

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 学生員 岩本 永斗
関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章

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、越波被害を削減することができる。しかし、この護岸は円弧形状で、充填しにくいため、充填性と流動性に優れたコンクリートが必要である。

現在は、スランブ 15cm の普通コンクリートを使用しているが、頻繁に締固めを行う必要がある。そこで、高流動コンクリートよりも安価な中流動コンクリートで施工することができれば、現場のニーズに合ったコンクリートを提供できると期待されている。

これまでに、増粘剤系の中流動コンクリート(Semi-Selfcompacting Concrete, 以下 SSC-V)と現在実施工で使われている普通コンクリート(Normal Concrete, 以下 NC-15)との諸性状を比較・評価し、フレア型護岸に適用可能かを検討した。しかし、SSC-V では温度依存性が非常に高く、コンクリート温度の低下と共に流動性が著しく失われ、施工性に問題が生じることが明らかとなった。そこで、本研究では温度依存性が低いとされる新規の増粘剤系一液型高性能 AE 減水剤を使用した中流動コンクリート(SSC-USV) でその問題が改善可能かを明らかとし、SSC-USV と SSC-V の諸性状を比較し、フレア型護岸に適用可能かどうか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

本研究では、最も扱いが容易である、増粘剤系 SSC、増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を使用した SSC を採用した。実験に使用した材料とその物性を表-1 に示す。

2.2 配合

示方配合を表-2 に示す。SSC-V の W/C は実施工で使われている NC-15 と同じ 48%としたが、SSC-USV においては材料分離抵抗性を高めるため W/C を 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	高炉セメントB種	密度3.04(g/cm ³)	BB
細骨材	川砂	密度2.57(g/cm ³) 吸水率1.80(%) F.M. 3.00	S
粗骨材	碎石	密度2.70(g/cm ³) 吸水率1.25(%) F.M. 6.86	G
混和材	膨張材	密度3.16(g/cm ³)石灰系	H
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系	SP
	増粘剤	水溶性セルロース系	SCA
	増粘剤一液型 高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系	SP-USV
	消泡剤		AE-1

表-2 示方配合

	単位量(kg/m ³)								
	W	BB	HE	S	G	(g/m ³)			
						SP	SCA	SP-SDC	AE-1
NC-15	164	322		876	913	1879	0		3.4
SSC-V	170	334	20	874	888	5313	150	0	0
SSC-USV		358		854		0	0	3589	11.3

また、乾燥収縮対策として膨張材を使用している。

2.3 実験方法

(1)フレッシュ性状試験：スランブ試験（JIS A 1101）、スランブフロー試験（JIS A 1150）、空気量試験（JIS A 1116）、ブリーディング試験（JIS A 1123）を行った。間隙通過性試験（JSCE-F 511-2007）と流下試験（JSCE-F 512-2007）においては、棒型パイプレータで振動を与え、材料分離せず高流動コンクリートと同等の性状が確認できれば、実施工に適用できると評価した。

(2)硬化性状試験：圧縮強度試験（JIS A 1108）、長さ変化試験（JIS A 1129-3）を行った。

なお、本研究では、乾燥収縮ひび割れ対策として膨張材(HE)と塗布型収縮低減剤(CS)を使用した。HE を使用するものとししないもの、CS を塗布するものとししないものの4種類を作製し、試験に応じて種類を選定し比較を行った。CS は水中養生を7日間行った後、乾燥面に塗布した。

3.実験結果および考察

3.1 各種試験結果

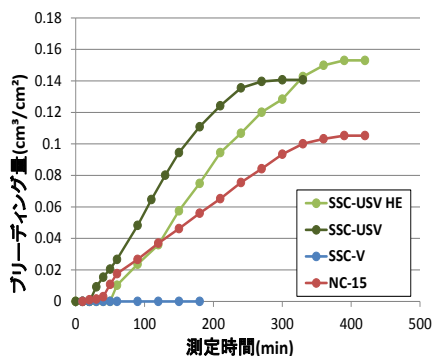


図-1 ブリーディング試験結果

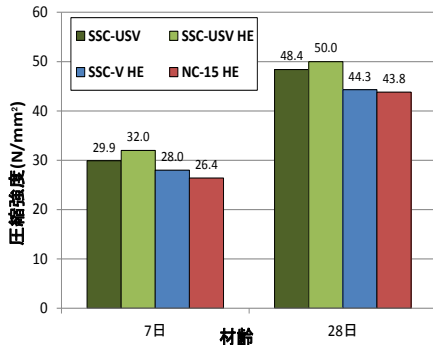


図-2 圧縮強度試験結果

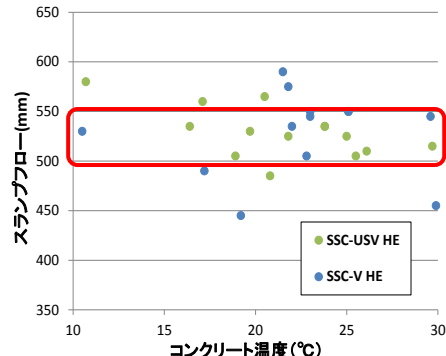


図-3 SSC の温度依存性

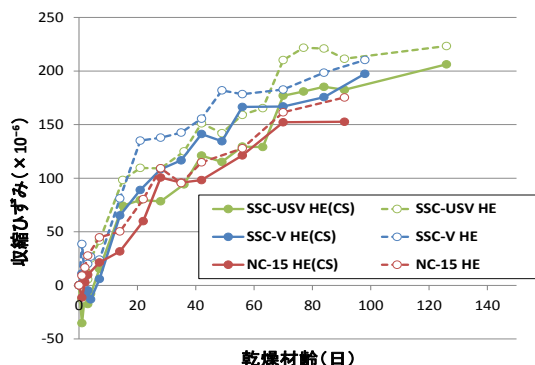


図-4 水中養生期間を含まない長さ変化試験結果

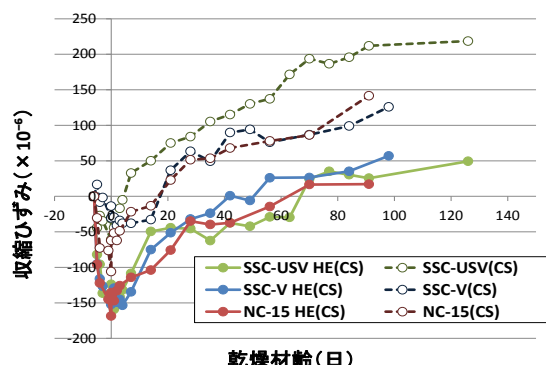


図-5 水中養生を含む長さ変化試験結果

ブリーディング試験結果を図-1に示す。図-1より、SSC-Vはブリーディング量が $0\text{cm}^3/\text{cm}^2$ であり表面仕上げ等に影響が出る可能性がある。SSC-USVのブリーディング量は $0.15\text{cm}^3/\text{cm}^2$ で、ブリーディング率では約3.5%であり施工性には特に問題ないことが分かる。

図-2に圧縮強度試験結果を示す。図-2より全て28日強度の段階で、今回基準として採用した港湾基準強度の $30\text{N}/\text{mm}^2$ を上回る結果となった。

温度依存性の評価については図-3に示す。SSC-USVはコンクリート温度が変動しても、ほぼスランプフローが $500\sim 550\text{mm}$ の間に収まっていることがわかる。しかし、SSC-Vは温度の変動とともにスランプフロー値も大きく変動している。 10°C 辺りで $500\sim 550\text{mm}$ の間に入っているが、スランプフロー試験が行い辛い状況となった。このことからSSC-Vに比べフローが比較的安定しているSSC-USVは施工が容易になると判断できる。

長さ変化試験結果を図-4、図-5に示す。測定は、水中養生の7日間を含み、材齢7日目から気中養生を行い、角柱端面のみの二面乾燥で試験を行った。

図-4よりCSの効果を確認することができる。図よりCSを塗布したことで収縮量が抑えられていることが分かる。しかし、抑制量があまり大きくないのは高炉セメ

ントB種を使用しているため、高炉セメントの収縮効果がCSの収縮抑制効果を低減させたためと考えられる。¹⁾ また、図-5よりHEを使用した場合、水中養生中に大幅に膨張し、その後、収縮をしているが、HEの効果は十分得られていることが明らかとなった。

4. まとめ

NC-15, SSC-V, SSC-USVを比較した結果、SSC-USVはフレッシュ性状と硬化性状においてNC-15及びSSC-Vと同等もしくはそれらより優れていることが明らかとなった。SSC-Vの問題点である温度依存性についても、SSC-USVは温度依存性が低く温度に関係なく一定の流動性を得られることが明らかとなり、施工性を改善することができるかと判断できる。コスト面においても、NC-15が材料費約 $8000\text{円}/\text{m}^3$ であるのに対し、SSC-V及びSSC-USVは材料費約 $9000\text{円}/\text{m}^3$ であり、大幅なコストアップにはならないことを確認した。

参考文献

- 1) 久保証則：高炉セメントを用いたコンクリートの自己収縮に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.19，No.1，pp.763-768，1997