

中空微小球を配合したコンクリートの運搬時間が凍結融解抵抗性に及ぼす影響

デンカ(株) 正会員 ○ 木村潤市 正会員 寺崎聖一 正会員 樋口隆行
 鹿島建設(株) 正会員 林 大介 正会員 高木英知 正会員 橋本 学

1. はじめに

コンクリートの耐凍害性向上には AE 剤で導入される 25~250 μ m の気泡が有効である。しかし、運搬や圧送など施工過程で、合泡や破泡等によって気泡サイズや空気量に変動し、凍結融解抵抗性が低下する場合がある。これまでに、安定な独立気泡を導入することを目的に樹脂製の中空微小球が検討され、AE 剤と同様に耐凍害抵抗性を付与できることが報告されている¹⁻³⁾。本報告では、実施工を想定し、中空微小球を配合したコンクリートをプラントで練混ぜ、アジテータ車での運搬時間や排出のタイミングを変えてコンクリートを採取し、中空微小球の分散性や運搬時間が各種物性におよぼす影響を評価した結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料およびコンクリート配合

表-1 にコンクリート配合を示す。普通ポルトランドセメントを用い、配合は水セメント比 55%，スランプ 12cm，空気量 4.5% を基本配合とした。これに対して、写真-1 に示す平均粒径 40 μ m の中空微小球 (MS) を 1.5vol% 添加し、目標空気量を 6.0% としたコンクリートを調整し、基本配合と比較検討した。



写真-1 中空微小球 (MS)

表-1 コンクリート配合

No	MS 容積 (Vol%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)					外割
			W	C	S	G	AE 減水剤	MS
1	0	4.5	169	308	848	968	3.08	0
2	1.5	6.0						2.4

※MS: 中空微小球

表-2 測定項目とサンプリング頻度

測定項目	練り直	待機	前	排出	中	排出	後
フレッシュ性状	○	30分	○	0.5m ³	○	0.5m ³	○
圧縮強度	-		○		○		○
凍結融解	-		○		○		○

表-3 フレッシュ性状

種類	測定項目	練り直	前	中	後
MS	SL(cm)	12.0	10.5	7.5	8.0
無添加	Air(%)	4.7	5.0	5.0	4.9
MS	SL(cm)	13.5	11.0	10.5	12.0
添加	Air(%)	5.6	6.0	5.9	5.9

(2) コンクリートの練混ぜ方法とサンプリング

強制二軸ミキサを用いてコンクリートを練混ぜた後、低速攪拌状態で中空微小球を投入し、さらに高速攪拌で 1 分練混ぜた。練り混ぜ量は 2m³ とした。表-2 に測定項目とサンプリング頻度を示す。現場での施工を想定してコンクリートをアジテータ車に排出し、30 分待機した後 0.5m³ 毎に 3 回排出しサンプリングした。前、中、後と表記する。最後のサンプリングは練混ぜから 1 時間後とした。スランプ、空気量の測定は、JIS A1101, JIS A 1128, 圧縮強度試験および凍結融解試験は、JIS A 1108 および JIS A 1148 に従い実施した。

3. 実験結果

(1) フレッシュ性状

表-3 にフレッシュ性状を示す。スランプに着目すると、MS 無添加は練混ぜ直後が 12.0cm に対し、後では 8.0cm と時間経過に伴ってスランプが小さくなった。これに対し MS 添加では練混ぜ直後が 13.5cm と MS 無添加に比べ大きくなった。経時に伴いスランプは小さくなったが、後でも 12.0cm を示し、MS 無添加に比べてスランプ減少が抑制された。次に空気量に着目すると、MS 添加では練混ぜ直後、前、中、後ともに MS 無添加に比べ 1.0% 前後高い値を示し、中空微小球が均一に配合されていることが確認できた。MS 添加によるスランプ値の増加や経時での安定性に中空微小球が寄与している可能性が示唆された。

キーワード：中空微小球、凍結融解抵抗性、運搬時間

連絡先：〒949-0393 新潟県糸魚川市大字青海 2209 デンカ株式会社青海工場 セメント・特混研究部 TEL 025-562-6314

(2) 圧縮強度

図-1 に各サンプリング時における圧縮強度を示す。MS 無添加に比べ、MS を添加したコンクリートは、圧縮強度がやや低い値を示した。MS の添加によって空気量が増加したためであり、中空微小球を配合する場合、予め高めの圧縮強度が得られるよう配合に配慮が必要である。次にサンプリング時期に着目すると、MS 無添加、MS 添加ともに、サンプリングの前、中、後で圧縮強度に大きな差は見られなかった。表-3 に示すように採取時期によらず空気量が安定しており、圧縮強度への影響も見られなかったと考えられる。

(3) 凍結融解抵抗性

図-2 に中空微小球無添加のコンクリートの凍結融解抵抗性を示す。凍結融解サイクル数の増加に伴い相対動弾性係数が低下した。サンプリング時期によって挙動が異なり、前に比べ、中および後は、相対動弾性係数が早く低下し、300 サイクルで約 70%の値を示した。図-3 に中空微小球を添加したコンクリートの凍結融解抵抗性を示す。凍結融解サイクル数に伴い相対動弾性係数は小さくなるが、凍結融解 300 サイクルにおける相対動弾性係数はコンクリートの採取時期によらず 80%以上を示し、MS 無添加よりも凍結融解抵抗性が向上した。表-4 に全ての供試体における相対動弾性係数の最大値、最小値、平均値および標準偏差を示す。中空微小球を添加したコンクリートは無添加のコンクリートに比べ最大値と最小値の差が小さく、また標準偏差も小さい。凍害抵抗性に有効なサイズの気泡が安定して存在したためと考えられる。中空微小球を配合することで運搬時間や採取時期によらずコンクリートに凍結融解抵抗性を付与できることを確認した。

4. まとめ

中空微小球配合したコンクリートの運搬時間や採取時期が耐凍害性に及ぼす影響を検討し、以下を確認した。

(1) 中空微小球の配合で相対動弾性係数の低下を抑制でき、コンクリートの耐凍害抵抗性が向上する。

(2) 運搬時間や採取時期によらず、空気量の増加が確認でき、耐凍害抵抗性が向上する。

参考文献

1) 千歩修, 藤本貴, 浜幸雄, 友澤史紀, 中空微小球を用いたフライアッシュコンクリートの耐凍害性, セメントコンクリート論文集, No.58, pp313-318, 2004.

2) 栖原健太郎, 本間一也, 五十嵐数馬, 寺村悟, 中空微小球を使用したコンクリートの凍結融解抵抗性. 土木学会第 69 回年次学術講演会, V-472, pp943-944, 2014.

3) 子田康弘, 寺崎聖一, 樋口隆行, 岩城一郎, 凍結防止剤散布下における中空微小球を添加したコンクリートの気泡特性と耐凍害性に及ぼす影響, 第 69 回セメント技術大会講演概要集, pp284-285, 2015.

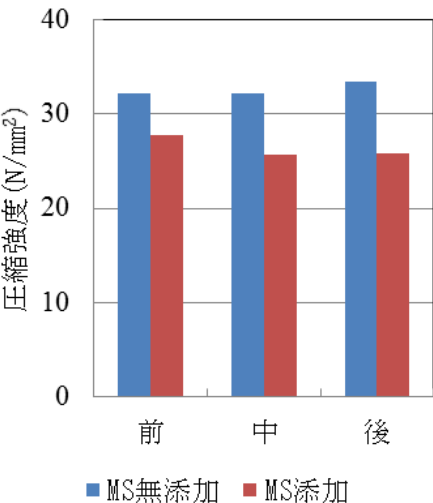


図-1 圧縮強度

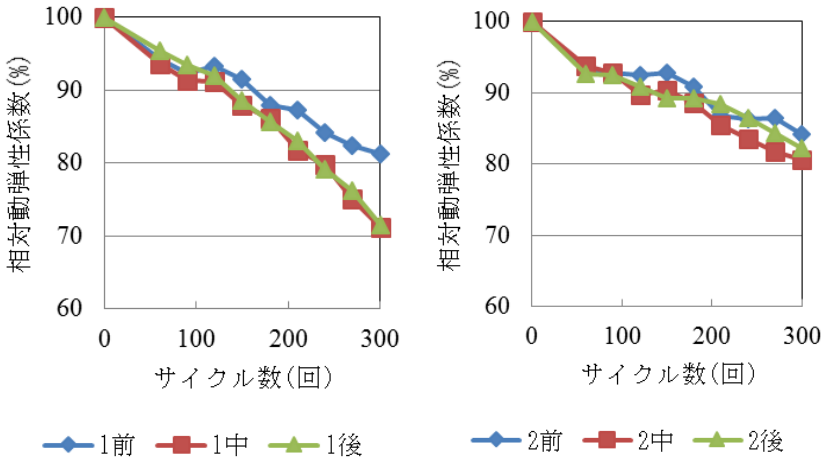


図-2 凍結融解抵抗性(無 MS 添加) 図-3 凍結融解抵抗性(MS 添加)

表-4 相対動弾性係数のバラツキ

種類	n	300サイクル時の相対動弾性係数(%)			
		MAX	MIN	平均	標準偏差
MS無添加	9	85.0	60.1	74.6	8.3
MS添加	9	87.6	77.2	82.8	3.6