

## 実構造物を模した大型 RC 供試体の海洋暴露試験

鹿児島大学 学生会員 ○佐藤 裕考 鹿児島大学 正会員 武若 耕司  
 鹿児島大学 正会員 前田 聡

## 1. はじめに

既往の塩害に関する研究から、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、ある程度の研究が進められている。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いる。既往の研究から、実験室内の促進試験では、シラスコンクリートは通常のコンクリートと比較して、優れた塩分浸透抑制効果のあることが確認されている<sup>1)</sup>。そこで、著者らは、実構造物を模した長さ 4.5m の大型 RC 供試体をシラスコンクリートで作製し、これを実際の海洋環境下の海中から干満帯、飛沫帯にかけて連続して設置した。ここではこの暴露実験において得られた鉄筋腐食に関するモニタリング結果を中心として、暴露 1 年までの結果を報告する。

## 2. 実験概要

表-1 コンクリート配合

呼名	W/C (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )					空気量 (%)	スランプ (cm)
			W	C	S	G	混和剤		
OPCシラス	50	34.5	202	404	464	1085	0.70%	4.6	8.0
BBシラス		34.5	199	398	464	1085	0.70%	4.7	9.0
OPC海砂		41.6	174	348	692	1034	0.85%	3.9	10.0
BB海砂		41.5	172	344	689	1035	0.85%	4.9	11.5

大型 RC 供試体に用いたコンクリートの W/C は 50%一定とし、セメントには普通ポルトランドセメント（以

下、OPC）と海洋コンクリートに一般的に用いられる高炉セメント B 種（以下、BB）の 2 種類を使用した。細骨材にはシラスの他、比較用として海砂を用いた。また、混和剤は、シラスコンクリートにはポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を、海砂コンクリートには AE 減水剤を使用した。供試体は、これらセメントと細骨材を組み合わせた表-1 に示す 4 種類のコンクリートで 4 体作製した。いずれのコンクリートも、スランプを 10±2cm、空気量を 4.5±1.0%の範囲で施工した。

大型 RC 供試体の概要図を図-1 に示す。供試体の形状は断面 25×30cm で、供試体長を 4.5m とすることで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、合計 4 本の 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非破壊的かつ連続的にモニタリングするための照合電極を、海中、干満帯および飛沫帯の位置に埋設した。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。供試体の暴露状況を図-2 に示す。供試体は鹿児島谷山港の岸壁に 4 体とも垂直に設置し、暴露開始から 3 ヶ月おきに外観観測、鉄筋自然電位および塩化物浸透センサ電位を測定している。なお、本文ではこの内、鉄筋自然電位の測定結果について取りまとめて示す。

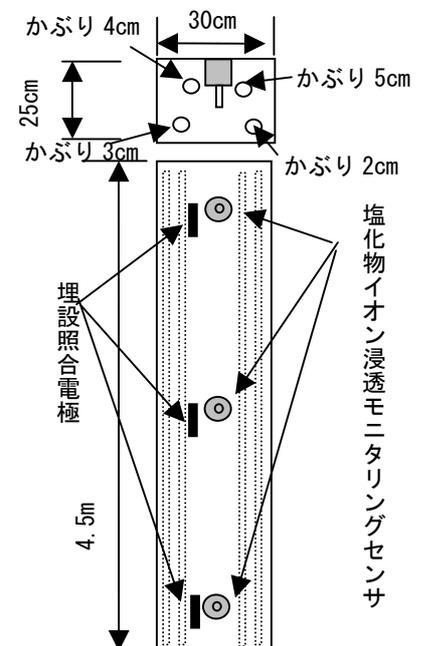


図-1 大型 RC 供試体概要図

## 3. 結果および考察

図-3 には、一例として、OPC 海砂コンクリートおよび OPC シラスコンクリートについて、それぞれ干満帯

【キーワード】 塩害、シラス、大型 RC 供試体、非破壊、モニタリングセンサ、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 TEL099-285-8480



図-2 供試体暴露状況

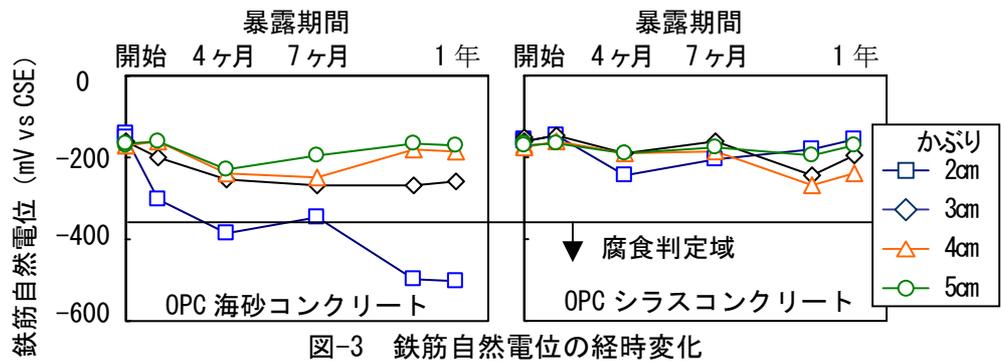


図-3 鉄筋自然電位の経時変化

部に埋設した照合電極で測定した鉄筋の自然電位の経時変化をかぶりごとに示す。なお、ASTMの腐食判定基準では、-350 (mV vs CSE) 以下では「90%以上腐食」と判定されており、ここでは取りあえずこの値を鉄筋腐食判定の目安とした。これまでの結果では、いずれのコンクリートも、かぶり 3、4、5cm の鉄筋に関しては、腐食判定の目安となる-350 (mV vs CSE) よりも貴な電位で推移していた。ただし、かぶり 2cm の鉄筋については、OPC 海砂の場合に7ヶ月以降で、この判定基準を下回る電位を示したのに対して、OPC シラスでは暴露1年までの間では鉄筋が腐食していると考えられるような傾向は認められなかった。

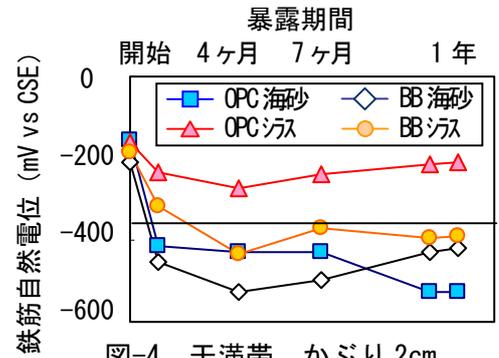


図-4 干満帯、かぶり 2cm

図-4には、4体の供試体において、干満帯位置におけるかぶり 2cm の鉄筋の自然電位の経時変化をとりまとめて示す。いずれの供試体の鉄筋も暴露前は同程度の電位を示していたものの、暴露直後より、OPC シラスを除いたいずれの供試体の鉄筋電位も低下傾向を示し、特に、海砂コンクリート供試体ではセメントの種類にかかわらず、上記の腐食判定基準以下まで鉄筋電位が低下する状況が確認された。また、全体として、セメントに BB を用いた場合には OPC を用いた場合よりも卑な電位を示す傾向も認められた。

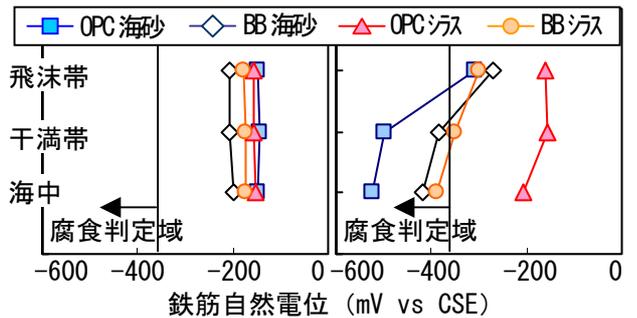


図-5 かぶり 2cm 鉄筋の自然電位鉛直方向分布

さらに、暴露環境の影響を検討するために、かぶり 2cm 鉄筋の自然電位の鉛直方向分布を図-5に示す。暴露開始直前では、いずれの供試体においても環境の違いによる鉄筋電位の違いは認められなかったが、暴露1年経過した海砂コンクリートにおいて干満帯や海中部において、鉄筋電位が、-400mV を下回るような値を示した。また、それぞれの供試体の鉛直方向の鉄筋電位分布に注目すると、シラスコンクリートは、セメントの種類に拘らず、環境条件の違いによる鉄筋電位差は 100mV 以下であったのに対して、海砂コンクリートでは、飛沫帯に比べて、干満帯や海中部の鉄筋電位が極めて卑な値を示したことから、その差は 200mV を超える状況であった。このことから、海砂コンクリート供試体では飛沫帯、干満帯および海中部の間で連続する鉄筋にマクロ腐食セルが形成され、腐食が急速に進行している可能性も示唆された。

4. まとめ

実構造物を模した各種コンクリート供試体の海洋環境下への暴露1年目までの結果より、海砂コンクリートに比べて、シラスコンクリートの鉄筋防食性が高いと予想される結果が得られた。また、海砂コンクリートの場合には、暴露1年の時点においてすでに、飛沫帯、干満帯および海中部の間でマクロセル腐食を示すような状況を確認したが、シラスコンクリートの場合には、そのような傾向も認められない。

なお、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との共同研究により実施しているものである。同事務所の関係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, pp38-47, 2004