

第Ⅴ部門 護岸用中流動コンクリートの耐凍害性に及ぼす膨張材と収縮低減剤の影響

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○于 俊楠

関西大学大学院理工学研究科 学生員 野村 晃平

関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章

1. はじめに

近年、越波被害の対策のためにフレア型護岸の整備が進んでいる。フレア型護岸は鋼・コンクリート合成構造物であり、高い越波抑制能力を有している。現在はスランプ 12cm の普通コンクリート(以下、NC-12)で施工されているが、特異な円弧形状であるため、コンクリートの振動締固めを頻繁に行う必要があり、施工労力が大きく、施工効率に課題がある。この課題を解決するため、施工効率とコストを考慮した増粘剤一液型高性能 AE 減水剤(以下、SP-USV)を使用した、中流動コンクリート(以下、SSC-USV)の使用が期待されている。

フレア型護岸は西日本を中心に施工されており、今後は東日本にも整備が進むと考えられる。東日本での寒冷地では凍害が問題になる場合がある。混合セメントや混和材料を用いたコンクリートの耐凍害性に関する研究は多くなされており、例えば、SP-USV を用いた高流動コンクリートは耐凍害性が向上するという報告¹⁾がある一方で、膨張材(以下、HE)を混和したコンクリートは耐凍害性が低下するという報告²⁾もある。

フレア型護岸は収縮ひび割れの対策として HE が使用されているが、HE を使用したコンクリートは寒冷地において耐久性に懸念がある。そこで HE は使用せず、耐凍害性を向上させる効果のある収縮低減剤(以下、SRA)を用いることにした。SRA を用いた SSC-USV の既往の研究はないため、本研究では SRA を用いた SSC-USV の耐凍害性を明確にするとともに、従来のコンクリートと比較し、寒冷地で SRA を用いた SSC-USV がフレア型護岸に適用できるかを評価した。

2. 使用材料および計画配合

実際に使用した材料およびその特性値を表-1 に、計画配合を表-2 に示す。NC-12 の配合は、実施工で使われている配合を基に、目標スランプを 12±1cm、

目標空気量を 4.5±1.5%、W/C(W/B) を 45%とした。

SSC-USV は目標スランプフローを 525±25mm、目標空気量を 4.5±1.5%、W/C(W/B)は 45%と決定した。HE はセメント重量に対して内割で使用しており、本研究では SRA の効果を確認するため HE は使用せず、SRA はコンクリート作製後で添加し、標準使用量 2kg を使用した。

表-1 使用材料および特性値

材料	種類	記号	特性値
水	上水道	W	密度 1.00(g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	OPC	密度 3.15(g/cm ³), 比表面積 3350cm ² /g
	高炉セメントB種	BB	密度 3.04(g/cm ³), 比表面積 3950cm ² /g
細骨材	川砂	S	表乾密度 2.58(g/cm ³), 吸水率 1.10(%)
粗骨材	砕石	G	表乾密度 2.68(g/cm ³), 吸水率 0.75(%)
温和材	膨張材	HE	石灰系
温和剤	収縮低減剤	SRA	炭化水素系化合物とグリコールエーテル系誘導体
	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物
	増粘剤一液型高性能AE減水剤	SP-USV	ポリカルボン酸エーテル系化合物
	消泡剤	AE-1	ポリアルキシレングリコール誘導体

表-2 計画配合

	W/C (%)	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)									
			W	OPC	BB	HE	S	G	(g/m ³)			AE-1 (%)
									SRA	SP	SP-USV	
NC-12 OPC	45		160	336	20	795	1005	—	1956	—	—	
SSC-USV OPC			358	—		868	881		9256			
SSC-USV OPC (SRA)			170	378	—	2000	7556					
NC-12 BB	45		160	336	20	769	1022	—	1778	—	0.001	
SSC-USV BB			358	—		857	881		4156	0.001		
SSC-USV BB (SRA)			170	378	—	2000	3778	0.002				

3. 実験概要

本研究ではJIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」に準拠して凍結融解試験を行った。材齢28日まで水中養生を行い、30サイクル毎に供試体の質量とたわみ振動の一次共鳴振動数から相対動弾性係数を算し、耐久性指数も算出した。試験終了は、300サイクル完了か相対動弾性係数60%未満とした。

Junnan YU, Kohei NOMURA and Hiroaki TSURUTA

tsurutah@kansai-u.ac.jp

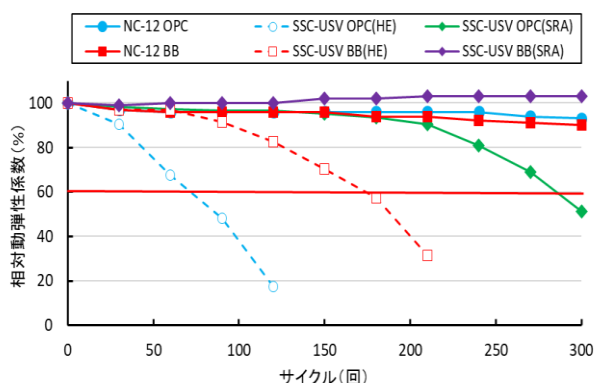


図-1 凍結融解試験結果

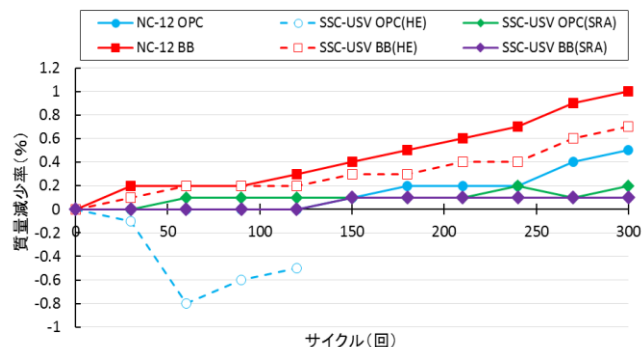


図-2 供試体の質量減少率

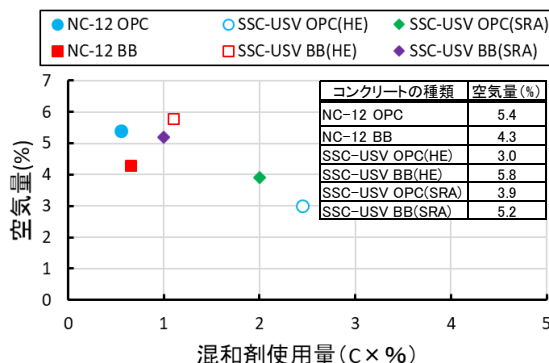


図-3 混和剤使用量と空気量の関係

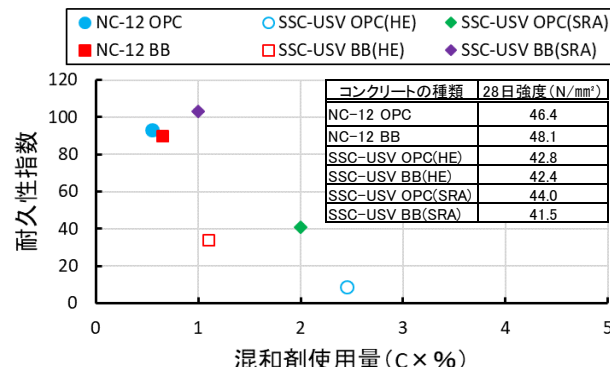


図-4 混和剤使用量と耐久性指数の関係

4. 実験結果および考察

凍結融解試験結果を図-1 に、供試体の質量減少率を図-2 に、混和剤の使用量と空気量の関係を図-3 に、混和剤の使用量と耐久性指数の関係を図-4 に示す。図-1 を見ると、SRA を使用した SSC-USV BB が、300 サイクル後の相対動弾性係数が最も大きく、耐凍害性に優れていることが分かった。一方、HE を用いた SSC-USV は、著しく耐凍害性が低いことが分かった。図-2 より、SRA を使用した SSC-USV は HE を使用した SSC-USV と比べて、質量減少率が小さくなる傾向が見られる。図-3 では混和剤使用量が増えるにつれて空気量が低下する傾向は見られる。図-4 について、NC-12 と SSC-USV の混和剤の種類は異なるが、使用量が増加するにつれて、耐久性指数は低下していくことが分かる。また、耐久性指数と強度の相関関係は見られなかった。

次に、BB を用いた SSC-USV(HE)の耐久性指数は図-3、図-4 より BB を用いた SSC-USV(SRA)と比較すると、混和剤の使用量や空気量がほぼ同等であるが、耐久性指数は約67%低下している。この理由は混和剤の影響よりも、HE の影響の方が大きいため、耐凍害性

が低下した³⁾と考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

SRA を用いた SSC-USV は、HE を用いた SSC-USV より耐凍害性に優れており、BB においては特に高い凍結融解抵抗性を示した。したがって、寒冷地域において SRA を用いた SSC-USV はフレア型護岸に適用することができると言える。

参考文献

- 1) 馬場勇介, 菅俣 匠, 松倉隼人, 矢口 稔: 新規な増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を使用した低粘性高流動コンクリートの基本特性, 土木学会第 66 回年次学術講演会概要集, pp.1143-1144, 2011
- 2) 竹下永造, 長塩靖祐: 膨張材を混和したコンクリートの凍結融解抵抗性評価に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.817-822, 2015
- 3) 三宅 将, 中村泰誠: 膨張コンクリートの膨張が及ぼす組織構造の変化と凍結融解抵抗性, 寒地土木研究所, コ-9, p.8, 2006