鹿児島大学大学院	学生会員	壽れ	右太朗
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	武若	耕司
鹿児島大学大学院	学生会員	中島	正志

1. はじめに

実際の海洋環境下においてコンクリート構造物の合理的な維持管理を行うためには、海洋環境下の代表的劣化 である塩害の主要因である塩化物イオンの浸透状況を的確に把握する必要がある。しかし、実際の海洋環境は海 中部、干満帯および海上大気中と環境が異なっており、それぞれの環境で塩分の浸透状況も異なっている。そ こで著者らは、海上大気中、干満帯および海中部でコンクリートの長期暴露実験を実施しており、塩化物イオ ンの浸透性などについての継続的な検討を行っている<sup>1)</sup>。本稿は、暴露期間3年までの調査結果に基づき、コ ンクリートの見かけの拡散係数と表面塩化物イオンの関係について考察したものである。

2. 実験概要

コンクリートの要因と水準を表-1 に示す。セメントには普通ポ 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)の2種類を使用した。細骨材には、シラス、普通砂(洗浄・ 除塩された鹿児島県産海砂)の2種類を使用した。以下、それぞれ

を細骨材としたコンクリートを「シラスコンクリート」、「普通砂コンク リート」と称す。なお、シラスコンクリートには高性能 AE 減水剤を、普 通砂コンクリートには AE 減水剤をそれぞれ使用している。水セメント比 は各コンクリートとも、40、50、60%の3水準とし、圧縮強度および弾 性係数試験用(10×20cm)、引張強度試験用(15×20cm)、塩化物イ オン浸透量測定用(15×15×15cm)の供試体を作製し、28日間の水中養 生の後、所定の環境で暴露を開始した。暴露環境は鹿児島湾内の、海上

大気中、干満帯、海中部の3種類の海洋環境である。なお、塩化物イオン量測定用の供試体は、事前に試験面 以外をエポキシ樹脂で被覆し、塩化物イオンの浸透を一面に限定している。所定の暴露期間経過後には、各コ ンクリートの圧縮強度、引張強度、弾性係数、塩化物イオン浸透量等を測定している。なお、塩化物イオン量 の測定は、図-1に示すように、浸透面から 5cmのコアを乾式で採取し、1cm ごとにスライスした後に JCI SC4 に基づいた測定を行った。 80

## 3. 実験結果

一例として図-2 に、干満帯に暴露された W/C50%の各コンク リートの圧縮強度の経時変化を示す。図のように、初期強度に ついては材料による差異が認められるものの、暴露3年経過後 においては、いずれのコンクリートもほぼ同等レベルの圧縮強 度を示しており、これは他の W/C についても同様であった。一 方、図-3 には干満帯で曝露された W/C50%の各コンクリートの



半年、1年、3年時の全塩化物イオン濃度分布を示す。暴露半年における初期の塩化物イオン濃度分布にも材料による差異が認められるが、その差は暴露期間が増すにつれてさらに大きくなっていることがわかる。

キーワード:見かけの塩化物イオン拡散係数、表面塩化物イオン濃度、海洋環境、塩害

·連絡先:〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学大学院理工学研究科海洋土木工学専攻 TEL099-285-8480

表-1 要因と水準

細骨材	セメント	混和剤	水セメント比	
普通砂	OPC	▲□浦北刘		
	BB	AE/成小门	40 50 60	
シラス	OPC	高性能AE		
	BB	減水剤		





さらに、図-3の塩化物イオン濃度分布にフィックの拡散方 程式を最小二乗法近似させ、各暴露期間までの見かけの塩化 物イオン拡散係数ならびに表面塩化物イオン濃度を求めた結 果を図-4、図-5に示す。いずれの供試体においても見かけの 拡散係数は暴露期間の増加に伴って減少する傾向にあり、ま たその減少の程度や時期は使用材料によって異なることが確 認された。一方、表面塩化物イオン濃度は、見かけの拡散係 数とは逆に暴露期間の増加に伴って増加する傾向にあり、見 かけの拡散係数と対照的な経時変化を示した。ただし、その増 加の度合いは、必ずしも見かけの拡散係数の減少度合いと対応 していなかった。そこで、両者の相関性を検討するために、干 満帯における全暴露供試体の暴露 3 年経過時までの両者の関 係を整理した。図-6 に普通砂コンクリート、図-7 にシラスコ ンクリートの結果を示す。普通砂コンクリートの場合、比較的 拡散係数が大きい OPC では、見かけの拡散係数の低下に伴 う表面塩化物イオン濃度の変化は少ないが、拡散係数の小さ い BB の場合は、見かけの拡散係数の若干の変化で表面塩化 物イオン濃度が大きく増加していることが分かる。一方、シ ラスコンクリートの場合、セメントによらずほぼ同様の相関 関係を示しており、セメントの違いは認められない。また普 通砂コンクリート、シラスコンクリートのいずれの場合でも、 見かけの拡散係数が0.5cm<sup>2</sup>/yearを下回ると表面塩化物イオ ンが急増する傾向が認められた。

4. まとめ

海洋環境下での暴露試験の結果から、同一環境下で見か けの拡散係数が経時的に低下すると、それに伴って表面塩 化物イオン濃度が増加することを確認した。また、両者の 関係には高い相関関係があり、コンクリートの材料特性に よってその関係性は異なることが分かった。

参考文献

 1) 中島正志ほか: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に関する検討,土木学会年 次学術講演会 V-184 2010年



0 20 40 60 80 表面塩化物イオン濃度(kg/m<sup>3</sup>) 図-7 見かけ拡散係数と表面塩化物イオン濃度の関係 (シラスコンクリート 干満帯)