

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

BASF ジャパン(株) 正会員 ○鈴木 哲郎 早稲田大学 フェロー 清宮 理
(独)港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹 東洋建設(株) 正会員 竹中 寛
五洋建設(株) 正会員 酒井 貴洋 東亜建設工業(株) 正会員 田中 亮一

1. 目的

離島整備事業や緊急復旧事業では、陸上および海上のアクセスが悪く、材料の調達や建設労働者の確保が難しい場合が少なくない。現地で調達が可能な材料は海水・海砂であり、さらに、製造や施工が容易に行える自己充填性を有する高流動コンクリートを適用することが有効と考えられる。一方で、これまでに海水・海砂を使用したコンクリートの研究はなされている¹⁾が、混和剤(ポリカルボン酸系)の分散性や、高流動コンクリートの流動性に及ぼす影響については十分に明らかにされていない。そこで本研究では、これらの影響について確認するとともに、海水・海砂を用いた自己充填コンクリートに適した高性能AE減水剤(増粘剤一液タイプ)²⁾の開発を行った。

2. 試験概要

使用材料を表-1 に示す。

2. 1 海水および海砂がコンクリートの流動性に及ぼす影響

海水および海砂がコンクリートの流動性に及ぼす影響を確認するため、混和剤を使用しないケースと使用するケースについて検討を行った。

混和剤を使用しないケースでは、上水道水-陸砂(OC, 基準), 海水-陸砂(W2-S1), 上水道水-海砂(W1-S2)の各材料を組み合わせた条件で、練上がり時のスランプが18.0±1.0cmとなる単位水量を比較した。なお、セメントは普通ポルトランドセメント(N)を使用し、単位量は350kg/m³とした。

混和剤を使用するケースでは、細骨材に陸砂(S1)を用い、上水道水(W1)または海水(W2)を使用した条件で、混和剤(SP1)の使用量を確認した。目標スランプは21.0±2.0cmとし、配合はW/C=45.0%, 単位水量170kg/m³, セメントは普通ポルトランドセメント(N)および高炉セメントB種(BB)の2種類とした。

2. 2 海水および海砂の含有成分が混和剤の分散性に及ぼす影響

ポリカルボン酸系混和剤の分散性は、液相中の無機イオンの影響を受けやすいことが知られている³⁾。そこで、海水・海砂に由来する硫酸イオン(SO₄²⁻)や塩化物イオン(Cl⁻)がポリカルボン酸系混和剤の分散性に及ぼす影響を検討するとともに、海水を用いた場合でも分散性が低下しにくい混和剤について検討を行った。配合はW/C=30.0%のセメントペーストとし、セメントには高炉セメントB種(BB), 練混ぜ水には上水道水(W1), 海水(W2)およびSO₄²⁻とCl⁻をそれぞれ海水と同濃度に調製した溶液(R1), (R2)を用いた。混和剤は、SP1 および海水の影響を受けにくいものとして新たに検討したSP2を用いた。混和剤の使用量は、何れもC×0.5%とし、φ50×50mmの塩ビ管に充填しフローにより流動性を評価した。

2. 3 自己充填コンクリート用混和剤の分散性の評価

SP1とSP2をそれぞれベースとして増粘剤を一液混合し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)(SP1', SP2')を用いて、海水-海砂(W2-S2)を組み合わせた条件での高流動コンクリートの分散性を評価した。評価は表-2 に示す配合を用いて、スランプフロー600mm±50mm が得られる混和剤の使用量を上水道水-陸砂(OC)の条件と比較した。

表-1 使用材料

材料名	記号	種類	物理的・化学的性質
練混ぜ水	W1	上水道水	-
	W2	海水 [相模湾産、(茅ヶ崎海岸)]	密度=1.025g/cm ³ , 塩化物イオン=1.80%, 硫酸イオン0.23%
セメント	N	普通ポルトランドセメント	密度=3.16g/cm ³
	BB	高炉セメントB種	密度=3.04g/cm ³
細骨材	S1	陸砂 (大井川水系)	表乾密度=2.60g/cm ³ , 吸水率=1.86%, 粗粒率=2.66
	S2	海砂 (沖縄県東村新川沖産, 未除塩)	表乾密度=2.66g/cm ³ , 粗粒率=2.37, 塩化物イオン=0.187%
粗骨材	G	硬質砂岩碎石(東京都青梅産)	表乾密度=2.66g/cm ³ , 最大寸法=20mm
混和剤	SP1	ポリカルボン酸エーテル化合物	
	SP2	ポリカルボン酸エーテル化合物と 増粘性高分子化合物の複合体	
	SP2'	増粘性高分子化合物の複合体	

表-2 高流動コンクリートの配合

No.	記号	材料の種類			目標 スランプ フロー (mm)	目標 空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位粗 骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単位 水量 (kg/m ³)
		セメント	水	細骨材						
1	OC	BB	上水道水 (W1)	陸砂 (S1)	600±50	4.5±1.5	45.0	49.7	0.330	175
2	W2-S2	BB	海水 (W2)	海砂 (S2)				48.4	0.330	185

キーワード 海水, 海砂, 高流動コンクリート, 高性能 AE 減水剤, 塩化物イオン

連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 BASF ジャパン(株) 建設化学品事業部 TEL 0467-87-8084

3. 試験結果および考察

3. 1 海水および海砂がコンクリートの流動性に及ぼす影響

混和剤を使用しない条件におけるスランプ 18cm を得るために必要な単位水量を図-1 に示す。OC と W2-S1 を比較した場合、スランプ 18cm を得るための単位水量は同量であり、混和剤を使用しない条件では、海水の影響は認められなかった。一方、W1-S2 を使用した場合の単位水量は、OC を使用した場合より 14kg/m^3 程度増大した。これは海砂の粗粒率が陸砂と比べて小さいことによるものと推察される。

混和剤の使用量とスランプの関係を図-2、図-3 に示す。N を用いたケースにおいて、W1 を使用した場合、SP1 は $C \times 0.8\%$ の使用量でスランプ 20.0cm であったのに対し、W2 を使用し同一の使用量とした場合には 10cm 以上スランプが低下した。さらに、使用量を $C \times 1.6\%$ にした場合でも、スランプは 18.5cm であった。また、BB を用いたケースでは、総じてスランプは N を用いたケースより大きくなったが、海水の影響は N を用いたケースと同様の傾向であった。

3. 2 海水および海砂の含有成分が混和剤の分散性に及ぼす影響

練混ぜ水の種類とフローの関係を図-4 に示す。W1 を使用した場合は、SP1 および SP2 の流動性は同等であったのに対し、W2 を使用した場合は、いずれの SP も流動性が低下し、SP1 は SP2 よりさらに低下することが認められた。R1 を使用した場合は、いずれの SP も流動性の低下は同程度であり、 SO_4^{2-} の影響度合いに相違は認められなかった。一方、R2 を使用した場合は、SP1 の流動性は大きく低下したが、SP2 の低下は小さかった。

本研究では、 SO_4^{2-} が分散性に及ぼす影響は認められるものの、 Cl^- の方がより大きく影響を及ぼす可能性が示唆され、海水・海砂を使用する配合には、 Cl^- の影響が小さい SP2 の使用が有効であると判断された。

3. 3 自己充填コンクリート用混和剤の分散性の評価

各配合条件の混和剤使用量を図-5 に示す。SP1' の目標スランプフローを得る使用量は、OC の配合と W2-S2 の配合を比較して約 2.2 倍増加したのに対し、SP2' の使用量は約 1.2 倍増加した。SP2' は OC および W2-S2 の配合で、使用量の増加は小さく優れた流動性を確保できることが認められた。

4. まとめ

海水および海砂を用いたコンクリートにおいて、ポリカルボン酸系混和剤を使用した場合では無機イオンの影響により流動性は低下するが、SP2 は Cl^- による影響が小さいことが確認された。さらに、本研究で新たに開発した SP2' は海水および海砂を使用した高流動コンクリートの配合においても優れた流動性を付与できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 栂場重正, 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
- 2) 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講演概要集, Vol. 66, No. 5, pp. 1143-1144, 2011. 9
- 3) 山田一夫, 羽原俊祐, 本間健一, 須藤俊吉: 液相中の硫酸イオン濃度によるポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤の吸着挙動と分散能力の制御, セメント・コンクリート論文集, No. 53, pp. 128-133, 1999

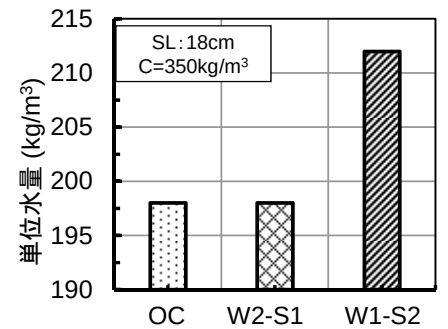


図-1 スランプ 18cm を得る単位水量

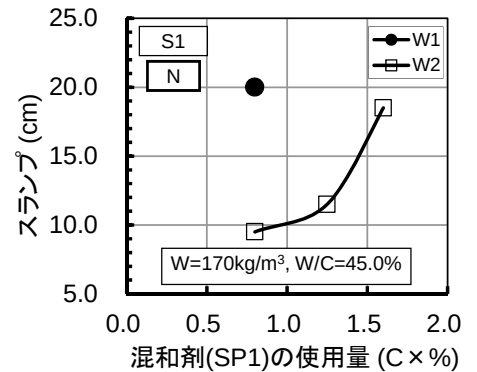


図-2 混和剤の使用量とスランプの関係

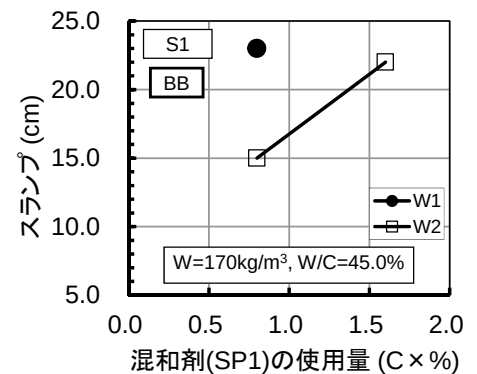


図-3 混和剤の使用量とスランプの関係

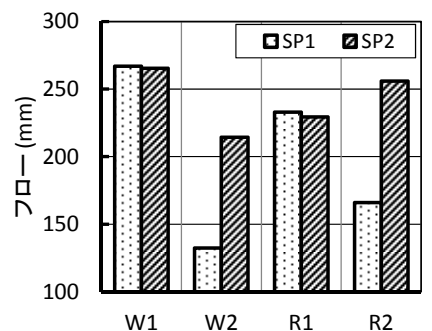


図-4 練混ぜ水の種類とフローの関係

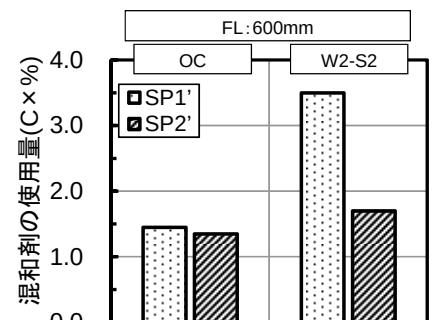


図-5 各配合条件の混和剤使用量