

供用開始から約 30 年経過した栈橋上部工における塩化物イオン浸透の不均一性に関する検討

長岡技術科学大学 学生会員 ○井向 日向
正会員 下村 匠

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 正会員 田中 豊, 川端 雄一郎, 加藤 絵万

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物中の塩化物イオン浸透は、同一構造物中、同一部材中において不均一性を有する。この不均一性は、環境作用およびコンクリートの品質に起因する。よって、これらの要因を分析し、塩化物イオン浸透の不均一性を生じさせる主たる因子を解明できれば、鉄筋コンクリート構造物中の塩化物イオン浸透をより精度良く予測できるといえる。

そこで、本研究では、栈橋上部工の床版を対象に複数箇所での塩化物イオン濃度を測定し、塩化物イオン浸透の不均一性に影響を与える環境作用について検討した。

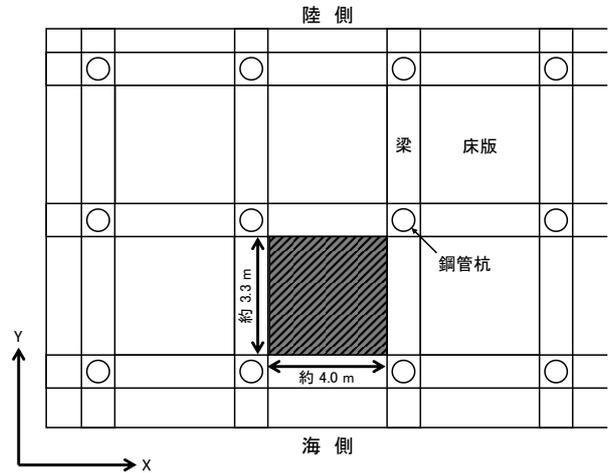


図1 床版採取位置

2. 測定概要

2. 1 床版の概要

供用開始から約 30 年経過した栈橋から、図 1 に示すハッチング箇所の床版 (約 4.0 m×約 3.3 m×約 0.5 m) を切り出し、本研究で用いた。なお、床版には乾燥収縮に起因すると考えられる幅 0.2 mm 程度の表面ひび割れが生じており、表面から 10 mm 程度の中性化が生じていた。また、配合推定の結果、使用セメントは普通ポルトランドセメントであり、水セメント比は約 0.50 であった。

2. 2 塩化物イオン濃度の測定

図 2 にコア採取位置を示す。同図中における格子状の線は床版に配置されていた主鉄筋を表しており、その他の線は床版に生じていた表面ひび割れを表している。

同図に示した 50 箇所において、床版表面から鉄筋位置の深さまでコア (直径 100 mm×長さ約 85 mm) を採取した。採取したコアについて JIS A 1154 に準拠し、電位差滴定法で塩化物イオン濃度を測定した。塩化物イオン濃度の測定箇所は、中性化の影響を除

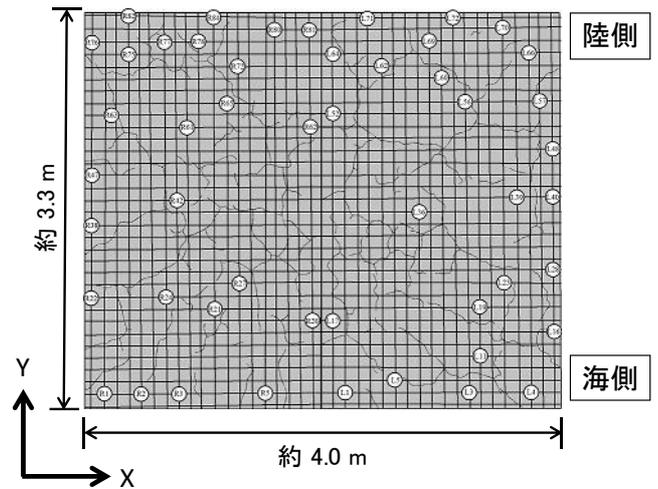


図2 コア採取位置

くために、コア表面から深さ 25, 35, 45, 55 mm の 4 箇所とした。

また、JSCE-G 573 附属書 2 に準拠して、塩化物イオン濃度の測定結果を Fick の第 2 法則に基づいた拡散方程式の解で回帰分析し、コア毎の表面における塩化物イオン濃度 C_0 と塩化物イオンの見かけの拡散係数 D_{ap} を算出した。なお、算出の際には、初期含有塩化物イオン濃度を 0 kg/m^3 、供用期間を 30 年とした。

キーワード 栈橋上部工, 表面における塩化物イオン濃度, 塩化物イオンの見かけの拡散係数, 不均一性

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

3. 測定結果についての検討

3. 1 採取したコア毎の C_0 と D_{ap}

図3に採取したコア毎の C_0 と D_{ap} を示す. 同図における直線は C_0 と D_{ap} の平均値 μ および $\mu \pm$ 標準偏差 σ を表している. また, 同図は C_0 と D_{ap} の相関を示すものではなく, 採取したコア毎の C_0 と D_{ap} をプロットしたものである.

同図より, C_0 は $2.0 \sim 20.0 \text{ kg/m}^3$ に幅広く分布していた. また, D_{ap} は概ね $0.1 \sim 0.3 \text{ cm}^2/\text{year}$ ($\mu - 1\sigma \sim \mu$) に集中していた.

3. 2 C_0 の分布

本研究では, 環境作用は C_0 に影響すると考え, C_0 をクリギング法¹⁾により補間し, その分布を可視化することで, その傾向について検討した.

図4に示す C_0 の分布より, 地点1, 2の C_0 が高い傾向にあり, 地点3の C_0 が低い傾向にある. これは, 地点1, 2は海水飛沫がかかりやすい位置であったためと考えられる. 以下にその根拠を述べる.

栈橋下面に侵入する波は, 海側から陸側に向かって進行する. 侵入した波は梁と鋼管杭に当たり, 床版に向かって打ち上げられると考えられる. このため, 梁と鋼管杭の付近では海水飛沫がかかりやすいといえる. よって, 付近に梁および鋼管杭がある地点1, 付近に鋼管杭がある地点2は海水飛沫がかかりやすい位置であったことが考えられる. また, C_0 が低い傾向となった地点3は, 梁と鋼管杭が付近にないため, 海水飛沫がかかりにくい位置であったことが考えられる.

一方, 同図中の地点4は付近に鋼管杭があるにも関わらず, 地点1, 2に比べて C_0 が低い傾向となった. これは, 地点4が航跡波や風向などの影響によって, 地点1, 2よりも海水飛沫がかかりにくい位置であったためと考えられる.

このように, 栈橋上部工の床版における C_0 の分布は, 梁と鋼管杭に起因する海水飛沫の影響を受けて不均一になると考えられる.

4. まとめ

本研究では, 栈橋上部工の床版における塩化物イオン浸透の不均一性に影響を与える環境作用について検討した. 採取したコア毎の C_0 と D_{ap} より, 本研

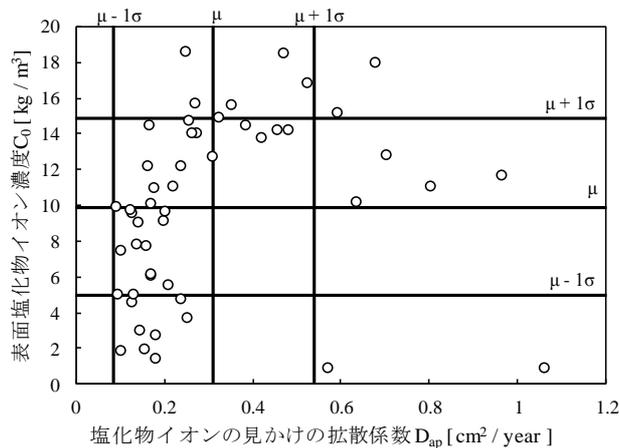


図3 採取したコア毎の C_0 と D_{ap}

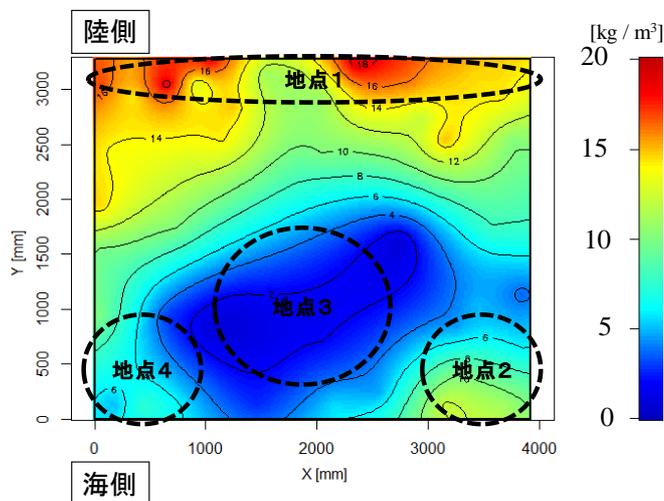


図4 C_0 の分布 (補間後)

究で対象とした床版では, C_0 は $2.0 \sim 20.0 \text{ kg/m}^3$ に幅広く分布し, D_{ap} は概ね $0.1 \sim 0.3 \text{ cm}^2/\text{year}$ に集中していた. また, 栈橋上部工の床版における C_0 の分布は, 梁と鋼管杭に起因する海水飛沫の影響を受けて不均一になると考えられる.

謝辞

本研究は, 内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人: JST) によって実施しました.

参考文献

1) 間瀬茂, 武田純: 空間データモニタリングー空間統計学の応用, 共立出版, pp.135-151 (2001)