

RCD用コンクリートの凍結融解抵抗性に関する報告

鹿島建設(株) 正会員 ○山野泰明 奈須野恭伸 大井 篤 取違 剛 橋本 学 水野浩平
国土交通省 東北地方整備局 沼倉公彦 金谷隆行

1. はじめに

RCD用コンクリートは、締固めを振動ローラで行う超硬練りのコンクリートで、若材齢で早期に走路を開放することができるため、有スランプコンクリートに比べて施工速度が向上する。RCD用コンクリートは貧配合であるため、ダム内部コンクリートに適用される。このRCD用コンクリートを外部コンクリートにも適用することができれば、外部コンクリートにおける型枠作業が不要になることや、堤体上への進入路として早期の開放が可能となり、更なる施工の合理化を図ることができる。ただし、RCD用コンクリートを外部コンクリートに適用する場合、適切な施工性に加えて凍結融解抵抗性を付与させる必要がある。

本稿では、外部コンクリートとして使用するRCD用コンクリートの凍結融解抵抗性を、AE剤を用いて空気を連行したケースと中空微小球の添加により空気量を調整したケースを用いて、気泡間隔係数や気泡径の分布を指標に比較検討した。

2. 検討概要

2-1. 使用材料と配合

使用した材料を表-1に、配合を表-2に示す。ダムにおける外部コンクリートに適用可能なRCD用コンクリートの配合とするため、室野井ら¹⁾の配合を参考に水結合材比50%、細骨材率を42%、単位水量110kg/m³の配合とした。セメントは中庸熟ポルトランドセメントを用い、フライアッシュの置換率は30%とした。目標空気量は4%とした。中空微小球を添加しないケース(Non-MS)は、AE剤で空気量を調整した。中空微小球を添加したケース(MS)は、1m³当たり1.5vol%の中空微小球を添加した。

2-2. 試験方法

RCD用コンクリートのフレッシュ性状としてVC値と空気量を評価した。試験結果を表-2に示す。VC値は中空微小球の有無に関わらず同程度で、中空微小球によるVC値への影響は小さかった。空気量試験はワシントンエアメータを用いて、材料を2層に分けて振動タンパで締め固めて圧力法で計測した。ただし、中空微小球を入れた場合、圧力法では正しく測定できない可能性があること²⁾から、中空微小球を添加した配合については質量法にて空気量を測定した。φ125×250mmの型枠に2層に分けて振動タンパにより締め固め、材齢7、28、91日にてJIS A1108に準拠して圧縮強度試験を行った。凍結融解抵抗性確認用の供試体は、ウェットスクリーニングは行わずに100×100×400mmの型枠を用いて2層に分けて振動タンパにより締め固めを行った。材齢91日まで養

表-1 材料一覧

材料名	記号	製品名
セメント	C	中庸熟ポルトランドセメント 密度 3.23g/cm ³
混和材	F	フライアッシュ II種 密度 2.27g/cm ³
細骨材	S	砕砂 表乾密度 2.63g/cm ³ 粗粒率 2.68
粗骨材	G1	砕石 40mm~20mm 表乾密度 2.64 g/cm ³
	G2	砕石 20mm~5mm 表乾密度 2.64 g/cm ³
練混ぜ水	W	河川水
混和剤	AD	AE減水剤 リグニルスルホン酸塩とキシルボン酸塩
	AE	AE剤 樹脂酸塩系界面活性剤
中空微小球	MS	密度 0.13g/cm ³ 粒径 50~90μm

表-2 コンクリートの配合およびフレッシュコンクリートの試験結果

※質量法にて測定

ケース名	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						AD (c×%)	AE (A)	MS (vol%)	α値	β値	試験結果	
				W	C	F	S	G1	G2						VC値 (秒)	空気量 (%)
Non-MS	4.0	50.0	42	110	154	66	858	546	634	1.0	11	—	1.18	2.38	11.0	4.4
MS	4.0	50.0	42	110	154	66	858	546	634	1.0	10	1.5	1.18	2.38	10.3	4.8*

キーワード：RCD用コンクリート、凍結融解、中空微小球

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

生後、JIS A1148 に準拠して凍結融解試験 B 法を実施した。気泡間隔係数と気泡径分布はリアトラバース法 (ASTM C457) にて評価した。

3. 試験結果および考察

凍結融解試験の結果を図-1 に示す。Non-MS は空気量が確保されているにもかかわらず 60 サイクルで相対動弾性係数が 60% を下回った。既往の研究³⁾ においてはフライアッシュを用いたコンクリートは、フレッシュ時に比べて硬化後の空気量が大幅に低下することが報告されており、本検討でも空気量の低下によって凍結融解抵抗性が確保できなかったと考えられる。一方、中空微小球を添加した MS では 300 サイクルにおいて 60% 以上を確保できる結果となった。

気泡間隔係数の結果を図-2 に示す。Non-MS では気泡間隔係数は 308 μm であった。既往の研究³⁾ によると、通常、コンクリートの気泡間隔係数が 200~250 μm 以上では凍結融解抵抗性が著しく低下するとされており、前掲の試験結果と合致する。一方、MS の気泡間隔係数は 140 μm であり、中空微小球の添加によって凍結融解抵抗性が改善されたと考えられる。

気泡径分布を図-3 に示す。中空微小球を添加することにより、0.1mm 付近の気泡径の空気量が増加した。また、同図には気泡径 0.15mm 未満の空気量も併記した。0.15mm 未満の空気量について Non-MS が 0.77% に対し、MS は 2.43% であった。既往の研究⁴⁾ によると、フライアッシュを用いたコンクリートにおいて、凍結融解抵抗性を確保するには 0.15mm 未満の気泡を 1.36% 以上連行することが必要とされている。MS では中空微小球によって 0.15mm 未満の気泡を 1.36% 以上確保できたことから凍結融解抵抗性が改善されたと考えられる。

圧縮強度試験の結果を図-4 に示す。いずれの材齢についても MS の方が強度はやや小さかった。中空微小球の添加により、コンクリートに気泡が適切に残った結果、強度が若干低下したと考えられる。

4. おわりに

本稿では、RCD 用コンクリートにおける凍結融解抵抗性について検討した。その結果、RCD 用コンクリートにおいても中空微小球の添加によって 0.15mm 未満の気泡が適切に確保され、これによって気泡間隔係数も小さくなり、凍結融解抵抗性を改善できることがわかった。

参考文献

- 1) 室野井ほか：AE 剤による RCD 用コンクリートへの空気連行性に関する研究，土木学会第 77 回年次学術講演会，2022.(投稿中)
- 2) 井元ほか：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，土木学会第 76 回年次学術講演会，V-146，2021。
- 3) 坂田ほか：中庸熱フライアッシュセメントを用いたコンクリートの耐凍害性に及ぼす凝結過程の空気量変化の影響，コンクリート工学会，第 22 感第 3 号，2011 年 9 月。
- 4) 坂田ほか：コンクリートの気泡組織と耐凍害性の関係に関する考察，コンクリート工学会論文集，第 23 巻第 1 号，2012。

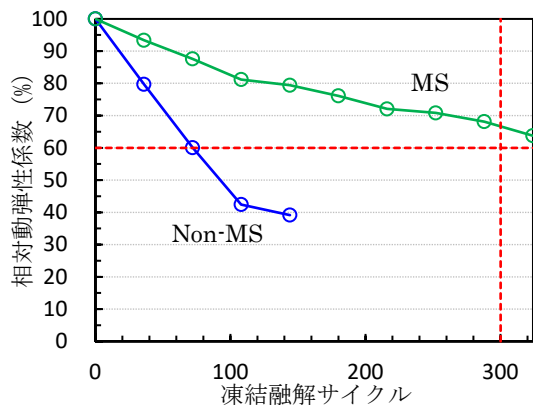


図-1 凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係

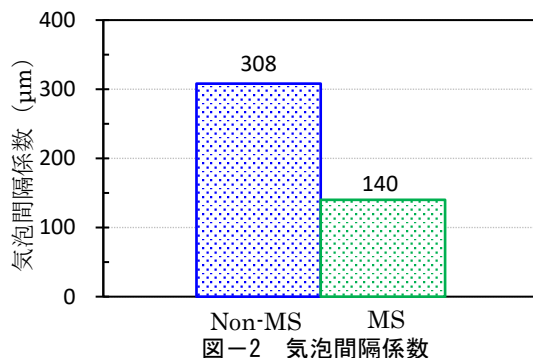


図-2 気泡間隔係数

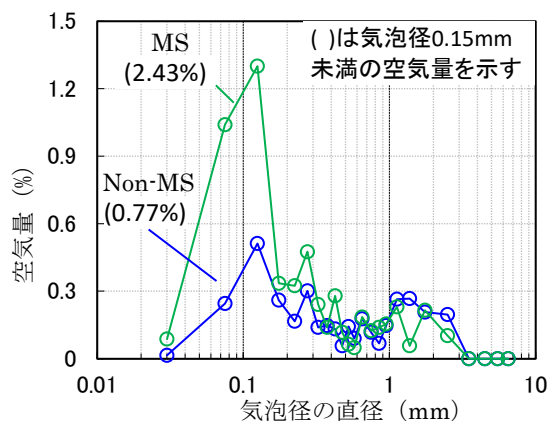


図-3 気泡径分布

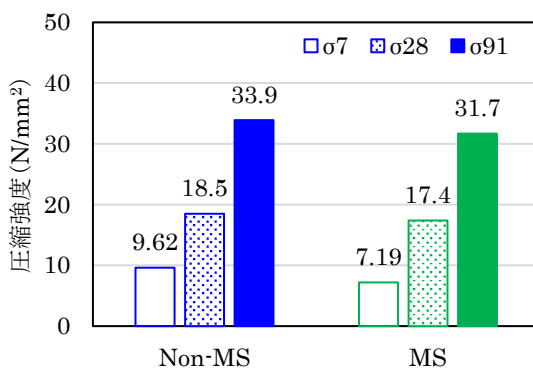


図-4 圧縮強度