

徳島大学大学院 学生員 ○河見 真
徳島大学工学部 フェロー 水口 裕之
徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄

1. はじめに

現在、石炭火力発電所から約500万 t/年以上の石炭灰が発生し、今後もその排出量は急増し2000年頃には、1000万 t/年を越すことが確実となっている。一方、石炭灰を埋め立て処理する場所の確保は困難となるため、石炭灰を大量かつ有効に利用する技術の確立が急務となっている。

そこで、本研究では、多量のフライアッシュを使用した高流動コンクリートを開発することを目的とし、高流動コンクリート用モルタルを用いて、その初期硬化特性を改善する方法を検討するため、硬化促進剤や膨張材の硬化促進効果、強度発現性状などについて調べたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

比重 3.14、比表面積 4590cm²/g の早強ポルトランドセメント、比重 2.30、比表面積 3610cm²/g のフライアッシュ、F.M.2.92、表乾比重 2.63 の徳島県吉野川産川砂、高性能 AE 減水剤を用い、硬化促進剤として硝酸カルシウムならびに膨張材である CSA および石灰系膨張材を使用した。

2.2 モルタルの配合要因および実験方法

モルタルの配合要因を表 1 に示す。単位水量、結合材容積、細骨材容積を一定としフライアッシュの混入率を 0,10,20,30,40,50,60,70,80 および 90vol%と変化させ、混入率 40,50,60 および 70vol%の配合において硬化促進剤の混入率を硝酸カルシウムでは 0,1,3 および 5%、CSA および石灰系膨張材では 0,7,9 および 11%とした。なお、目標空気量は 4.5±1.5%、目標始発時間 20 時間以内、材齢 1 日における目標圧縮強度 5MPa 以上とし、凝結試験、圧縮強さ試験を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 凝結時間

凝結試験結果を図 1～4 に示す。図 1 より、フライアッシュの混入率が増加するに伴い凝結時間が遅くなる傾向を示している。混入率 50vol%では、混入率 0vol%の場合の倍近くの時間がかかっている。これは、フライアッシュは、ポゾラン反応により水硬性を発揮するが、反応速度はセメントに比べて相当に小さいためフライアッシュの多量の混入により初期強度の強度発現が非常に遅くなったためと考えられる。フライアッシュの混入率が 60vol%以上の場合

表 1 モルタルの配合要因

フライアッシュ混入率 Vfa/(Vc+Vfa) (vol%)	硬化促進剤および膨張材の混入率			
	SK/ (C+FA) (%)	TK/ (C+FA) (%)	CS/ (C+FA) (%)	SB/ (C+FA) (%)
0, 10	0		0	
40, 50, 60, 70	0, 1, 3, 5		0, 7, 9, 11	
80, 90	0		0	

C:セメント質量、FA:フライアッシュ質量
SK:硝酸カルシウム質量、TK:チオ硫酸カルシウム質量
CS:CSA 質量、SB:石灰系膨張材質量

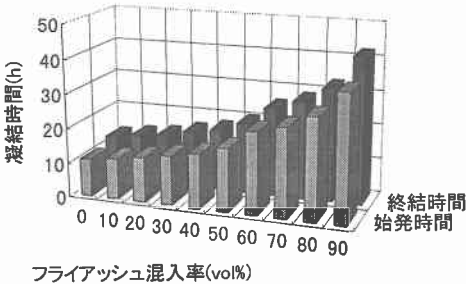


図 1 モルタルの凝結試験

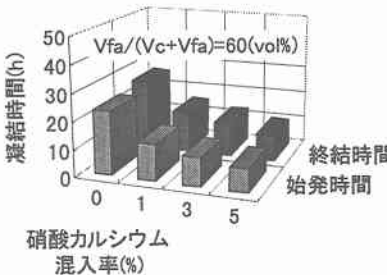


図 2 モルタルの凝結試験

は、始発時間 20 時間以内を満足していないため、混入率 50vol%程度が限界量であると考えられる。

また、図 2 より、硝酸カルシウムを混入した場合、混入率の増加に伴い凝結時間は速くなる傾向を示しており、フライアッシュ混入率 60vol%の場合において始発時間 20 時間以内であり、混入率 70vol%においても始発時間 20 時間以内を満足する結果を得ている。図 3 および図 4 より、CSA および石灰系膨張材を混入した場合においても、凝結時間は速くなる傾向を示しており、フライアッシュ混入率 60vol%において、始発時間 20 時間以内を満足している。

3.2 圧縮強度

材齢 1 日における圧縮強度試験結果を図 5～8 に示す。図 5 より、フライアッシュの混入率が増加するに伴い低下の傾向を示しており混入率 50vol%を越えると急激に低下する傾向を示しており、目標強度 5MPa 以上となっているのは、混入率 40vol%までとなっている。

また、図 6 より、硝酸カルシウムを混入した場合、混入率の増加に伴い、圧縮強度は増加の傾向を示しており、フライアッシュ混入率 50vol%の場合において目標強度の 5MPa 以上となっており、フライアッシュ混入率 70vol%においても目標強度以上となる結果を得ている。

図 7 より、CSA を混入した場合、圧縮強度は増加の傾向を示しているが、増加量はわずかであり、フライアッシュ混入率 50vol%以上においては、目標強度を下廻っている。また、図 8 より、石灰系膨張材を混入した場合、圧縮強度は低下しており強度増進に効果はないと考えられる。

4 まとめ

- (1) フライアッシュを多量に混入する場合、凝結時間の遅延、初期強度の低下が問題とされるが、これらを改善することにより、フライアッシュを多量に混入することが可能である。
- (2) 硝酸カルシウムを混入することにより、凝結時間の短縮、初期強度の増進といった効果があり、フライアッシュを多量に混入することが可能である。
- (3) CSA を混入することにより、凝結時間の短縮、初期強度の増進といった効果があるが、強度増進における効果は小さく、フライアッシュを多量に混入するには限界がある。
- (4) 石灰系膨張材を混入することにより、凝結時間の短縮に効果はあるが、初期強度の増進に効果はなく、フライアッシュを多量に混入することは難しい。

【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、1997,pp.28～30.

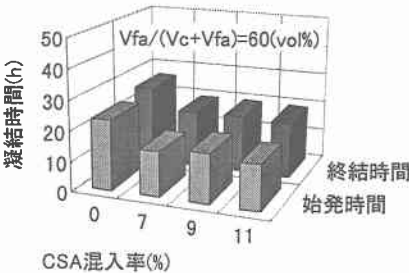


図 3 モルタルの凝結試験

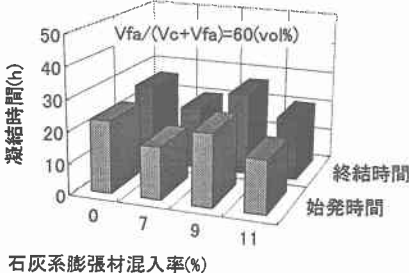


図 4 モルタルの凝結試験

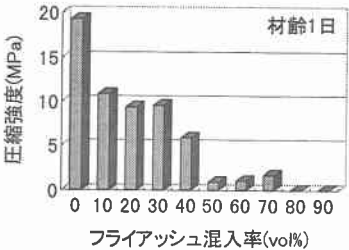


図 5 モルタルの圧縮強さ試験

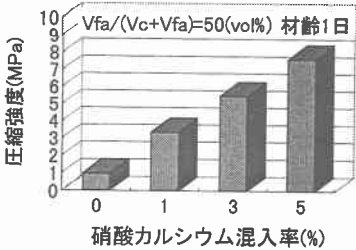


図 6 モルタルの圧縮強さ試験

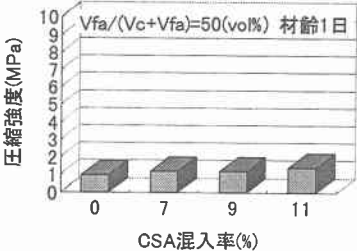


図 7 モルタルの圧縮強さ試験

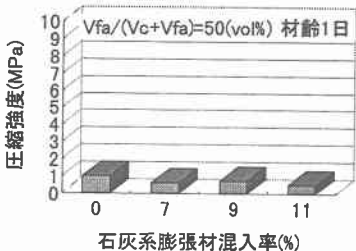


図 8 モルタルの圧縮強さ試験