

V-452

多量にフライアッシュを使用した高流動コンクリートの初期硬化促進法

高知県土木部 正会員 津村 篤
 徳島大学大学院 学生会員 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

我が国の総合エネルギー政策の中で、石炭火力発電所が、原子力発電所に次ぐベース電源として積極的な開発が行われている。そのため、産業副産物である石炭灰の排出量も増加の一途をたどっている。さらに、JIS A 6201 の改正で、フライアッシュのクラス分けにより、これまで以上に多くのフライアッシュが産出されることになり、これらの有効利用の検討が必要であると考えられる。

本研究では、一般土木工事に使用できる普及型の高流動コンクリートを対象として、石炭灰の有効利用の立場からフライアッシュを多量に用いた粉体系高流動コンクリートへの利用を考えた。しかし、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短所としては、凝結時間の遅延、初期強度の低下、中性化に対する抵抗性の低下などがあり、その使用量は30%までが適当とされている。本研究では、フライアッシュをより多量に使用するために、硝酸カルシウムを主成分とする硬化促進剤を使用し、その効果について調査した。

2. 試験概要

2.1 使用材料

セメントは早強ポルトランドセメント、粗骨材は比重2.64、吸水率0.73%、最大寸法20mmの徳島県那賀川産玉砕石、細骨材は比重2.63、吸水率1.24%の徳島県那賀川産川砂、混和材は比重2.20、比表面積3500cm²/gのフライアッシュ、混和剤としてはポリカルボン酸エーテル系を主成分とする高性能AE減水剤および硝酸カルシウムを主成分とする比重1.43の硬化促進剤を使用した。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの配合は表-1に示すように、土木学会高流動コンクリート施工指針のランク2を満足するものとし、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て、フライアッシュ混入率を50、60および70 vol%とした。また、硬化促進剤の添加量は結合材量に対して質量比で0、1.0、3.0および5.0%とした。また、比較用として一般的なフライアッシュ混入率30 vol%、硬化促進剤無添加の配合も用いた。なお、高性能AE減水剤の使用量はメーカー推奨値の結合材量に対して質量比で1.4%の一定とした。

表-1 コンクリートの配合

配合	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	自己充 填性の ランク	目標ス ランブ フロー (mm)	目標V 漏斗流 下時間 (秒)	硬化促 進剤添 加量 (%)	水結合 材比 (%)	水粉体 容積比 (%)	空気量 (%)	単位粗 骨材絶 対容積 (m^3/m^3)	単位量 (kg/m^3)					混和剤	
										水	セメント	フライ アッシュ	細骨材	粗骨材	高性能 AE減 水剤	硬化促 進剤 CN
FA30-CN0	20	2	650 ±50	7~13	0	32.2	92.1	4.5 ±1.5	0.32	175	418	125	710	841	7.60	0
FA50-CN0					0	34.5					298	209			7.10	0
FA50-CN1					1.0											5.07
FA50-CN3					3.0											15.22
FA50-CN5					5.0											25.37
FA60-CN0					0	35.8					239	251			6.85	0
FA60-CN1					1.0											4.89
FA60-CN3					3.0											14.98
FA60-CN5					5.0											24.47
FA70-CN0					0	37.1					179	293			6.60	0
FA70-CN1					1.0											4.72
FA70-CN3					3.0											14.15
FA70-CN5					5.0											23.58

Keyword: 高流動コンクリート, フライアッシュ, 硬化促進剤, 凝結時間, 初期強度, 中性化

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 Tel.088(656)7349

2. 3 コンクリートの試験

コンクリートのフレッシュ性状としては、スランプフロー試験、V漏斗を用いた流下試験および充てん装置を用いた間引き通過性試験を行った。また、初期硬化特性の評価方法は JIS A 6204 コンクリート用化学混和剤付属書 1 の凝結時間試験、初期強度は JIS A 1108 の圧縮強度試験、中性化に対する抵抗性は、促進中性化試験を温度 30℃、湿度 60%、CO₂ 濃度 5.0% で実施した。

3. 実験結果および考察

3. 1 凝結時間試験

図-1 に凝結時間試験結果を示す。硬化促進剤添加量が増加するにつれて始発・終結時間ともに早くなり、また、始発から終結までの時間も、添加量に比例して短くなっている。添加量 5.0% では無添加の配合に比べ、始発・終結時間が 40% 程度短くなっており、フライアッシュ混入率 30 vol% と同等かそれより短い凝結時間をとなっている。したがって、硬化促進剤がコンクリートの初期硬化特性改善に非常に有効であると思われる。

3. 2 圧縮強度試験

図-2 に圧縮強度試験結果を示す。材齢 1 日における初期強度は、わずかではあるが硬化促進剤添加量が増加するにつれて大きくなる傾向を示している。しかし、材齢 3 日以降では、添加量が増加するにつれて逆に減少しており、材齢が進むにつれてその差が顕著になっている。材齢 28 日で添加量 5.0% のコンクリートは、無添加のコンクリートと比較して 10 N/mm² 以上低い強度となっているが、本研究での初期硬化を確保するという観点から考えると、添加量 5.0% のコンクリートにおいても材齢 28 日の強度は一般土木用コンクリートに要求される強度を満足している。

3. 3 促進中性化試験

図-3 に促進期間 1 ヶ月における促進中性化試験結果を示す。フライアッシュ混入率が増加するにつれて中性化深さも大きくなっており、中性化に対する抵抗性が低下している。また、フライアッシュ混入率が同じ配合では、硬化促進剤添加量が増加しても中性化深さはほぼ同じで、硬化促進剤添加による中性化に対する抵抗性改善効果はないようであり、中性化に対して考慮しなければならない場合は、他の対策を検討する必要があると考えられる。

4. まとめ

フライアッシュを粉体の 60% 程度まで用いた高流動コンクリートに硬化促進剤を添加することにより、凝結時間はフライアッシュを 30% 用いたコンクリートと同程度まで短縮できる。硬化促進剤を添加すると、添加量とともに強度増進率は低下する。しかし、中性化に対する抵抗性はフライアッシュの使用量とともに低下しており、中性化に対する考慮が必要な場合は何らかの対策が必要と考えられる。

参考文献 土木学会：コンクリートライブラリー 93 高流動コンクリート施工指針，1998.7.

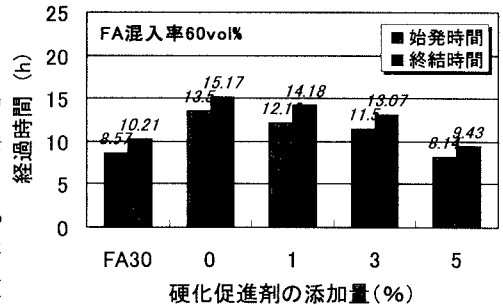


図-1 凝結時間試験結果

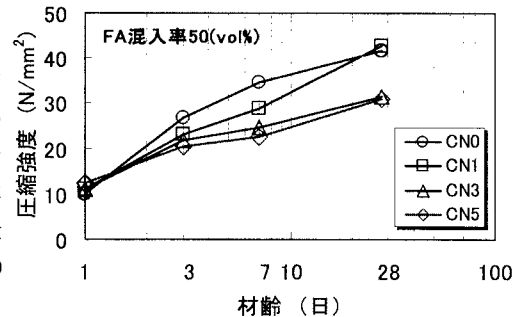


図-2 圧縮強度試験結果

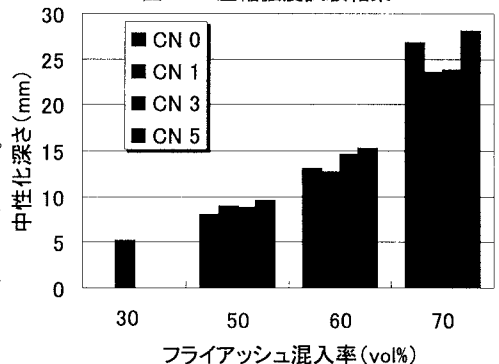


図-3 促進中性化試験結果(促進期間 1 ヶ月)