

海水・海砂を用いた自己充てんコンクリートの基本的性質

東洋建設 フェロー ○佐野 清史 早稲田大学 フェロー 清宮 理

五洋建設 フェロー 内藤 英晴 東亜建設工業 フェロー 守分 敦郎

港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹 BASF ポゾリス 正会員 馬場 勇介

1. はじめに

国内外での材料や建設労働者の調達確保が難しい緊急復旧工事や、輸送アクセスの悪い沿岸部や離島部でのインフラ整備を対象に、現地調達が可能な材料を用いた場合でも信頼性の高いコンクリート構造物を構築できる施工システムの確立を本研究は目指している。今回海水・海砂を用いたコンクリートに、海象条件や施工条件が厳しい環境での施工に対応するため、自己充てん性を付与させた。本稿では、この自己充てんコンクリートのスランプフロー、強度などの基本的性質について述べる。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料を表-1 に示す。混和剤には、自己充てん性付与のため、塩分を多量に含有した場合でも低粘性で高い流動性が発揮できる増粘剤一液型の高性能 AE 減水剤（新規混和剤）を用いた。配合は表-2 に示す 3 種で、このうち T・L は海水・海砂を用いない場合の比較用である。

3. フレッシュコンクリートの性質

スランプフローの経時変化を図-1 に示す。20℃環境では、海水・海砂の配合は 90 分、海水・陸砂の配合は 60 分まで 600mm を保持した。

表-1 使用材料一覧

使用材料	記号	物理的性質など
練混ぜ水	W1	海水 (sea water; 相模湾より採水), 密度:1.025g/cm ³ , pH:8.0, 固形分濃度:3.48%
	W2	水道水 (tap water)
セメント	C	高炉セメントB種, 密度:3.04g/cm ³
細骨材	S1	海砂 (sea sand; 東村新川沖産, 除塩前), 表乾密度:2.66g/cm ³ , 吸水率:2.00%, 粗粒率:2.37%, 塩化物イオン量:0.187%
	S2	陸砂 (land sand; 大井川水系), 表乾密度:2.60g/cm ³ , 吸水率:1.86%, 粗粒率:2.66%
粗骨材	G	硬質砂岩碎石 (青梅産), 表乾密度:2.66g/cm ³ , 吸水率:0.58%, 最大寸法:20mm
混和剤	Ad1	新規混和剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体)
	Ad2	流動性保持剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物)

表-2 コンクリートの配合

記号	目標スランプフロー(mm)	自己充てん性	W/C (%)	s/a (%)	単位粗骨材量(m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)						混和剤(C×%)		Cl ⁻ イオン量 (kg/m ³)
						W1	W2	C	S1	S2	G	Ad1	Ad2 ^{※2}	
S・S (海水・海砂)	600	※1 ランク2以上	45.0	48.4	0.330	185	-	411	825	-	878	1.75	1.00	4.90
S・L (海水・陸砂)				49.7		175	-	389	-	848	878	1.65	-	3.20
T・L (上水・陸砂)				49.7		-	175	389	-	848	878	1.45	-	0.05

※1:土木学会高流動コンクリート施工指針;障害R2を用いた間げき通過試験による充てん高さ300mm以上 ※2:環境温度35℃の場合のみ使用

35℃の高温環境では 30 分の保持性も得られなかったが、流動性保持剤を用いることで 90 分の保持性が確保できた。流動性をどの程度保持すべきかは適用構造物の施工条件によって異なるが、この結果から、当保持剤の活用で気温の高い環境で打込みができる可能性が得られた。

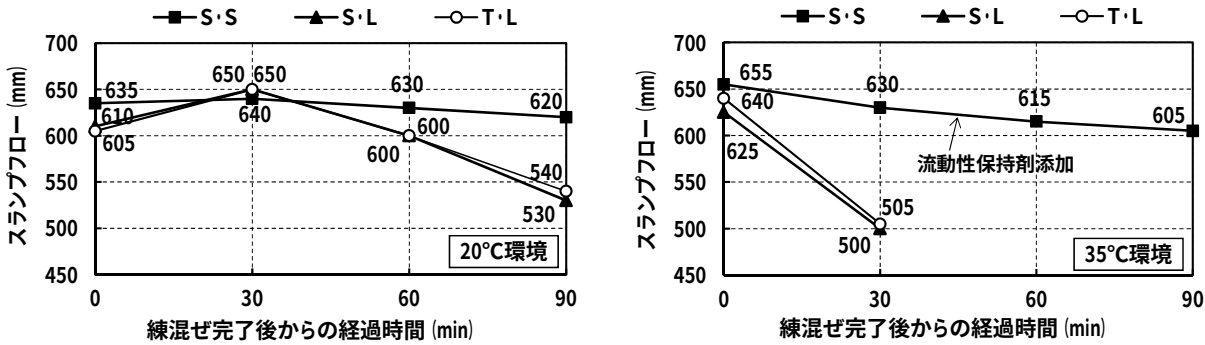


図-1 スランプフローの経時変化

キーワード 海水, 海砂, 自己充てん, フレッシュコンクリート, 硬化コンクリート

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 東洋建設(株) 美浦研究所 TEL 029-885-7511

また、20℃環境で練り混ぜた直後のスランプフロー試験で測定した500mmフロー到達時間(T500)、およびフロー停止時間(Tstop)を図-2に示す。ほぼ同一条件で調べた増粘剤系高流動コンクリートの測定値¹⁾を当図に示すが、当該コンクリートは流動速度が大きく、打込み時間の短縮に寄与できることがわかった。

自己充てん性は、図-3に示す間げき通過試験の結果から、20℃および35℃の何れの場合でも目標性能(充てん高さ300mm以上)を満足することが確認できた。

4. 硬化コンクリートの性質

圧縮強度の材齢に伴う発現性を図-4に示す。海水や海砂を使用した配合(S・S, S・L)は、20℃および35℃の何れの養生環境においても、91日材齢まで順調な強度発現を示すことが確認された。また、この2配合の20℃環境における1日材齢圧縮強度は10N/mm²程度と大きく、塩分を混入しない配合(T・L)に比べて3, 7日材齢の強度発現が大きい傾向を示した。このような特性は、コンクリート中に塩化ナトリウムが含有されることで硬化が促進されるとの既往知見²⁾とも合致する。

図-5は、7日および28日材齢の割裂引張強度を圧縮強度との関係で整理したものである。当図から、対象とした3配合のコンクリートでは、塩化物イオン含有の多少による相違はあまり認められず、既往の推定式^{3,4)}でほぼ推定できることがわかった。

5. まとめ

- (1) 海水や海砂を用い、増粘剤一液型の高性能 AE 減水剤を添加したコンクリートは、良好な流動性と自己充てん性を発揮する。
- (2) 当該コンクリートは既往の増粘剤系高流動コンクリートに比べて流動速度が速く、打込み時間の短縮などが期待できる。
- (3) 当該コンクリートは圧縮強度の良好な発現性を有し、かつ初期材齢の強度発現が大きい。
- (4) 当該コンクリートの割裂引張強度は、圧縮強度との関係において既往の推定式と概ね合致する。

参考文献

- 1) 馬場勇介, 菅俣匠, 松倉隼人, 矢口稔: 新規な増粘剤一液型高性能 AE 減水剤を使用した低粘性高流動コンクリートの基本特性, 土木学会年次学術講演会概要集, Vol.66, No.5, pp.1143-1144, 2011.9
- 2) 榑場重正, 川村満紀, 山田祐定, 高桑二郎: 練り混ぜ水に海水を使用したコンクリートの諸性質について, 材料, Vol.24, No.260, pp.425-431, 1975.5
- 3) 土木学会: 2007 年制定コンクリート標準示方書 [設計編], pp.34-36, pp.340-341, 2008.3.
- 4) 日本コンクリート工学会: マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008, pp.47-52, 2008.11

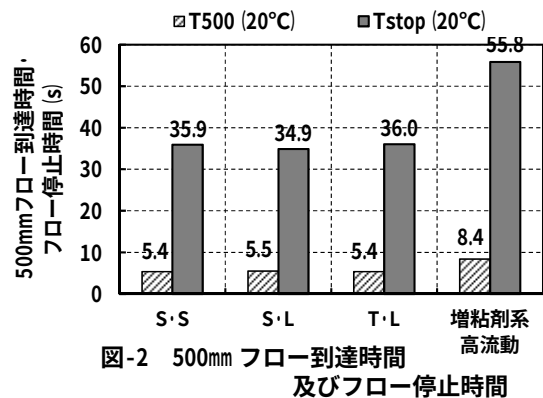


図-2 500mm フロー到達時間及びフロー停止時間

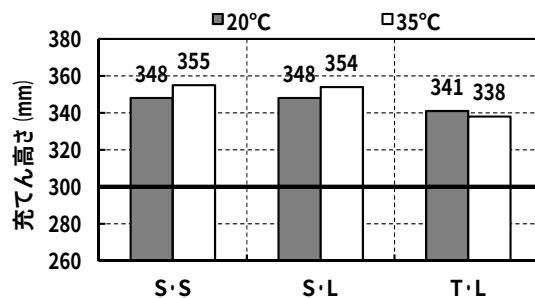


図-3 間げき通過試験(R2 障害)の結果

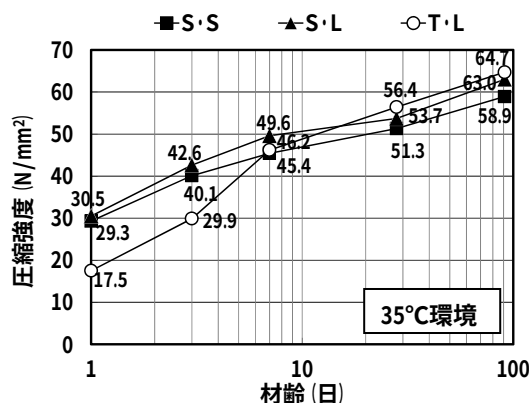
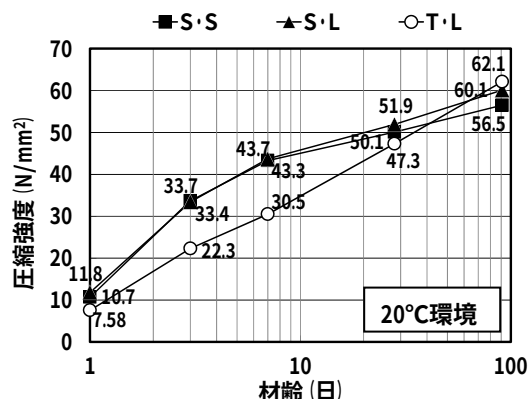


図-4 圧縮強度と材齢の関係

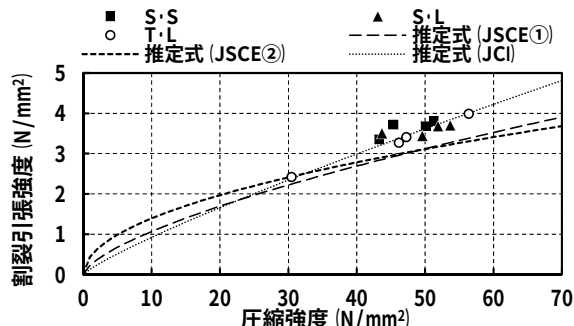


図-5 割裂引張強度と圧縮強度の関係