

(株)富士ピー・エス
和歌山工業高等専門学校
徳島大学

正 会 員
正 会 員
学生会員

○渡邊 絵美
三岩 敬孝
平岡 伸哉

1. はじめに

近年、我が国ではエネルギー源の多様化を重要課題とする時代の要請に伴い、埋蔵量が豊富な石炭による火力発電、つまり石炭火力発電所が見直されてきている。実際全国各地で石炭火力発電所が建設あるいは計画されてきている。また、今後新たに建設される石炭火力発電所において排出されるフライアッシュは、JIS 規格内のものが増加すると考えられる。

現在、フライアッシュは、セメント用混和材として利用されているものの、その代替率はセメント質量の30%以下であり、排出量の増加に伴ってより大量の利用が求められると考えられる。

そこで、本研究は、粉体を多量に使用する粉体系高流動コンクリートに着目し、フライアッシュの使用量が高流動コンクリートのフレッシュ特性に及ぼす影響について調査し、フライアッシュの使用量限界について検討を行った。

2. 試験概要

使用材料は、普通ポルトランドセメント(比重 3.15)、フライアッシュ(比重 2.21)、徳島県那賀川産玉砕石(最大寸法 20mm)および川砂(F.M.2.92)、高性能 AE 減水剤、空気量調整剤を用いた。

コンクリートの配合は、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、フライアッシュを結合材容積に対して 35、45、55 および 65vol%、さらに細骨材として細骨材容積に対し 10 および 20vol% 使用し、最大 400kg/m³とした。

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、これらを満足する配合となるように混和剤使用量を調整した。(表-1 参照)

表-1 コンクリートの配合

配合 記号	結合 材代 替率 (vol%)	細骨 材代 替率 (vol%)	単位量										実測値	
			W (kg)	結合材		細骨材		全フライ アッシュ 量 (kg)	水微粉 末比	粗骨 材 (kg)	高性能 AE 減水剤 (kg)	空気量 調整剤 (kg)	空気量 (%)	スラン プフ ロー (cm)
				C (kg)	F _c (kg)	F _s (kg)	S (kg)							
F35-0	35	0	175	401	152	0	705	152	0.316	821	4.01	1.604	4.0	64.5
F35-10		10				59	634	211	0.286		4.41	1.684	4.2	65.5
F35-20		20				118	564	270	0.261		6.02	2.005	3.9	69.5
F45-0	45	0		340	195	0	705	195	0.327		4.08	1.700	4.0	68.5
F45-10		10				59	634	254	0.295		4.42	1.836	4.1	65.5
F45-20		20				118	564	313	0.268		5.78	2.040	3.9	70.0
F55-0	55	0		278	238	0	705	238	0.339		3.89	1.668	3.9	62.5
F55-10		10				59	634	297	0.304		4.45	1.807	3.9	64.0
F55-20		20				118	564	356	0.276		5.56	1.946	3.8	70.0
F65-0	65	0		216	282	0	705	282	0.351		3.67	1.512	3.9	67.5
F65-10		10				59	634	341	0.314		4.10	1.620	3.8	61.5
F65-20		20				118	564	400	0.284		4.75	1.728	3.9	60.0

コンクリートの練混ぜには、水平 2 軸強制練りミキサを使用し、3 分間練り混ぜた後、ただちに、空気量試験、スランプフロー試験、V 漏斗流下試験、ブリーディング試験を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 混和剤使用量

混和剤使用量と水微粉末比との関係を図-1 に示す。ここで水微粉末比とは、単位水量(W)と細骨材として

代替使用したフライアッシュを含めた全微粉末量 $P(P=C+Fc+Fs)$ との比 (W/P) とする。目標スランプフローおよび空気量を得るためには、フライアッシュの増加に伴って、混和剤使用量を増加させなくてはならない。細骨材に対して代替した場合、コンクリートが密実になりコンクリート中の固体粒子が動き難くなったため、混和剤使用量が増加したと考えられる。

また、水微粉末比 0.28 程度で高性能 AE 減水剤使用量は急激に大きくなる。したがって、経済性を考慮するとフライアッシュ使用量は水微粉末比 0.28 以上が適切と考えられる。

3.2 ブリーディング

水微粉末比とブリーディング量との関係を図-2 に示す。日本建築学会¹⁾では、表面仕上げの困難さを考慮し、ブリーディング量を $0.3\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下と規定している。これは本実験で行った 12 配合すべてにおいて十分満足している。

しかし、ブリーディング量は水微粉末比が 0.3 程度までは非常に少ないものの、それ以上になると規定範囲内ではあるが、急激に増加する。

3.3 スランプフロー

図-3 に水微粉末比と 500mm フロー到達時間との関係を示す。水微粉末比の減少にともない 500mm フロー到達時間が長くなっている。単位水量を一定としていることから、水微粉末比の減少は、粉体量が増加したことを示している。このため、コンクリート中のペーストが増大することで、大きな粘性を生じたためフロー到達時間が長くなったと思われる。

3.4 V 漏斗試験

水微粉末比と V 漏斗流下時間との関係を図-4 に示す。相対ロート速度比 0.5~1.0 の範囲内であれば、そのコンクリートは必要とする充填性レベルを満たしている²⁾、という報告がある。ここで、相対ロート速度比 0.5~1.0 を V 漏斗流下時間に直すと、10~20 秒となる。本研究で用いた配合では、水微粉末比が 0.28 程度までは満たしているものの、0.28 以下になると、V 漏斗流下時間が急激に長くなり、非常に粘性の大きなコンクリートとなった。従って、V 漏斗流下時間においては、フライアッシュ使用量の限界は、水微粉末比 0.28 程度であるといえる。

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、ブリーディング量が急激に変化する水微粉末比があり、その値は、所定のスランプフロー値を得るために必要な高性能 AE 減水剤使用量が急激に増加する値にほぼ等しい。本実験の範囲内では、フライアッシュの使用量限界は、水微粉末比 0.3 程度以上であり、単位重量に置き換えると $300\text{kg}/\text{m}^3$ 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
- 2) 岡村 甫、前川宏一、小澤一雅：ハイパフォーマンスコンクリート、技報堂出版、1993.9、pp.39-40

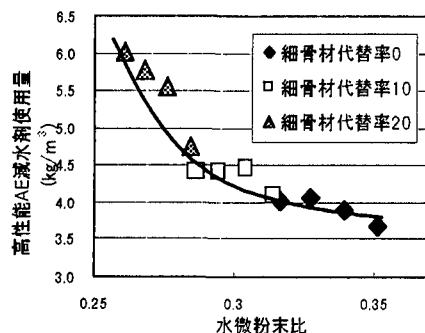


図-1 水微粉末比と高性能 AE 減水剤使用量との関係

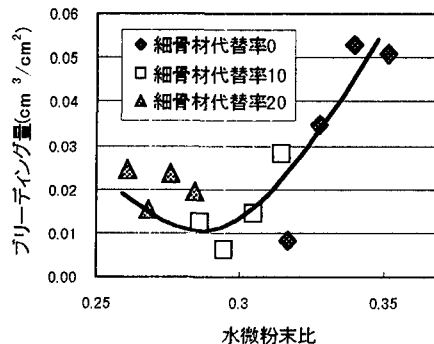


図-2 水微粉末比とブリーディング量との関係

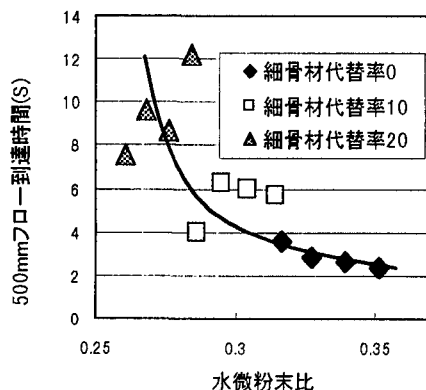


図-3 水微粉末比と500mmフロー到達時間

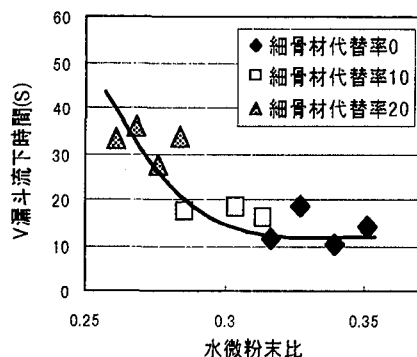


図-4 水微粉末比とV漏斗流下時間の関係