

フライアッシュを用いた中流動コンクリートの耐塩害特性と耐摩耗特性

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○野村 晃平 平井 孝明
 関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章 上田 尚史

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出ている。従来の直立護岸では被害を抑制できていないのが現状であり、被害の改善のために考案されたのがフレア型護岸である。フレア型護岸は前面の円弧形状により越波阻止性能に優れている。

現在、沖縄県ではスランプ 12cm の普通コンクリート(以下、NC-12)で打設されているが、円弧形状のためコンクリートが充填しにくく、施工効率に課題がある。そこで充填性、流動性に優れ、高流動コンクリートよりもコストを抑えられる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)の使用が期待されている¹⁾。また、フレア型護岸は海岸線領域で供用されるため、塩害と波の作用による浸食を受ける環境下であると考えられる。フレア型護岸を施工する際、塩害対策として高炉セメント B 種(以下、BB)を使用するが、沖縄では BB の工場が無い場合、それに代替できる材料としてフライアッシュ(以下、FA)に着目した。しかし FA を使用した SSC-USV の耐塩害特性や耐摩耗特性を検討した知見はまだ少ないのが現状である。

本研究では SSC-USV における塩害と波によるすりへりに着目して、FA を用いた SSC-USV の耐塩害特性や耐摩耗特性を NC-12 と比較し、フレア型護岸に適用できるのかを検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実際に使用した材料と物性値を表-1 に、配合を表-2 に示す。NC-12 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 使用材料の物性および記号

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	普通ポルトランドセメント	密度3.15(g/cm ³)	OPC
	高炉セメントB種	密度3.04(g/cm ³)	BB
混和材	フライアッシュII種(舞鶴産)	密度2.33(g/cm ³)	FA
膨張材		表乾密度3.16(g/cm ³)、石灰系	HE
細骨材	川砂	表乾密度2.58(g/cm ³)、吸水率1.20(%)	S
粗骨材	砕石	表乾密度2.68(g/cm ³)、吸水率1.25(%)	G
混和剤	高性能AE減水剤	密度1.07(g/cm ³)、ポリカルボン酸エーテル系化合物	SP
	増粘剤一液型高性能AE減水剤	密度1.07(g/cm ³)、ポリカルボン酸エーテル系化合物	SP-USV
	消泡剤	密度1.04(g/cm ³)、ポリアルキレングリコール誘導体	AE-1

表-2 配合

配合	G. max (mm)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)										AE-1 (%)
			W	OPC	BB	FA	HE	S	G	(g/m ³)		C × %	
										SP	SP-USV		
NC-12 OPC	20	45	160	356	-	-		774	1024	3733		-	
NC-12 BB				-	356	-		757	1013	1956	-	0.001	
NC-12 FA=20%				285	-	71		762	1019	2133		-	
NC-12 FA=30%				249	-	107		757	1013	2133		-	
SSC-USV OPC			378	-	-	20	839	915		7744	0.001		
SSC-USV BB			-	378	-		866	871		4911	0.001		
SSC-USV FA=20%			302	-	76		817	861	-	3967	-		
SSC-USV FA=30%			264	-	113		806	915		3967	0.001		

2.2 実験方法

(1) 塩化物イオンに対する抵抗性試験

電位差滴定法によるコンクリートの塩化物イオン浸透抵抗性試験および供試体作製は JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」、JSCE-G572-2010「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法」に準拠して行った。φ100×150mm の円柱供試体を 1 種類につき 4 体作製し、4 体中の 3 体を浸せき試験用、残りの 1 体を初期に含まれる塩化物イオン調査用とした。供試体は浸せき面以外を樹脂で覆い、20±2℃、濃度 10% の塩化ナトリウム水溶液に 3, 6, 9, 12 ヶ月間浸せきした。浸せき終了後、1 層当たり浸せき面から深さ方向に約 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。試験は SSC-USV, NC-12 に対して行った。

(2) 波の作用に対する抵抗性試験

流体エロージョン試験は、ASTM C1138「Standard

キーワード：護岸、中流動コンクリート、フライアッシュ、塩害、すりへり

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学 鶴田浩章 TEL (06)6368-0899

「Test Method for Abrasion Resistance of Concrete」に準拠して行った。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時間の試験を行い、平均摩耗深さを算出した。なお、試験期間中の供試体は湿潤状態を保つために試験時以外の間、20℃の水で水中養生を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 塩化物イオンに対する抵抗性試験結果

電位差滴定試験の結果を図-1に示す。浸漬期間6ヶ月を示したものであり、セメントの種類別で見ていくと塩化物イオン浸透抵抗性はBB>FA30%>FA20%>OPCの順に高いことが分かる。これはコンクリートの緻密さが考えられる。またSSC-USVとNC-12で見ていくと塩化物イオン浸透抵抗性はOPCを除いてほぼ同じだと考えられる。OPCに関しては圧縮強度やモルタル体積率が抵抗性に関係していると考えられる。これらからSSC-USVとNC-12の両者において耐塩害特性はほぼ同等だと分かった。

3.2 波の作用に対する抵抗性試験結果

流体エロージョン試験結果を図-2に、コンクリートの圧縮強度と平均摩耗深さの関係を図-3に示す。図-2よりそれぞれのセメントで見ていくと、BB>FA30%>FA20%>OPCの順に平均摩耗深さが大きくなっていることが分かる。図-3よりコンクリートの圧縮強度が高ければ平均摩耗深さが小さくなっていることが分かるが、供試体のモルタル体積率と平均摩耗深さの明確な関係性は確認できなかった。このことから平均摩耗深さは圧縮強度に関係していることが分かり、SSC-USVとNC-12の耐摩耗特性はほぼ同等だと考えられる。

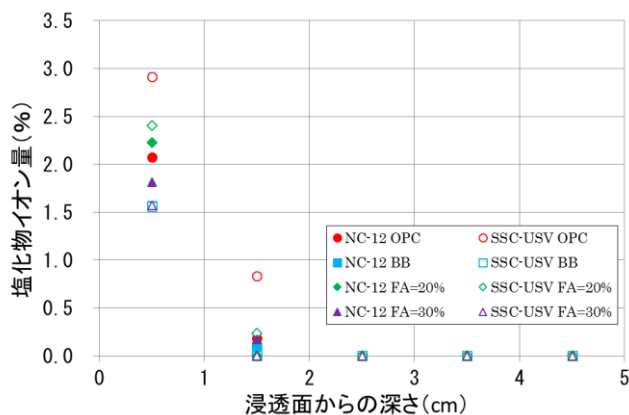


図-1 電位差滴定試験結果(浸漬期間6ヵ月)

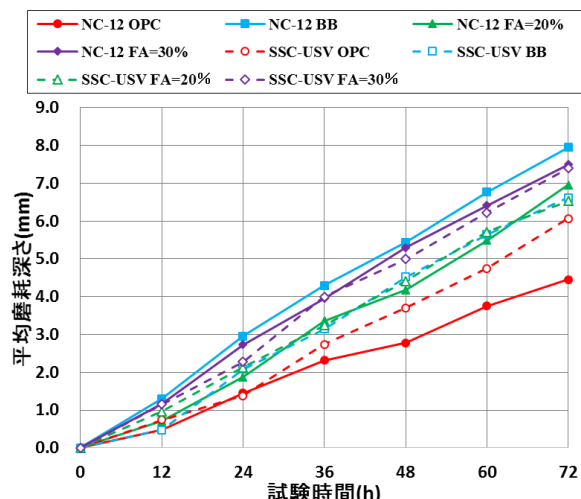


図-2 流体エロージョン試験結果

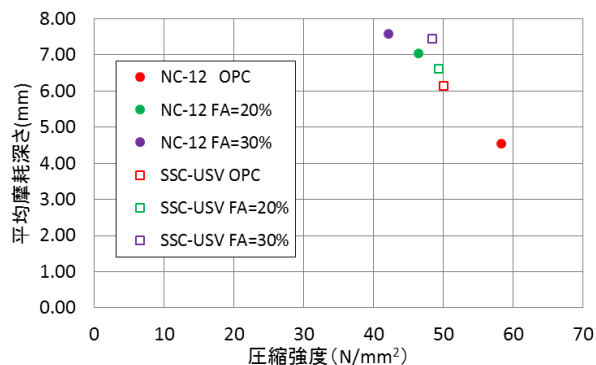


図-3 圧縮強度と平均摩耗深さの関係

4 まとめ

電位差滴定法では、FA=30%を使用したSSC-USVはBBを使用したNC-12とほぼ同等の塩化物イオン浸透抵抗性を有しているのが分かった。これはフライアッシュのポゾラン反応によってコンクリートが緻密になったと考えられ、SSC-USVとNC-12における耐塩害特性はほぼ同等だと考えられる。流体エロージョン試験では、コンクリートの圧縮強度が平均摩耗深さに関係していることが分かった。圧縮強度においてSSC-USV、NC-12がほぼ同等の圧縮強度を有していることから、SSC-USVとNC-12における耐摩耗深さはほぼ同等だと考えられる。

以上より、FAを用いたSSC-USVはNC-12より施工性に優れ、耐塩害特性と耐摩耗特性はNC-12と同等だと考えられるので、フレア型護岸の適用が可能だと期待できる。

参考文献

- 1) 村上真, 岩本永斗, 鶴田浩章: フレア型護岸に適用する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, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), V-555, 2013.9