

大型 RC 部材の海洋曝露実験によるシラスコンクリートの塩害抵抗性検討

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
 鹿児島大学 正会員 山口 明伸

1. はじめに

既往の塩害に関する研究より、海中部、干満帯および飛沫帯のそれぞれの海洋環境がコンクリート中への塩化物イオン浸透や内部鉄筋の腐食性に及ぼす影響については、多くの知見が得られている。しかしながら、実際の構造物は、海中部から干満帯、飛沫帯と連続しており、それぞれの環境がコンクリート中への塩化物イオン浸透性や内部鉄筋の腐食性に相互に影響しているものと考えられる。一方、近年のコンクリート用細骨材の資源不足問題への対応として、著者らは、細骨材にシラスを使用したシラスコンクリートの研究を進めており、海洋環境下での耐久性を検討するための海洋曝露実験を継続中である。この実験では実構造物を想定して、海中から干満帯、飛沫帯に至る位置まで連続した、長さ 4.6m の大型 RC 供試体を設置し、鉄筋腐食に関するモニタリングを継続しつつ、定期的に引上げて詳細な劣化状態調査を実施している。ここでは曝露開始 3 年後における調査結果を報告する。

2. 実験概要

コンクリートの配合を表-1 に示す。セメントには普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3 、以下 OPC）と高炉セメント B 種（密度 3.04g/cm^3 、以下 BB）の 2 種類を使用した。細骨材にはシラス（表乾密度 2.15g/cm^3 、吸水率 7.59%）の他、比較用として海砂（表乾密度 2.48g/cm^3 、吸水率 3.03%）を用いた。これらの材料を組み合わせた 4 種類のコンクリート（W/C=50%）を作製した。粗骨材にはいずれの場合も碎石（表乾密度 2.64g/cm^3 、吸水率 1.03%）を用いた。なお混和剤は、細骨材がシラスの場合はポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を、海砂の場合は AE 減水剤を使用し、スランプを $10\pm 2\text{cm}$ 、空気量を $4.5\pm 1.0\%$ の範囲に調整した。

供試体の概要図を図-1 に示す。断面は $25\times 30\text{cm}$ で供試体長が 4.6m であり、一つの供

試体で海中部から飛沫帯までの海洋環境をカバーできる形状となっている。供試体内には、D19 鉄筋をかぶり 2, 3, 4, 5cm の位置にそれぞれ配筋し、さらに鉄筋の腐食状況を定期的にモニタリングするため、海中部、干満帯および飛沫帯に対応する位置に照合電極を埋設した。併せて供試体内への塩化物イオンの浸透状況をモニタリングするために開発したセンサも埋設した。曝露開始から 3 ヶ月おきに鉄筋自然電位および塩化物イオン浸透センサ電位を測定しているが、曝露開始 3 年後の劣化状況調査のため、各供試体を一旦陸上へ引上げ、塩害劣化の進行状況を詳細に調査した（写真-1 参照）。主な測定項目とその概要を表-2 に示す。

3. 実験結果

曝露開始 1.5 年後に実施した同様の調査では、海砂コンクリートの上端から 130cm の辺りのかぶり 2cm 鉄筋に対応する位置に腐食ひび割れ（海砂 OPC : 0.4mm 幅、海砂 BB : 0.1mm 幅）および錆汁が観察されたが、シラスコン

表-1 供試体配合

呼名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S		G	混和剤
					海砂	シラス		
シラスOPC	50	34.5	202	404	-	464	1085	0.70%
シラスBB		34.5	199	398	-	464	1085	0.70%
海砂OPC		41.6	174	348	692	-	1034	0.85%
海砂BB		41.5	172	344	689	-	1035	0.85%

表-2 測定項目

測定項目	測定方法と測定間隔
自然電位	鉛照合電極で10cm間隔
分極抵抗	腐食ひび割れ位置において交流インピーダンス法で測定
全塩化物イオン量	ドリルサンプリングで5cmの深さまで1cmごとに測定

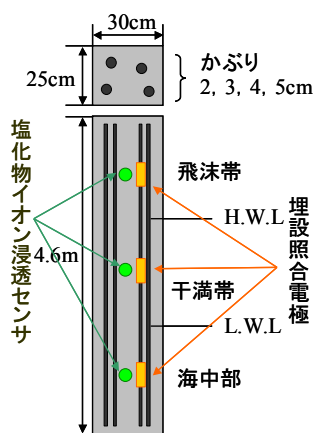


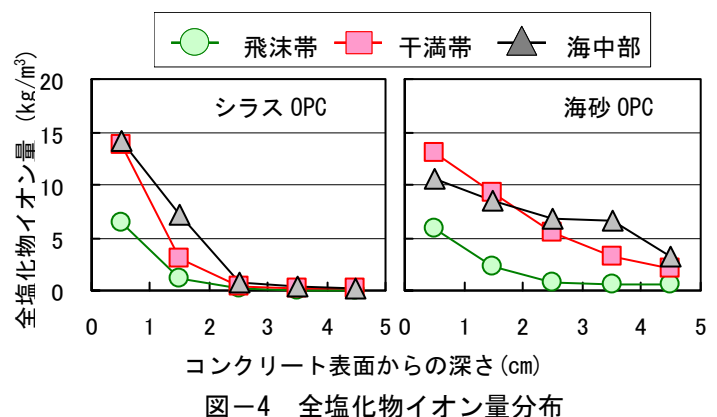
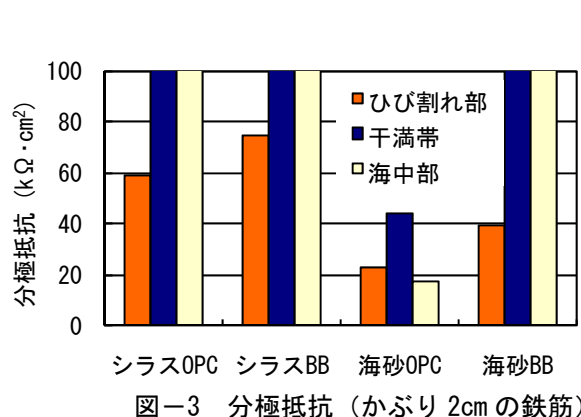
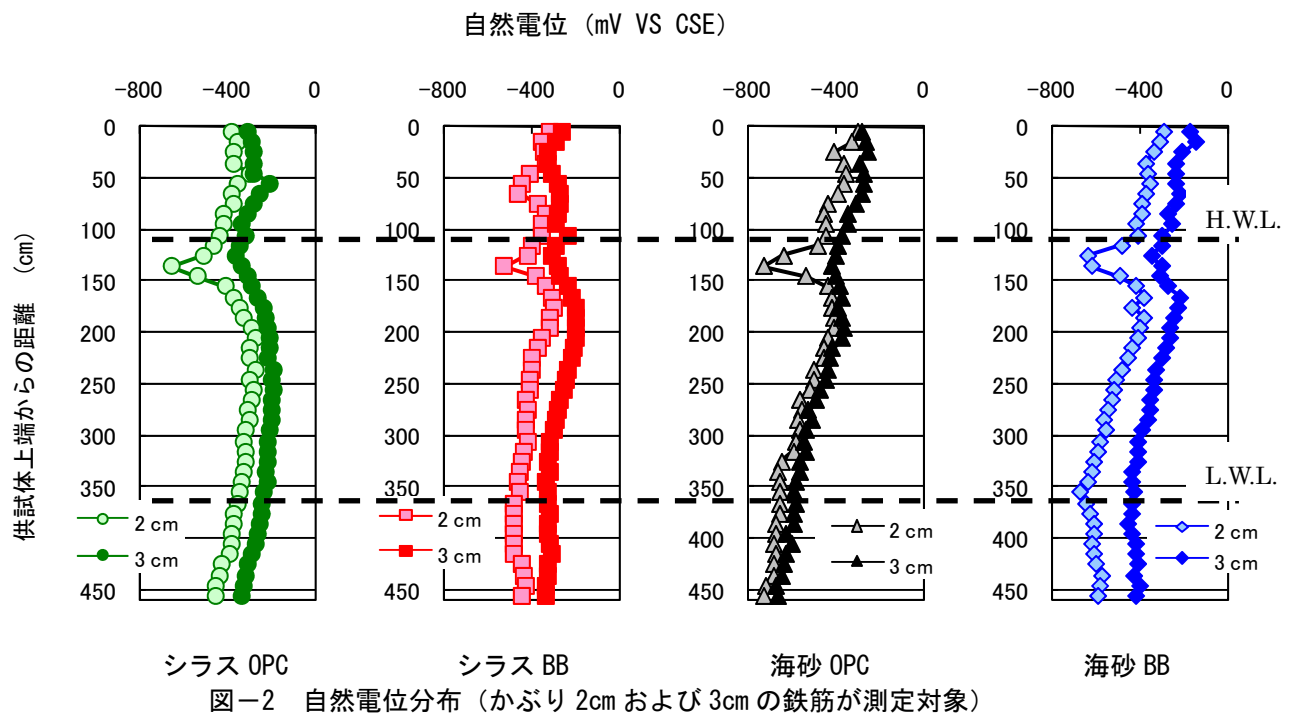
図-1 供試体概要



写真-1 供試体設置および引上げ状況

【キーワード】 塩害、シラスコンクリート、自然電位、分極抵抗、全塩化物イオン量

【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 TEL099-285-8480



クリートには腐食性のひび割れは観察されていなかった¹⁾。今回の暴露3年後でも、海砂コンクリートの腐食ひび割れの進展(海砂 OPC: 最大 1.2mm 幅, 海砂 BB: 最大 0.5mm 幅)が認められたが、シラス OPC, シラス BB には微細な表面ひび割れが多く、0.15mm 程度のひび割れも確認されたものの外観から鉄筋腐食に起因するかどうかを判別することは困難であった。一方、図-2 に示す自然電位分布の測定結果からは、いずれの供試体もかぶり 2cm, 3cm の鉄筋の干満帯上部で腐食しているとみられる個所があり、特にかぶり 2cm の鉄筋では、全ての供試体がほぼ同じ位置で自然電位の大きな卑変が認められ、シラスコンクリートも含めて高い腐食可能性を示す結果となった。この位置は海砂コンクリートの腐食ひび割れ箇所とも一致しており、この領域が最も厳しい腐食環境であると予想される。これは、図-3 に示すかぶり 2cm 鉄筋の分極抵抗が、いずれもひび割れ部において局部的に小さくなっていることから同様の傾向が確認できる。ただし、シラス OPC, シラス BB においては、この厳しい腐食環境の領域においても、いずれも $60 \sim 80 \Omega \cdot \text{cm}^2$ の高い分極抵抗を維持しており、シラスコンクリートの優れた塩害抵抗性が示された。この主な理由の一つは、図-4 に示すシ遮塩性の違いにあると考えられる。図のように、海砂 OPC においては、かぶり 5cm までのすべての鉄筋位置での塩化物イオン濃度が発錆限界量を超えてしまっているのに対し、シラス OPC はその高い遮塩性により、暴露3年後でも、かぶり 3cm 以上の鉄筋の腐食発生を防いでいることが示されている。

【謝辞】本研究は国土交通省九州地方整備局鹿児島港湾空港整備事務所からの委託研究により実施したものである。関係者各位に謝意を表す。

【参考文献】1) 佐藤裕考ほか：シラスコンクリートを用いた RC 部材の海洋環境下における耐久性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.29，No.1，pp.1089-1094，2007