

長期間の塩水吸い上げによるコンクリートの劣化に関する実験的考察

東北学院大学大学院 学生会員 ○岩館 佑樹
東北学院大学工学部 正 会 員 武田 三弘
東北学院大学工学部 非 会 員 大久保 祐哉
東北学院大学工学部 非 会 員 東海林 祐喜

1. はじめに

一般的に、RC 壁高欄の塩害とは飛来塩分や凍結防止剤がコンクリート表層に付着し、内部へと拡散・浸透することによって生じる塩害である。しかし本研究室では、冬期に散布される凍結防止剤が雪に溶けて塩水となり、コンクリート製壁高欄（以下 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。実験では、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

供試体は、寸法が 130×260×1500mm、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。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。打込み時は、練り上がり温度 23℃、空気量 4.0%、スランプ 20cm であった。脱型後、1 ヶ月間の標準水中養生を行った。その後、塩水の吸い上げを開始したが、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。図-1 に供試体概要を示す。

2.2 実験概要

塩水吸い上げの実験は、2 年間屋外にて暴露状態で行った。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 10~20mm の水位を維持するように 24% の塩水面を管理した。24% の塩水を使用したのは、既往の研究で、この濃度が最も吸い上げが生じる濃度のためである。また降雨による影響を無くするため、ビニールの屋根を設けた。

2 年間の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

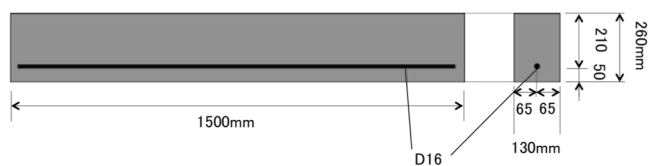


図-1 塩水吸い上げ状況(No.1)

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 TEL022-368-7479

法により空隙量の定量化と空隙状況の可視可を行った。

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 4 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から吸い上げが顕著に生じており、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



図-2 塩水吸い上げ状況(ひび割れあり)

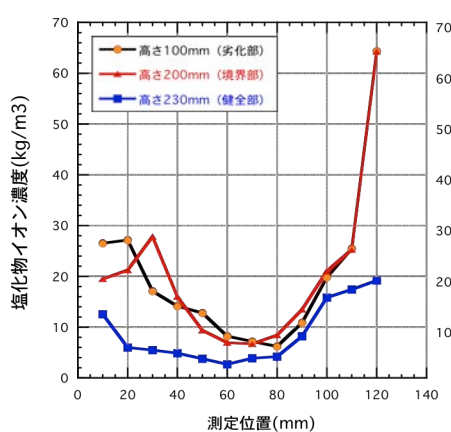


図-3 塩化物イオン濃度分布

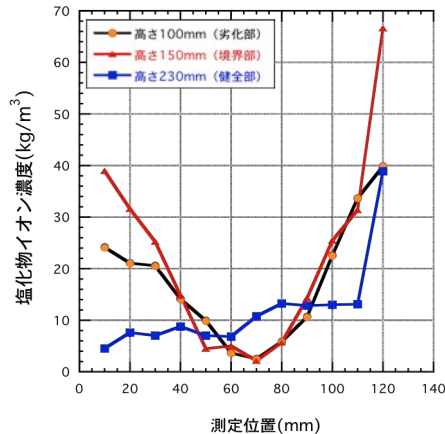


図-4 塩化物イオン濃度分布

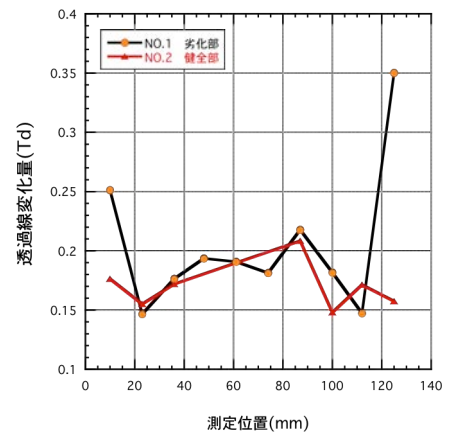


図-5 塩化物イオン濃度分布

向が見られた。また、塩水が結晶化した箇所から結晶圧や水和物の溶脱・分解によりスケーリングを生じる傾向が見られた。No. 1 の内部の塩化物イオン分布を図-3 に、No. 2 の内部の塩化物イオン分布を図-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の塩水が吸い上がるためであると思われる。

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、供試体表面では、塩水の吸い上げ及び結晶化が起こり、結晶圧および水和物の溶脱・分解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。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、日射の影響や風の強弱で吸い上げ高さは大きく変わる特徴がみられた。

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