

## 硬化促進剤の添加が凝結及び強度発現性に及ぼす影響

太平洋マテリアル株式会社 正会員 ○金堀 雄伍  
 正会員 長塩 靖祐  
 正会員 丸田 浩

### 1. はじめに

道路や橋梁の補修・補強工事、緊急施工などの短時間で高い強度発現性が要求される建設現場や、生産性の向上が求められるプレキャスト工場において、硬化促進剤等の使用により速硬性を付与したコンクリートが使用されている。近年では、様々な硬化促進剤の開発・検討が行われており、郭らは無機カルシウム塩系の硬化促進剤について検討し、フライアッシュを使用したコンクリートに早強性膨張材とその硬化促進剤を併用した際の低温環境下の硬化促進について報告している<sup>1)</sup>。本研究では、基本的な性状を確認することを目的に、各種セメントを用いたコンクリートに前述した無機カルシウム塩系硬化促進剤を添加し、凝結及び強度発現性に及ぼす影響を検討した。

### 2. 試験概要

#### 2. 1 コンクリートの使用材料および配合、製造方法

使用材料を表-1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント及び早強ポルトランドセメントの2水準とした。コンクリートの配合を表-2 に示す。目標スランプは 15±2.5cm とした。硬化促進剤は単位水量の内割として 8, 15, 20kg/m<sup>3</sup> を添加した。全ての材料は 20℃、相対湿度 80%の恒温恒湿室で温度調整を行い使用した。コンクリートの製造はアジテータ車での添加を想定し、単位水量から 8, 15, 20kg/m<sup>3</sup> を引いた水量で練混ぜを行い、硬化促進剤を後添加した。なお、試験体の成形は 20℃環境下のほかに、低温環境下における強度発現性も確認する為に 10℃環境下でもおこなった。

#### 2. 2 試験方法

##### (1) 凝結時間試験

凝結時間試験は、20℃環境下にて JIS A 1147 に準拠して、公称目開き 4.75mm の網ふるいを用いてウェットスクリーニングによりモルタル試料を採取して測定した。

##### (2) 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1132 に準拠して、10, 20℃環境下にて Φ10×20cm の試験体を作製し、JIS A 1108 に準拠して、OPC を使用した水準では材齢 21, 24 時間、HPC を使用した水準では 18, 21, 24 時間にて測定した。

### 3. 試験結果

図-1 に OPC を使用した水準の凝結時間試験結果を示す。F-L を添加した場合の始発時間は、OPC-PL に対して、OPC-L15 で 2 時間 20 分、OPC-L20 で 2 時間 55 分程度短縮された。始発から終結に至るまでの時間は、OPC-PL で 1 時間 50 分、OPC-L15 で 1 時間 20 分、OPC-L20 で 1 時間 10 分となり、F-L の

表-1 使用材料

材料種別	記号	概要
水	W	水道水
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント, 密度3.16g/cm <sup>3</sup>
	HPC	早強ポルトランドセメント, 密度3.14g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	山砂, 表乾密度2.57g/cm <sup>3</sup>
粗骨材	G	碎石2005, 表乾密度2.65g/cm <sup>3</sup>
減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物
硬化促進剤	F-L	無機カルシウム塩系

表-2 コンクリートの配合

水準	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
			W	F-L	OPC	HPC	S	G	SP
OPC-PL	38.0	44.5	160	—	421	—	756	974	C×0.7%
OPC-L15			145	15		—			
OPC-L20			140	20		—			
HPC-PL	44.4	44.4	160	—	421	754	974	C×0.7%	
HPC-L8			152	8					—
HPC-L15			145	15					—
HPC-L20			140	20					—

キーワード：硬化促進剤, 凝結, 圧縮強度

連絡先 千葉県佐倉市大作 2-4-2, TEL : 043-498-3921, Fax:043-498-3925

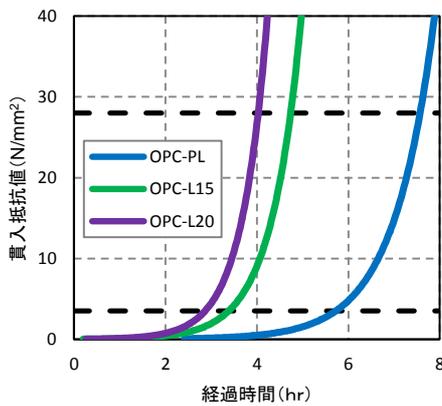


図-1 凝結時間 (OPC)

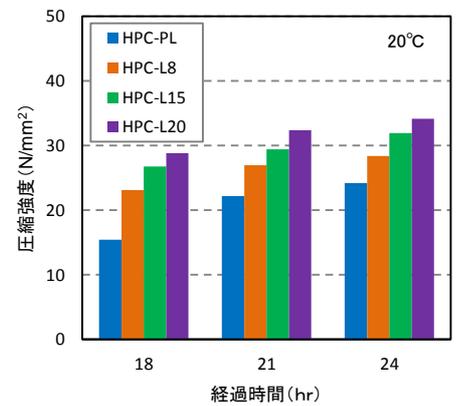
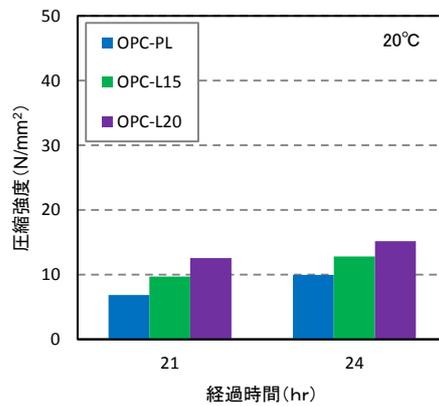


図-3 20°C環境下における圧縮強度

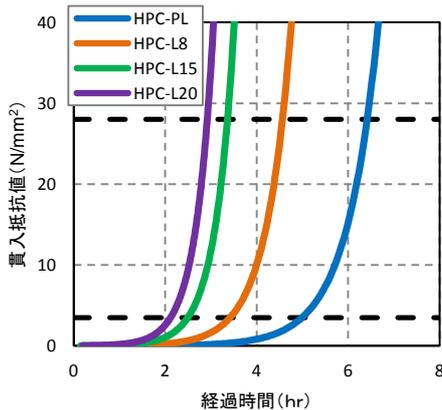


図-2 凝結時間 (HPC)

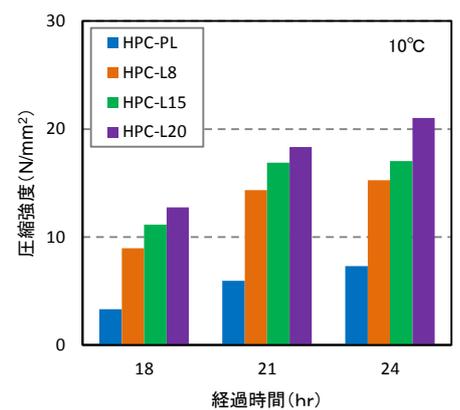
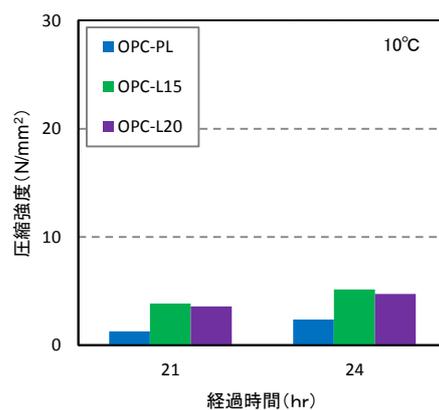


図-4 10°C環境下における圧縮強度

添加により始発から終結に至るまでの時間も短縮された。

図-2 に HPC を使用した水準の凝結時間試験結果を示す。HPC に F-L を添加した水準の始発時間は、HPC-PL に対して、HPC-L8 で 1 時間 35 分、HPC-L15 で 2 時間 30 分、HPC-L20 で 2 時間 55 分程度短縮された。始発から終結に至るまでの時間は HPC-PL で 1 時間 20 分に対して、HPC-L8 で 1 時間 10 分、HPC-L15 で 50 分、HPC-L20 で 50 分となり、OPC と同様に F-L の添加により始発から終結に至るまでの時間も短縮された。各セメントを使用した水準において、F-L の添加量の増加に伴い、凝結時間が短縮される結果となった。

図-3 に 20°C 環境下における圧縮強度を示す。OPC を使用した水準においては、F-L を 15、20 kg/m<sup>3</sup> 添加することにより、3~6N/mm<sup>2</sup> の強度増進が確認された。HPC を使用した水準では、F-L を 8 kg/m<sup>3</sup> 添加すると 4~8N/mm<sup>2</sup>、F-L を 15 kg/m<sup>3</sup> 添加すると 7~11N/mm<sup>2</sup>、F-L を 20 kg/m<sup>3</sup> 添加すると 10~13N/mm<sup>2</sup> の強度増進が確認された。

図-4 に 10°C 環境下における圧縮強度を示す。OPC を使用した水準においては、F-L を 15、20 kg/m<sup>3</sup> 添加することにより、2~3N/mm<sup>2</sup> の強度増進が確認された。HPC を使用した水準には、F-L を 8 kg/m<sup>3</sup> 添加すると 6~8N/mm<sup>2</sup>、F-L を 15 kg/m<sup>3</sup> 添加すると 8~11N/mm<sup>2</sup>、F-L を 20 kg/m<sup>3</sup> 添加すると 9~14N/mm<sup>2</sup> の強度増進が確認された。各セメントを使用した水準において、F-L を添加することで圧縮強度が増進することを確認した。特に HPC に F-L を添加した水準では添加量の増加に伴い大幅な圧縮強度の増進を確認した。

#### 4. まとめ

無機カルシウム塩系硬化促進剤の添加が凝結及び強度発現性へ及ぼす影響を検討した。その結果、無機カルシウム塩系硬化促進剤を添加した場合は無添加の場合と比べて、凝結時間は短縮され、圧縮強度は増進することを確認した。

#### 参考文献

- 1) 郭度連ほか：フライアッシュコンクリートの低温環境下の硬化促進，土木学会第 72 回年次学術講演会，V-096，pp191-192，2017