

硬化促進剤を用いた高流動コンクリートの早期強度

九州共立大学 正 員 ○ 高山俊一
同 上 正 員 牧角龍憲
同 上 正 員 成富 勝
東和コンクリート(株) 梅澤典弘

1. まえがき

高流動コンクリートがプレキャストコンクリート工場で使用されれば、省力化および工場での労働環境の改善につながるものと考ええる。プレキャスト工場ではコンクリートの初期強度を大きくし、型枠の回転を図らなければ生産性の向上に結びつかない。したがって、高流動コンクリートの早期強度の増進を目的とし、硬化促進剤を添加し、蒸気養生の温度を変化して実験を行った。

2. 実験方法

2. 1 使用材料の性質

表-1に使用したセメント、高炉スラグ、フライアッシュ、高性能減水剤、硬化促進剤および遅延剤の性質等を示す。結合材(P)はセメント(C)、高炉スラグ(Ks)およびフライアッシュ(F)であり、高流動コンクリートにするために高性能減水剤を使用した。

2. 2 実験項目および方法

硬化促進剤が流動性に与える影響を調べるため、JIS R5201によって凝結試験を行った。結合材はセメント50%、高炉スラグ25%およびフライアッシュ25%とした。水結合材比は35%である。高流動コンクリートの配合を表-2に示す。表-3に蒸気養生での前養生時間、蒸気養生温度、養生時間および硬化促進材量等を示す。

3. 結果および考察

3. 1 硬化促進剤・遅延剤の各量と凝結時間

図-1に凝結時間と硬化促進剤の添加量の関係を示す。同図によると、硬化促進剤の添加量が多いほど凝結始発および終結の各時間が早くなっている。硬化促進剤0%の凝結時間に比較し、硬化促進剤4.0%を添加すると凝結始発時間が約40分、終結時間が約3時間となり、凝結時間が1/3および1/2と著しく小さくなっていることが分かる。図-2には硬化促進剤3.0%に遅延剤を添加した場合の凝結時間の変化を示す。同図によると、遅延剤の添加量が多くなるにしたがって凝結時間が遅くなり、凝結時間と遅延剤量の関係はほぼ比例関係になっている。

3. 2 硬化促進剤・遅延剤の各添加によるコンシステンシーの変化

表-1 使用材料				
	材料	種類	品名	物性および成分
結合材 P	セメント	セメント	普通ポルトランドセメント	比重 3.15 比表面積3280(cm ² /g)
		海外炭	比重 2.33 比表面積3680(cm ² /g)	
	混和材	高炉スラグ微粉末6000	スラグ微粉末6000	比重 2.90 比表面積6070(cm ² /g)
		高炉スラグ	塩基度 1.88	
混和剤		高性能減水剤	HP-11	ポリカルボン酸基含有多元ポリマー、比重 1.10
		硬化促進剤	エーヒックTRグレート	比重 1.30
		遅延剤		硫酸塩
				アルドノ酸系、粉末

表-2 添加量と養生条件

番号	添加量 (%)	養生条件			標準養生 (1日後 脱型、 20℃水中 養生)
		前養生 時間 (h.)	蒸気養生 温度 (℃)	養生 時間 (h)	
1	無し	4,6	65	4	1,3,7
2	硬化促進剤 3.0 遅延剤 0.08	2,4,6	75		
3	硬化促進剤 6.0 遅延剤 0.15		85		

表-3 高流動コンクリートの配合

W/P (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単 位 量 (kg/m ³)							
			水 W	セメント C	高炉スラグ Ks	フライアッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	高性能減水剤	硬化促進剤
4.0	4.4	0.3	154	200	100	100	760	1034	6(1.5%)	0~6

P = C + Ks + F, 減水剤、促進剤および遅延剤の各量は結合材の重量比

図-3は経過時間によるフロー値の変化を示す。同図によると、硬化促進剤6.0%の場合のフロー値は220~320mmと硬化促進剤0%の場合の約1/2に低下している。流動性の回復のために添加した遅延剤の効果がほとんどみられない。一方、硬化促進剤3.0%の場合のフロー値は、遅延剤0%の場合、フロー値は約450mmで30分後では約250mmとなり、経過時間によってフロー値の減少が著しい。遅延剤0.08%を添加した場合のフロー値は、練混ぜ直後が550mmであり、30分後でも約540mmとなり、フロー値の低下はほとんどみられなかった。したがって、遅延剤0.08%の添加を行えば、30分間は高流動コンクリートのワーカビリティを十分に確保できるものと考えられる。

3.3 蒸気養生と圧縮強度

図-4には蒸気養生65℃における前養生時間と圧縮強度の関係を示す。同図によると、前養生時間が大きいほど養生後の強度は大きくなっている。硬化促進剤0%の場合の強度は、前養生4時間で約0.2N/mm²、前養生6時間でも約2.4N/mm²にすぎない。硬化促進剤の添加量が最も多い6%での強度は、前養生が2時間でも6N/mm²を示し、前養生時間が長いほど大きくなっている。硬化促進剤の添加が、初期強度の増大に関係していることは明らかであるのも考える。

4. まとめ

早期強度の増大の方法は、本研究以外に、セメントを代えたり、他の混和材(剤)を混和する方法があるものと考えられる。著者らは硫酸塩系の硬化促進剤を使用し、早期強度の増大を行った。硬化促進剤のみではワーカビリティの確保が不可能なため、遅延剤を混和して改善を図った。

終わりに本研究に対し、材料のご提供を戴いた三菱マテリアル(株)、新日鉄化学(株)、九州電力(株)および竹本油脂(株)の各社に謝意を表します。

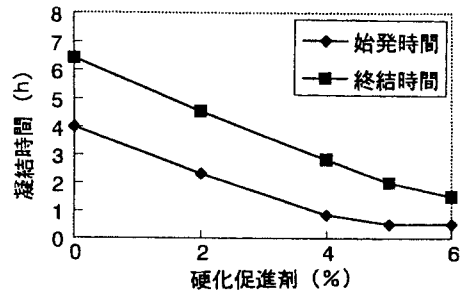


図-1 凝結時間と遅延剤の添加量

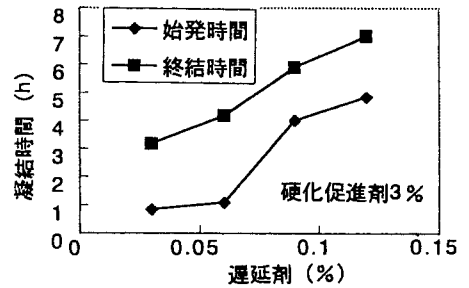


図-2 凝結時間と硬化促進剤の添加量

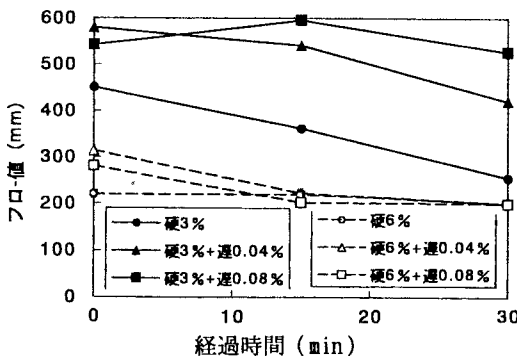


図-3 経過時間によるフロー値の変化

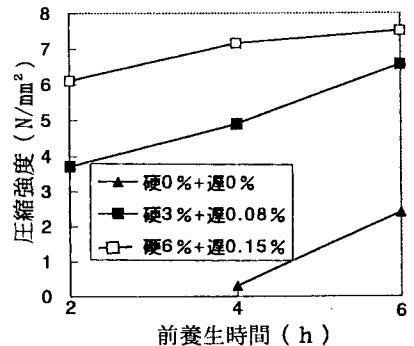


図-4 前養生時間と圧縮強度