

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○藤井 勇希
関西大学大学院理工学研究科 学生員 村上 真
関西大学環境都市工学部 正会員 上田 尚史

関西大学環境都市工学部 竹内 勝俊
関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章
(株)神戸製鋼所鉄構・砂防部 正会員 安藤 圭

1. はじめに

海岸線領域や風の強い湖岸地域において、台風の高波などで越波被害が起こっている。その対策として、フレア型護岸の施工が検討されている。この護岸構造物は前面の円弧形状により波を海側へ返すことで、越波被害を阻止することができる。現在、スランプ 15cm の普通コンクリート(以下、NC-15)で施工されているが、円弧形状のためコンクリートが充填されにくく、頻繁に締固めを行う必要があり、充填性と流動性に優れたコンクリートの適用が期待されている。

既往の研究¹⁾において、増粘剤系中流動コンクリートを使用した¹⁾が、温度依存性が高く、充填不良等の問題が発生した。それに対して、増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を使用した中流動コンクリート (以下、SSC-USV) を使用することで流動性や温度依存性に優れ、フレア型護岸に適用できる可能性が高いことが確認された。

本研究では、フレア型護岸の性能に関わる、耐塩害特性、耐摩耗特性に着目し、SSC-USV と NC-15 の各品質を比較、評価し、フレア型護岸への SSC-USV の適用性を明確にすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

コンクリートの配合を表-1 に、実際に使用した材料と物性値を表-2 に示す。NC-15 の配合は実施工で使用されている配合を基に決定した。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%とし、W/C は材料分離を抑えるため 45%とした。

表-1 配合

種類	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)							
		W	BB	HE	S	G	混和剤 (g/m ³)		
							SP	AE	SP-SDC
NC-15	48	164	322	20	876	913	1879	3420	-
SSC-USV	45	170	358		854	884	-	-	3589

表-2 使用材料と物性値

材料	種類	物性	記号
水	上水道水	密度1.00(g/cm ³)	W
セメント	高炉セメントB種	密度3.04(g/cm ³)	BB
細骨材	川砂	表乾密度2.58(g/cm ³) 吸水率1.45(%)、F.M. 3.00	S
粗骨材	碎石	表乾密度2.69(g/cm ³) 吸水率0.77(%)、F.M. 6.86	G
混和材	膨張材	石灰系 密度3.16(g/cm ³)	HE
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系 密度1.07(g/cm ³)	SP
	増粘剤一液型 高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系 密度1.07(g/cm ³)	SP-SDC
	空気量調整剤	ポリアルキレングリコール誘導体	AE

2.2 試験項目

(1) 圧縮強度試験

JIS A 1108 に基づいて行い、養生方法は 20℃水中養生で、試験材齢は 7、28 日とした。

(2) 塩化物イオン浸透抵抗性試験

コンクリート供試体の作製及び浸せきは、JSCE-G 572-2010 に従いφ100×200mm の円柱供試体を一配合につき 3 本作製し、濃度 10%の NaCl 水溶液中で浸せき 5 日、乾燥 2 日を 1 サイクルとし、乾湿繰返しで 3 ヶ月間浸せきを行った。浸せき終了後、1 層当たり浸せき面からの深さ方向に約 1cm 間隔で 5 層分切断し、各層の塩化物イオン量を測定した。

(3) 流体エロージョン試験

ASTM C1138 「Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete (Underwater Method)」に従い、供試体はφ300×100mm の円盤供試体で、打設時の底面を試験面とした。1 種類につき 3 体作製し、材齢 28 日まで水中養生を行った。1 体につき 12 時間の試験を 6 回、計 72 時間の試験を SSC-USV、NC-15 に対して行い、平均摩耗深さ(mm)を算出した。なお、試験期間中の供試体は、試験時以外、湿潤状態を保つために水中養生を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を図-1に示す。図中の点線は、目標とした港湾基準強度である 30N/mm^2 を示しており、NC-15、SSC-USV 共に満足する結果となった。また、SSC-USV の強度は、NC-15 とほぼ同等であった。

(2) 塩化物イオン浸透抵抗性試験

SSC-USV、NC-15 の塩化物イオン浸透抵抗性試験の結果を図-2に示す。図-2より、SSC-USV は NC-15 と同等の塩化物イオン浸透抵抗性を有していることが分かる。本試験では、塩化物イオンの浸透深さが小さかったため、SSC-USV、NC-15 それぞれの拡散係数は得られなかった。さらに長期間浸せきを行ったもので試験を行い、塩化物イオンの拡散係数を明らかにする必要がある。

(3) 流体エロージョン試験

流体エロージョン試験の結果を図-3に示す。図-3より、最終的な SSC-USV の平均摩耗深さは NC-15 と比べて約 12%小さくなっており、SSC-USV は NC-15 よりもすりへり抵抗性がやや高いと言える。流体エロージョン試験でのすりへり現象は、まずモルタル部分から削られ、その後に粗骨材が削られるというものである。それ故にすりへり抵抗性にはモルタルの量や特性が大きく関係していると考えられる。このことは既往の研究で検証されている²⁾。しかし、今回の試験では単位コンクリート体積当りのモルタル体積の割合が SSC-USV は 63%、NC-15 は 62%と非常に近い値となっているため、摩耗深さに差が出た要因はモルタル量以外にあると考えられる。衝撃摩耗では圧縮強度と摩耗深さの関係が明確にされており、磨耗深さに差が出た別の要因として圧縮強度に着目した。流体エロージョン試験においても SSC-USV と NC-15 のコンクリートの圧縮強度は同等ではあるが約 5N/mm^2 の差があるため、この圧縮強度の違いが磨耗深さに影響したと考えられる。

4. まとめ

圧縮強度試験では NC-15、SSC-USV 共に港湾基準強度を満たしていることが確認された。塩化物イオン浸透抵抗性試験では、塩水浸漬期間が十分でないが、SSC-USV は NC-15 と同等の結果が得られ、流体エロージョン試験では SSC-USV の方が NC-15 に比べ、すりへ

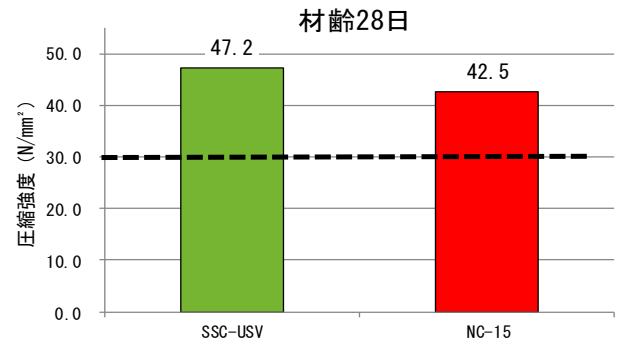


図-1 圧縮強度試験結果

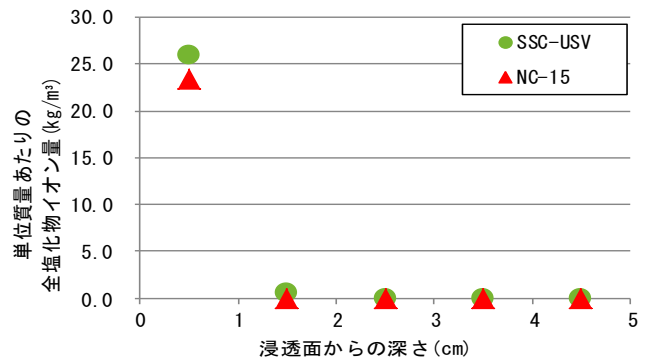


図-2 塩化物イオン浸透抵抗性試験結果

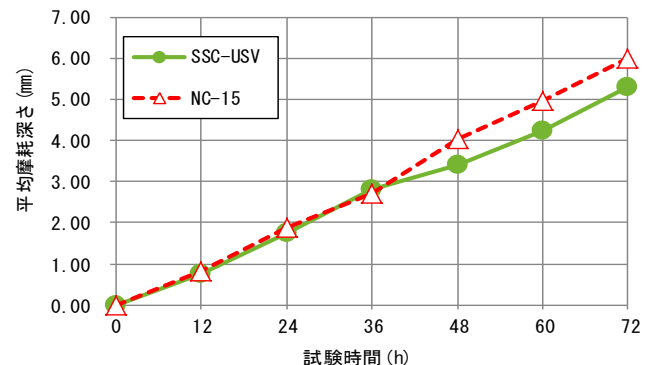


図-3 流体エロージョン試験結果

りに対する抵抗性がやや優れていることが確認された。

SSC-USV の強度、海洋環境下での適用性は、実施工で用いられている NC-15 と同等であり、充填性や温度依存性において優れた効果が期待できるため、フレア型護岸への適用については SSC-USV の方が利点を有する可能性があると考えられる。

参考文献

- 1) 鶴田浩章、松嶋秀記：防波護岸への中流動コンクリートの適用に関する検討、第39回セメント・コンクリート研究討論会、pp.61-64、2012
- 2) 高野智弘、寺田知美、山中誠：水中環境下のコンクリートならびにモルタルの耐摩耗性について、コンクリート工学年次論文集、Vol.31、No1、pp.709-714、2009