

関西大学環境都市工学部 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
(株)神戸製鋼所鉄構・砂防部 正会員 安藤 圭

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

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おり、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 15 cm 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せにくく、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おり、著者らはその検討を進めている。

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)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コンクリートを得ることができることが確認された¹⁾。しかし、フレア型護岸は製品として扱われるため、乾燥収縮ひび割れ対策や製品としての表面性状が必須である。既往の研究では、乾燥収縮ひび割れ対策には膨張材(以下、HE)、塗布型収縮低減剤(以下、CS)が使用されたが、CS の効果は確認されなかった。表面性状評価は透水シートを使用し表面性状の改善を行ったが、定量的な評価に至っていない。

本研究では、中流動コンクリートの乾燥収縮ひび割れ対策において CS の効果を再確認する。鋼コンクリート合成構造物への適用性を明確にするためにひずみゲージを用い拘束を有する状態での長さ変化試験を行い、表面性状評価の手法を確立すると共に、定量的な評価を行うことを目指した。

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-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 500±50 mm、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。

2.2 実験方法

表-1 使用材料の物性及び記号

材料	種類	物性	記号
水	上水道水	密度1.00(g/ml)	W
セメント	高炉セメントB種	密度3.04(g/ml)	BB
	普通ポルトランドセメント	密度3.15(g/ml)	OPC
細骨材	川砂 (淀川産)	表乾密度2.58(g/ml) 吸水率1.45(%)、F.M. 3.00	S
粗骨材	碎石 (茨木市産)	表乾密度2.69(g/ml) 吸水率0.77(%)、F.M. 6.86	G
混和材	膨張材	石灰系 密度3.16(g/ml)	HE
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系 密度1.07(g/ml)	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/ml)	SP-SDC
	空気量調整剤	ポリアルキレングリコール誘導体 密度1.04(g/ml)	AE-1

表-2 配合

配合	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)							
		W	BB	OPC	HE	S	G	混和剤 (g/m ³)	
NC-15 HE (BB)	48	164	322	—	20	876	913	1879	3420
NC-15 HE (OPC)			—	322		880	915	2221	—
SSC-USV HE	45	170	358	—		854	884	—	3589
SSC-USV HE			—	358		877	871	—	3778

(1) 長さ変化試験

乾燥収縮試験 (JIS A 1129-3)を行った。供試体を一種につき 3 本作製し、打設後 6 日間は水中養生を行ない、材齢 7 日目で室温 20℃、湿度 65%の恒温恒湿室に静置して測定を開始した。今回は乾燥収縮ひび割れ対策に HE と CS を使用し、CS の効果を確認するために高炉セメント B 種(以下、BB)と普通ポルトランドセメント (以下、OPC)を使用した。

(2) 拘束有の長さ変化試験

フレア型護岸を想定して鋼板にスタッドを溶接して底面に配置した 100×100×400mm の供試体を作製し、ひずみゲージを用い長さ変化を測定した。供試体は一種につき 3 本作製した。乾燥は打設面の 1 面とし、室温 20℃、湿度 65%の恒温恒湿室に静置して測定を行った。ひずみゲージはコンクリートの打設面と鋼板(以下、ST)に貼付した。比較した試験体の種類は CS、湿潤養生 CS 有無、散水養生 CS 有無である。湿潤養生は湿らしたタオルを供試体に被せ、散水養生は 30 cc の水を供試体に散水した。

(3) 表面性状評価

100×100×400mm の型枠の側面二面に剥離剤を塗布し、残り二面を無塗布とし表面性状の比較を行った。剥離剤は

A:油性(植物油)、B:油性(植物油、鉱物油)の2種を使用し、打設直前及び打設3日前に塗布した。供試体は一種につき3本作製した。水中養生後、供試体100×400mmの側面両面に80×80mmの領域を作成し、その領域内にある気泡をトレース紙に写し、方眼紙を用い気泡の総面積を求め単位面積で除して気泡面積率を求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 長さ変化試験

長さ変化試験結果を図-1、図-2に示す。図-1より、BBを使用したものは水中養生を含む場合にHEの効果が発揮されている。図-2より、CSはSSC-USVのOPCを使ったものは効果が表れたが、気中のみでBBを使ったものは効果を確認することができず、期待通りの結果を得ることができなかった。

3.2 拘束有の長さ変化試験

拘束有の長さ変化試験の結果を図-3に示す。湿潤養生したものはHEの効果が発揮されている。また、散水養生したものはCSの効果が徐々に発揮されていることが分かった。鋼板とのひずみの差をみると湿潤養生及び散水養生したものが最もひずみを低減することができ、湿潤養生及び散水養生を行うことでひずみを低減できることが確認された。また、SSC-USV及びNC-15共に同程度のひずみ量でありSSC-USVの適用に悪影響はないことが確認できた。

3.3 表面性状評価の結果

表面性状評価の結果を図-4に示す。SSC-USVは打設直前に剥離剤を塗布、NC-15は打設3日前に塗布すると気泡

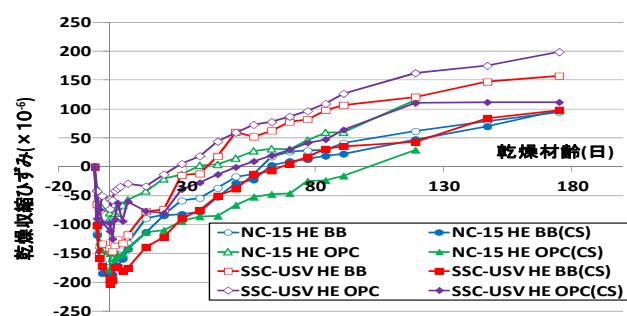


図-1 長さ変化試験結果(水中養生含む)

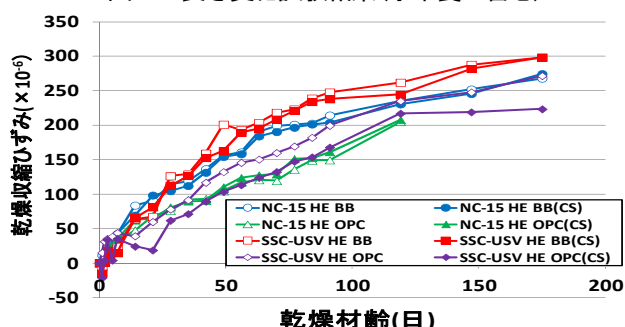


図-2 長さ変化試験結果(気中養生のみ)

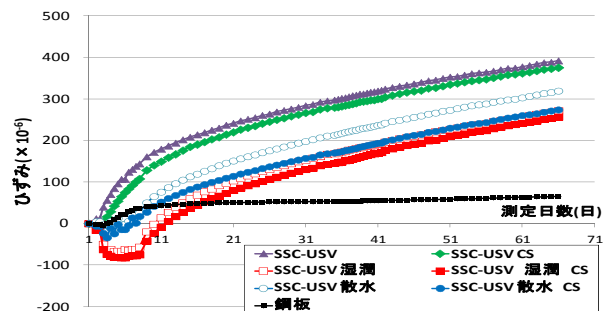


図-3 拘束有の長さ変化試験(SSC-USV)

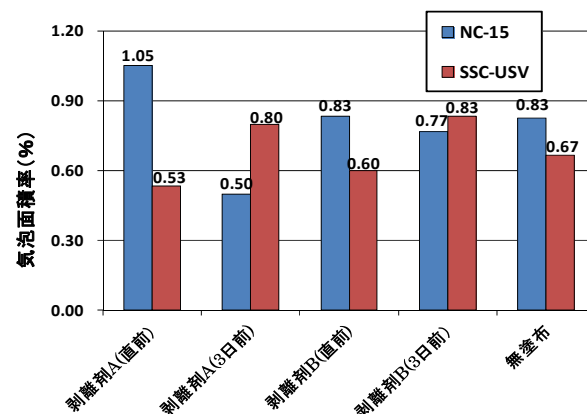


図-4 表面性状評価の結果

の発生を低減できるという結果になった。また、SSC-USVはNC-15に比べ流動性に優れているため気泡の発生が少なく、表面性状が良好ということが確認された。

4. まとめ

収縮ひび割れ対策では、HEは水中養生中に大幅に膨張しており、十分に効果を確認することができた。CSの効果に関しては、BBを使用したコンクリートでは効果が発揮されなかったが、NC-15及びSSC-USVの乾燥収縮ひずみはほぼ同等であるということが確認された。拘束有の長さ変化試験では湿潤養生を行なうことでHEの効果を確認することができ、気中養生中では湿潤養生及び散水養生したものが収縮ひずみを低減することができ、ひび割れ対策には効果的であるということが確認された。また、SSC-USV及びNC-15は、ほぼ同等のひずみ量を示した。表面性状評価は流動性に優れたSSC-USVを使用することで良好な表面仕上がりになるということが確認できた。

以上のことから、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) 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—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