

RC 梁型供試体を用いた長期塩水吸い上げ劣化に関する実験的考察

東北学院大学大学院 学生会員 ○岩舘 佑樹
東北学院大学工学部 正 会 員 武田 三弘

1. はじめに

現在、道路橋に設置されている鉄筋コンクリート製壁高欄（以下 RC 壁高欄）の塩害劣化というのは、一般的に冬期において散布された凍結防止剤が、走行車両によって巻き上げられ RC 壁高欄の表面に付着・浸透し内部鉄筋の腐食が生じていると考えられている。しかし本研究室では、凍結防止剤が雪に溶けて塩水となり、RC 壁高欄基部に滞留した後、RC 壁高欄の乾燥により吸い上げられることによって塩害が引き起こされる可能性も考え、コンクリートの塩水吸い上げ研究を行ってきた。1),2) これまでの研究で、塩水濃度が高く、乾燥温度が高く湿度が低い条件が最も塩水を吸い上げることが分かったが、これまで長期的な吸い上げによる劣化状況の調査は行っていなかった。そこで本研究では、2 年間という長期的な塩水吸い上げを行ったコンクリートの劣化について調べた。実験には、梁型供試体による表層部のコンクリートの劣化部調査、塩化物イオン濃度分布の測定、コア採取によるコンクリート内部の空隙性状の評価を、X 線造影撮影法³⁾を用いて行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

コンクリートはレディーミクストコンクリート工場から購入した普 30-18-20N を使用した。供試体は、寸法が $130 \times 260 \times 1500\text{mm}$ 、有効高さ 210mm に D16 の異形鉄筋を配置した鉄筋コンクリート梁を用いた。これは、当初、コンクリート製壁高欄の断面を想定して作製されたもので、耐力試験用に用いるものであったもののうち 2 体を、長期塩水吸い上げ用に転用したものである。塩水の吸い上げ実験は、1 体 (No. 1) はそのまま使用したが、もう 1 体 (No. 2) は載荷試験を行い、中央部に 0.6mm のひび割れを発生させ、ひび割れの有無の差による塩水吸い上げの観察を行った。

2.2 実験概要

2 年間屋外にて塩水吸い上げの実験を暴露状態で行った。供試体は、防水加工を施した木製プールに栈木を敷き、その上に梁型供試体を載せ、底面より $10 \sim 20\text{mm}$ の水位を維持するように塩水面を管理した。塩水濃度は 24%を用いた。この理由は既往の研究で、この濃度が最も吸い上げが生じるためである。また降雨による影響を無くすため、ビニールの屋根を設けた。このビニールの屋根は直射日光を受けると保温効果が高くなるため、供試体をより乾燥させ、塩水吸い上げを促進させる目的も兼ねている。図-1 は、暴露実験の様子を示したものである。塩水吸い上げ実験終了後、コンクリート表面の状況に違いが見られる箇所（劣化部・境界部・健全部）ごとにハンマードリルを用いて粉末を採取した。その後、蛍光 X 線分析装置を用いて塩化物イオン濃度の測定を行った。

また、No.1 では劣化部・健全部の箇所から、No.2 ではひび割れ劣化部・健全部の箇所から $\phi 100$ のコアドリルを用いてコア抜きを行い、空隙性状を求めた。空隙性状の測定のため、抜いたコアを 1cm 毎にスライスし、コンクリート用造影剤を用いて X 線造影撮影法により空隙量の定量化と空隙状況の可視可を行った。



図-1 塩水吸い上げ状況

キーワード：コンクリート製壁高欄、塩化物イオン、吸い上げ、結晶化、塩害

連絡先：〒985-8537 多賀城市中央1丁目13-1 TEL 022-368-7479

3. 実験結果

図-2 はひび割れが入った供試体の塩水吸い上げ後 3 ヶ月後の吸い上げ状況である。この写真より、ひび割れが入った箇所では吸い上げが先行しており、次第にその周囲が引っ張られるように吸い上げが進んでいく傾向が見られた。また、塩水が結晶化した箇所から主に結晶圧の影響に



図-2 塩水吸い上げ状況(ひび割れあり)

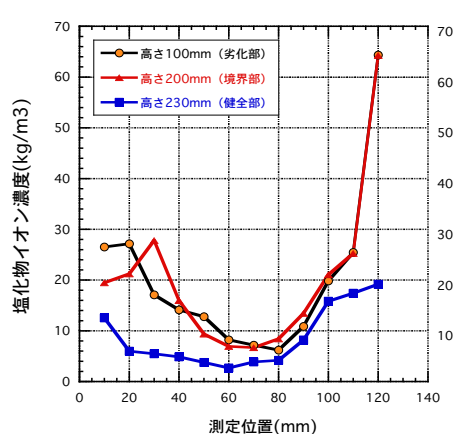


図-3 塩化物イオン濃度分布(No.1)

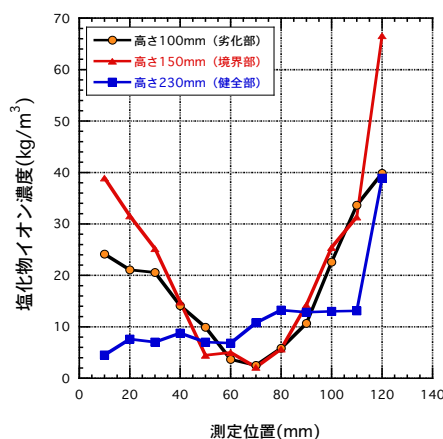


図-4 塩化物イオン濃度分布(No.2)

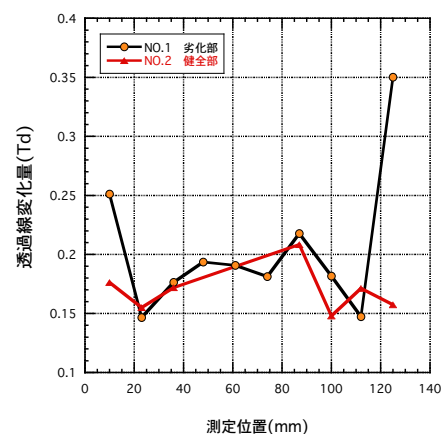


図-5 塩化物イオン濃度分布

よってスケーリングを生じる傾向が見られた。No. 1 の供試体内部の梁断面方向の塩化物イオン濃度分布を図-3に、No. 2 の梁断面方向の供試体内部の塩化物イオン濃度分布を図-4に示す。No. 1, 2 共に塩化物イオン濃度は両側面が最も高く、中心部が低いU字型となった。これは乾燥によって最初に側面から塩水を吸い上げ、その後、濃度勾配により中心部へと塩水が拡散するためであると思われる。図-4において、全体的に塩化物イオン濃度は、ひび割れが入っていないNo. 1 よりも、若干高い傾向となった。これは、ひび割れの存在によって、塩水の吸い上げがより顕著に生じたためと考えられる。

図-5は、No. 1 の劣化部およびNo. 2 の健全部の箇所のコンクリートの空隙量を定量化した値（透過線変化量）の分布を示したものである。縦軸の透過線変化量は、値が大きくなるほどひび割れや空隙量が増加していることを意味している。この図より、ばらつきはあるものの、健全部の分布はほぼ一定の値であるが、劣化部の分布は、両側面部が急激に高い値となっている。これは、スケーリングによる劣化の影響と考えられる。

4. まとめ

長期間の塩水の吸い上げ実験を行ったところ、塩水の吸い上がりは、ひび割れが入っていない箇所に比べ入っている箇所の方が吸い上げ高さは高くなる傾向がみられ、内部の塩化物は表層部が最も大きく、中央部が低かった。供試体表面では、塩水の吸い上げ及び結晶化が起こり、主に結晶圧が原因と思われるスケーリングが発生することが分かった。

5. 参考文献

- (1) 小林稔, 武田三弘, 早坂洋平, 羽柴俊明: コンクリート製壁高欄の塩害に関する基礎研究, 平成 28 年度土木学会全国大会 第 71 回年次学術講演会講演概要集, V-432, pp.863-864, 2017.9
- (2) 岩館佑樹, 武田三弘, 皆川翔平: コンクリート製壁高欄の塩化物イオンの吸い上げ特性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp.749-754, 2019
- (3) 武田三弘, 大塚浩司: X線造影撮影法によるコンクリートの性状評価手法の開発と応用, 土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造), Vol.68, No.3, pp146-156, 2012