

海洋暴露されたシラスコンクリートの耐久性に関する基礎的研究

鹿児島大学 学生会員 中崎 豪士 鹿児島大学 正会員 武若耕司
 (株)五省コンサルタント 正会員 前田 聡 鹿児島大学 正会員 山口明伸
 (株)竹中土木 正会員 佐藤裕考

1. はじめに

鹿児島県では南九州一帯に分布するシラスを細骨材として使用するコンクリート(以下,シラスコンクリートと称す)の研究と実用化への取り組みが進められている.シラスはシリカ分を豊富に含みポゾラン反応を示し,また,このためシラスコンクリートは塩分浸透抑制効果が高いことが塩水浸漬試験により確認されている¹⁾.しかし,実際の海洋環境下でのシラスコンクリートの性能についてはいまだ実証されていないため,著者らは現在,シラスコンクリートの海洋コンクリート構造物への適用をめざして,海洋暴露実験を行っている.本報告では,暴露後半年が経過したシラスコンクリート供試体について,コンクリート強度,浸透塩化物イオン濃度および内部鉄筋の自然電位を測定し,海洋環境における性能を検討した.

2. 実験概要

供試体の要因と水準を表-1に示す.セメントに普通ポルトランドセメント(以下 OPC)および高炉セメント B 種(以下 BB),細骨材にシラスあるいは海砂を用いたコンクリートをそれぞれ W/C 40, 50, 60%の3水準で作製した.供試体の寸法および試験項目を表-2に示す.15×15×15cm 供試体については図-1に示すように一面を除いてエポキシ樹脂被覆し,塩化物イオンの浸透を一面に限定して暴露した.暴露後に浸透面から50mmのコアを乾式で採取し,1cmごとにスライスした後に JCI-SC4 に基づいて塩化物イオン濃度を測定した.鉄筋腐食性については,図-2,図-3に示すような寸法10×10×40cmと10×10×60cmの鉄筋コンクリート供試体を用いて,3ヶ月ごとに自然電位測定と外観観察を行った.なお,10×10×60cm 供試体には暴露直前に0.2mmを目標にひび割れを導入した.また作製した供試体は,材齢28日まで標準養生した後,力学的特性を検討するための供試体はそのまま標準養生を続け,塩分浸透性,鉄筋腐食性に関する検討を行う供試体は気中養生を行い,材齢4ヶ月~6ヶ月で鹿児島市谷山港に設けた飛沫帯,干満帯および海中部に暴露した.

3. 試験結果及び考察

3.1 力学的特性

一例としてW/C60%,海中部に暴露した供試体の圧縮強度を図-4に,引張強度を図-5に示す.海洋暴露半年を経過したシラスコンクリートは圧縮,引張強度ともに同様に暴露した海砂コンクリートを上回っていた.また,図-6には静弾性係数の経時変化を示す.シラスコンクリートの静弾性係数は,材齢28日の段階では海砂コンクリートより20%程度小さな値を示したが,海洋暴露半年後には海砂コンクリートとほぼ同程度の値となった.以上の

表-1 要因と水準

要因	水準
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)
細骨材	シラス(密度:2.15g/cm ³ 吸水率:7.59%) 海砂(密度:2.48g/cm ³ 吸水率:3.03%)
W/C	40, 50, 60 (%)
暴露環境	飛沫帯,干満帯,海中部

表-2 断面寸法と試験項目

種類	断面寸法(cm)	検討項目
無筋	10×20	圧縮強度 静弾性係数
	15×20	引張強度
	15×15×15	塩分浸透性
鉄筋	10×10×40	鉄筋腐食性
	10×10×60	

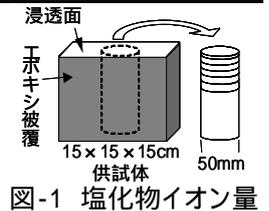


図-1 塩化物イオン量

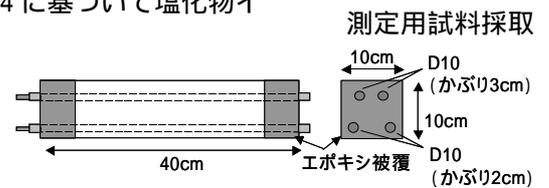


図-2 鉄筋腐食性検討供試体(ひび割れなし)

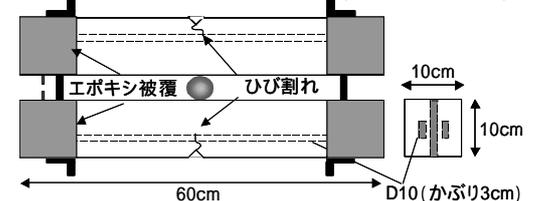


図-3 鉄筋腐食性検討供試体(ひび割れあり)

キーワード シラスコンクリート, 海洋暴露実験, 長期強度, 遮塩性, 鉄筋自然電位

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 099-285-8480

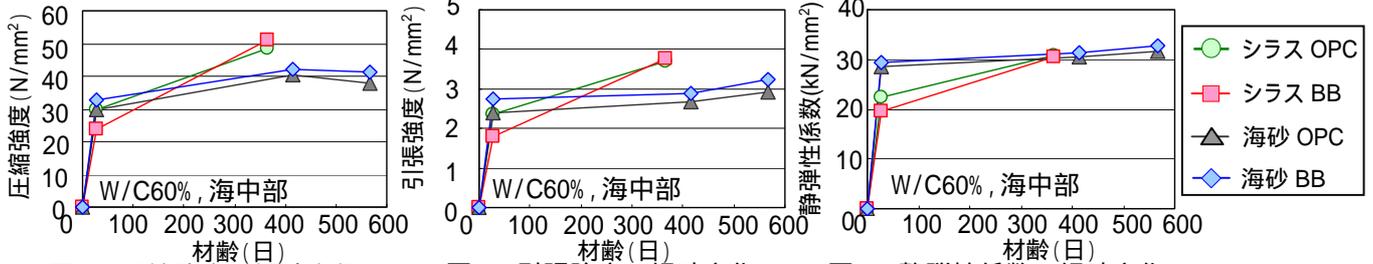


図-4 圧縮強度の経時変化

図-5 引張強度の経時変化

図-6 静弾性係数の経時変化

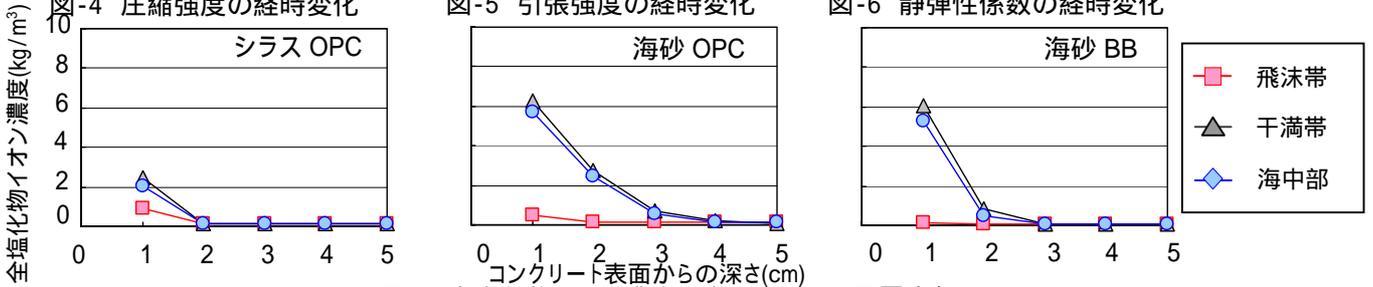


図-7 全塩化物イオン濃度分布(W/C60%, 暴露半年)

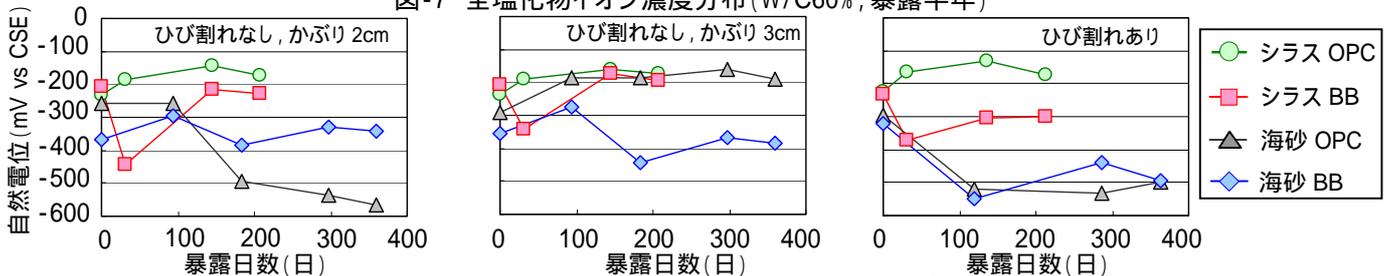


図-8 自然電位の経時変化(W/C60%, 干満帯)

ような強度や弾性係数の傾向は、水セメント比や暴露環境が異なるコンクリートにおいても同様であったことからシラスコンクリートは、海洋環境においてもポゾラン反応によって長期品質の向上が期待できると考えられた。

3.2 塩分浸透性

一例として暴露期間6ヶ月におけるW/C60%のコンクリートにおいて測定された全塩化物イオン濃度分布を図-7に示す。W/Cの如何にかかわらず、シラスコンクリートはOPCあるいはBBを使用した海砂コンクリートに比べ、塩化物イオンの浸透が明らかに少なく、高い遮塩性をもっていることが確認された。またBBを使用したシラスコンクリートについては、暴露6ヶ月において、いずれの環境下においても塩化物イオンの浸透はほとんどみられなかった。

3. 鉄筋腐食性

干満帯に暴露されたW/C60%の供試体について測定した自然電位の経時変化を図-8に示す。海砂OPCコンクリートのかぶり2cmの鉄筋の自然電位は、暴露を開始してから約6ヶ月で腐食発生の目安とされる-350mV(vs.CSE)を下回った。また、ひび割れあり海砂コンクリートでは、腐食因子がひび割れから侵入するため、ひび割れがない場合よりも早く腐食が発生すると判定される電位を示した。一方、シラスコンクリートについてはひび割れありの場合でさえ、内部鉄筋の電位は-200mV程度で安定しており、現在まで鉄筋は腐食していないと考えられる結果を示した。

4. 結論

- 1) 実海洋環境に半年間暴露したシラスコンクリートは、シラス細骨材のポゾラン反応により、同様に暴露した海砂コンクリートと同等以上の強度を示し、長期品質の向上が期待できる。
- 2) コンクリート中の塩化物イオン濃度分布調査結果から、シラスコンクリートは海砂コンクリートに比べて高い遮塩性を有していることが確認された。また自然電位測定結果からもシラスコンクリートには鉄筋に対する高い防食性が認められた。

なお本研究は国土交通省鹿児島港湾空港事務所の委託により実施しているものであることを付記する。

【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, pp38-47, 2004