

早強性混和材を用いたコンクリートの強度発現特性

東北大学大学院 学生員 ○佐藤 誠 (株)前田先端技術研究所 正会員 米田 正彦
 (株)前田先端技術研究所 川代 貴幸 東北大学大学院 正会員 秋山 充良
 東北大学大学院 フェロー 鈴木 基行

1. 研究の背景と目的

現在、建設現場では施工の合理化に伴い、工期の短縮や安定した品質確保並びに建設コスト縮減などの面から、蒸気養生で硬化促進したプレキャスト製品の需要が増加しつつある。しかし、蒸気養生で作製したコンクリートは耐久性や長期強度発現性が劣るとの報告^{1),2)}もあり、近年のCO₂削減による環境問題への貢献という面からも蒸気養生による製品製造のありかたを検討する必要があると思われる。

このような背景から、蒸気養生をせずにプレキャスト製品の製造が可能であれば、コンクリートの耐久性向上や製造面でのコスト縮減など経済的効果が期待できると考えられる。

本研究では、将来的に蒸気養生不要なコンクリート製造を目的として、早強性混和材使用によるコンクリート強度の発現性について検討した。

2. 実験の概要

(1) 使用材料と配合

セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。粗骨材(G)には岩手県米里産の碎石で最大寸法 20mm を、細骨材(S)には岩手県米里産の 5mm 以下砕砂を使用した。また、減水剤にはナフタレイン系の高性能減水剤を用い、AE 剤も使用した。水には水道水を用いた。

本研究で用いた早強性混和材は、生石灰系のものである。

実験では、早強性混和材を用いたコンクリート(以下、HAA)と、早強性混和材を添加しないコンクリート(以下、OPC)の強度発現特性について比較検討した。

配合は強度レベル 30MPa を想定し、スランプは 8.0±2.5cm、空気量は 5.5±1.0cm の範囲とした。配合、セメントの試験成績、および混和材の化学成分をそれぞれ表-1~3 に示す。

(2) 供試体の作製と養生方法

コンクリートの計量、練り混ぜ、打設は全て 20℃または 5℃の恒温室内で行った。練り混ぜには容量 50ℓの強制練りパン型ミキサーを使用し、3 分間の練り混ぜでコンクリートを調製した。その後、圧縮、引張試験用としてφ10×20cm に、曲げ試験用として 10×10×40cm の鋼製型枠にコンクリートを振動締め固めで打設した。

中長期的強度発現を測定する実験では、OPC 供試体は雰囲気温度によらず標準的な蒸気養生で、また、HAA 供試体では 20℃で打設したものについては断熱措置をすることなく恒温室内で気中放置養生(湿度:80%R.H.)で、5℃で打設したものについては、保温シートをかぶせて気中養生で供試体を作製した。初期材齢(材齢 24 時間まで)の強度発現を測定する供試体は、何れも断熱なしの気中放置とした。蒸気養生の内

Key Words: 蒸気養生, 強度発現, 早強性混和材, 生石灰

連絡先:〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 TEL:022-217-7449 FAX:022-217-7448

表-1 示方配合

配合 種類	W/C (%)	s/a (%)	kg/m ³				混和材
			W	C	S	G	
OPC	47	45	150	323	855	1078	-
HAA	47	44	150	323	829	1078	35

表-2 セメントの試験成績

密度	比表面積	凝結(h·min)		圧縮強さ(MPa)		
		始発	終結	3 日	7 日	28 日
g/cm ³	cm ² /g					
3.16	3320	2-15	3-25	28.6	43.0	61.3

表-3 混和材の化学成分

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O
1.5	0.81	0.4	89.7	1.2	6.1	0.67

Ig.loss:0.48% 比表面積=5100cm²/g

容は、前置き 3 時間、 $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$ で昇温、 65°C で 3 時間保持し、その後自然徐冷するというものである。脱型は材齢 1 日で行い、その後の養生は打設時と同じ温度での湿空養生とした。

3. 実験の結果と考察

図-1 に圧縮強度の測定結果を示す。 20°C で気中養生した HAA 供試体の場合、蒸気養生した OPC 供試体には劣るものの、材齢 16 時間でコンクリート製品の脱型に必要なとされる 10MPa の強度を発現している。しかし、 5°C で気中養生した HAA 供試体の場合は初期の強度発現が悪く、材齢 24 時間でも 10MPa の強度を確保できない結果となった。

その後は温度にかかわらず材齢 3 日で両者はほぼ同じ強度を示し、それ以降では HAA 供試体の方が優れた強度発現を示している。長期的に HAA 供試体の方が優れた強度発現を示すのは、蒸気養生を実施せず、自然養生していることに起因していると考えられる¹⁾。

次に、材齢 28 日における HAA 供試体の引張強度と、曲げ強度の OPC 供試体に対する比を図-2 に示す。今回使用した混和材が生石灰を含むことから、反応によって生成する水酸化カルシウムによって遷移帯の強度が低下し、引張強度や曲げ強度を低下させる可能性が考えられる。しかし、HAA 供試体の引張強度および曲げ強度はおおむね OPC 供試体のそれと同様であり、早強性混和材を使用した悪い影響は特に認められない。

図-3 には、 20°C で養生し、初期材齢における圧縮強度の発現を測定した結果を示す。HAA 供試体は、特に材齢 16 時間までの強度発現が OPC 供試体に対し優れていることが確認される。このように、強度発現が大きいのは、生石灰の水和発熱³⁾に伴うエーライトの水和促進によるものと考えられる。

4. 結論

- (1) 早強性混和材の使用により、 20°C で気中養生した HAA 供試体では、材齢 16 時間で脱型に必要な強度を得ることができることを確認した。
- (2) 5°C で気中養生した HAA 供試体では、養生時に保温措置をとったものの、材齢 24 時間でも脱型に必要な強度には不足しており、低温条件下の強度発現性に関して課題が残った。
- (3) HAA 供試体の引張強度、曲げ強度は OPC 供試体のそれとほぼ同一で、生石灰から発生する水酸化カルシウムが遷移帯の強度低下に与える影響は小さいと思われる。

参考文献

1) 森本文太郎, 魚本健人: 初期高温養生したポルトランドセメントの細孔構造に関する研究, コンクリート工学論文集, Vol. 7, No. 1, pp. 153-159, 1996. 2) 大塚浩司, 庄谷征美, 阿波稔: 蒸気養生コンクリートの耐久性に及ぼす表面微細ひび割れの影響, 土木学会論文集, No. 585/V-38, pp. 97-111, 1998. 3) 荒井康夫: セメントの材料化学 改訂2版, 大日本図書, 1990.

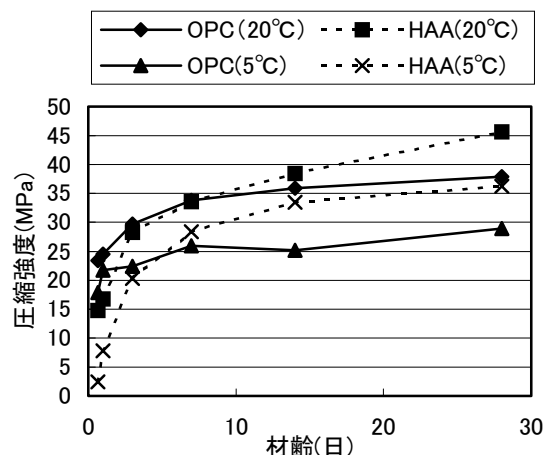


図-1 中長期的強度発現

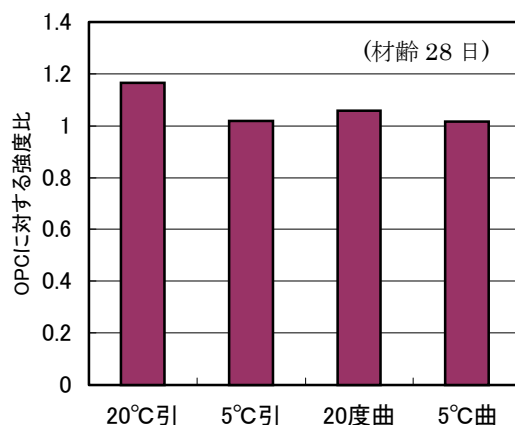


図-2 引張, 曲げ強度のプレーンコンクリートに対する強度比

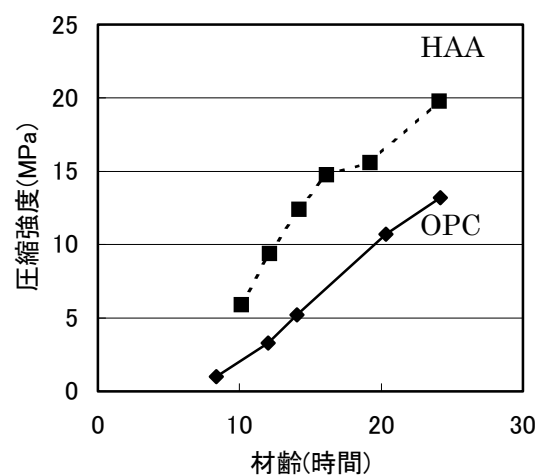


図-3 材齢初期の強度発現