

海水・海砂を用いた自己充填型コンクリートの収縮特性

東洋建設 正会員 ○竹中 寛
 東亜建設工業 正会員 田中 亮一
 港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹
 五洋建設 正会員 酒井 貴洋
 BASF ジャパン 正会員 馬場 勇介
 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に、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、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、自己充填性を付与させた。本稿では、この自己充填型コンクリートの収縮特性について述べる。

2. 試験概要

使用材料を表-1に示す。混和剤には、自己充填性付与のため、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）¹⁾を用いた。配合は、表-2に示す SW-SS（海水・海砂を使用）、SW-LS（海水・陸砂を使用）および TW-LS（水道水・陸砂を使用（比較用））の3種類とした。

コンクリートの収縮特性は、自己収縮、乾燥収縮およびひび割れ抵抗性について検討した。なお、自己収縮は自己収縮研究委員会報告書（日本コンクリート工学協会）に示す試験方法に準拠し、埋め込み型ひずみ計を用いて計測を行った。また、乾燥収縮とひび割れ抵抗性については、それぞれ JIS A 1129-3（材齢7日まで標準水中養生後、乾燥開始）、JIS A 1151（材齢7日に脱型後、乾燥開始）に準拠して試験を行った。

3. コンクリートの自己収縮

コンクリートの自己収縮ひずみの経時変化を図-1に示す。水道水・陸砂を使用した配合（TW-LS）の自己収縮ひずみに比べ、海水を使用した配合（SW-LS）で約 100 μ 、海水・海砂を使用した配合（SW-SS）で約 300 μ 大きくなる傾向を示した。これは、練混ぜ水に海水を使用した場合、初期材齢におけるコンクリートの強度発現性が高くなる²⁾、すなわちセメントの水和反応が促進され、自己乾燥の影響が大きく働いたためであると推察される。また、海水・海砂を使用した配合（SW-SS）の自己収縮が最も大きくなったことについては、海水および海砂による影響に加え、所要の

表-1 使用材料

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:1.024g/cm ³ , pH:8.0, 固形分濃度:3.96%
	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:2.62g/cm ³ , 吸水率:2.42%, 粗粒率:2.26, 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	Ad	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)

表-2 コンクリートの配合

No.	記号	目標スランプフロー (mm)	目標U形充てん高さ (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 Ad (C×%)	塩化物イオン量 (kg/m ³)	
							W1	W2	C	S1	S2			G
1	SW-SS	650	300以上	45	48.4	0.330	185	—	411	812	—	878	1.45	4.80
2	SW-LS				49.7		175	—	389	—	848	878	1.65	3.13
3	TW-LS				49.4		—	175	389	—	842	872	1.45	0.05

キーワード 海水, 海砂, 自己充填, 自己収縮, 乾燥収縮, ひび割れ

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

性能を得るためのセメントペースト量が、他の配合に比べて多いことなどが要因と考えられる。

4. コンクリートの乾燥収縮およびひび割れ抵抗性

コンクリートの長さ変化率および質量変化率の経時変化を、それぞれ図-2、図-3に示す。コンクリートの長さ変化率は、配合の違いによる差異が1割程度であったのに対し、質量変化率は、水道水・陸砂を使用した配合(TW-LS)に比べ、海水や海砂を使用した配合(SW-SS, SW-LS)のほうが3割程度小さくなった。その要因としては、塩分の混入に伴いコンクリートの硬化が促進し、組織が緻密化したことにより水分の逸散が抑制されたことなどが挙げられる。なお、長さ変化率が質量変化率と同様の傾向を示さなかった要因は明確ではないが、海水や海砂を使用した配合の場合、自己収縮が卓越したことなどが起因したものと考えられる。

拘束を受けたコンクリートの乾燥に伴う拘束収縮応力の経時変化を図-4に示す。図中の拘束収縮応力は、ワイヤストレインゲージにより計測した拘束形鋼のひずみから、コンクリートと形鋼にはたらく力のつりあい関係をもとに算定した値である。なお、拘束形鋼のひずみは、コンクリートの打ち込み直後を基準として計測を行った。何れの配合も乾燥開始とともに拘束収縮応力が増加する傾向を示し、それぞれ3体の試験体で若干のばらつきはあるものの、コンクリートに概ね2~2.5N/mm²の拘束収縮応力が作用したあたりでひび割れが発生した。また、ひび割れは、TW-LS, SW-LS, SW-SSの順に、すなわち海水や海砂を使用した配合のほうが遅く発生しており、それぞれ乾燥開始から5, 7, 14日(3体の平均)が経過した時点でひび割れが発生した。コンクリートに作用した拘束収縮応力がほぼ同等程度であったにもかかわらず、海水や海砂を使用した場合のひび割れが遅く発生しているのは、水道水・陸砂を使用した場合に比べて乾燥開始後の割裂引張強度が大きかったことが要因と考えられる。

5. まとめ

以上の結果より、海水・海砂を用いた自己充填型コンクリートの収縮特性について、以下のような知見が得られた。

- (1) 海水・海砂を使用した場合の自己収縮は、水道水・陸砂を使用した場合に比べて大きい。
- (2) 海水・海砂を使用した場合の乾燥収縮は、水道水・陸砂を使用した場合と同等である。
- (3) 海水・海砂を使用した場合、水道水・陸砂を使用した場合に比べ、ひび割れへの抵抗性が向上する。

参考文献 1) 鈴木哲郎ら：海水・海砂を用いた自己充填コンクリート用高性能 AE 減水剤(増粘剤一液タイプ)の開発，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.67，No.5，pp.1181-1182，2012.9
 2) 竹中寛，内藤英晴，羽瀧貴士，清宮理：海水および海砂を用いた自己充填型コンクリートの基礎特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1912-1917，2012.6

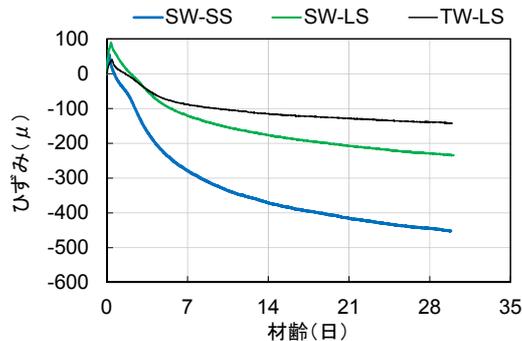


図-1 自己収縮ひずみの経時変化

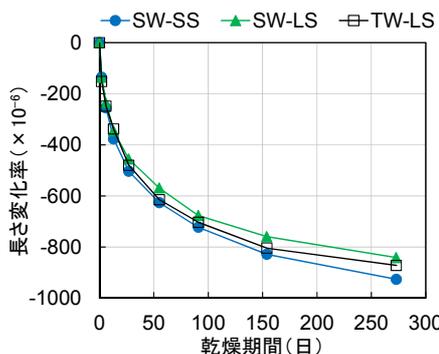


図-2 長さ変化率の経時変化

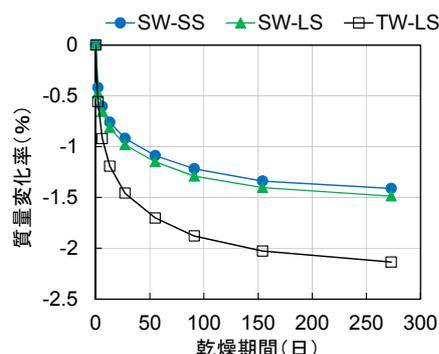


図-3 質量変化率の経時変化

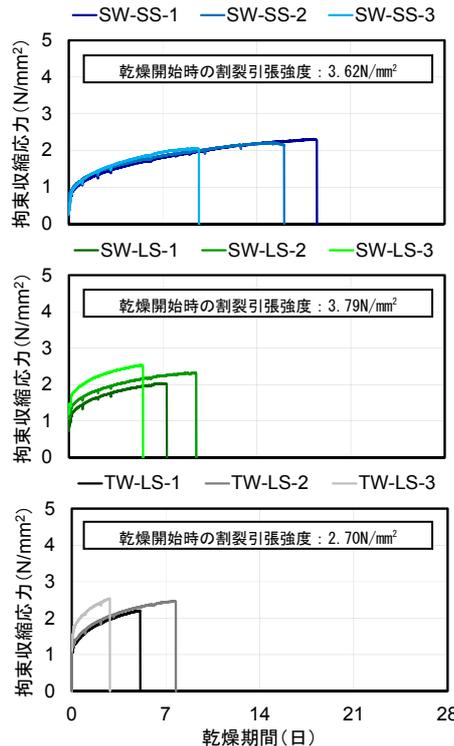


図-4 拘束収縮応力の経時変化