

V-311 各種セメントを使用した高流動コンクリートの凝結時間に関する基礎実験

鉄建建設(株)技術研究所 正会員 西脇 敬一

鉄建建設(株)技術研究所 正会員 大八木 崇

1. はじめに

近年、高流動コンクリートの現場への適用が増加しているが、特殊な条件・配合以外では、レディーミックスコンクリート工場の在庫するセメントや混和剤の種類により、配合に制約を受け、凝結時間（硬化開始時間）などに大きな変化が生じる可能性がある。このことが表面仕上げ、養生開始時間、脱型時期等の施工上の問題となる。そこで、この問題を軽減するため使用セメントおよび混和剤の種類による、高流動コンクリートの硬化時間の変化を確認するため、以下の試験を行ったので報告する。

2. 試験の概要

2.1 使用材料と配合

試験に使用した材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。現在、一般的に高流動コンクリートの管理値として、スランプフロー¹⁾65±5cmが用いられている。そこで、本試験では、コンクリートの構成材料の容積を一定にし、スランプフローが管理値の最大である70cmおよび空気量が4.5±1.5%となるように高性能

表-1 使用材料

セメント	N 普通ポルトランド	比重3.16	比表面積3320cm ² /g
	H 早強ポルトランド	比重3.14	比表面積4430cm ² /g
	BB 高炉B種	比重3.02	比表面積3750cm ² /g
	FB フライアッシュB種	比重2.97	比表面積3360cm ² /g
混和材	F フライアッシュ	比重2.20	比表面積3330cm ² /g
細骨材	笠間産砕砂:60%		
	木更津産陸砂:40% 比重2.55 F.M.2.85		
粗骨材	笠間産砕石2005 比重2.67 F.M.6.66		
高性能AE減水剤	ホリカルボン酸系		

表-2 コンクリートの配合

AE減水剤とAE調整剤の添加量を調整した。

また、コンクリートの総発熱量を抑制し、かつ硬化開始が余り遅れない配合として、早強ポルトランドセメントとフライアッシュを組合せた配合HFを試験に加えた。

配合 記号	結合材	W/P (%)	s/a (%)	結合材 P	単位量(kg/m ³)					高性能 AE減水剤 P*%
					水 W	セメント C	フライ アッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	
N	普通ポルトランド	37.0	50.0	459	459	—	—	816	854	3.2
H	早強ポルトランド	37.3		456	456	—	—			3.0
BB	高炉B種	38.5		442	170	442	—			2.0
FB	フライアッシュB種	39.4		431	—	431	—			2.6
HF	早強ポルトランド+フライアッシュ	40.5		420	336	84	—			2.2

表-3 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
Vロート試験	Vロート試験方法(案)に準拠 流失口寸法 75×75cm
凝結試験	JIS A 6204 付属書1に準拠
圧縮強度試験	JIS A 1108に準拠
断熱温度上昇試験	空気循環式断熱温度上昇試験器により測定

2.2 練混ぜおよび試験方法

コンクリートの練混ぜは、公称容量100ℓのパン型ミキサを使用し、結合材と細骨材で空練り30秒、水と混和剤を加えて60秒、粗骨材を加えて120秒とした。試験項目および試験方法を表-3に示す。

3. 試験結果

高性能AE減水剤の添加量を図-1に、各結合材のセメント重量に対する高性能AE減水剤の添加率を図-2にそれぞれ示す。高性能AE減水剤の使用量は、結合材に普通ポルトランドセメントを用いたNに比べ、高炉B種を用いたBBは約40%程度、早強ポルトランドセメント+フライアッシュを用いたHFは約37%程度低減された。セメント重量に対する高性能AE減水剤の添加率は、すべての配合でおよそ3%前後となり、ほぼ同一となった。Vロート試験の結果を図-3に示す。Vロート流下時間は、他の配合に比べBBが若干大きくなった。しかし、目視で材料分

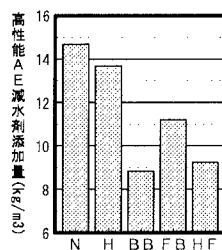


図-1 高性能AE減水剤 添加量

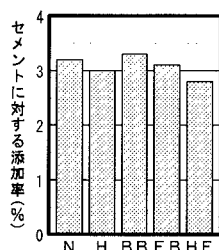


図-2 セメントに対する添加率

離は認められず、ブリーディングも発生していなかった。凝結試験の結果を図-4に示す。Nで大幅に凝結が遅延し、終結は24時間30分程度となった。これは、高性能A E減水剤の多量添加による影響だと考えられる。また、F Bも大幅に遅延し、終結は21時間15分程度となった。これは、フライアッシュB種中のセメント分が少ないためと考えられる。NとF Bを用いた高流動コンクリートの場合、表面仕上げ、養生開始時期、型枠に作用する側圧、脱型時期等への影響について十分な検討をする必要があると考えられる。H Fは、Hよりも始発で1時間程度、終結で1時間10分程度早くなった。これは、セメントに対する高性能A E減水剤の添加率が、C×3.0%とほぼ同一なのに対し、結合材にフライアッシュを用いたことにより高性能A E減水剤の絶対量が少なくなったためだと考えられる。このことより、早強セメントの一部をフライアッシュで置換する高流動コンクリートが硬化速度を早めるうえで有効的であることが確認された。

圧縮強度試験の結果を図-5に示す。圧縮強度は、材齢28日でB Bで若干大きく、F Bで若干小さくなった。他の配合は、ほぼ同様になった。以上の結果より、今回の試験では、B BとH Fが他の配合に比べ凝結性状で優れていると考えられた。しかし、高炉B種を用いたコンクリートの硬化過程における発熱は、普通ポルトランドセメントを用いたものと同様か、それ以上になるとの報告が多い²⁾。そこで、

H Fの発熱性状を確認するため断熱温度上昇試験を行った。結果を図-6に示す。H FはNに比べ、材齢7日で5℃程度低下する結果となり、温度低下が確認できた。

4. まとめ

高流動コンクリートの硬化開始時間は、同一のスランプリフローでは、使用する結合材（セメント+混和材）の種類によって、

大きく異なることが分かった。これは結合材の種類により、高性能A E減水剤の使用量が増減することにより生じていると推察される。

本試験の高性能A E減水剤を使用し、一般のレディーミクストコンクリート工場の材料で高流動コンクリートを製造する場合、凝結開始時間は、B B>(H F)>H>N>F Bの順になり、硬化時間が問題となるような施工では一考の価値があると考えられる。しかしながら、高流動コンクリートのスランプリフローを低減するには、ある程度高性能A E減水剤量を必要とすることからB Bでは考慮を要す。また、H Fは高性能A E減水剤使用量、および総発熱量が小さくなるためにバッチャープラントの設備によっては有効な使用方法である。

【参考文献】

- 1) 高流動コンクリートシンポジウム論文報告集, 土木学会, 1995. 3
- 2) たとえば, 山下 淳, 渡部 正, 他: 高流動コンクリートの発熱特性に関する研究, 第2回超流動コンクリートに関するシンポジウム論文報告集, JCI-C35, pp. 59~64, 1994

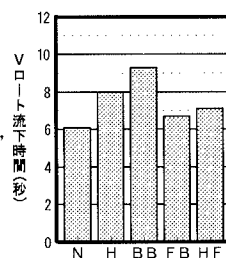


図-3 Vロート
流下時間

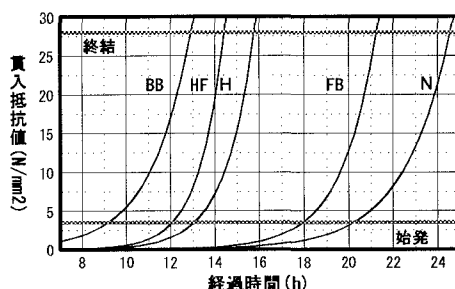


図-4 凝結試験結果

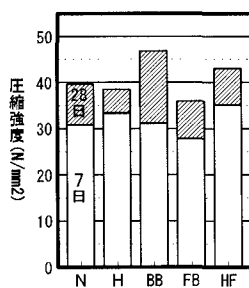


図-5 圧縮強度試験結果

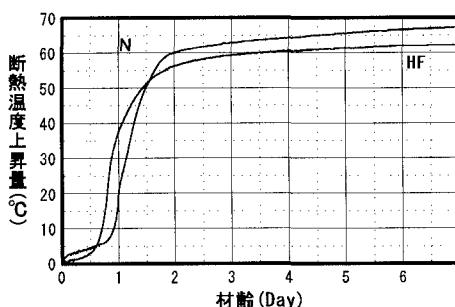


図-6 断熱温度上昇試験結果