

シラスコンクリートを用いた水中コンクリートに関する基礎的検討

鹿児島大学大学院 学生会員 ○大園 理貴 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 鹿児島菱光コンクリート(株) 非会員 桑水流 靖彦
 鹿児島県土木部 非会員 小野 力

1. はじめに

現在、我が国では、コンクリート用骨材の不足が問題となっており、著者らは、シラスを細骨材として用いたシラスコンクリートの各種構造物への適用に関する研究を継続して行っている¹⁾。例えば、シラスコンクリートを用いた土木構造物の代表例として、鹿児島県霧島市に建設された丸尾の滝橋がある。この橋梁では、シラスコンクリートが温泉環境で耐久性が高いという特徴を生かし、橋梁基礎工事に約5,000m³のシラスコンクリートが使用されている。一方で、使用されるシラス細骨材は、この骨材を使用することによる耐久性上の長所を有効に発揮させる等の理由から、敢えて、骨材中に20%程度含まれる75μm以下の微粒分を除去せずに使用しており、このため、シラスコンクリートは普通コンクリートに比べて粘性が高いという特徴も有している。そこで、本研究では、シラスコンクリートの高粘性を有効に活用した水中コンクリートの開発を目的として、その配合検討を行うとともに、その結果を基に実構造物に適用した事例について示す。

2. コンクリートの配合条件

本検討 に用いた材料の各種物性を表-1に、また、これらを用いて作製したシラス水中コンクリートの配合を表-2に示す。

コンクリートの作製にあたっては、コンクリート標準示方書施工編に示す水中コンクリートの配合の考え方に従い、単位セメント量を370kg/m³以上とし、また、材齢28日時点での水中コンクリートの圧縮強度を18N/mm²以上を確保するため、水セメント比は50%とした。また、これまでのシラスコンクリートの実績に基づいて、コンクリートの流動性を確保するために高性能AE減水剤を使用している。なお、ポンプ圧送性および材料分離抵抗性を考慮して、骨材最大寸法は20mmとした。検討を行った配合は2配合であり、配合1では、普通ポルトランドセメントを使用し、コンクリートを打設する際に、生コンの輸送時間や、打設をポンプ圧送で行うこと等を考慮し、荷おろし時の目標スランブを18cmに設定し、最大粗骨材寸法を20mmとしたものである。また、配合2は、結合材を高炉セメントB種に変更し、上記した条件は変えずに検討を行ったものである。

3. コンクリートの品質試験結果

検討を行ったコンクリートについては、表-2に示すように、いずれも目標とするスランブ値ならびに空気量を確保していた。このため、配合2のコンクリートについて、実際の水中コンクリートの打設を想定し、水を満たしたドラム缶内にコンクリートを打設して、コンクリートの材料分離抵抗性ならびに強度発現性について

表-1 使用材料および各種物性

使用材料	材料の各種物性
細骨材	鹿児島県鹿児島市西俣町産シラス(表乾密度: 2.17 g/cm ³ , 吸水率: 5.46%, 粗粒率: 2.5)
セメント	普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm ³) 高炉セメントB種(密度: 3.04g/cm ³)
混和剤	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤標準形I種 (密度: 1.02~1.1g/cm ³)
粗骨材	大分県津久見市産石灰石 (Gmax: 20mm, 表乾密度: 2.70g/cm ³)

表-2 示方配合

1	W/C (%)	s/a (%)	目標Air (%)	単位量(kg/m ³)					目標スランブ (cm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	練り上がり温度(°C)
				W	N	S	G	SP				
示方配合	50.0	31.8	4.5	198	396	462	1131	3.960	18.0	19.5	4.9	23.0
2	W/C (%)	s/a (%)	目標Air (%)	単位量(kg/m ³)					目標スランブ (cm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	練り上がり温度(°C)
				W	BB	S	G	SP				
示方配合	50.0	33.2	4.5	198	396	451	1131	4.752	18.0	17.0	4.6	23.0

※セメント 普通ポルトランドセメント(N)
高炉セメントB種(BB)

SP: 高性能AE減水剤標準形I種

キーワード: シラスコンクリート, 材料分離抵抗性, ポズラン活性, 水中打設

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

て検討を行った(以下、「水中打設」と称す)。その状況を写真-1に示す。水中打設は、トレミー工法を模した塩化ビニルパイプを用いて行い、パイプの下端が常時コンクリート中に残るように徐々にパイプを引き上げながら、ドラム缶内部にコンクリートを充填させた。なお、実験にあたっては、比較として、ドラム缶内に水を注水しない状態での打設(以下、「気中打設」と称す)も併せて実施した。

ドラム缶に打設したコンクリートは、材齢7日の時点でドラム缶を解体してコンクリートを取り出し、図-1に示すように、上下それぞれが高さ40cmとなるように2つに切断した後、それぞれのコンクリートからコアを抜き取り、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の圧縮強度試験用供試体を作製した。圧縮強度試験結果を図-2に示す。この結果、供試体採取位置の違いによる圧縮強度の差は認められず、また、水中打設においても、材齢7日時点で目標とする 18N/mm^2 を上回っており、シラスコンクリートが水中コンクリートとして十分に適用可能であることが確認できた。

3. 実環境下での打設状況について

水中シラスコンクリートを打設した現場は、鹿児島県いちき串木野市にある河川河口部の満潮時には海水が流入する汽水域である。水中シラスコンクリートの施工は、川と護岸の間に設置された型枠内に、ポンプ圧送によって打設する方法で実施された。生コンプラントから現場まで運搬時間は約50分であったが、荷おろし時のコンクリートのスランプは17cm、空気量は4.6%であり、目標値を達成していた。また、コンクリート圧送車と打設する場所には4m程度の高低差があったが、筒先での材料分離等も確認されなかった。打設は、圧送ホースを用いて、水中から管口が出ないように連続的に打設を行った。打設を行っている間は、水面に泡が多く発生するため、コールドジョイントが起こらない様、泡を逐一除去しながら作業を進めた。

写真-2は、脱型後の護岸の状態を示した。細部まで充填されており、コールドジョイント等の打設不良は認められなかった。また、外観上は、表面が細かい仕上がりとなっており、シラスコンクリート特有の充填性の良さが明確となった。また、このため、今回の塩分遡上環境へ水中シラスコンクリートを適用することで、シラスの持つポゾラン活性による緻密化作用等によって、普通砂コンクリート使用の場合よりも塩害抵抗性等の長期的な耐久性確保も、十分に期待できると考えられた²⁾。

4. まとめ

配合検討および模擬打設試験の結果より、シラスコンクリートは水中に打設しても有害な材料分離を起こさず、所要の強度を確保出来ることが確認され、水中コンクリートとしても適用可能であることを確認した。

謝辞：本研究の実施にあたり、施工場所の選定にあたって鹿児島県土木部にご協力を戴いた。関係者各位に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1)武若耕司：シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状，コンクリート工学，Vol.42，No.3，pp.38-47，2004
- 2)壽祐太郎ほか：長期モニタリングによる海洋コンクリート構造物の塩害耐久性評価，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第11巻，pp.135-140，2011.10

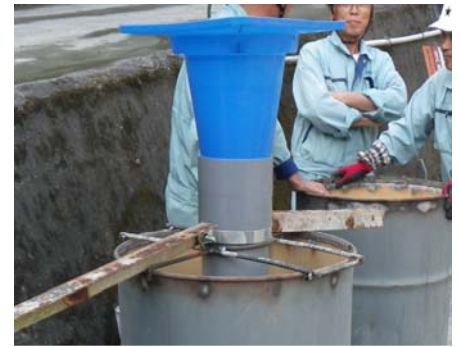


写真-1 模擬打設用の型枠

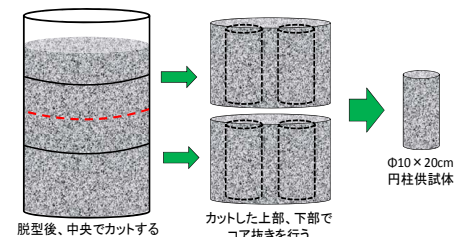


図-1 供試体採取の手順

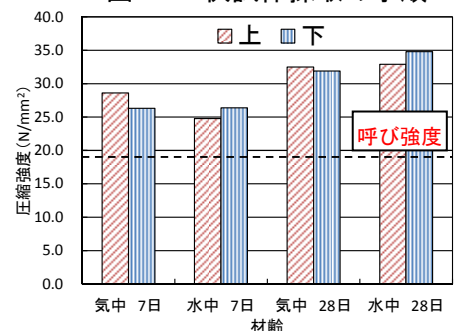


図-2 圧縮強度試験結果



写真-2 脱型後の様子