

環境作用に応じたコンクリート構造物表面の塩分定量化に関する基礎的研究

長岡技術科学大学 正会員 ○中村 文則
 長岡技術科学大学 正会員 山口 貴幸
 長岡技術科学大学大学院 学生会員 井向 日向
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. 目的

コンクリート構造物の塩害劣化予測解析を正確に行うためには、その境界条件となる構造物表面での劣化促進物質(飛来塩分)の分布を把握しておくことが重要である。本研究では、沿岸に設置されたコンクリート構造物の各部位表面の塩分量を定量化するために、海岸近傍の環境作用を再現した模型実験を実施した。さらに、構造物表面の水分や塩分量の分布に影響を及ぼす構造物表面への降雨の作用について予測解析を行った。

2. 実験方法

実験施設は、長岡技術科学大学に設置されている図-1のような長さ9m、幅2m(計測用通路0.9m)、高さ2.0mの風洞施設である。この施設は、風および飛来塩分粒子、降雨を同時に作用できる施設であり、風洞内部を風が循環する仕組みになっている。施設内には、図のように風を発生させるための送風機、風の整流板、飛来塩分を発生させる装置2機が設置されている。飛来塩分の発生装置は、加圧式の噴霧ノズルであり、平均粒径20~100 μm 程度の塩分飛沫粒子を噴霧できるものである。

実験模型は、図-2のような長さ1000mm、高さ240mmの2種類の形状である。設置位置は、整流板(境界位置)から0.3mの位置であり、高さは模型底面が0.94mとなるように調整した。模型の材質は、中央部がコンクリート製であり、両端部が発泡スチロール製である。

模型表面に到達した飛来塩分量の測定はガーゼ法で行った。受風口(縦4cm×横5cm)を設けたアクリル板と受風口がないアクリル板(寸法:縦5cm×横7cm)の2枚を1組として、そこにガーゼを挟み込み、模型表面の図-2の測点位置に設置した。実験終了後は、ガーゼに到達した塩化物イオン量を塩化物イオンメータにより測定した。

3. 実験条件

実験は、整流板から2.5m(模型から風上に0.5m)の位置で、断面平均風速が3.0m/s(模型周辺では5.0m/s)、飛来塩分粒子の粒径は平均100 μm の条件で実施した。この粒径は、海岸近傍における環境作用を実験室内で再現するために、海岸近傍に設置された橋梁周辺で観測された飛来塩分粒子の粒径分布¹⁾を参考に設定した。発生させた飛来塩分粒子の塩分濃度は3%であり、実験模型への飛来塩分の作用時間は60分である。

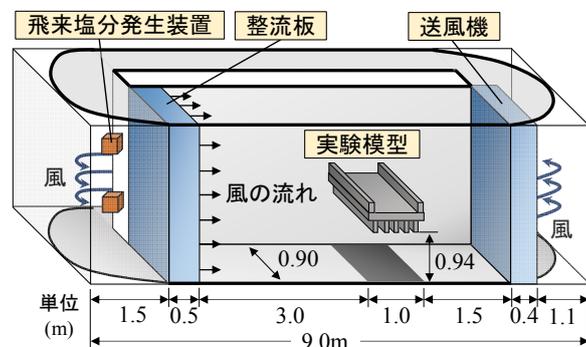


図-1 実験施設の全体図

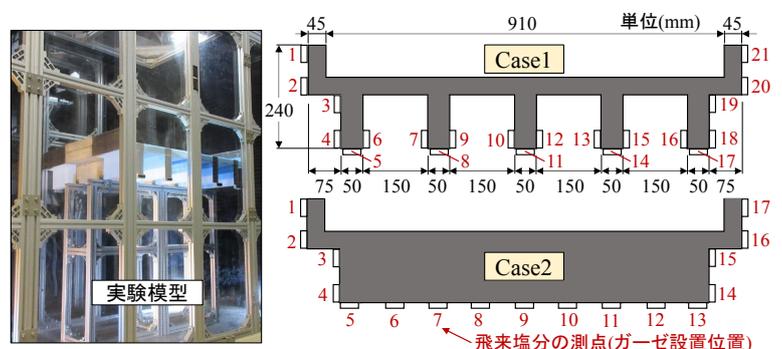


図-2 実験模型の設置状況と模型形状

キーワード 塩害, 飛来塩分, 環境作用, 降雨, 模型実験

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 TEL0258-47-9626

4. 実験結果および考察

(1) 構造物表面における飛来塩分の到達量の分布

模型表面の飛来塩分の到達量の実験結果を図-3 および図-4 に示す。図より、到達塩分量は、模型形状に応じて変化しているとともに、各部位表面で大きく差があることがわかる。塩分量は、大部分が6mdd以下となっているが、風上側の表面である測点 No.1~4 では塩分量が3~5 倍程度になっている。実際の構造物では、測点 No.1~4 のような外側に面している部位では、降雨が直接作用することで、表面に到達した塩分粒子の一部が洗い流されることが報告されている。模型表面の到達塩分量を定量化するためには、降雨が作用する部位を特定しておくことが重要である。

そのため、数値シミュレーションを用いて降雨が作用する部位について検討を行った。数値モデルは、既往研究¹⁾の飛沫粒子モデルを参考に、風と降雨粒子を統合したモデルを構築した。設定した計算条件は、降雨粒子の粒径を直径1mm、風速を3m/s(実験時)と8m/s(強風時を想定)とした。図-5 は、降雨粒子の各部位表面への作用を示した計算結果である。図の上段が風速 3m/s 時の計算結果であり、測点 No.1 および No.2 の表面周辺で降雨が作用していることがわかる。下段の風速 8m/s 時では、測定 No.4 の付近も降雨が作用しており、到達塩分量が大きい測点 No.1, 2, 4 で降雨の洗い流し作用が生じる可能性があることがわかった。

(2) 到達塩分量への構造物形状の影響

図-6 は、降雨が作用しない部位表面において、Case1 と Case2 の到達塩分量を比較した結果である。図より、2つの形状で底面の到達塩分量は、両者で同程度の値となっていることがわかる。また、模型底面全体の到達塩分量は、風下側のほうが大きくなる傾向であり、模型形状の影響は大きく見られなかった。

5. 結論

本研究により、到達塩分量は構造物の各部位で差があり、到達塩分量の大きい部位表面では降雨による洗い流し作用が生じる可能性があること、本検討の模型形状の違いでは到達塩分量に大きな差は見られないことが示された。

謝辞

本研究は、平成 29 年度土木学会吉田研究奨励賞の研究計画に基づいた研究であり、日本学術振興会科学研究費(若手研究 A, 研究代表者: 中村文則, 課題番号: 17H04931)の一環として行ったものである。記して謝意を表す。

参考文献

1) 中村文則・井野裕輝・大原涼平・下村 匠: 塩害環境下に設置されたコンクリート橋桁表面に到達する海水飛沫の現地観測とその予測計算, コンクリート構造物の補修・補強・アップグレード論文報告集, 第 18 巻, pp.317-322, 2018.

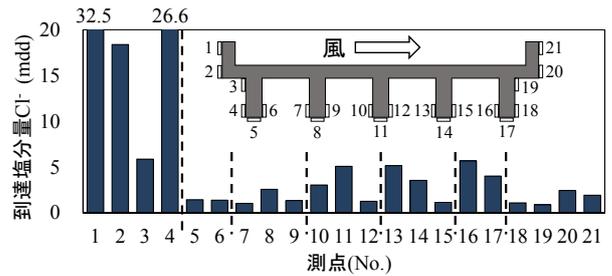


図-3 模型表面の到達塩分量 (Case1)

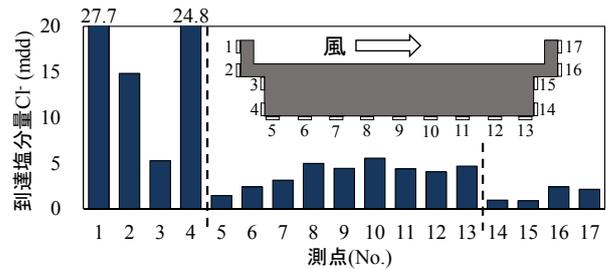


図-4 模型表面の到達塩分量 (Case2)

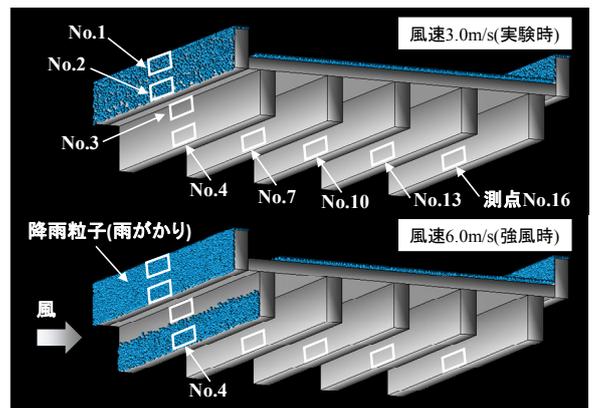


図-5 降雨の作用シミュレーションの結果

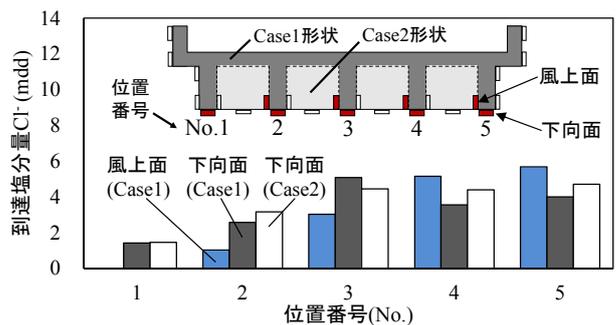


図-6 模型形状による到達塩分量の比較