

V-455

蒸気養生による高流動コンクリートの早期強度の増大

九州共立大学 正員 高山俊一
九州共立大学 正員 牧角龍憲
東和コンクリート(株) 梅澤典弘

1. まえがき

コンクリート工事での省力化・迅速化のために、コンクリート工場製品の使用量が年々増加傾向にある。しかしながら、コンクリート工場では作業員の高齢化および若年労働者の不足に悩まされている。この原因の一つとして労働環境の悪さが挙げられるため、振動機による騒音の低減および型枠の損傷の軽減を目的に、高流動コンクリートが採用され出した。しかし、高流動コンクリートは初期強度が小さいため、型枠の脱型時期が遅れる欠点を有している。そこで、著者らは粉体系の高流動コンクリートの初期強度の増大のため、硬化促進剤および早強性減水剤を添加し、蒸気養生による強度を調べた。

2. 実験概要

2. 1 実験目的

(1)石灰系微粉末(炭酸カルシウム)、(2)高炉スラグ微粉末+フライアッシュ、を用いた粉体系高流動コンクリートに硬化促進剤ならびに早強性減水剤(以下、CNYと略す)を用いた場合のフロー値および初期強度を調べた。

2. 2 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料の物理的性質を表1に示す。セメントは早強ポルトランドセメント、炭酸カルシウムの比表面積が8600 cm²/g、フライアッシュ(海外炭)および高炉スラグ微粉末の比表面積が3680 cm²/gおよび6040 cm²/gのものをそれぞれ使用した。また、高流動コンクリートにするための高性能減水剤はHPおよびCNYを使用し、さらに初期強度の増大のために硬化促進剤(主成分:硫酸アルミニウム)を添加した。硬化促進剤は粘性を若干有している。CNYは早強性を有する減水剤である。

流動性はスランプフロー値(鉄板寸法90×90cm、以下フロー値と略す)を測定した。蒸気養生は主に65℃で行い、一部80℃でも行なった。初期強度用の型枠はキャッ

ピング不要の横打設のものを使用し、型枠のまま蒸気槽の中に静置した。使用配合の一例を表2に示す。水結合材比は40%および43%とし、細骨材率は48%および50%とした。コンクリート工場での脱型時の目標強度が小型のコンクリート製品が5~6N/mm²、大型の製品が10~11N/mm²とされているため、少なくとも約10N/mm²の強度を目標とした。

3. 結果および考察

図1は炭酸カルシウムを使用した場合のHPの減水剤量とフロー値の変化を示す。硬化促進剤を添加する前後でフロー値を測定した。同図によると、硬化促進剤の添加によってフロー値が約200mm減少する傾向がみ

キーワード：高流動コンクリート、早期強度、硬化促進剤、蒸気養生
〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8 Tel.093-693-3228 FAX.093-603-8186

表1 使用材料の諸性質

使用材料	種類	品名	物性および成分
結合材 P	セメント	早強ポルトランドセメント	比重 3.14 比表面積 4460 (cm ² /g)
	フライアッシュ	海外炭	比重 2.33 比表面積 3680 (cm ² /g)
	高炉スラグ	高炉スラグ微粉末	比重 2.90 比表面積 6040 (cm ² /g)
	混和材	炭酸カルシウム	比表面積 8600 (cm ² /g) 塩基度 1.85
混和材	高性能減水剤	HP	比重 1.10±0.03 ポリカルボキシル酸基含有多元ポリマー
	早強性混和剤(減水剤)	CNY	ポリオキシエチレン無水マレイン酸、窒素化合物
	硬化促進剤	TRグレート	比重 1.30 硫酸アルミニウム Al ₂ (SO ₄) ₃
	遅延剤	ケルコン酸ナトリウム	主成分 ケルコン酸ナトリウム PH 6.0~8.0、粉末
	消泡剤	AFK-2	比重 0.97~1.01 PH 5~7

表2 コンクリートの配合の一例

粉体の種類	W/C	s/a	空気量 %	水 W	セメント W	高炉スラグ	フライアッシュ	炭酸カルシウム	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 H P	硬化促進剤 CNY	遅延剤	消泡剤
炭酸カルシウム	43	50	0.3	136	133	349	—	170	838	897	14.0	—	0	0
高炉スラグ	40	48	0.3	154	200	100	100	—	828	964	17.4	—	0	0
フライアッシュ				45	45						52.35	27.9	0.52	0
											52.35	10.5	0.52	52.35
											—	28.0	0.60	0.12

W/P : P=セメント+高炉スラグ+フライアッシュ、HP : 高性能減水剤、CNY : 早強性減水剤

られるため、硬化促進剤の添加前のフロー値を750~800mm以上にしておく必要があるものとする。図2は図1の測定後の圧縮強度である。図中にはCNYを使用した場合の強度も示した。同図によると、HPの減水剤量が大きいほど初期強度は小さくなる傾向が見られた。したがって、HPの添加量は流動性の面からは多くしなければならないが、強度の面からは少ないこと望ましいことになる。CNYの場合の強度は初期強度が9.1N/mm²、1週強度が53.9N/mm²であり、HPの場合と同様な傾向を示している。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、硬化促進剤を添加しても30分ほどの経過ではフロー値の減少はわずかであった。硬化促進剤は添加直後にコンクリートの流動性を減少させるが、経過時間による流動性の減少は小さいものと考えられる。図4は養生温度が65℃の前養生時間と圧縮強度の関係を示す。表3にはコンクリートのフロー値を示す。同表によると、図1で示されている様に硬化剤の添加によってフロー値が100~200mm低下している。しかしながら、高炉スラグとフライアッシュを混合したコンクリートでは、硬化促進剤を添加してもフロー値が20mmの低下に過ぎなかった。したがって、硬化促進剤と混和材との関係に相性があるものとする。図4によると、CNYの添加のコンクリート強度は、硬化促進剤の有無に拘らず約25N/mm²以上の大きな値であった。CNY混和剤は早強性であるため硬化促進剤の添加は同種類の混和剤が重なって添加することになるため、不必要であったと考えられる。HP添加のコンクリートでは、硬化促進剤の添加によって強度が約10N/mm²ほど増大し、硬化促進剤の効果が大きいものとする。図5は蒸気養生温度が65℃および80℃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、養生温度が80℃での強度は65℃の場合に比べて大きくなっている。特に、高炉スラグとフライアッシュのコンクリートでの強度は、80℃で2時間の前養生で約14N/mm²を示した。

5. まとめ

(1) 炭酸カルシウムの混合の高流動コンクリートは硬化促進剤の添加によって初期強度の増大は期待できるが、流動性の低下傾向が見られる。

(2) 炭酸カルシウムの混合でCNYの添加の高流動コンクリートは、流動性および初期強度が良好であるため、CNYの減水性および早強性が十分に発揮されたものとする。

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)、竹本油脂(株)および太平洋セメント(株)の各社に謝意を表します。

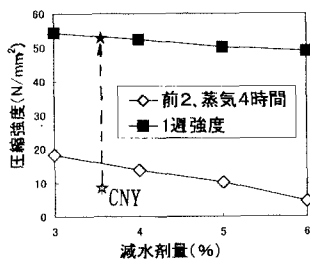


図2 減水剤量と圧縮強度

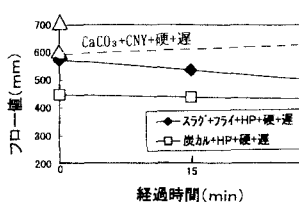


図3 経過時間によるフロー値の変化

表3 コンクリートの種類とフロー値

コンクリートの種類	コンクリート温度(℃)	フロー値(mm)
炭酸カルシウム+HP	10.4	713
炭酸カルシウム+HP+硬化・遅延剤	11.0	586
炭酸カルシウム+CNY	11.8	741
炭酸カルシウム+CNY+硬化・遅延剤	15.3	525
スラグ・フライアッシュ+HP	9.6	673
スラグ・フライ+HP+硬化・遅延剤	11.8	653

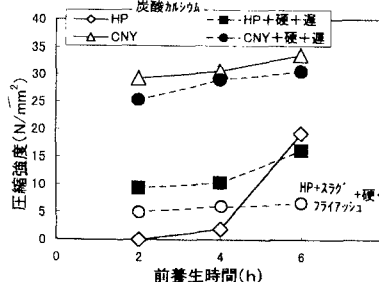


図4 前養生時間と圧縮強度(蒸気養生温度65℃)

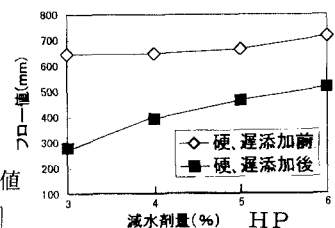


図1 減水剤量によるフロー値の変化

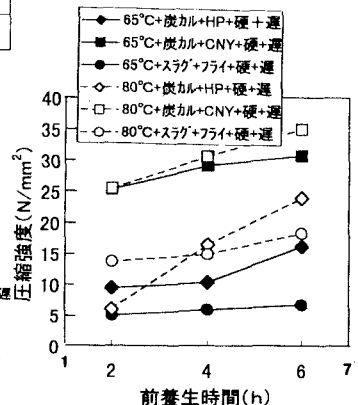


図5 養生温度65℃および80℃での圧縮強度