

海洋環境下に 10 年間曝露した供試体によるシラスコンクリートの塩害に対する抵抗性

鹿児島大学 学生会員 ○平良 貢也 鹿児島大学大学院 学生会員 里山 永光
 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
 鹿児島大学大学院 正会員 審良 善和 鹿児島大学大学院 正会員 小池賢太郎
 鹿児島大学大学院 正会員 福永 隆之

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）の土木・構造物への実用化への取り組みが進められている。著者らは、さらに、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、海洋環境下でのシラスコンクリートの性能について研究を進め、これまでの曝露試験結果からシラスコンクリートが通常のコンクリートと比較して、高い遮塩性を有していることを確認している¹⁾。本稿では曝露後 10 年を経過したシラスコンクリートの塩害に対する抵抗性の調査結果を報告する。

2. 実験概要

実験に使用したコンクリートの示方配合を表-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/cm³, 以下 OPC）および高炉セメント B 種（密度:3.04g/cm³, 以下 BB）を、粗骨材には鹿児島県鹿児島市産砕石（Gmax:20mm, 表乾密度:2.64g/cm³, 吸水率:1.03%）を、細骨材に鹿児島県横川町産シラス（表乾密度:2.15g/cm³, 吸水率:7.59%, 微粒分量:25.39%）または鹿児島県産海砂（表乾密度:2.48g/cm³, 吸水率:3.03%）を用いた。また、混和剤として、普通砂コンクリートにはセメントに対してリグニン系 AE 減水剤を、シラスコンクリートにはセメントとシラスの 75μm 以下の微粒分量に対してポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を用い、いずれも助剤として空気量の調整のため AE 剤を用いた。コンクリートの水セメント比（以下、W/C）は 40, 50, 60% の 3 水準である。

今回の検討を対象とした供試体は、コンクリート中の塩化物イオン量測定用に作製した 15×15×15cm の立方体供試体で塩化物イオンの浸透面を一側面として試験面以外をエポキシ樹脂で被覆したものと、鉄筋の腐食状況を確認するため図-1 に示すような 10×10×40cm の角柱供

表-1 コンクリートの示方配合

供試体名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				P×% 混和剤		
			W	C	S		G	AE減	AE助剤
					普通砂	シラス			
普通砂OPC	40	41.5	175	438	660	－	994	0.3	0.002
	50	42.5	176	352	703	－	1017	0.28	0.0015
	60	44.0	182	303	738	－	1004	0.28	0.0009
普通砂BB	40	41.0	171	428	654	－	1006	0.28	0.0028
	50	42.0	173	346	696	－	1027	0.24	0.0015
	60	44.0	180	300	738	－	1004	0.25	0.0017
シラスOPC	40	34.5	212	530	－	408	1036	0.75	0.0008
	50	34.0	212	424	－	458	1064	0.75	0.001
	60	35.0	212	353	－	489	1087	0.75	0.0012
シラスBB	40	31.5	205	513	－	406	1055	0.75	0.0012
	50	34.0	204	408	－	465	1079	0.75	0.0012
	60	35.5	207	345	－	499	1085	0.8	0.001

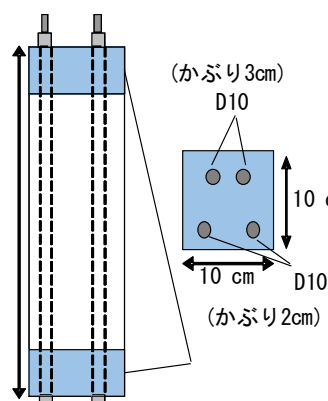


図-1 供試体形状

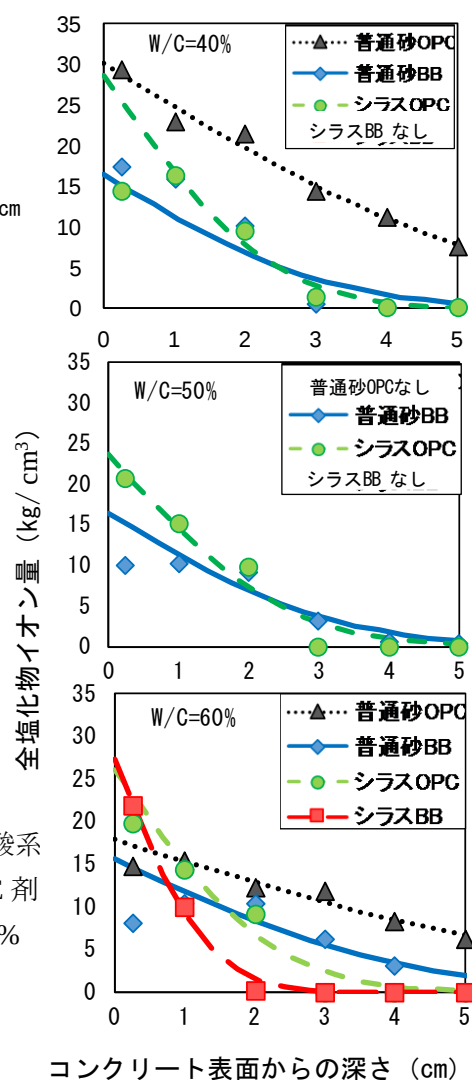


図-2 塩化物イオン濃度分布

試体に D10 鉄筋をかぶり 2cm, 3cm とし位置に埋設したものである。

曝露試験は、鹿児島湾の谷山港内にある曝露試験施設の干満帯位置に供試体を設置し、行った。

3. 結果および考察

図-2 に、干満帯曝露 10 年経過後のコンクリート中の全塩化物イオン量分布を、拡散方程式による近似結果と併せて示す。また、近似結果で得られた表面塩化物イオン量を表-2 に、見かけの塩化物イオン拡散係数と水セメント比の関係を図-3 に示す。

シラスコンクリートでは、いずれのセメントを用いた場合も、表面から 3cm 以深への塩化物イオンの侵入がほとんど確認されず、普通砂コンクリートを使用したコンクリートと比較して高い塩分浸透抑制効果を有していることが確認された。また、分布形状もシラスコンクリートと普通砂コンクリートで異なり、表面塩化物イオン量はシラスコンクリートが大きいものの、見かけの拡散係数は 10 分の 1 程度まで小さくなる傾向を示していることから、骨材として用いているシラスのポゾラン反応でコンクリート組織がより緻密化され、塩化物イオンがコンクリート内部まで浸透せず、実質的には、シラスコンクリートは、表層部で塩分の浸透がほぼ止まっている状況が示唆された。また、図-3 に示す拡散係数と W/C の関係から、曝露 10 年の結果において普通砂 OPC および普通砂 BB は、それぞれコンクリート標準示方書²⁾の提案式とほぼ一致する値となっているが、シラスコンクリートの拡散係数は水セメント比の如何によらず、両者より明らかに小さい。このことから、シラスコンクリートは W/C に関わらず高い遮塩性を有していることが再確認された。

図-4 に鉄筋の腐食面積率の測定結果を示す。いずれのかぶりにおいても W/C60% の普通砂コンクリートは著しい腐食が発生していた。一方、シラスコンクリートの腐食面積率はいずれの W/C においても小さく、特に、かぶり 3cm の鉄筋の腐食はほとんど確認されなかった。シラスはポゾラン材料であり、コンクリート中の pH の低下により腐食発生限界 Cl 濃度に影響を及ぼすと懸念されたが、普通砂コンクリートに比べ極めて高い防食性を示す結果となった。

4. まとめ

干満帯での曝露 10 年の試験結果から、シラスを細骨材として使用したコンクリートは普通砂を用いた通常のコンクリートに比べ、塩化物イオンの浸透抵抗性が非常に高く、高い防食性を有することを再確認した。

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時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) 大園理貴ほか：実海洋環境下で長期暴露実験を行ったシラスコンクリートの防食性，コンクリート工学年次論文集 Vol.36, No1, pp. 988-993, 2014
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書 維持管理編，2013 年制定

表-2 表面塩化物イオン量 c_0

W/C	供試体名	C_0 (kg/m ³)
40%	普通砂OPC	30.21
	普通砂BB	16.48
	シラスOPC	28.79
	シラスBB	
50%	普通砂OPC	
	普通砂BB	16.48
	シラスOPC	23.66
	シラスBB	
60%	普通砂OPC	17.87
	普通砂BB	15.62
	シラスOPC	26.09
	シラスBB	27.41

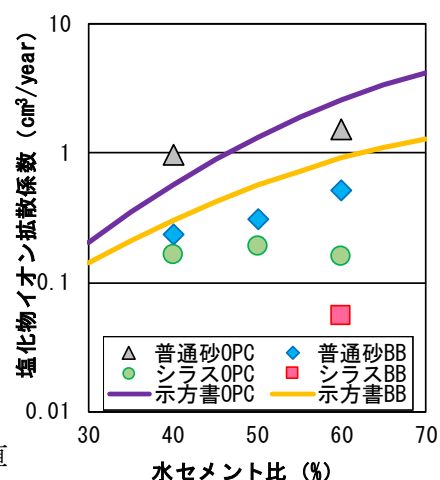


図-3 塩化物イオン拡散係数

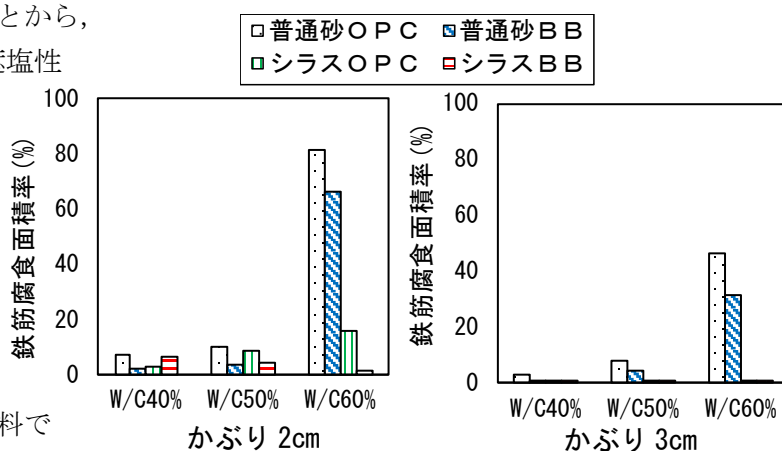


図-4 鉄筋の腐食面積率