高流動シラスコンクリートの高温温泉環境下の橋梁基礎への適用性に関する実験的研究

鹿児島大学大学院　学生会員　○森嶋　絢也　　鹿児島大学大学院　正会員　武若　耕司
株式会社エムテック　非会員　市来　賢二　　鹿児島大学大学院　正会員　山口　明伸

1　はじめに

著者らは、高温温泉環境下において、高い耐久性を有する低熱セメントと細骨材にシラスを用いた低熱シラスコンクリートを開発しており[1)]、実際に鹿児島県霧島市丸尾地区に建設中の丸尾の滝橋（仮称）橋脚基礎部の大口径深礎杭には、この低熱シラスコンクリートが採用されている。しかし、今後着工予定の橋台基礎部は設計上の制約によって小径杭となるために、内部に打設作業スペースを確保することが難しく、十分な締固めが困難であることから、締固め不要な高流動コンクリートの適用が検討なされている。そこで、本研究では、著者らがこれまでに行ってきた高流動シラスコンクリートの研究成果を基にして、上記現場に適用するために、新たに低熱セメントを用いた高流動シラスコンクリートについて検討を行い、その配合設計資料の作製と現場適用性の検討を行った。

2　実験概要

本実験の使用材料は**表-1** に示す。セメントに低熱ポルトランドセメント（LC）および普通ポルトランドセメント(NC)の 2 種類、細骨材に鹿児島県横川町産シラス、粗骨材に鹿児島県姶良産砕石をそれぞれ用いた。また、高性能 AE 減水剤としては、メーカーの異なる A、B の 2 種類をそれぞれ各配合の粉体量（セメントと 0.075mm 以下の微粒シラス量の合計）に対して使用した。また、設計基準強度 30N/㎜^{2} とし水セメント比を 45%～50%に設定し、高流動コンクリートのフレッシュ性状をスランプフロー試験、U 型容器を使用した間隙通通過性試験にて実地した。

表-1　使用材料

材料名	種類		物性
セメント	低熱ポルドランドセメント		密度3.24g/cm^3
細骨材	鹿児島県横川産シラス		密度2.15g/cm^3 吸水率7.52　微細分量21.3%
	姶良産3-5㎜砕砂		密度2.61g/cm^3
粗骨材	姶良産砕石（最大寸法20㎜）		
混和剤	高性能減水剤	混和剤A	ポリカルボン酸系（空気非連行型）
		混和剤B	ポリカルボン酸系（空気連行型）
	消泡剤、空気量調整剤		混和剤Bと併用

3　試験結果および考察

3-1　配合検討

(1)混和剤添加量の影響

単位水量と単位粗骨材容積を一定として、混和剤添加量（SP）のみ変化させた場合の検討例として、スランプフローの変動を**図-1** に示す。この結果、LC 、NC のいずれの場合でも目標とする流動性を得るために必要な添加量は、セメントの種類や使用する混和剤によって異なることが分かった。ただし、いずれの混和剤の場合も、その添加量がスランプフロー値に与える感度（図における曲線の傾き）については、LC と NC でほぼ同程度でとなった。

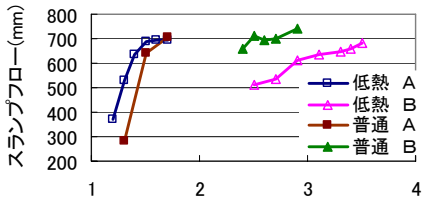

図-1　混和剤添加量における配合検討

(2)単位水量の影響

単位水量が流動性に与える影響を検討するため、単位粗骨材容積と(1)で設定した SP 添加量を一定とし、単位水量のみ変化させた場合の検討を行った。一例としてスランプフローの変動を**図-2** に示す。図のように、LC の場合、単位水量の変化が流動性に与える感度が NC よりも鈍くなり、NC の配合から単位水量を数 kg 減らしても同様の流動性を確保できることが確認できた。これらの実験結果を踏まえ、各コンクリートの基準単位水量を設定した。

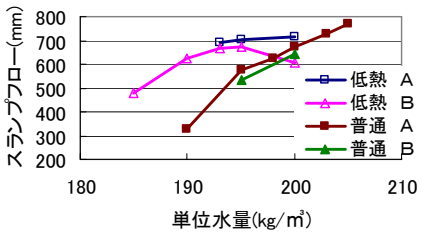

図-2　単位水量における配合検討

(3)単位粗骨材容積

(1)で得られた SP 添加量、(2)で得られた基準単位水量に対して、単位

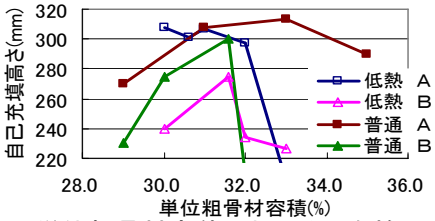

図-3　単位粗骨材容積における配合検討

キーワード：シラス、高流動コンクリート、高温、温泉環境、低熱ポルドランドセメント
連絡先：〒890-0065　鹿児島市郡元 1-21-40　鹿児島大学大学院理工学研究科海洋土木工学専攻　TEL099-285-8480

粗骨材容積を変化させた場合の影響を検討した。一例として自己充填高さの変動を**図-3** に示す。この結果、セメント種類に拘らず、混和剤 A を使用した場合には、自己充填高さの目標値を広い範囲で満足することができ、それに対して、混和剤 B を使用した場合は、目標値を満足するための単位粗骨材容積の範囲が非常に狭い状況となった。

以上より、SP 添加量、単位水量、単位粗骨材容積の基準値を決定した。

3-2 実物大型枠への施工実験

室内実験で得られた配合を現場プラントにおいて再度修正した配合とスランプフローおよびU型試験の結果を**表-2** に示す。現場プラントに置いては、**図-4** に示す鉄筋D51×36 本の鉄筋かごが入ったΦ2m実物大型枠に打設し、その自己充填性を確認すると同時に、脱型後供試体の側面から①～③、底面から④～⑦のコア供試体を採取し、材料分離の有無や強度のばらつきを確認した。

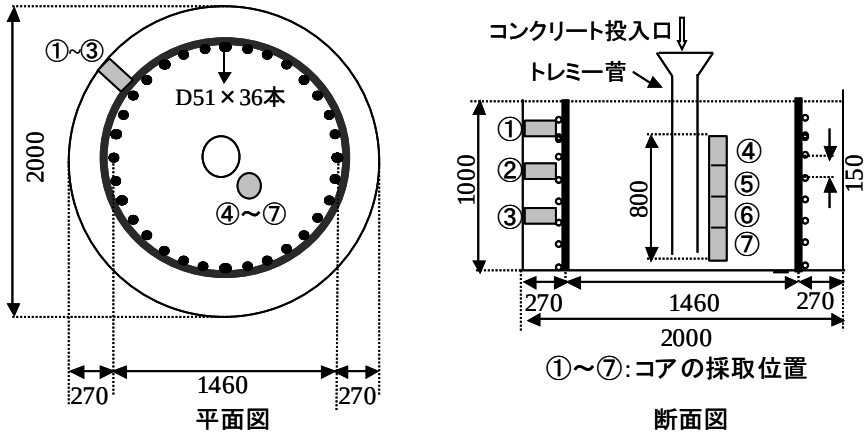

図-4 実物大型枠の断面図と平面図

表-2 現場プラントの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³) W	C	シラス	3-5 砕砂	G	混和剤 粉体比 A	B	スランプフロー (mm)	充填高さ (mm)
47.5	52	195	411	597	178	831	2.7%	−	675	250
45.0		190	422	589	176	814	−	1.7%	625	180

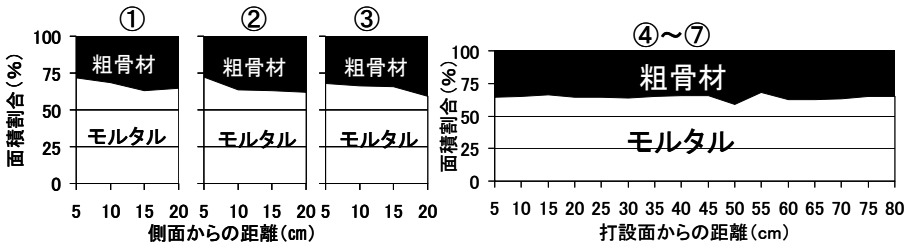

図-5 コア抜き供試体の粗骨材割合(混和剤A)

図-5 に混和剤 A を用いた場合のコア供試体における粗骨材割合を示す。鉄筋かごの内外でほぼ均一に粗骨材が行き渡っていること、また、高さ方向の材料分離も生じていないことが確認できた。なお混和剤 B もほぼ同様な結果であった。

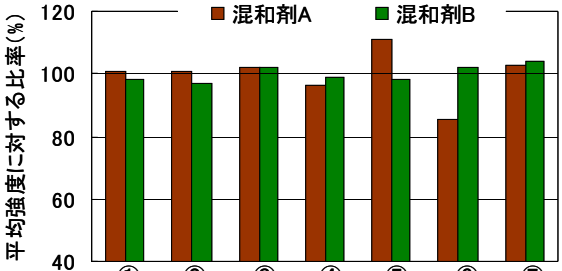

図-6 コア抜き供試体の圧縮強度のばらつき

図-6 に①～⑦のコア供試体の圧縮強度のばらつきを平均強度に対する比率として示した。混和剤Aの一部に若干の強度差が認められるものの、全体的には、強度のばらつきは、鉄筋かごの内外と高さ位置によらずほぼ 5%以内にあることが確認できる。

また、実物大模擬型枠への打設と併せて作製した圧縮強度試験用供試体を、温度 40℃の水中で 7、28、91 日間養生した後の圧縮試験結果を**図-7** に示す。この結果より、材齢 7 日で、設計基準強度の 30N/㎟ を超えており、十分な圧縮強度が確保されていることも確認できた。

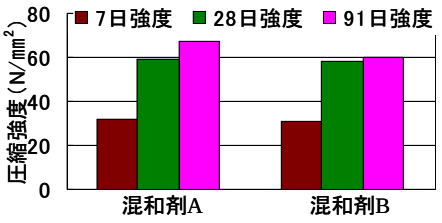

図-7 水中養生40℃の圧縮強度

4 まとめ

丸尾の滝橋橋台脚基礎のための高流動シラスコンクリートの検討を行った結果、シラスを細骨材に用いた場合でも高流動コンクリートに必要な諸性能を満たす配合を得ることができた。さらに、それを用いた実規模型枠への施工実験により、高流動シラスコンクリートの適用性を確認できた。

[参考文献]

1) 西山理子ほか：高温高圧環境下へのシラスコンクリートの適用に関する実験的検討,土木学会年次学術講演会講演概要集 V-59,5-237,2004