

第Ⅴ部門 フライアッシュを用いた護岸用中流動コンクリートの基礎的性質

関西大学環境都市工学部 学生員 ○野村 晃平
 関西大学大学院理工学研究科 学生員 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、台風などによる越波被害が発生している。その対策としてフレア型護岸の施工が検討されている。フレア型護岸とは鋼・コンクリート合成構造で前面が円弧形状をしており、その形状により従来の直立護岸および消波ブロックと比べて越波を抑制する能力の高い護岸である。現在、塩害の発生しやすい地域においてはスランプ12cmの普通コンクリート（以下、NC-12）を用いて施工されている。しかし、円弧形状をしていることにより、施工に労力と時間が必要であるというのが現状であり、充填性に優れた中流動コンクリートを用いることによって施工の効率が上がることが期待されている。

既往の研究¹⁾において、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（semi-self compacting concrete with unifying SP and viscosity agent、以下 SSC-USV）を使用することで、流動性や温度依存性に優れたフレア型護岸に適用できるコンクリートを得ることができることが確認された。

フレア型護岸を施工する際に、塩害対策として高炉セメントを用いるが、沖縄では高炉セメントが使用できないため、本研究では、その代替としてフライアッシュを用いたコンクリートの基礎的性質を確認し、中流動コンクリートがフレア型護岸に適用できるかを評価した。

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特性値を表-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 の目標スランプフローを $525 \pm 25 \text{ mm}$ 、目標空気量を $4.5 \pm 1.5\%$ とし、W/C は材料分離を抑えるため 45% とした。

表-1 使用材料と特性値

材料	種類	物性	記号
水	上水道水	密度 $1.00(\text{g}/\text{cm}^3)$	W
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 $3.15(\text{g}/\text{cm}^3)$	OPC
	高炉セメントB種	密度 $3.04(\text{g}/\text{cm}^3)$	BB
混和材	フライアッシュII種(賛興産)	密度 $2.33(\text{g}/\text{cm}^3)$	FA
	膨張材	表乾密度 $3.16(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、石灰系	HE
細骨材	川砂	表乾密度 $2.58(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、吸水率 $1.20(\%)$	S
粗骨材	砕石	表乾密度 $2.68(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、吸水率 $1.25(\%)$	G
混和剤	高性能AE減水剤	密度 $1.07(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、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 $1.07(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、ポリカルボン酸エーテル系化合物	SP-SDC
	消泡剤	密度 $1.04(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、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)									
			W	OPC	BB	FA	HE	S	G	SP	SP-SDC	AE-1 (%)
			(g/m ³)									
NC-12 OPC	20	45	160	356	-	-	20	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			170	378	-	-		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) 長さ変化試験

乾燥収縮試験を JIS A 1129-3 に準拠して行った。実際の施工でひび割れ防止策として、膨張材を用いていることから、膨張材を使用し打設した。打設時にダイヤルゲージ法専用の型枠にゲージプラグを差し込み、練り上がったフレッシュコンクリートを2層に分け打ち込んだ。打設の翌日に脱型し、材齢7日まで水中養生した後、ダイヤルゲージを使用し乾燥収縮ひずみの測定を開始した。

(2) 促進中性化試験

促進中性化試験を JIS A1153 に準拠して行った。材齢4週目まで湿潤養生、材齢8週目まで気中で静置した。材齢7~8週の間に、供試体の2面以外をアルミニウム泊テープでシールし、中性化促進装置に入れ、測定日にフェノールフタレイン溶液を噴霧し、中性化深さを測定した。

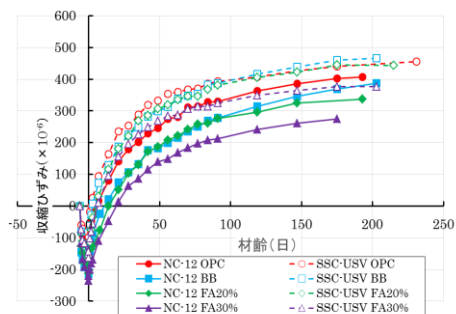


図-1 長さ変化試験結果（水中養生を含む）

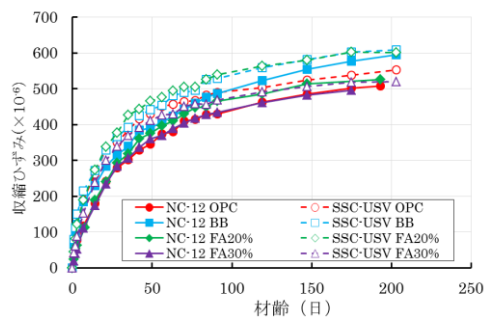


図-2 長さ変化試験結果（気中養生のみ）

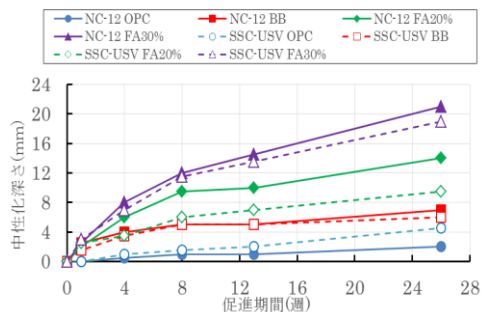


図-3 中性化試験結果

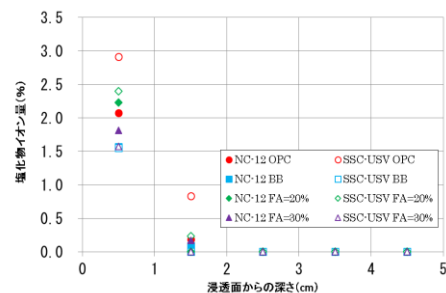


図-4 電位差滴定試験結果（浸漬期間 6 ヶ月）

(3) 塩分浸透抵抗性に関する試験

塩分浸透抵抗性に関する試験は電位差滴定試験を JIS A 1154 に準拠して行った。圧縮強度用供試体を 28 日水中養生後、浸透面 1 面以外をエポキシ樹脂で被覆し、乾燥期間を 12 時間程度、水に接触させない期間を 4 日間とした。乾燥後、10%の塩化ナトリウム溶液に浸せきした。

3. 実験結果及び考察

3.1 長さ変化試験の結果

長さ変化試験結果を図-1、図-2 に示す。図-1 より図-2 と比較して水中養生を含む場合に膨張材の効果が発揮されていることが分かる。さらに FA=30%を用いたコンクリートは収縮ひずみが小さくなることが分かった。

3.2 促進中性化試験の結果

促進中性化試験の結果を図-3に示す。セメントの種類によってどれだけの進行速度が違うのか比較したところFA=30% > FA=20% > BB > OPCの順に中性化が起りやすいことがわかった。

3.3 塩分浸透抵抗性に関する試験結果

電位差滴定試験の結果は図-4に示す。BB や FA を使用した供試体は OPC より浸透抵抗性が高い傾向にあるという結果が得られた。浸漬期間 6 ヶ月において SSC-USV の方が NC-12 より浸透深さが大きかった。これは SSC-USV の圧縮強度が NC-12 より低いことや

コンクリートの緻密さが関係しており、浸透深さに差が出たと考えられる。

4. まとめ

長さ変化試験においては、HE は水中養生中に膨張しており、効果を確認することができた。また FA=30%を用いた供試体は他の材料と比べて収縮ひずみが小さくなる傾向が分かった。促進中性化試験の結果は FA=30%を用いた場合、OPC を用いた場合より中性化速度が速く、中性化に注意する必要がある。電位差滴定試験は浸漬期間 6 ヶ月で BB や FA を用いたコンクリートの塩分浸透抵抗性が高く FA=30%の性能は BB とほぼ同等以上の浸透抵抗性があることが分かった。

以上より沖縄でフレア型護岸を施工する際、充填性や海洋環境下での適用性を考慮しても BB の代替として FA を使用することができると期待でき、フレア型護岸への適用について SSC-USV の方が利点を有すると考えられる。

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 回年次学術講演会公演概要集（CD-ROM）、V-555、2013.9