

V-13 コンクリートのフレッシュ及び強度発現特性に及ぼすフライアッシュの影響

香川大学工学部 フェロー会員 ○堺 孝司
 (株)穴吹工務店 森西 隆寛
 同 上 赤松 新吾
 同 上 亀山 太郎

1. はじめに

近年、あらゆる分野で環境に対する配慮が益々その重要性を増している。火力発電所等で発生するフライアッシュも、処分場の逼迫と資源としての有効活用の観点から、再びコンクリート材料としての利用に対する期待が大きくなってきている。本研究は、粉末度や活性度指数の高い JIS I 種灰を用いたコンクリートの、フレッシュおよび強度発現特性について検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.16 g/cm³，比表面積：3,330cm²/g）を使用し、粗骨材は徳島県市場町産の砕石（密度：2.58 g/cm³，吸水率：1.73%）、細骨材は、山砂と海砂の2種類を使用している。山砂は香川県府中産（密度：2.56 g/cm³，吸水率：2.61%）、海砂は香川県直島沖産（密度：2.58 g/cm³，吸水率：2.14%）を使用した。混合砂の粗粒率（FM）は2.75とした。

フライアッシュは、四国の火力発電所から排出された JIS I 種灰（密度：2.40 g/cm³，比表面積：5,240cm²/g、強熱減量：2.4%）を使用した。

混和剤は、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤およびAE剤を使用した。

2. 2 コンクリートの配合

コンクリートの配合は、目標スランプ 19cm（±1.5cm）、目標空気量 4.5%（±1.0%）、および細骨材率を44%とした。また、高性能AE減水剤の添加量は、セメントとフライアッシュの質量の合計に対して1%とし、所定の配合となるようAE剤と単位水量を調整した。フライアッシュのセメントに対する置換率は、質量で、0、10、および20%とした。この条件によって得られた配合の一覧を表-1に示す。

2. 3 試験項目

試験は、フレッシュコンクリートではスランプ試験（JIS A 1101）と空気量試験（JIS A 1128）を、また硬化コンクリートでは圧縮強度試験（JIS A 1108）を行った。

表-1 コンクリートの配合

記号	W/B (%)	FA/B (%)	単位量 (kg/m ³)							
			水 W	セメント C	フライアッシュ FA	細骨材		粗骨材		AE剤
						海砂 S ₁	山砂 S ₂	1505 G ₁	2015 G ₂	
L 0	45	0	185	411	0	320	404	462	462	2.0A
L 10		10	180	360	40	323	404	466	466	7.0A
L 20		20	178	317	79	323	404	466	466	12.5A
M 0	40	0	177	442	0	320	402	461	461	2.0A
M 10		10	172	387	43	322	404	464	464	6.0A
M 20		20	169	338	84	322	404	466	466	12.0A
S 0	35	0	175	500	0	312	392	449	449	2.0A
S 10		10	170	437	49	312	397	453	453	6.0A
S 20		20	166	379	95	315	397	454	454	11.0A

2. 4 練混ぜ方法

練混ぜ方法を図-1に示す。

コンクリートの練混ぜには、容積 100 ㍓の強制パン型ミキサを用いた。

3. 実験結果および考察

3. 1 減水効果

フライアッシュの置換率と減水効果との関係を図-2に示す。

フライアッシュの置換率の増加に伴い、減水率が増加している。また、同図より、置換率 20%で最大 5%程度、置換率 10%では 2.5%程度以上の減水効果となることがわかる。

3. 2 圧縮強度

コンクリートの配合の種類と圧縮強度との関係を図-3に示す。

フライアッシュの置換率の増加に伴い、圧縮強度は低下する傾向にある。また、材齢 28~91 日間の圧縮強度発現は、フライアッシュ無混入のものよりも大きくなる。これは、フライアッシュのポゾラン反応によるものと考えられる。

3. 3 フライアッシュが圧縮強度に及ぼす影響

フライアッシュを等価セメント量に換算する方法¹⁾を用いて、フライアッシュがコンクリートの強度発現に及ぼす影響について検討した。一般に圧縮強度と結合材水比との関係は比例することから、式(1)が成立する。

$$\sigma = a \cdot C^* / W + b \tag{1}$$

$$C^* = C + k \cdot F$$

σ : 圧縮強度 (N/mm²) C^* : 換算セメント量 (kg/m³)
 F : 単位フライアッシュ量 (kg/m³) a, b : 実験定数
 W : 単位水量 (kg/m³) C : 単位セメント量 (kg/m³)
 k : フライアッシュのセメント有効係数

式(1)に基づく材齢 28 日におけるフライアッシュのセメント有効係数を表-2に示す。

フライアッシュのセメント有効係数は、必ずしも、水結合材比とフライアッシュ置換率との関係で、合理的な説明が出来ない結果となった。これは、水結合材比が 40%の場合、相対的に強度発現が低かったことや、水結合材比毎に結果としてフライアッシュの分散性が異なったことなどに起因すると考えられるが、この原因については更に検討が必要である。

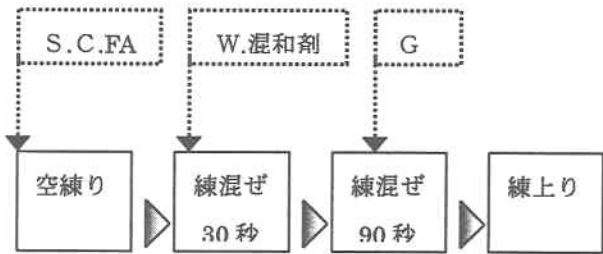


図-1 練混ぜ方法

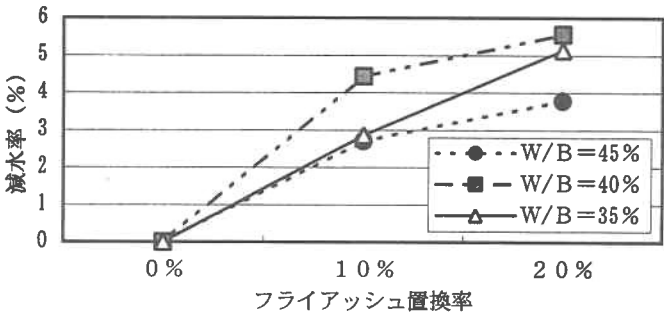


図-2 フライアッシュ置換率と減水率の関係

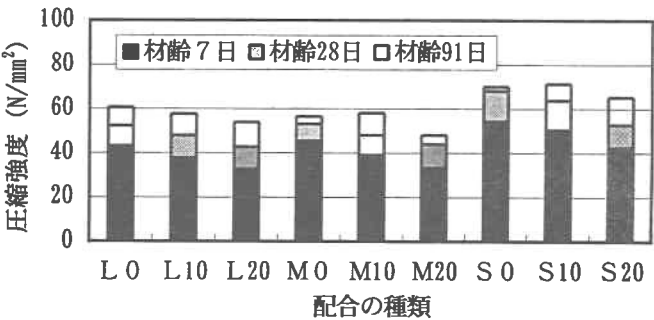


図-3 コンクリートの圧縮強度

表-2 フライアッシュのセメント有効係数

W/B (%)	F A/B (%)	セメント有効係数
4 5	10	1.39
	20	0.81
4 0	10	0.26
	20	0.37
3 5	10	0.87
	20	0.33

(材齢 28 日)

謝辞：本研究を実施するにあたり、テクノ・リソース(株)の亀田氏、石井氏および村井氏に、御協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1) フライアッシュを用いたコンクリートの技術の現状, フライアッシュコンクリートシンポジウム論文報告集, 土木学会, pp.159-205, 1997. 12