

津波を受けた鉄筋コンクリートにおける防錆効果に関する研究

東北学院大学 学生会員○高橋 尚己 東北学院大学 正会員 武田 三弘
東北学院大学 非会員 残間 脩平 東北学院大学 非会員 中川 大夢
東北学院大学 非会員 三浦 彩美

1.はじめに

東日本大震災の際に発生した津波の被害は大きく、本来であればあまり塩分の影響を受けないような地域まで被害を受けた。その中でも沿岸部から離れた鉄筋コンクリート構造物は倒壊等の被害を受けず、いまだ使用・供用されているものも多い。これらの構造物は津波による一度限りの海水浸せきを受けているが、海岸線等の恒常的に塩分供給が行われる環境と異なっており、今後鋼材腐食に与える影響はわかっていない。そこで本研究では、鉄筋コンクリート供試体に対し、津波を想定した一度限りの海水浸せきを行い、その後促進・暴露実験を行うことで津波被害を受けたコンクリート構造物における塩化物イオン濃度分布の拡散状況の確認を行った。また、内部に浸透した塩化物イオンにより鋼材腐食が懸念される場合の対策として、表面塗布材を用いることで、津波被害を受けたコンクリートの鋼材腐食をどの程度軽減できるか確認を行った。

2.実験概要

本実験で使用した供試体は、塩化ビニール管内（内径 100mm,高さ 100mm）にかぶりが 30mm の位置になるように磨き丸鋼を設置した後、水セメント比 65%，空気量 5%のコンクリートを打込んだものを使用した。いずれの供試体も、材齢 28 日の標準養生後、水深 100mm の条件で 24 時間海水浸せきを行った後、供試体の乾燥期間として、3 日間恒温恒湿室（温度 20℃、湿度 60%）に静置した。その後、各種表面塗布材（表-1 参照）を両端コンクリート面に塗布し、定着期間として恒温恒湿室に 3 日間保管した。また今回は塗布材 A のみ複数回の塗布による防錆効果の比較を行った。塗布を終えた供試体は、促進実験を行うものに対しては乾燥炉（温度 60℃、湿度 95%以上）に 4 日間、恒温恒湿室（温度 20℃、湿度 60%）に 3 日間を 1 サイクルとして 60 サイクルまで実験を行い、暴露実験を行うものに対しては屋外に約 400 日静置した。サイクルを終えた供試体に対して、塩化物イオンの拡散状況を調べる実験では、ドリル穿



写真-1 実験供試体

孔法を用いて 5mm 間隔で試料を採取し、蛍光 X 線解析装置を用いて塩化物イオン濃度の測定を行った。測定の際、コンクリートのばらつきによる塩分量の違いを考慮し、供試体 2 体分における塩化物イオン

濃度の平均値を用いた。また、表面塗布材による鋼材腐食の低減効果の確認実験では、供試体内部の鉄筋を取り出し腐食状態から、低減効果の確認を行った。

表-1 使用した表面塗布材

条件名	使用した薬剤の名称	効果
塗布材 A	亜硝酸リチウム 40%水溶液	不動態皮膜形成による防錆効果
塗布材 B	超微粒子高炉スラグ系高耐久性表面被覆材	秘密な硬化体形成による防水性の向上
塗布材 C	シランシロキサン系高耐久性吸水防止材	防水止層の形成
塗布材 D	高級アルキルシラン系表面含浸材	防水層の形成
塗布材 E	特殊シリコン系表面含浸材	撥水性の向上

キーワード：津波塩分，塩化物イオン濃度分布，表面塗布材，防錆効果

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

3. 実験結果及び考察

図-1 は促進実験及び曝露実験を終えたコンクリート供試体内部の塩化物イオン濃度分布である。初期塩分とは海水浸せき前の供試体、初期海水とは海水浸せき後の供試体、曝露は曝露実験終了後の供試体、促進は促進実験終了後の供試体について塩化物イオン濃度を測定した結果を指している。この図から、海水に浸せきすることによって、表層から 15mm 程度まで塩化物イオンが高くなっているが確認できたが、促進及び曝露後の供試体では、コンクリート表層の塩化物イオン濃度が低下した分、内部の濃度が高くなる傾向がみられた。その傾向は、曝露供試体よりも促進供試体の方に顕著にみられた。なお、この実験に使用した供試体に対して中性化試験を行った結果、総じて 2-4mm 程度であった為、中性化による塩分移動の影響は少ないと考えられる。このため、これはコンクリート表層部に含まれる塩化物イオンがコンクリート中で均一の濃度になろうと拡散した為と考えられる。本試験における鋼材腐食発生限界濃度は、土木学会標準示方書の式を用いると、 1.45kg/m^3 であり、いずれも鋼材位置では腐食状態とはならない状況であるが、中性化が進み、内部の塩化物イオン濃度が高くなる場合には、鋼材腐食の可能性のあるものと考えられる。

写真-1 及び写真-2 は各種塗布材を使用した促進・曝露実験供試体内部の鉄筋画像である。促進実験において、浸せきしていない供試体に対して、浸せきのみさせた供試体では鋼材腐食が確認できたことから、津波塩分供給による影響はあるものと考えられたが、塗布材 B 以外全ての塗布材に鋼材腐食がみられた。一方、曝露実験では浸せきのみさせた供試体鋼材だけに腐食がみられ、塗布材を用いていない供試体にはほとんど腐食が見られなかった。特に、塗布材 E においては、防食効果は高い結果となった。

この様に、促進実験では、塗布材による防錆効果がみられたのは少なかったが、曝露実験では、いずれも効果が認められる結果となった。恐らくは、促進実験のような実環境とは異なる条件によって、塗布材が持つ性能が発揮できなかったものと考えられる。

4. まとめ

津波履歴を受けた鉄筋コンクリート内部の塩化物イオンの状況を調べた結果、以下の事がいえる。

- 1 津波を被ったコンクリート内部の塩化物イオンは、津波直後においては表層部が最も高いが、次第に平準化する傾向がみられた。
- 2 塗布材を用いた津波塩害に対する防錆効果の確認を行ったところ、促進実験はその効果は確認できなかったが、曝露試験では多くの塗布材に防食効果が確認できた。

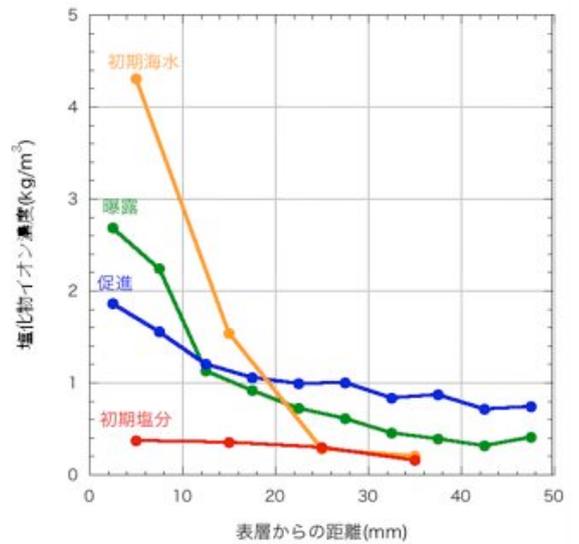


図-1 供試体内部の塩化物イオン濃度分布

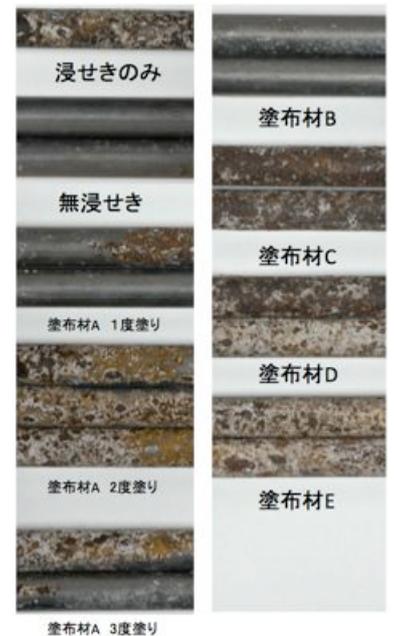


写真-1 鉄筋腐食状況（促進実験）

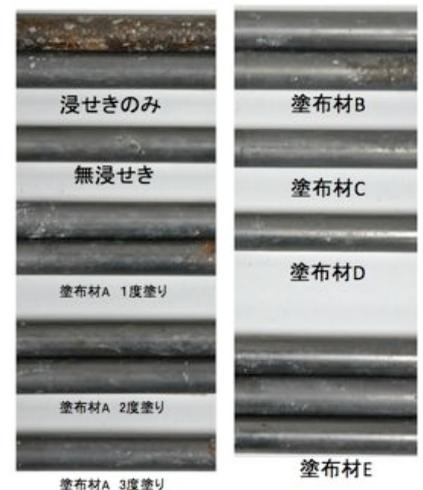


写真-2 鉄筋腐食状況（曝露実験）