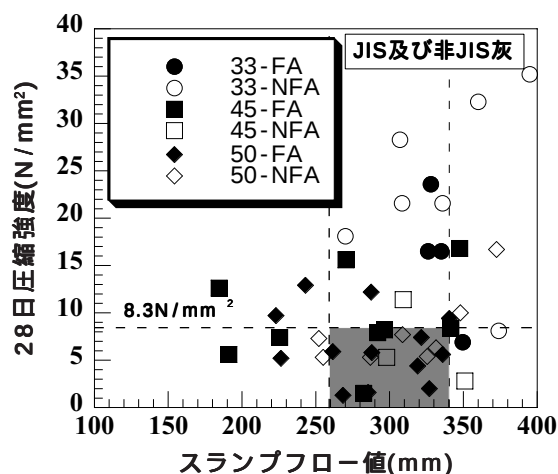


図-3 スランプフロー値と材齢28日圧縮強度

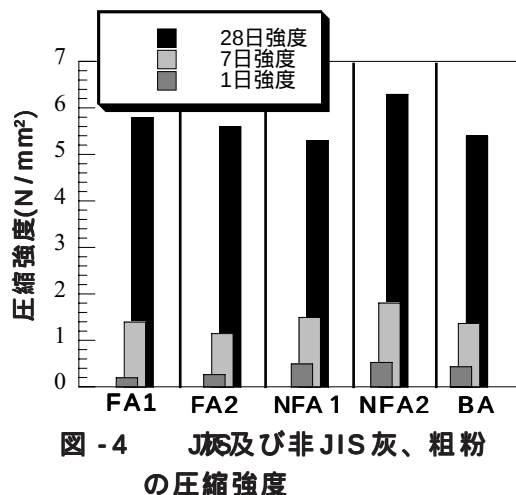


図-4 JIS及び非JIS灰、粗粉の圧縮強度