

プレキャストコンクリートへの中空微小球の適用性評価

ボゾリス ソリューションズ株式会社

正会員

○井元 晴丈

崔 靖

錦織 幸夫

株式会社イズコン

山根 光二

1. はじめに

凍結融解抵抗性を向上させるためには、AE 剤、AE 減水剤あるいは高性能 AE 減水剤によりコンクリートに空気を連行して、空気量を 3.0%以上確保させることが一般的に行われている。しかし、そのような方法で空気を連行した場合においても、導入された気泡径が粗大であったり、あるいは打設時・成型時に気泡が抜けたりすることなどによって、凍結融解抵抗性が担保されないことがある。一方、プラスチック製の中空微小球をコンクリートに添加することによって凍結融解抵抗性を向上させる技術は古くから知られているが¹⁾、いまだ適用された事例が少ないのが現状である。ここでは、プレキャストコンクリートの製造、特に冬季における製造効率の向上を考慮した場合の中空微小球の適用性について検討した。

2. 試験概要

使用した材料を表-1 に、コンクリート配合を表-2 に示す。試験は実機プラントを用いて実施した。練混ぜは容量 1.0m³ の二軸強制練りミキサを用いた。中空微小球は、コンクリート体積に対して 1.5%となるようにコンクリート練混ぜ時にミキサに直接添加した。AE con については、空気量が 4.5%±1.5%となるように AE 剤で調整し、そのほかのコンクリートについては、空気量（中空微小球を含まず）が 2.0%以下になるように設定した。練り混ぜたフレッシュコンクリートは、スランブフロー

表-1 使用材料

材料	記号	概要
練混ぜ水	W	出雲市地下水
セメント	C	普通ポルトランドセメント (密度: 3.16 g/cm ³ , 比表面積: 3,320 cm ² /g)
混和材	LS	石灰石微粉末 (密度: 2.71 g/cm ³ , 比表面積: 4,960 cm ² /g)
細骨材	S	仁多郡奥出雲町産加工砂 (表乾密度: 2.57 g/cm ³)
粗骨材	G	三次市布野産砕石 1505 (表乾密度: 2.68 g/cm ³)
高性能減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物
AE 剤	AE	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤
中空微小球	MS	アクリルニトリル系重合体 (乾燥密度: 0.013 g/cm ³ , 平均粒径: 50μm)

表-2 コンクリート配合

配合名	SF (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					SP (C×%)	MS (vol %)
					W	C	LS	S	G		
Non AE	50 ±5.0	2.0	44.9	41.4	178	396	83	689	1034	0.75	-
AE con		4.5	43.4	42.9	172	396	83	691	978	0.75	-
MS1.5%		2.0	44.9	41.4	178	396	83	689	1034	0.65	1.5

ー (JIS A 1150), 空気量 (圧力法:JIS A 1128, 質量法:JIS A 1116) およびコンクリート温度(JIS A 1156)の測定を実施した。硬化コンクリートの評価は、圧縮強度 (JIS A 1108, 供試体サイズ:φ100x200mm), 凍結融解試験 (JIS A 1148), 気泡間隔係数(ASTM C457/C457M), および型枠面の表面性状観察によった。各評価用の供試体は、型枠に打設してテーブルバイブレーターで締固め後、直ちにブルーシートで覆ったのち、30 分間 40℃の蒸気を導入し、その後 65℃の蒸気を 3 時間 30 分導入することにより蒸気養生を施した。1 日 2 回の型枠使用を想定して、打設から 5 時間経過後に脱型し、気中養生を実施した。圧縮強度は、脱型時および材齢 14 日で測定した。凍結融解試験用供試体は脱型後材齢 14 日まで 20℃, 60%RH で気中養生を行った後、3 日間 20℃水中に浸漬して吸水させ、凍結融解試験を実施した。

表-3 フレッシュコンクリート性状

配合名	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)		コンクリート温度 (℃)
		圧力法	質量法	
Non-AE	49.0	1.2	1.1	11
AE con	46.0	5.8	5.8	11
MS1.5%	46.0	0.9	1.7	11

キーワード 中空微小球, 凍結融解, プレキャストコンクリート, 表面性状

連絡先 〒270-0101 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 ボゾリスソリューションズ (株) TEL 0467-59-5182

3. 試験結果

表-3 にフレッシュコンクリート性状を示す。空気量は、Non AE と AE con の場合で、圧力法と質量法の測定結果が同等となったが、MS の場合は、質量法と圧力法で結果が異なり、質量法のほうが圧力法よりも 0.8% 高い値となった。この結果は、MS の場合、圧力法では中空微小球の体積を気泡として正確に測れないことを示唆している。

図-1 に蒸気養生を施した供試体の圧縮強度を示す。なお、養生条件による比較のため、標準養生した供試体（20℃水中養生、材齢 28 日）の圧縮強度測定結果も併せて示した。MS1.5%は、いずれの養生方法においても Non AE と同等の強度発現性を示した。一方、AE con は、標準養生ではほかの配合よりも 2 割ほど強度が低いが、蒸気養生では、著しく強度が低下した。そのため、蒸気養生での著しい強度低下は、空気量の増加によるもの以外にも原因があるものと推察される。図-2 は蒸気養生後脱型前の AE con 供試体であるが、供試体上面に膨れが生じていることが観察される。

よって、AE con の蒸気養生における著しい強度低下の原因として、硬化前あるいは硬化時に気泡が熱により膨張したことによるものと考えられる。このような膨張は、硬化組織を破壊し、その後の耐久性にも影響を及ぼす可能性も考えられるため、空気連行したコンクリートで早期脱型する場合は、適切な空気量管理をする必要がある。なお、Non AE および MS1.5%では、いずれの供試体にも膨れは生じていなかった。

図-3 に凍結融解試験結果を示す。MS1.5%、AE con とともに、耐久性指数が 90%以上であった。なお、AE con と MS1.5%の気泡間隔係数は、それぞれ 209 μ m および 178 μ m であった。空気を連行しなくても、中空微小球を添加することによって、凍結融解抵抗性を確保できることを確認した。

図-4 は、蒸気養生終了後の供試体（高さ約 30cm、型枠パイプレーターによる締固め）の型枠側面の写真を示している。MS1.5%は、Non AE とほぼ同等の表面性状を示しているのに対し、AE con では、表面に無数の気泡が確認された。

4. まとめ

プレキャストコンクリート製造への中空微小球の適用について評価した結果、中空微小球を用いることにより、コンクリート表面の美観と強度発現性を Non AE と同等に保ちつつ、凍結融解抵抗性を確保できることを確認した。

参考文献

- 1) たとえば、V.S. Ramachandran: Concrete Admixtures Handbook second edition, Noyes Publications, pp154-155, 1995

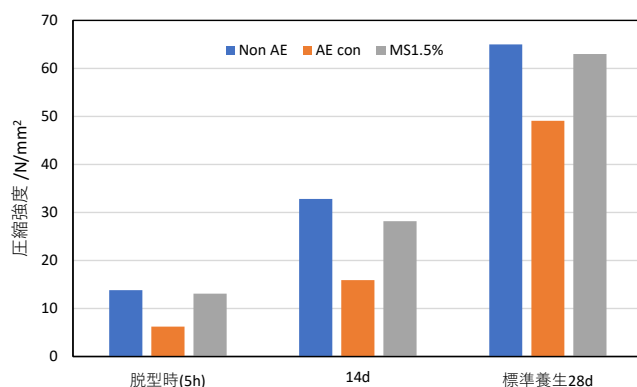


図-1 圧縮強度



図-2 蒸気養生後供試体(AE con)

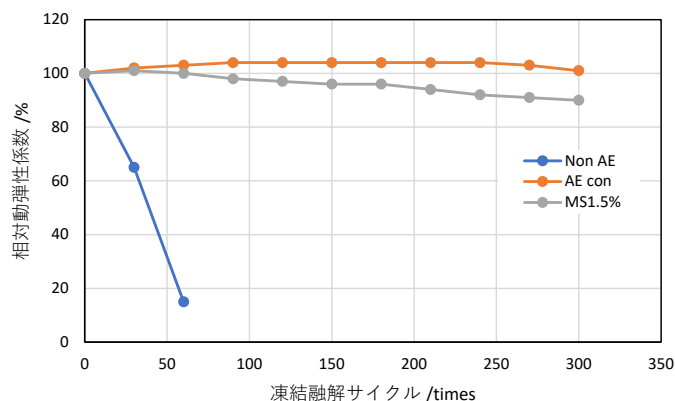


図-3 凍結融解試験結果



図-4 型枠面の表面性状(左:Non AE, 中:AE con, 右:MS1.5%)