

シラスの微粒分がコンクリートの遮塩性に及ぼす影響について

鹿児島大学 学生会員 ○井上 衛 鹿児島大学学術研究院 正会員 武若 耕司
 鹿児島大学学術研究院 正会員 山口 明伸 鹿児島大学学術研究院 正会員 審良 善和
 鹿児島大学学術研究院 正会員 小池賢太郎 (株)安藤ハザマ 正会員 里山 永光

1. はじめに

既往の研究により、シラスを細骨材として用いたコンクリート（以下、シラスコンクリート）は海洋環境下において優れた耐久性を示すことが確認されている。これは、主に非結晶質分を多量に含む粒径 $150\mu\text{m}$ 以下のシラスがポゾラン反応を起こすことで、コンクリートが緻密化するためであると考えられる^{1) 2)}。しかし、シラスによる塩化物イオン浸透抵抗性の定量的な評価には至っておらず、その性能改善効果を予測することは難しい。そこで、本検討では、 $150\mu\text{m}$ 以下に分級したシラスを外割りで置換した供試体を作製し、シラスコンクリートの遮塩性に対する向上効果を実験的に評価した。

2. 試験概要

使用材料は、セメントとして普通ポルトランドセメント（以下、OPC）、細骨材として $150\mu\text{m}$ 以下に分級した横川産シラスおよび珪砂を用いた。また、供試体配合は既往の研究^{1) 2)}を参考に表-1 に示すものとした。供試体の種類は、W/C=50%のペースト供試体（以下、OPC50）、シラスコンクリート中の細骨材に含まれる微粒分（ $150\mu\text{m}$ 以下）のシラスを外割りで混和したペースト供試体（以下、シラス OPC50）、シラスの代わりに珪砂を同量混和したモルタル供試体（以下、珪砂 OPC50）およびシラスの代わりに OPC を同量混和したペースト供試体（以下、OPC36）。さらにシラス OPC の W/C を、40%、60%としたペースト供試体（シラス OPC40、シラス OPC60）の 6 種類とした。

供試体形状は $4\times 4\times 8\text{cm}$ の角柱とし、材齢 28 日まで封かん養生を行った後、浸透面である $4\times 4\text{cm}$ の 1 面のみを開放面とし、他の 5 面をエポキシ樹脂によって被覆した。その後、3mass%の NaCl 溶液に 91、182、365 日浸漬させ、供試体を所定の深さで切断し、JIS A 1154 に準拠して全塩化物イオン量の測定を行った。また、得られた塩化物イオン量分布から見掛けの拡散係数を JISE-G572-2003 に準拠して算出した。

3. 実験結果及び考察

浸漬期間 91、182、365 日の各供試体の全塩化物イオン量分布を図-1 に示す。いずれの浸漬期間に

表-1 供試体配合

	W/C (%)	W/B* (%)	単位量 (kg/m^3)		
			W	C	シラスor珪砂
OPC50	50	50	612	1223	
シラスOPC50	50	36	515	1031	393
珪砂OPC50	50	50	520	1041	397
OPC36	36	36	533	1472	
シラスOPC40	40	31	484	1210	329
シラスOPC60	60	40	539	898	439

※W/B はシラスを結合材として算出した

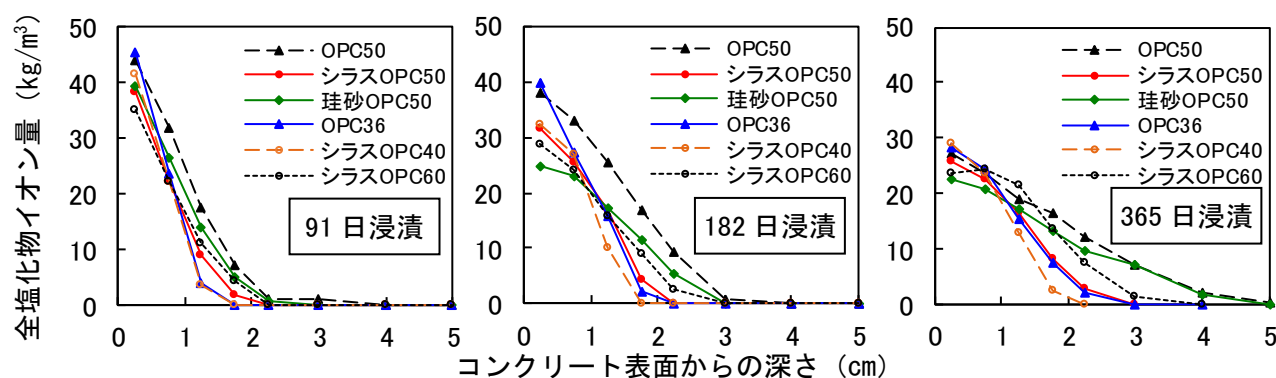


図-1 全塩化物イオン量分布

においても、シラス OPC50 は珪砂 OPC50 と比較して塩化物イオンの浸透を抑制していることが分かる。珪砂とシラスは同じ割合で置換していることから、細骨材による塩化物イオンの遮蔽に加え、シラスのポズラン反応により緻密化することで、遮塩性能が向上したと考えられる。

シラスを混和した配合に着目すると、塩化物イオン浸透抵抗性はシラス OPC40 が最も高く、水セメント比が大きくなるにつれて低下する傾向が確認できた。シラス OPC50 と OPC36 とを比較すると、浸漬 182 日および浸漬 365 日の結果から、概ね同程度の塩化物イオン浸透状況であることが確認された。これは、シラスのポズラン反応によって、ベースセメントである OPC と同程度の遮塩効果が期待できるものと推察される。

測定した全塩化物イオン量分布から算出した表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数を図-2、図-3 に示す。表面塩化物イオン量は、いずれの配合においても浸漬日数の経過に伴って小さくなる傾向にあった。一方、見掛けの拡散係数については、OPC50、珪砂 OPC50 は浸漬期間に因らず概ね一定の値を示したものの、シラス OPC50 の見掛けの拡散係数は若干低下する傾向にあった。これは、上述したようにポズラン反応によるものと推察される。いずれにしても、シラスを混和した配合の見掛けの拡散係数は珪砂 OPC50 よりも明らかに小さく、シラスを用いることで遮塩性能が向上していることが確認された。

次に、シラスの微粒分を結合材として算出した W/B と浸漬 365 日における見掛けの拡散係数の関係を図-4 に示す。W/B と見掛けの拡散係数は強い相関を示すことから、粒径 150 μ m 以下のシラスの割合を結合材として捉えることで、W/B からシラスコンクリートの見掛けの拡散係数の予測が可能であると推察される。

4. まとめ

150 μ m のシラスは、塩化物イオンの浸透に対して、OPC と同程度の遮塩性能を有する結合材として機能すると考えられる。これは、シラスのポズラン反応による長期的なコンクリートの緻密化によるものと考えられる。これにより、シラスコンクリートの塩害照査を行う際に用いるパラメータとして、粒径 150 μ m 以下のシラスを結合材とした W/B により見掛けの拡散係数を推定することができると考えられる。ただし、今回は 1 種類のシラス（横川産）のみを検討対象としたため、種類が異なる場合の塩化物イオンの浸透性状については確認が必要である。

謝辞：本研究は、国土交通省九州地方整備局鹿児島港湾工事事務所との協同研究により実施している研究の一部であることを付記する。

参考文献：1) 里山永光，武若耕司，山口明伸，審良善和：干満帯に長期暴露した供試体によるシラスコンクリートの耐久性評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，pp.755-780，2017

2) 福永隆之 シラスを混和材として利用したセメント系材料の耐塩害性に関する研究 コンクリート工学論文集 Vol.29，pp21-31，2018

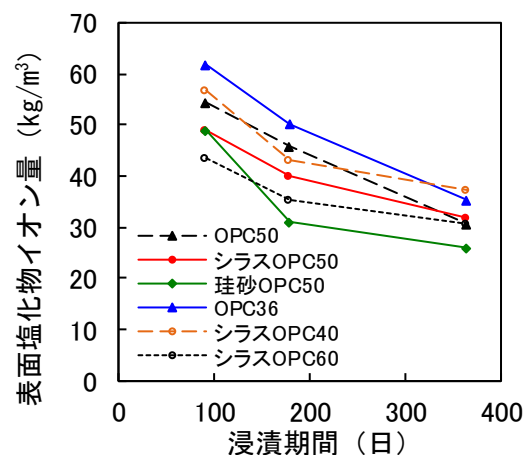


図-2 浸漬期間と表面塩化物イオン量の関係

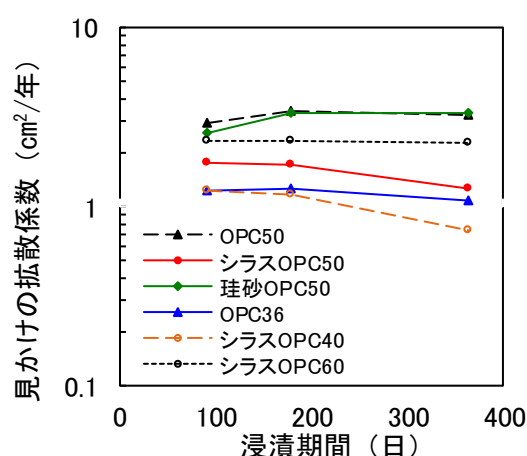


図-3 浸漬期間と見掛けの拡散係数の関係

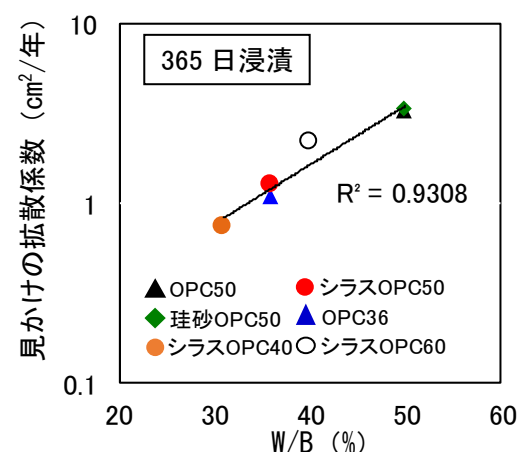


図-4 W/B と見掛けの拡散係数の関係