

海水・海砂を用いた中流動コンクリートの諸特性

東洋建設

正会員

○竹中 寛

東洋建設

正会員

末岡 英二

BASF ジャパン

正会員

馬場 勇介

港湾空港技術研究所

正会員

山路 徹

早稲田大学

フェロー

清宮 理

1. 目的

本研究では、国内外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とし、現地調達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目指している。この研究の一環として、著者らは、既に海水・海砂を用いた自己充填型コンクリートを開発しているが、当該コンクリートの更なる用途拡大を図り、比較的低強度な構造物にも活用できる中流動コンクリートについて実験的検討を行った。本稿では、これらの検討により得られた知見を述べる。

2. 試験概要

コンクリートの使用材料および配合を、それぞれ表-1、表-2 に示す。海砂は未洗浄のものを扱い、混和剤には、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、本研究で開発した増粘剤一液型の高性能 AE 減水剤（特殊混和剤）を用いた。コンクリートの配合は、練混ぜ水・細骨材の種類、環境温度の異なる 4 ケースの中流動コンクリート（スランプフロー：500mm）に加え、一部の試験における比較用とした海水・海砂を用いた自己充填型コンクリート（スランプフロー：600mm）の計 5 ケースで検討を行った。なお、30℃環境で海水・海砂を用いたケース（SS-30）の場合のみ流動性保持剤を併用した。コンクリートの試験項目は、スランプフローとその加振変形量、加圧ブリーディング、長さ・質量変化率、ひび割れ抵抗性（拘束試験）および圧縮強度とし、スランプフローとその加振変形量は NEXCO の中流動覆工コンクリートの加振変形および充填性試験方法に、加圧ブリーディングは土木学会基準に、その他の試験は JIS の試験方法にそれぞれ準拠した。

3. フレッシュコンクリートの性質

コンクリートのスランプフローは、図-1 に示すとおり全ケースで目標範囲（500±100mm）内となり、加振変形量も NEXCO 中流動覆工コンクリートの基準¹⁾（100±30mm）を満足した。なお、環境温度の異なる海水・海砂を用いた SS-20 と SS-30 についてはスランプフローの経時変化を確認しており、何れも練混ぜ完了後 60 分まで性状を保持することが認められた。以上より、本検討の範囲では、特殊混和剤を用いた当該コンクリートは、従来のもの^{1), 2)} に比べ少ない粉体量で所要のフレッシュ性状が得られることが分かった。

表-1 使用材料

使用材料	記号	種類、物理的・化学的性質（代表値）
練混ぜ水	W1	海水(Sea water, 相模湾より採水), 密度:1.024g/cm ³ , 固形分濃度3.96%, 塩化物イオン濃度1.76%
	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, 未洗浄), 表乾密度2.62g/cm ³ , 吸水率2.42%
	S2	陸砂(Land sand, 大井川水系), 表乾密度2.60g/cm ³ , 吸水率1.86%
粗骨材	G	硬質砂岩砕石(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	特殊混和剤(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

No.	記号	練混ぜ・養生温度	スランプフロー(mm)	空気量(%)	WC(%)	s/a(%)	単位粗骨材絶対容積(m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)						混和剤		塩化物イオン量(kg/m ³)
								W1	W2	C	S1	S2	G	Ad1(C×%)	Ad2(C×%)	
1	SS-20	20	500	4.5	55	48.4	0.350	175	—	318	862	—	930	1.35	—	4.70
2	SS-30	30				48.4	0.350	175	—	318	862	—	930	1.15	1.00	4.70
3	SL-20	20				51.0	0.330	175	—	318	—	900	886	1.35	—	3.12
4	TL-20	20				52.0	0.328	—	170	309	—	912	870	0.80	—	0.04
5	SS-20-H	20	600	4.5	45	48.4	0.330	185	—	411	825	—	878	1.75	—	4.90

キーワード 海水, 海砂, 中流動コンクリート, 乾燥収縮, ひび割れ, 圧縮強度

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

加圧ブリーディング試験における、海水・海砂を用いたコンクリートの脱水量を図-2に示す。中流動コンクリート(SS-20)は、自己充填コンクリート(SS-20-H)に比べて脱水量が多くなる傾向を示した。これは、自己充填コンクリートに比べて粘性が小さいためと推察されるが、コンクリートのポンプ施工指針(土木学会)における標準曲線BとCのほぼ中間に位置することから、ポンパビリティは良好であると判断できる。

3. 硬化コンクリートの性質

海水・海砂を用いたケース(SS-20)と水道水・陸砂を用いたケース(TL-20)の長さ変化率の経時変化を図-3に、質量変化率の経時変化を図-4に示す。塩分の多少による違いは長さ変化率には殆どみられなかったが、質量変化率はTL-20に比べてSS-20のほうが、すなわち塩分を含むほど小さくなった。

拘束試験における、乾燥収縮ひび割れが発生した時点の海水・海砂を用いたコンクリートの収縮応力強度比(割裂引張強度に対する収縮応力の比)の経時変化を図-5(割裂引張強度を併記)に示す。収縮応力強度比は、SS-20が0.6~0.7程度、SS-20-Hが0.5程度であり、既往の相関曲線³⁾と比較すると、SS-20-Hは概ね合致するのに対してSS-20は若干大きく、ひび割れの発生に対して粘り強くなる傾向がみられた。

海水・海砂を用いたケース(SS-20, SS-30)と水道水・陸砂を用いたケース(TL-20)の圧縮強度を図-6に示す。SS-20やSS-30は、TL-20に比べて初期材齢(3, 7日)における圧縮強度の発現性が高くなることが認められ、塩分の含有に伴う材齢7日における強度の増加率は60%程度であった。このような初期材齢における強度の増加は、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⁴⁾と合致する。

4. まとめ

以上の結果より、海水・海砂を用いた中流動コンクリートの諸特性について、以下のような知見が得られた。

- (1) 海水・海砂を用いた場合でも、特殊混和剤を用いることにより、従来の中流動コンクリートに比べて少ない粉体量で所要のフレッシュ性状が得られ、ポンプ圧送性も良好となる。
- (2) 乾燥収縮は水道水・陸砂を用いた場合と同等であり、拘束試験における収縮応力強度比は0.6~0.7となる。
- (3) 水道水・陸砂を用いた場合に比べ、初期材齢における強度発現性が高く、材齢7日で60%程度増加する。

参考文献：1) 東日本高速道路株式会社 ほか：トンネル施工管理要領(本土工編)，2) 沿岸開発技術研究センター：鋼コンクリートサンドイッチ構造沈埋管を対象とした加振併用型充てんコンクリートマニュアル，沿岸開発技術ライブラリーNo.20, 2004.2, 3) 大野俊夫ら：乾燥収縮ひび割れ発生時の引張伸び能力に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.19, No.1, pp.733-738, 1997, 4) 榑場重正ら：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

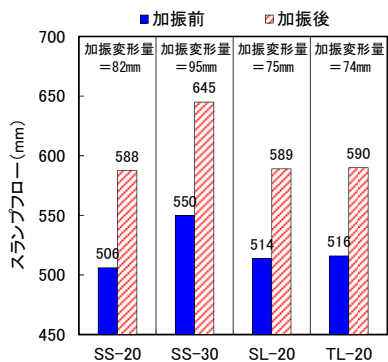


図-1 加振前後のスランプフロー

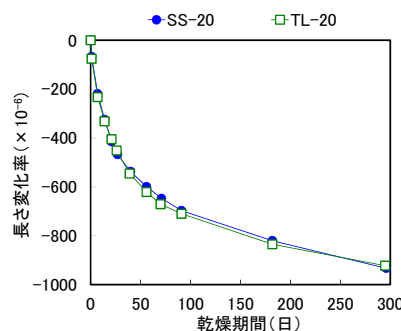


図-3 長さ変化率

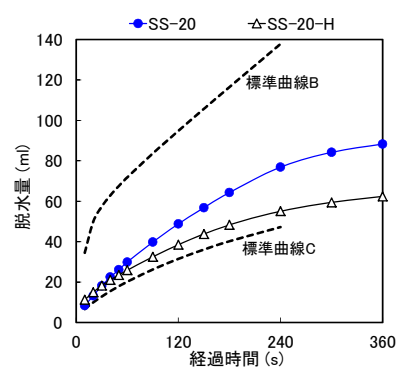


図-2 加圧脱水量

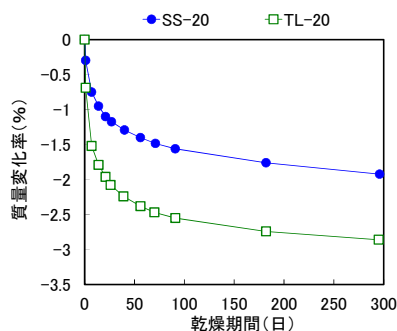


図-4 質量変化率

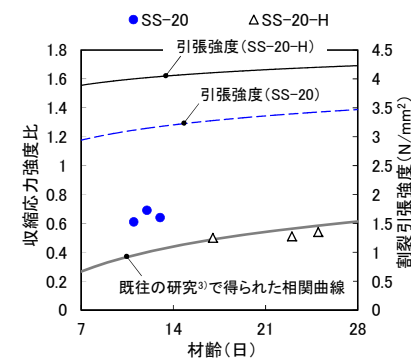


図-5 収縮応力強度比

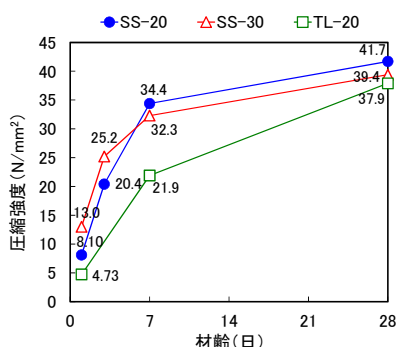


図-6 圧縮強度