

V-3 高流動ハイボリュームフライアッシュコンクリートの凝結特性と初期性状

建設省中国地方建設局 正 会 員 ○速水優一
和歌山工業高等専門学校 正 会 員 三岩敬孝
徳島大学大学院 学生会員 平岡伸哉

1. はじめに

近年、我が国の電力事業は原子力発電所の設置問題等から、石炭による火力発電が再び脚光を浴びてきている。石炭火力発電所の稼働に伴う問題として、排出される産業副産物である石炭灰の多量発生が挙げられる。そのため、石炭灰の中で JIS に適合するフライアッシュを、リサイクル資源として多量に有効利用することが望まれている。一方、締固めを行わなくても型枠の隅々にコンクリートを充填でき、施工面の信頼性が高い高流動コンクリートの開発・研究も活発に行われており、フライアッシュを粉体として用いた高流動コンクリートの研究も例外ではない。しかし、その使用量は多くて 300kg/m³ 程度であり、フライアッシュの使用限界については検討されていない。そこで本研究では、フライアッシュを積極的に利用可能とするために、フライアッシュを多量に使用した粉体系高流動コンクリートに着目し、一般に問題とされる初期強度特性および凝結特性から、フライアッシュの使用限界について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントに普通ポルトランドセメント（比重 3.15）、粗骨材に徳島県那賀川産玉砕石（比重 2.64、吸水率 0.73%、F.M. 6.88、最大寸法 20mm）、細骨材に徳島県那賀川産川砂（比重 2.63、吸水率 1.24%）、混和材にフライアッシュ（比重 2.21、比表面積 4210cm²/g）、混和剤として高性能 AE 減水剤および空気量調整剤を使用した。

2.2 コンクリートの配合

表-1 コンクリートの配合

試験に使用したコンクリートは単位水量、結合材容積、細骨材容積および粗骨材容積を一定とし、まず、フライアッシュを結合材容積に対して 35, 45, 55 および 65vol%代替使用した。そしてさらに、単位セメント量を一定とし、細骨材として細骨材容積に対して 10 および 20vol%のフライアッシュを代替使用した。これによりフ

配合 記号	単位量(kg)								水微粉末 比
	W	結合材		細骨材		粗骨 材	高性能 AE 減水剤	空気量調 整剤	
		C	Fc	Fs	S				
F35－0	175	401	152	0	705	821	4.01	1.604	0.316
F35－10				59	634		4.41	1.684	0.286
F35－20				118	564		6.02	2.005	0.261
F45－0		340	195	0	705		4.08	1.700	0.327
F45－10				59	634		4.42	1.836	0.295
F45－20				118	564		5.78	2.040	0.268
F55－0		278	238	0	705		3.89	1.668	0.339
F55－10				59	634		4.45	1.807	0.304
F55－20				118	564		5.56	1.946	0.276
F65－0		216	282	0	705		3.67	1.512	0.351
F65－10				59	634		4.10	1.620	0.314
F65－20				118	564		4.75	1.728	0.284

ライアッシュの使用量は、最大で 400kg/m³ である。なお、試験に使用した高流動コンクリートは、目標スランプフロー 65±5cm、目標空気量 5±1.5%とし、所定のスランプフローおよび空気量は、高性能 AE 減水剤および空気量調整剤により調整を行った。本試験で使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。ここで、水微粉末比とは単位水量(W)と全微粉末量(C+Fc+Fs)との比(W/(C+Fc+Fs))とする。

2.3 コンクリートの試験

凝結試験は、コンクリート標準示方書の「貫入針を用いてコンクリートの凝結時間を試験する方法」に従って行い、貫入抵抗が 3.5N/mm² となる時を始発時間とし、28.0N/mm² の時を終結時間とした。

圧縮強度試験は、JIS A 1108 に準じ、φ10×20cm の円柱供試体を用いて、全ての配合のコンクリートに対して材齢 1 日、3 日、7 日、28 日および 91 日で行った。

3. 実験結果およびその考察

3.1 混和剤使用量（図－1，図－2 参照）

微粉末比が小さくなるほど，高性能 AE 減水剤使用量および空気量調整剤使用量は共に増加する。特に，フライアッシュを細骨材容積に対して 20vol%代替使用した配合では，水微粉末比が 0.3 程度以下になると，両混和剤とも使用量は急激に大きくなり，経済性を考慮すると，フライアッシュの細骨材容積への代替率は 10vol%までが限度である。

3.2 凝結時間（図－3 参照）

フライアッシュの細骨材容積に対する代替率が 10vol%までは始発，終結時間とも，細骨材代替率 0vol%の場合とほとんど変わらないが，フライアッシュの細骨材容積に対する代替率が 20vol%になると，凝結時間の遅れが顕著であり，その遅れは水微粉末比が 0.3 以下になるような配合の高流動コンクリートに見られる。これは，高性能 AE 減水剤を多量に使用したためと考えられる。

高流動コンクリートに関して，日本建築学会では仕上げ作業を考慮し，原則として始発時間を 20 時間以内としている¹⁾。本実験結果では，全ての配合の高流動コンクリートにおいてこの範囲を満足している。しかし，翌日脱型を必要とし，初期強度を考慮して終結時間を 12 時間程度とすると，水微粉末比は，終結時間の遅れが顕著に見られる 0.3 以上の配合の高流動コンクリートが適切である。このため，細骨材容積に対するフライアッシュの代替使用は 10vol%までが限度である。

3.3 圧縮強度（図－4 参照）

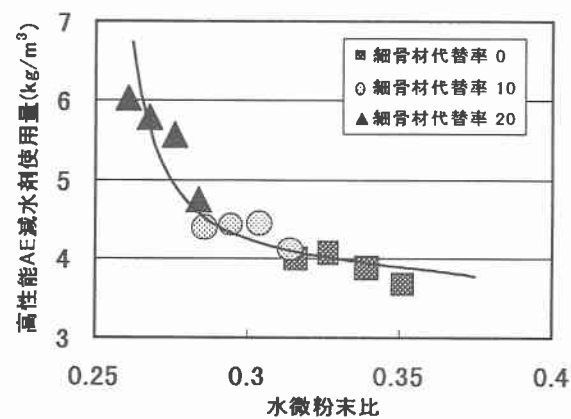
日本建築学会では，材齢 28 日における圧縮強度を 25N/mm²以上，また，翌日脱型をするために，材齢 24 時間における圧縮強度で 5N/mm²以上と規定している¹⁾。本実験で得られた結果を見ると，12 種類全ての配合の高流動コンクリートにおいて，材齢 28 日強度は規定を満足している。しかし，材齢 24 時間における圧縮強度を考慮すると，フライアッシュの結合材容積に対しての代替使用は 55vol%までが限度である。

4. まとめ

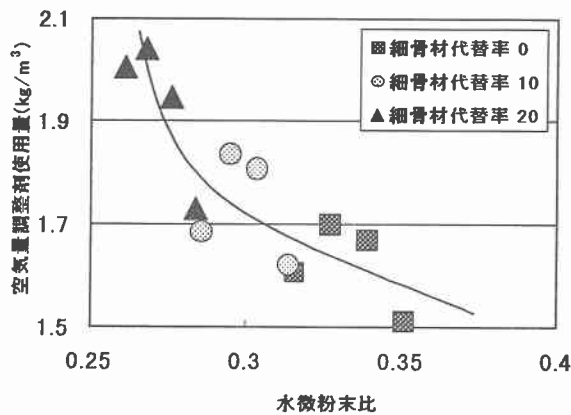
フライアッシュを多量に使用し，微粉末量が非常に大きい高流動コンクリートにおいては，水微粉末比で混和剤使用量と凝結時間が急激に変化する値があり，水微粉末比に限界値が存在する。本実験の範囲内では，限界の水微粉末比は 0.3 程度である。

【参考文献】

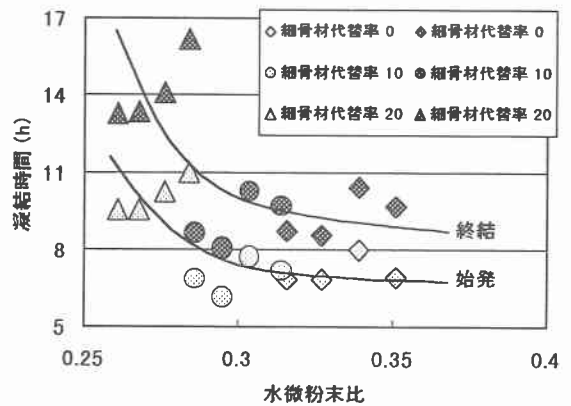
- 1) 日本建築学会：高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針（案）・同解説，技報堂出版，1997. 1



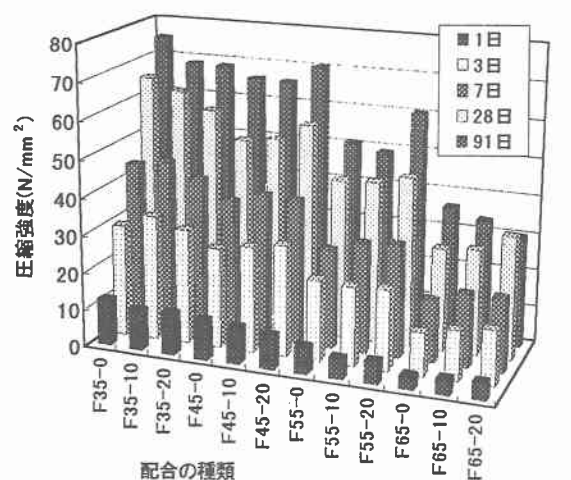
図－1 水微粉末比と高性能 AE 減水剤使用量との関係



図－2 水微粉末比と空気量調整剤使用量との関係



図－3 水微粉末比と凝結時間との関係



図－4 圧縮強度試験結果