

実構造物におけるコンクリート表面塩分濃度の空間分布に関する検討

長岡技術科学大学 正会員 ○下村 匠
NEXCO 東日本 福地大樹

1. はじめに

外来塩分によるコンクリート構造物中の鋼材腐食はコンクリート表面に付着した塩分がコンクリート中に侵入することにより生じるため、構造物のコンクリート表面における塩分の濃度は劣化の進行と密接な関係がある。したがって、構造物の耐久性予測には、構造物の表面塩分濃度を精度よく推定することが求められる。本研究では、実構造物において表面塩分濃度の空間分布が形成されるメカニズムについて検討を行った。

2. 実構造物におけるコンクリート表面塩分の分布

冬季季節風による飛来塩分が卓越する新潟県の沿岸部において、36 年間供用されたプレストレストコンクリート橋（図 1）の表面塩分を拭き取り調査した。対象橋梁は、海沿いの自転車道路にかかる橋長 10.4m の単純支持のプレテンション PC4 主桁橋梁である。離岸距離 15m 地点に架けられていた。本橋は塩害による劣化が進行しており、架け替えに伴い今回の調査の機会を得た。

図 2 に示すように、各桁のウェブの海側面、山側面、下フランジ下面を、1m おきに 10 か所において、拭き取りによりコンクリート表面に付着している塩分の濃度を測定した。拭き取り方法は日本道路協会「鋼道路橋塗装・防食便覧」に示されたガーゼ拭き取り法に従った。各箇所の拭き取り領域は 200×200mm である。

測定結果を図 3、4、5 に示す。ウェブ海側面、山側面、フランジ下面ごとに、4 本の桁の結果を重ねて示している。各桁に共通した特徴的な傾向は、ウェブ海側面（図 3）、山側面（図 4）ともに橋軸方向にはほぼ様な分布をしていることと、下フランジ下面（図 5）のみ橋の中央から両端部に向かうに従って表面塩分が高くなっていることである。以下では、なぜ下面だけにこのような傾向が見られたのかについて考察する。



図 1 表面塩分を実測した鱗崎橋

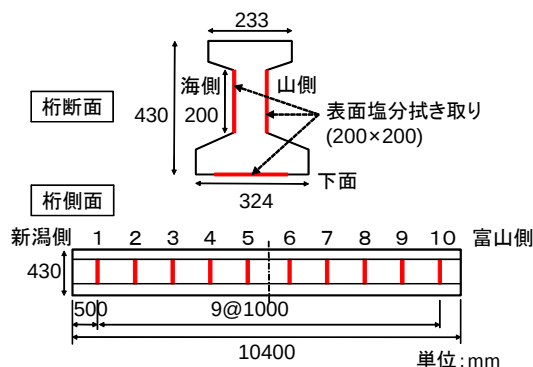


図 2 表面塩分拭き取り位置

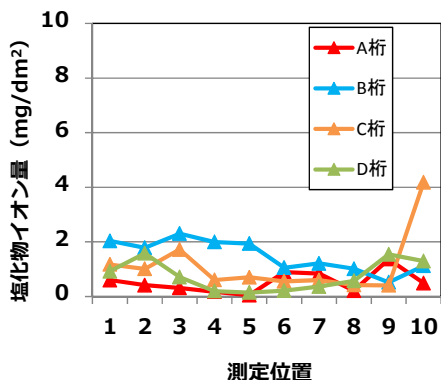


図 3 ウェブ海側面の表面塩分

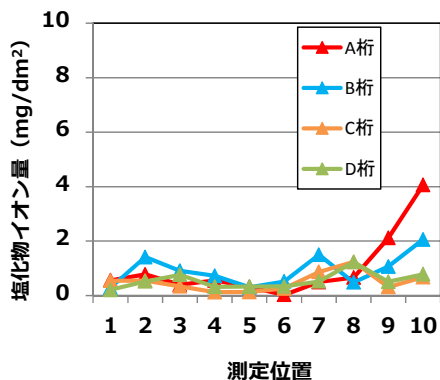


図 4 ウェブ山側面の表面塩分

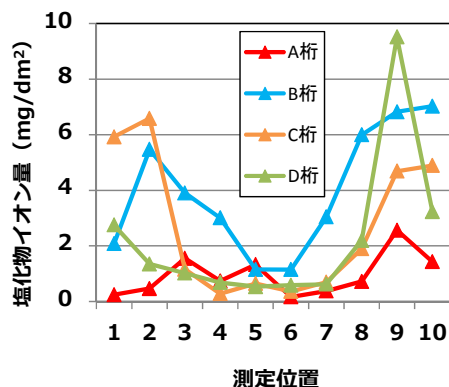


図 5 下フランジ下面の表面塩分

キーワード 表面塩分, 飛来塩分, 洗い流し, 塩害

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 環境・建設系 TEL 0258-47-9603

3. 構造物表面への飛来塩分の到達量の分布

構造物中のコンクリート表面塩分濃度の位置による違いを生み出す原因としてよく指摘されるのが、飛来塩分の空間分布である。しかし、今回の橋梁は橋長約 10m の単純桁橋であり、桁下空間が小さいので、飛来塩分の位置による違いは小さいと考えられた。そこで、同じ位置に架け替えられた橋梁において、表面に到達する塩分をガーゼ法により測定した。

図 6 はその結果である。海側面、山側面、下側面のいずれもほぼ一様な分布をしており、表面に到達する塩分の位置による違いは見られない。よって、下側面の表面塩分が端部ほど高くなった理由は、飛来塩分の違いではないといえる。

4. 構造物表面の水の流れが表面塩分の分布に及ぼす影響

構造物表面は雨水や結露や海水飛沫によりしばしば濡れることがある。これらの水は重力により構造物表面をつたい流れ、一部は停留して表面で蒸発する。水は表面に付着している塩分を再溶解させて輸送し、蒸発時には塩分を残留させるので、コンクリート表面の塩分を再分配することがあると考え、これを検証する再現実験を行った。

まず 100×200×1000mm のコンクリート供試体の表面に塩水を一様に吹き付ける。乾燥後に、図 7 に示すように、塩分付着面を下側にして設置し、下側から真水を一定量噴霧する。乾燥後に拭き取りにより表面塩分量の分布を測定する。供試体には、0 度（水平）、0.5 度（橋梁の下面を模擬）、45 度の傾斜角を与え、水の流下性状を変化させる。

実験結果を図 8、9、10 に示す。それぞれの傾斜角度で 3 回ずつ実験を行っている。傾斜角 0 度（水平）の場合は、水は表面を一定方向には流れない。このため、乾燥後にもほぼ一様な塩分分布となる（図 8）。傾斜角 0.5 度の場合は、水はゆっくりと一定方向に流れる様子が観察された。一部は、滴下せずに表面に停留し蒸発する。その結果、図 9 に示すように乾燥後の表面塩分濃度は水の流下方向に明らかな勾配が形成された。この結果は、今回の橋梁の下面において観察された両端部に向かう表面塩分の勾配を再現していると考えられる。一方、傾斜角度 45 度の場合は表面の水は直ちに流れ落ちてしまうため、乾燥後の表面塩分は一様になる（図 10）。鉛直面など、傾斜角 45 度以上の場合でも同じ結果となると推定できる。

本実験により、緩やかな傾斜角をもつコンクリートの下面では、表面をつたい流れる水によりコンクリート表面の塩分の空間分布が形成される場合があることがわかった。ただし、実構造物では現象の時間スケールが長く、繰り返しの影響もあると思われるので、それらも検討する必要がある。

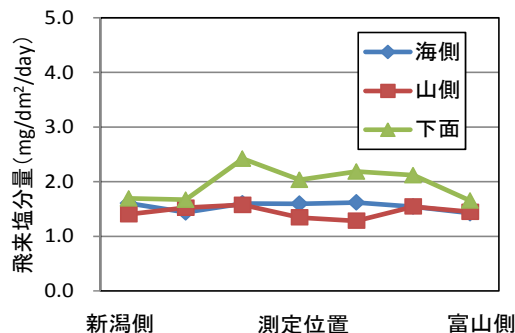


図 6 表面に到達する飛来塩分量

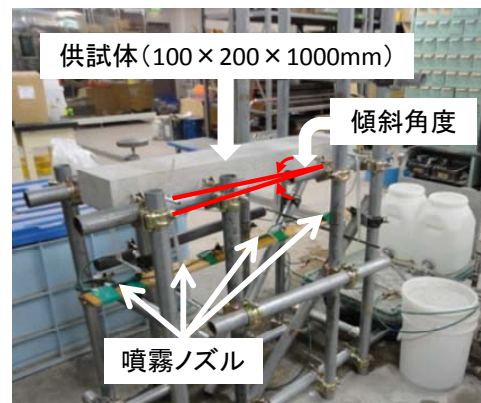


図 7 コンクリート表面の水の流下実験

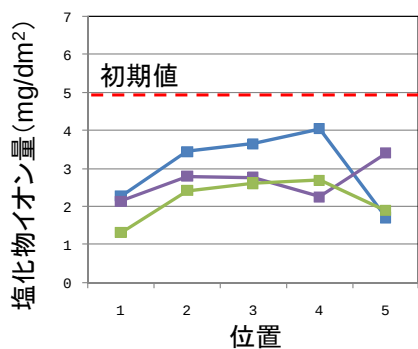


図 8 水の流下後の表面塩分分布 (傾斜角度 0 度)

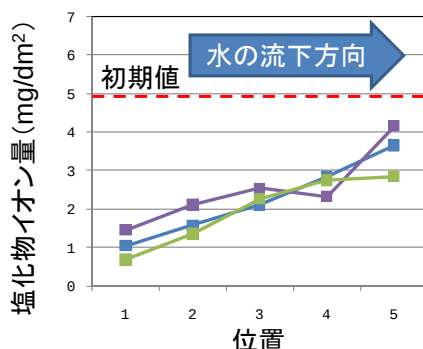


図 9 水の流下後の表面塩分分布 (傾斜角度 0.5 度)

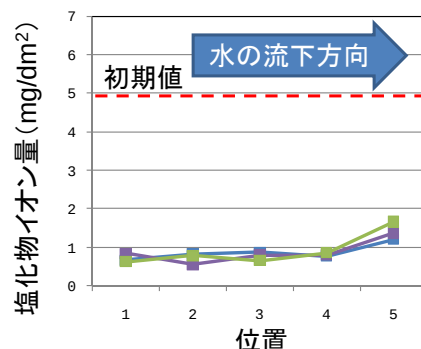


図 10 水の流下後の表面塩分分布 (傾斜角度 45 度)