

湿潤養生期間が高強度繊維補強モルタルの諸性能に及ぼす影響

大成建設 生産技術開発部 正会員 ○橋本 理 正会員 渡部 孝彦 正会員 武田 均

1. はじめに

著者らはこれまでプレキャストセグメント工法の接合部に適用する早期強度発現性を改善した高強度繊維補強モルタル（High-early-strength and High-strength Fiber reinforced Mortar：以下，HHFM）について検討を行ってきた¹⁾。HHFM には、収縮低減の目的で膨張材（EX）および収縮低減剤（SRA）が添加されているが、これまでに実施した凍結融解試験において 20℃封緘養生した供試体の表面に軽微なスケーリングの発生が確認されており、供試体表面付近に未反応の膨張材が残存している可能性が示唆された。スケーリングの発生は表面付近のみで、凍結融解サイクルの増加に伴って深さ方向に進展しないため、耐久性上は特に問題にならないと判断されるが、表面に露出した繊維の発錆により構造物の美観低下が生じることが懸念される。

本研究では、湿潤養生期間が HHFM の強度発現性、水酸化カルシウム生成量や細孔径分布に及ぼす影響について検討した。さらに湿潤養生が凍結融解環境下におけるスケーリング発生抑制に及ぼす効果について検証したのでこれらの結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

表－1 に使用した EX および SRA を、表－2 に HHFM の配合を示す。表中、W は練混ぜ水、B はセメントおよびシリカフューム等の混和材で構成される結合材、S は珪砂、F は鋼繊維（直径 0.16mm、長さ 13mm、引張強度 2,000N/mm² 以上）、SP はポリカルボン酸系の高性能減水剤である。SRA および SP は W の一部として内割置換で使用した。

(2) 実験方法

練混ぜは 20℃の恒温室内で、二軸強制練りミキサを使用して行った。フレッシュ性状評価のためフロー試験（JIS R 5210 落下なし）を行い、90 秒後のフロー値が 270±20mm の範囲内であることを確認した

表－1 使用した膨張材および収縮低減剤

種類	記号	成分等
膨張材	EX	石灰系早強型膨張材 比表面積 5040cm ² /g、密度 3.19g/cm ³ JIS A 6202 適合品
収縮低減剤	SRA	低級アルコールアルキレンオキシド付加物、易溶性、密度1.02g/cm ³

表－2 HHFM の配合

単位量 (kg/m ³)							
W	B	EX	S	SRA	F	SP	AF
216	1,395	35	650	15	118	23	1

ケース	養生方法						
S28	封緘						
W3A28	封緘	湿潤	気中				
W5A28	封緘	湿潤	気中				
W7A28	封緘	湿潤	気中				
材齢	1日	3日	5日	7日	28日		

図－1 供試体養生方法の検討ケース

後、所定の型枠に打ち込んだ。供試体寸法は、圧縮強度試験用が φ50×100mm、示差熱重量計（TG-DTA）および細孔径分布の試料採取用が φ50×100mm（繊維なし）、凍結融解試験用が □100×100×400mm である。図－1 に供試体養生方法の検討ケースを示す。凍結融解試験は JIS A 1148 に準じて材齢 28 日より試験を開始しており、試験開始の 24 時間前から 20℃の水中にて供試体内への給水を行った。

3. 実験結果および考察

図－1 に圧縮強度の発現状況を示す。S28 の圧縮強度は他のケースに比べて若干小さくなっており、その他のケースはほぼ同程度となっていることが分かる。これは、S28 以外で養生初期に湿潤養生を行った効果と考えられるが、湿潤養生期間の差について明確な傾向は確認されなかった。

図－2 は、供試体表面付近から採取した試料を対象

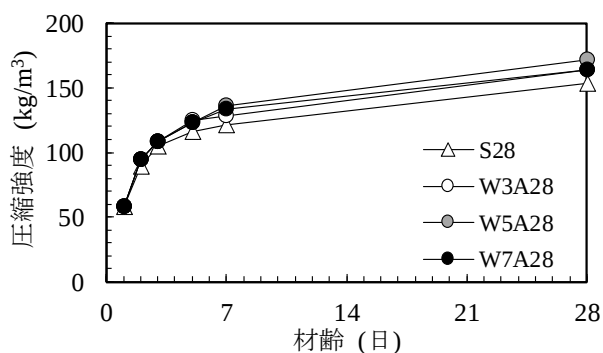
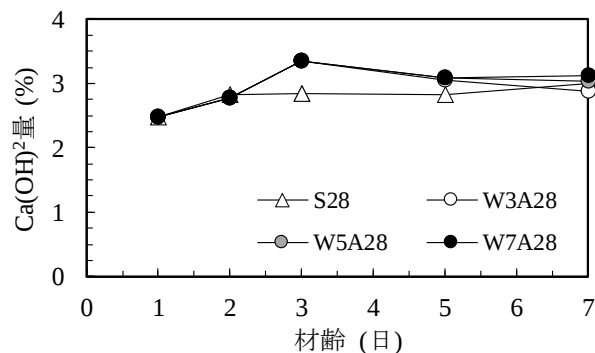
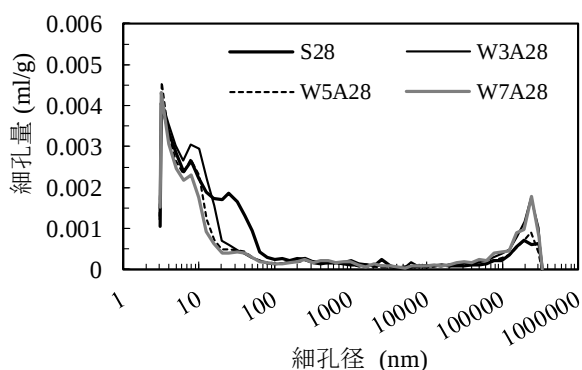
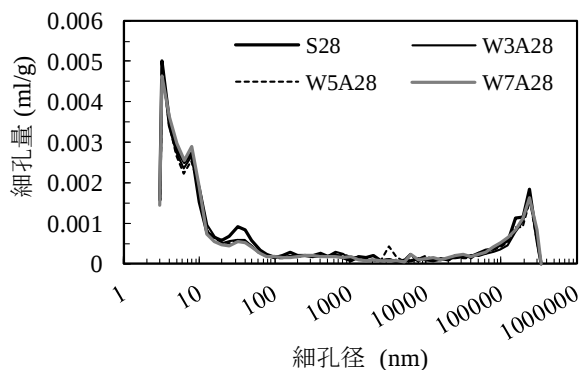


図-1 圧縮強度

図-2 Ca(OH)^2 量の経時変化

a) 供試体表面付近



b) 供試体中央付近

図-3 細孔径分布

に TG-DTA によって得られた水酸化カルシウム量 (以下, Ca(OH)^2 量) の経時変化を示したものである. Ca(OH)^2 量は TG-DTA の 400-500℃ 付近の減量分を Ca(OH)^2 の脱水による減量と仮定して算出した. 図-2 によると, S28 以外では材齢 3 日で Ca(OH)^2 量の増加が停滞し, それ以降は若干減少する傾向が確認された. これは既往の研究²⁾でも確認されている傾向で, B に含まれるシリカフューム等のポゾラン反応の影響であると推察される. すなわち, S28 以外では養生初期において湿潤養生の効果で Ca(OH)^2 の生成が促進され, その後ポゾラン反応により Ca(OH)^2 が消費されたと考えられる.

図-3 に材齢 28 日における細孔径分布を示す. 供試体中央付近では各ケース間に大きな差は見られなかったが, 供試体表面付近では細孔径 20~50nm の範囲で S28 の細孔量が多くなっていることが分かる.

写真-1 に凍結融解 600 サイクル後における供試体表面状況を示す. S28 で軽微なスケーリングが確認されたが, それ以外のケースでは生じていない.

図-3 の結果も考慮すると, 養生初期に湿潤養生を行うことにより HHFM の表層部が緻密化され, スケー

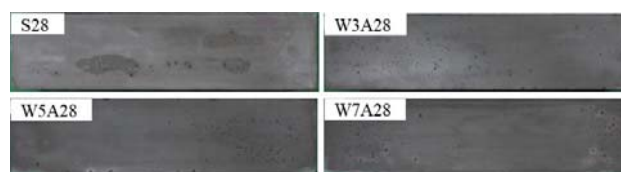


写真-1 供試体表面 (凍結融解 600 サイクル)

リングの抑制に繋がったものと推察される. なお, 相対動弾性係数はいずれのケースにおいても試験開始からの変化は確認されなかった.

4. まとめ

HHFM の養生初期に湿潤養生を行うことで, 圧縮強度の強度発現性が向上し, 凍結融解環境下におけるスケーリングを抑制可能であることが分かった.

参考文献

- 1) 橋本理ら: 膨張材および収縮低減剤の使用が高強度繊維補強モルタルの諸性能に及ぼす影響, セメント・コンクリート論文集, Vol.74, No.1, pp.273-280, 2020
- 2) 寺本篤史ら: 膨張材及び収縮低減剤を使用した低水結合材比シリカフュームセメントペーストの若材齢体積変化に関する研究, コンクリート工学年次学術論文集, Vol.37, No.1, pp.439-444, 2015