

CSH 系早強剤を混合した LPC-FA 系コンクリートの圧縮強度評価と物質移動抵抗性評価

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○剣吉 辰哉
八戸工業高等専門学校 学生会員 工藤 拓也
八戸工業高等専門学校 正会員 庭瀬 一仁

1. はじめに

近年の日本における社会資本ストックの維持管理は，少子高齢化の影響による技能労務者の不足やセメント産業の環境負荷など，深刻な課題を抱えている．そのため，大量更新の時代を迎える今後の建設物においては，長期の耐久性能を有する必要がある．

また，コンクリートの高耐久化や部材の軽量化・メンテナンスフリー化は持続可能な社会，産業廃棄物や副産物の有効利用による循環型社会の構築に必要である．

以上の背景から，本研究では，初期の水和反応が比較的緩慢でありながら長期の耐久性に優れ，自己充填性能を有する LPC-FA 系コンクリートを対象に，高性能 AE 減水剤と硬化促進剤を混合し初期の材齢に劣る強度の改善を図った．また，積雪寒冷地における凍結防止剤による塩害の複合劣化にも着目し，物質移動抵抗性を実験的に評価した．

2. 試験概要

本研究では，化学混和剤を高性能 AE 減水剤として SP，硬化促進剤として AC を併用した．練り混ぜは二軸強制混合コンクリートミキサーを用いた．試験は，圧縮強度試験および電気泳動試験²⁾を行った．供試体の養生方法は水中養生で材齢をそれぞれ 3, 7, 28, 91 日とした．電気泳動試験は，材齢が 28 日の供試体を使用した．

表.1 使用材料

材料	記号	概要
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm ³ 比表面積 3,340cm ² /g
	LPC	低熱ポルトランドセメント 密度 3.22g/cm ³ 比表面積 3,530cm ² /g
フライアッシュ	FA	JIS II 種品(常磐火力産) 密度 2.19g/cm ³ 比表面積 3,610cm ² /g
石灰石微粉末	LS	八戸松館産 密度 2.70g/cm ³ 比表面積 3,250cm ² /g
高性能 AE 減水剤	SP	マスターイー ス 3030 PAE 系, 使用量=0.5~3.0%
硬化促進剤	AC	マスターエックスシード 120JP CSH 系, 使用量=0.5~6.0%

3. 配合設計

使用した材料について表.1 に示す．表.2 にはコンクリートの配合を示す．配合は，OPC に SP のみを加えた OPC-SP と OPC に SP と AC を加えた OPC-SP-AC および LPC に SP と AC を加えた LPC-SP-AC の 3 種類である．また，既存のモルタルによる予察的な試験の結果を踏まえコンクリートの LS，化学混和剤の配合を決定した．

配合設計の共通条件として，W/B を 30%とし，FA の置換率を 30%とした．SP と AC はセメントに対し 3%の添加とし，LS を細骨材に対して 40%の置換とした．

表.2 配合設計

種類	単位量 (kg/m ³)						
	W	C	F	LS	S	ME	MXS
OPC-SP	129	325	139	186	918	9.7	-
OPC-SP-AC	120	325	139	186	918	9.7	9.7
LPC-SP-AC	120	325	139	186	920	9.8	9.8

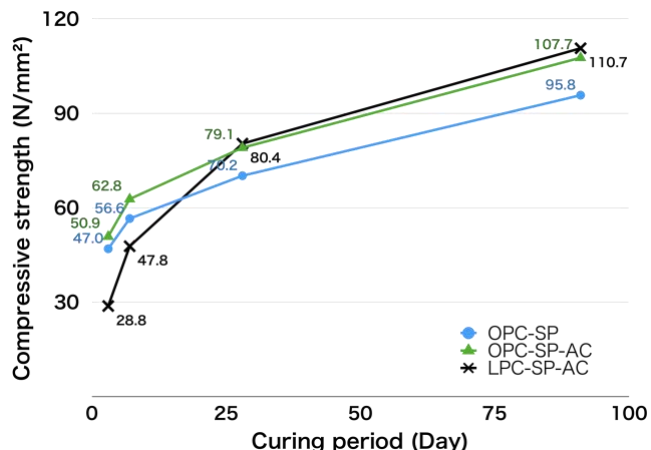


図.1 圧縮強度試験結果

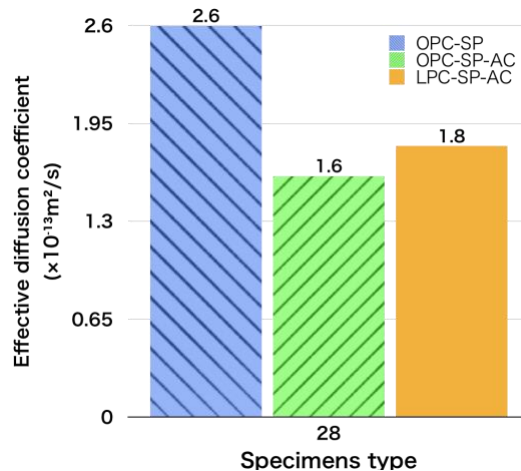


図.2 電気泳動試験結果

4. 圧縮強度および物質移動抵抗性の評価

(1) 圧縮強度試験

図.1 には圧縮強度試験の結果を示す。材齢 3 日においては、3 配合とも 20N/mm^2 以上の十分な強度を得ることができた。また、28 日までににおける LPC-SP-AC の強度の増進が顕著に現れていることが確認でき、3 配合の中で最も高い強度を得ることができた。材齢 91 日では、LPC-SP-AC の増加傾向が緩やかとなったが 110.7N/mm^2 と 3 配合の中では最も高い強度を得た。以降も上昇していくと考えられる。

また、OPC の 2 配合の比較から AC の添加が圧縮強度の発現を著しく上昇させることが確認された。

(2) 電気泳動試験

図.2 には、塩化物イオンの実効拡散係数の結果を示す。3 配合とも 1.0×10^{-12} オーダー以下の極めて小さな値を得た。中でも、OPC-SP と OPC-SP-AC の比較から、AC を添加することで物質移動抵抗性を向上させることが確認できた。

5. まとめ

本研究から以下の知見が明らかとなり、SP と AC の初期強度の改善効果を発揮することが明らかとなった。

- 1) AC を混合することで高い強度を得ることが可能となり、材齢 3 日の時点で従来の圧縮強度より高い値を得ることが明らかとなった。
- 2) OPC の 2 配合の圧縮強度から AC の添加が初期強度改善に大きく寄与していることが確認できた。
- 3) 実効拡散係数は極めて小さな値が得られ、W/B が 30% であり空隙が小さくなったためと考えられる。

また、粉体量を多くしたことで密実な供試体の形成に寄与したと考えられる。

6. 今後の課題

圧縮強度について、長期材齢まで引き続き試験を実施しデータの比較を行い、圧縮強度の発現要因について化学的な根拠を検討する。また、積雪寒冷地特有の凍害に着目し、耐凍害性について検討する。

7. 謝辞

本研究の一部は、平成 31 年度社会資本の整備や維持管理に係る研究又は活動の助成事業助成金を受けて行なったものである。

8. 参考文献

- 1) 須藤大空，庭瀬一仁，高性能 AE 減水剤と硬化促進剤の併用による強度発現への影響評価，土木学会北海道支部論文報告集，Vol175，Jan，2019
- 2) 土木学会基準「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法（案）（JSCE-G 571-2003）」