

低熱セメントを用いた高流動シラスコンクリートの配合検討に関する研究

鹿児島大学 学生会員 ○市来 賢二

学生会員 ○市来 賢二

鹿児島大学大学院 学生会員 森嶋 絢也

学生会員 森嶋 絢也

鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司

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

使用材料として、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 (密度 2.20g/cm^3 , 吸水率 7.30%, 0.075mm 以下微粒分量 20.83%)、粗骨材に鹿児島県始良産碎石 (最大寸法 20mm, 密度 2.59kg/m^3) をそれぞれ用いた。なお、細骨材に使用したシラスは 3mm 以上の粒子が相対的に不足することから、粒度の連続性と良好な流動性を確保するために 3-5mm 碎石 (2.61kg/m^3) を使用することで粒度調整を行った。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。

高流動シラスコンクリートの配合検討に当たっては、実際の橋台基礎部へ適用を考慮し、**表-1**に示す水セメント比、圧縮強度、および各フレッシュ性能試験等に対する目標値（あるいは範囲）を設定した。その後、フレッシュ性状に影響を及ぼす要因として、①混和剤添加量、②単位水量、③単位粗骨材容積を取り上げ、実験的検討を行った。**表-2**は、4種類の配合に対し、各要因の影響度を検討する際の基準配合を示したものであり、例えば①混和剤添加量の検討では、**表-2**に示す基準配合のうち単位水量 w_1 および単位粗骨材容積比 v_{G1} を固定し、混和剤添加量を変動させて、その影響を検討したことを示している。

表-1 配合検討の目標値

水セメント比(%)	45~47.5
材齢28日圧縮強度(N/mm ²)	30以上
U型充填高さ(mm)	300以上
スランプフロー(mm)	650±50
500mmフロー到達時間(秒)	3~15
目標空気量(%)	4.5±1.5

表一2 配合検討における基準値

	W/C	W_1	V_{G1}	SP	W_2	V_{G2}
低熱 A	45	190	30.6	1.5	193	30.6
低熱 B	47.5	195	31.6	3.4	190	31.6
普通 A	45	190	30.6	1.5	195	30.6
普通 B	47.5	195	31.6	2.5	195	31.6

① 混和剤添加量の検討	
② 単位水量の検討	
③ 単位粗骨材容積の検討	

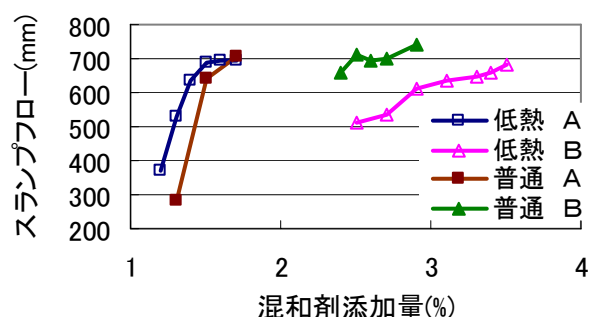


図-1 混和剤添加量における配合検討

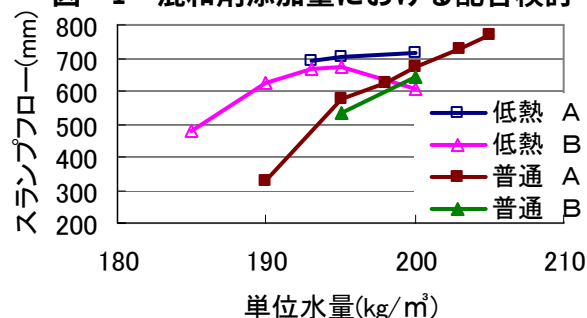


図-2 単位水量における配合検討

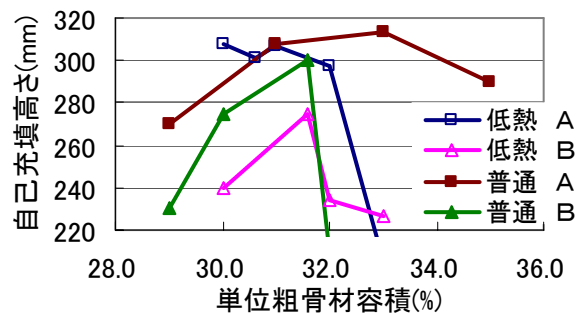


図-3 単位粗骨材容積における配合検討

表-3 示方配合

W/C (%)	単位 粗骨材 容積 (%)	s/a (%)	目標 空気量 (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤(粉体比)	
				水	低熱 セメント	普通 セメント	シラス	3-5 細砂	粗骨材	A	B
45.0	30.6	52.0	4.5	190	422	-	573	171	805	1.4%	-
47.5	31.6	50.4	4.5	195	411	-	558	165	831	-	3.5%
45.0	30.6	50.1	4.5	200	-	444	534	158	805	1.5%	-
47.5	31.6	50.0	4.5	195	-	411	548	163	831	-	2.5%

3. 実験結果及び考察

4 種類の高流動シラスコンクリートの配合を検討し、混和剤添加量、単位水量、および単位粗骨材容積をそれぞれ以下のように設定した。

(1)混和剤添加量の影響

W_1 (初期設定単位水量) と V_{G1} (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。他のフレッシュ性能試験結果を踏まえ、4 種のコンクリートに対する基準混和剤添加量 (SP) を設定した (表-2 参照)。

(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、表-2 に示した V_{G1} (単位粗骨材容積) と(1)で設定した SP (混和剤添加量) 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直した (表-2 の W_2)。

(3)単位粗骨材容積

(1)で得られた SP (混和剤添加量)、(2)で得られた W_2 (単位水量) を一定とし、 V_{G2} (単位粗骨材容積) 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。

以上の検討結果を基に作成した各コンクリートの最適配合を表-3 に示す。また表-4 には、表-3 配合のコンクリートの主なフレッシュ性能を示しており、全ての配合でフレッシュ性能の目標値をほぼ満足していることが分かる。また図-4 には、所定の材齢での圧縮強度を示しており、低熱セメントの場合でも 28 日材齢において目標強度を十分に上回る強度発現があることが確認できた。

4. まとめ

丸尾の滝橋 (仮称) 橋台杭基礎への適用を前提とし、新たに低熱セメントを使用した高流動シラスコンクリートの検討を行った結果、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。

[参考文献]

- 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

表-4 試験結果

	スランプ フロー (mm)	500mm フロー到達 時間(秒)	U型充填 高さ (mm)	空気量 (%)
低熱 A	636	13.8	310	3.8
低熱 B	660	5.7	303	1.7
普通 A	639	13.9	308	5.0
普通 B	672	7.3	300	3.7

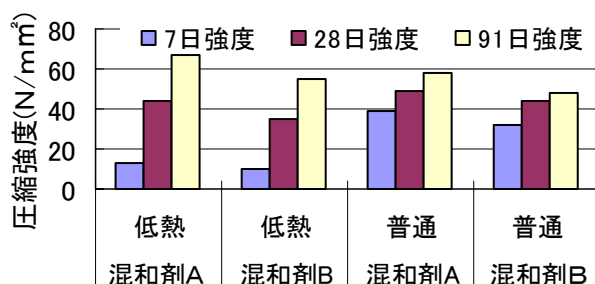


図-4 圧縮強度試験