

V-264

細骨材代替によりフライアッシュを多量に使用した
高流動コンクリートのフレッシュ性状

徳島大学大学院 学生会員 平岡伸哉

和歌山工業高等専門学校 正 会 員 三岩敬孝

徳島大学工学部 正 会 員 橋本親典

1.はじめに

戦後、我が国の生活水準の向上に伴い電力需要は着実に増加している。しかし近年、その電力源となってきた石油燃料の枯渇化等が深刻化し、化石燃料の中で最も経済性に優れ、埋蔵量の豊富な石炭による火力発電が注目されてきている。このため、この石炭火力発電所から副産されるフライアッシュの発生量の増加が見込まれる。現在、フライアッシュはコンクリート用混和材として使用されているが、その使用量はフライアッシュセメントとして単位セメント量の 30%以下に抑えられている。一方、フレッシュ時に高流動性と材料分離抵抗性を兼ね備え、自己充填性に優れた高流動コンクリートの開発・研究が活発に行われている。

そこで本研究では、フライアッシュの利用拡大を目的に、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、フライアッシュをセメントの代替使用に加え、細骨材の微粒分として代替使用することで大量に使用した高流動コンクリートのフレッシュ性状、特に相対ロート速度比、充填高さおよび充填時間について調査した。

2.試験概要

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碎石（比重 2.64、吸水率 0.73%、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

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、まず結合材容積に対して 35、45、55 および 65vol%のフライアッシュを代替使用した。次に単位セメント量を一定とし、細骨材容積に対して 10 および 20vol%のフライアッシュを細骨材として代替使用した。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って調整を行った。（表-1 参照）

表-1 コンクリートの配合

配合	結合材 代替率 (vol%)	細骨材 代替率 (vol%)	細骨材率 (%) s/a	単位量(kg)								実測値	
				W	結合材		細骨材		粗骨材 G	高性能 AE 減水剤	空気量 調整剤	空気量 (%)	スラン プフロー (cm)
					C	Fc	Fs	S					
F35-0	35	0	46	175	401	152	0	705	821	4.01	1.604	4.0	64.5
F35-10		10	44				59	634		4.41	1.684	4.2	65.5
F35-20		20	41				118	564		6.02	2.005	3.9	69.5
F45-0	45	0	46		340	195	0	705		4.08	1.700	4.0	68.5
F45-10		10	44				59	634		4.42	1.836	4.1	65.5
F45-20		20	41				118	564		5.78	2.040	3.9	70.0
F55-0	55	0	46		278	238	0	705		3.89	1.668	3.9	62.5
F55-10		10	44				59	634		4.45	1.807	3.9	64.0
F55-20		20	41				118	654		5.56	1.946	3.8	70.0
F65-0	65	0	46		216	282	0	705		3.67	1.512	3.9	67.5
F65-10		10	44				59	634		4.10	1.620	3.8	61.5
F65-20		20	41				118	564		4.75	1.728	3.9	60.0

キーワード：高流動コンクリート、フライアッシュ、相対ロート速度比、充填高さ、充填時間

連絡先：〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部建設工学科コンクリート研究室 Tel：0886-56-7321

2.3 コンクリートの試験

フレッシュ性状の試験は土木学会の高流動コンクリート研究小委員会の「自己充填型の高流動コンクリートの試験方法（案）」に準拠して、スランプフロー試験（スランプフロー，500mm フロー到達時間），空気量試験，V 漏斗（流出口の幅 6.5cm）を用いた流下試験（流下時間），U 型充填装置（流動障害 S1）を用いた間隙通過性試験（充填高さ，充填時間）を行った。

3.実験結果および考察

3.1 高性能 AE 減水剤の使用量

図-1 に示すように細骨材に対してフライアッシュを代替使用した場合，所定のスランプフローを得るために，高性能 AE 減水剤の使用量は増加する。特に細骨材容積に対して 20%vol のフライアッシュを代替使用した場合，混和剤使用量が代替しない場合の 1.5 倍程度となる。しかし，結合材容積に対してフライアッシュの代替率を増加させた場合，高性能 AE 減水剤の使用量は代替率が増加してもあまり多くならず，むしろ少なくなる。

3.2 V 漏斗を用いた流下試験結果

微粒分としてのフライアッシュを除いた細骨材率と相対ロート速度比との関係を図-2 に示す。相対ロート速度比は流下時間の逆数を 10 倍した値であり，0.5～1.0 の範囲にあれば充填性を満足していると考えられる。これより細骨材率が小さくなると相対ロート速度比は小さくなる傾向が認められる。相対ロート速度比が小さい場合は粘性が高く，細骨材率 41% では相対ロート速度比が 0.5～1.0 の範囲外であり，細骨材代替によるフライアッシュの流動性向上には限界があると思われる。

3.3 U 型充填装置を用いた間隙通過性試験結果

スランプフローと充填高さとの関係および充填時間と充填高さとの関係を図-3，図-4 にそれぞれ示す。充填高さは試験装置の最大高さ(365mm)に近い 330～360mm であり高流動コンクリートに必要なとされる充填高さ 300mm 以上を十分に満足しているといえる。また全体的にはスランプフロー値が大きくなるにともない充填高さも高くなる傾向が認められる。充填時間と充填高さの間には明確な相関は認められないが同じ充填高さであれば充填時間が早いほど施工性の面で有利と判断できる。充填時間は高流動コンクリートに求められる一般的な充填時間である 10 秒～20 秒前後に分布しているが，微粒分としてのフライアッシュを除いた細骨材率 41% では充填時間が 30 秒前後となり充填性能が低下している。これらのことから細骨材としてフライアッシュを代替するには限界があるものと考えられる。

4.まとめ

細骨材としてフライアッシュを多量に使用した高流動コンクリートは，所要の充填性能が低下することから，代替量には限界がある。

【参考文献】土木学会；コンクリート技術シリーズ 15，高流動コンクリートに関する技術の現状と課題

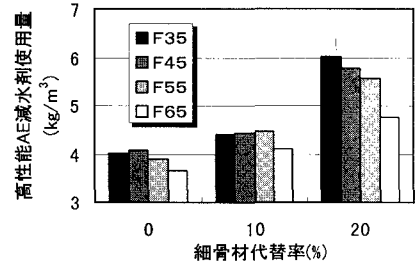


図-1 高性能 AE 減水剤使用量

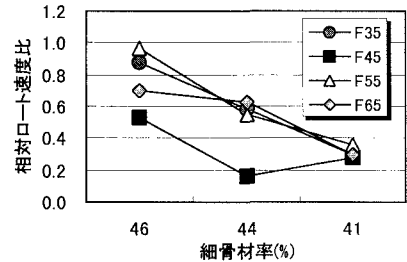


図-2 細骨材率と相対ロート速度比との関係

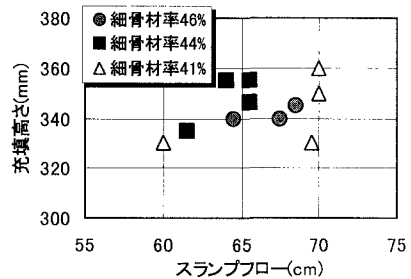


図-3 スランプフローと充填高さとの関係

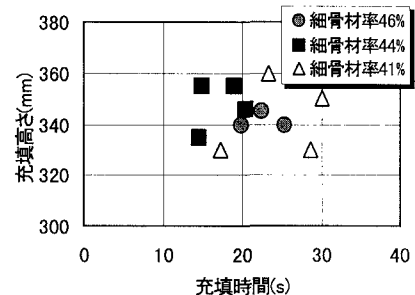


図-4 充填時間と充填高さとの関係