

収縮低減剤が低水比超高強度モルタルの諸性質に及ぼす影響

東海大学大学院 学生員○今井 忍

日本シーカ株式会社 正会員 伊達 重之

東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

近年、建築物の高層化長スパン化に伴い、コンクリート強度は要求されている。しかし、設計基準強度 (F_c) 100N/mm^2 を超えるような超高強度コンクリートは自己収縮ひずみが大きく、実構造物では自己収縮ひずみに起因するひび割れの発生が懸念されている¹⁾。この自己収縮ひずみを抑制する目的で収縮低減剤 (以下 ASA) は有効な混和剤であるが²⁾、低水比条件での有効性には不透明な部分も多い。また、本研究で使用する ASA は通常の混和剤と異なり、成分に水が含まれないため添加方法 (内割か外割か) によりコンクリートの各種性質に影響が大きく異なることが考えられる。そこで本研究では、低水比超高強度モルタルに対し ASA を水として扱った (内割添加) 場合と固形分として扱った (外割添加) 場合の条件で、添加方法がモルタルの諸性質に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

モルタルの使用材料および配合を表-1、2 に示す。なお、配合名に (内) とあるものは ASA を単位水量の内割で、(外) は ASA を外割とした場合である。モルタルの練混ぜはホバード型モルタルミキサを用い、細骨材、セメントを投入し空練りを 15 秒した後、混和剤と水を投入し低速 0.5 分、中速 1.5 分、高速 1 分の計 3 分間とした。モルタル供試体①～⑦はミニスランプフロー (MSF) $=320\pm 20\text{ mm}$ 、空気量 $=3.5\pm 1\%$ になるように SP の添加量を調整し、⑧～⑭は SP の添加量を一定とした。MSF、空気量は全ての配合で測定し、凝結試験、流動速度、圧縮試験および自己収縮ひずみは表-2 中の配合①～⑦のモルタルで行った。

MSF 試験は、高さ $=15\text{ cm}$ 、上部径 $=5\text{ cm}$ 、下部径 $=10\text{ cm}$ の大きさのミニスランプコーンを使用し、JIS A 1150 に準拠して行った。空気量試験は JIS A 1118 に、凝結試験は JIS A 1147 に準拠して行った。また、スランプ板に直径 200 mm と 250 mm の円を印しこの間の通過時間を測定し、流動速度を算出して粘性の指標とした。

圧縮試験は JIS A 1108 に準拠し $\phi 5\times 10\text{ cm}$ の円柱供試体を各配合 3 体作製し、材齢 28 日で圧縮試験を行った。自己収縮ひずみの測定は JCI-SAS2-2 を参考に、 $40\times 40\times 160\text{ mm}$ の角柱供試体で行い各配合 2 体ずつ作製し、材齢 4 日まで非接触のレーザー変位計で測定し、その後コンタクトゲージ法で材齢 90 日まで測定した。

キーワード：高強度コンクリート、収縮低減剤、自己収縮、凝結、粘性

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学 TEL0463-58-1211

表-1 使用材料

	種類	記号	物性および主成分
セメント	シリカフェウムセメント	C	太平洋セメント 密度: 3.06
細骨材	大井川産	S	密度: 2.59 g/cm^3 粗率率 2.42
粗骨材	青梅産	G	密度: 2.70 g/cm^3 最大寸法 20mm
混和材料	高性能減水剤	SP	ポリカルボン酸系化合物 固形分 36%
	収縮低減剤	ASA	ポリアルキレングリコール系誘導体
	消泡剤	消	アルコール系消泡剤

表-2 配合表

配合 No.	W/C (%)	W (kg/m^3)	C (kg/m^3)	S (kg/m^3)	SP (C%)	ASA (C%)	消泡剤
①					1.000	0	
②(内)					0.985	0.7	
③(内)					0.950	1.4	
④(内)					0.930	2.1	
⑤(外)					0.950	0.7	
⑥(外)					0.825	1.4	
⑦(外)					0.750	2.1	
⑧	13	208.7	1605.6	690.41			0.0005
⑨(内)						0	
⑩(内)						0.7	
⑪(内)					0.950	1.4	
⑫(外)						2.1	
⑬(外)						0.7	
⑭(外)						1.4	
						2.1	

表-3 フレッシュモルタルの結果

配合 No.	MSF, SF(mm)	Air(%)	温度($^{\circ}\text{C}$)
①	305*305	4.3	29
②(内)	310*310	3.6	29
③(内)	315*310	3.5	29
④(内)	330*330	3.1	29
⑤(外)	315*310	3.5	29
⑥(外)	315*310	3.4	29
⑦(外)	320*315	3.6	29
⑧	210*210	3.9	29
⑨(内)	275*275	3.7	29
⑩(内)	315*310	3.3	29
⑪(内)	330*330	3.1	29
⑫(外)	315*310	3.5	29
⑬(外)	390*385	3.4	29
⑭(外)	460*450	3.2	29

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状

フレッシュモルタルの MSF と空気量の試験結果を表-3 に、ASA 添加量と凝結時間の関係を図-1、図-2 に示す。表より MSF は ASA 添加量が多いほど、また、内割よりも外割の方が大きくなっている。空気量は ASA 添加量に比例し若干小さくなる傾向を示した。また、図より凝結は ASA 添加量が多いほど遅延する傾向にあるが、内割では ASA 添加による凝結時間の遅延が著しいのに対し、外割では凝結時間の遅延は僅かである。これは同一フローで比較した場合、ASA 内割添加に比べ ASA 外割添加の方が SP の添加量が少ないため、上記のような傾向になったと考えられる。

ASA 添加量と流動速度の関係を図-3 に示す。図中の数値は各配合条件において ASA を水分として扱った場合のモルタル 1m³当たりの全水分量である。図より、流動速度は内割の場合 ASA 添加量が増加すると若干小さくなるが、外割の場合 ASA 添加量が増加すると速度は大きくなった。これは、流動速度は ASA 添加の影響は小さく、モルタル中の水分量に強く依存したためであると考えられる。

3.2 硬化性状

材齢 28 日における ASA 添加量と圧縮強度試験結果を図-4 に、材齢と自己収縮ひずみの関係を図-5 に示す。28 日強度では ASA 添加量が多いほど強度が低下した。また、内割より外割の方が強度低下が大きく、5%程度の圧縮強度の低下が見られた。これは、外割に比べ内割の方が実質の W/C が小さくなっているためである。

自己収縮は ASA 添加量が増えるほど低減され、ASA=0%に対して ASA=0.7%で 5%、ASA=1.4%で 30~35%、ASA=2.1%で 45~55%とそれぞれ収縮低減効果があらわれている。また、内割、外割での収縮量の違いは僅かであった。

4. まとめ

- 1) ASA 添加量が多いほど空気量は僅かに減少し、MSF は増加し凝結時間は遅延した。流動速度に及ぼす ASA 添加の影響は小さく、モルタル中の水分量が支配要因となる。
- 2) ASA 添加量が増えるほど圧縮強度は低下し、内割より外割の方が強度はやや小さくなる。
- 3) 低水比モルタルにおいても自己収縮の低減に ASA は効果を示し、ASA=2.1%の添加で自己収縮ひずみを約 50%に低減できた。

参考文献

- 1) 片寄哲務ほか：膨張材と収縮低減剤を用いた高強度コンクリートの拘束応力低減に関する実験的検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，No.1421,pp.841-842,2008.9
- 2) 田澤栄一ほか：セメント系材料の自己収縮に及ぼす結合材および配合の影響，土木学会論文集，No.502，V-25,pp.43-52，1994.11

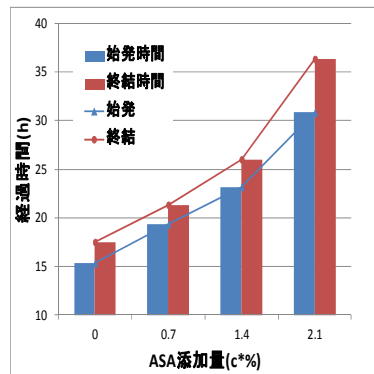


図-1 凝結試験(内割)

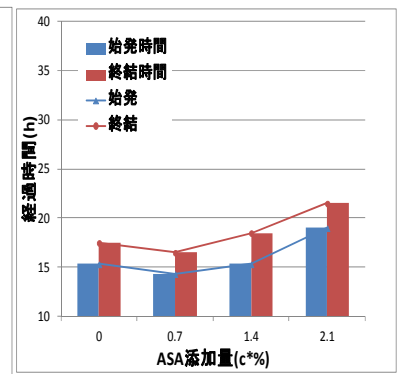


図-2 凝結試験(外割)

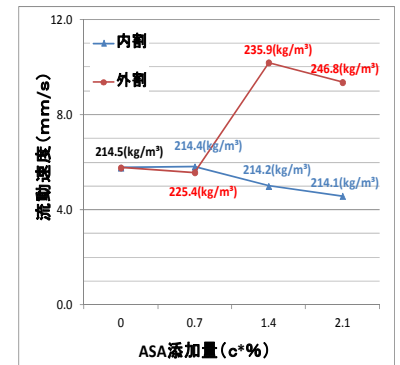


図-3 流動速度

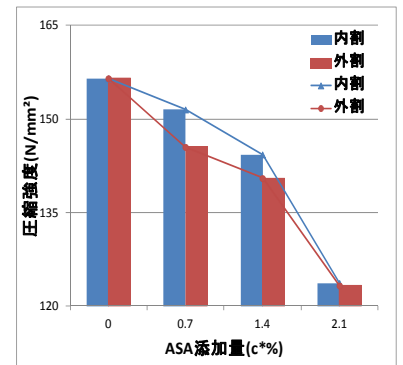


図-4 圧縮強度

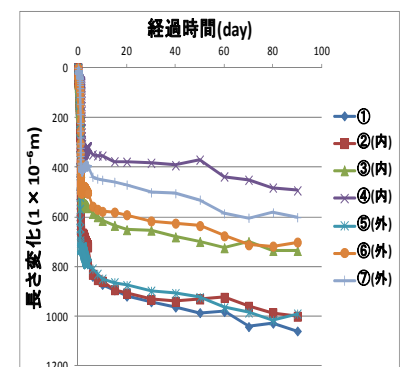


図-5 自己収縮