

ウォータージェット工法における塩分除去剤の検討

公益財団法人鉄道総合技術研究所

正会員 ○鈴木 隼人

正会員 坂本 達朗

正会員 鈴木 慧

建設塗装工業株式会社

正会員 鈴木 周一

東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社

安部 健

1. 目的

海塩や凍結防止剤などに由来する塩分の影響を受ける環境では、塗替施工後、早期の塗膜変状や錆の発生といった塩害を受ける鋼構造物の報告が多い¹⁾。このような環境で鋼構造物を塗替える場合には、素地調整時に錆および塩分を除去することが重要である。鋼構造物で塗替施工に用いられる素地調整手法において、約200MPaの高圧水を噴射して劣化塗膜を除去する工法（以下、ウォータージェット工法と記載）は、鋼材表面に付着している塩分の洗浄効果が期待できる。一方で、200MPa程度の高圧水では、腐食生成物を完全に取り除くことは困難であり、残存する腐食生成物に含まれる塩分の影響が懸念される。このとき界面活性剤を主成分とした塩分除去剤を高圧水に添加することで、水の表面張力を低下させ、素地面に浸透しやすくする効果により、腐食生成物中の塩分の除去が期待できる。

本稿では、塩分除去剤の効果を把握することを目的として、塩分除去剤を用いたウォータージェット工法によって腐食鋼板を素地調整し、素地表面に付着している塩分（以下、表面塩分と記載）、および残存する腐食生成物と鋼材の界面近傍に内在する塩分（以下、内在塩分と記載）を測定した結果を報告する。

表 1 各試験鋼板の素地調整条件

試験鋼板	添加剤濃度	水圧	噴射時間
A板	0%	230MPa	120秒
B板	1%	230MPa	120秒
C板	2%	230MPa	120秒

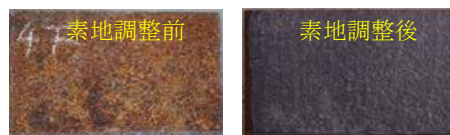


図 1 素地調整前後の試験鋼板

2. 試験鋼板の概要

本稿で検討した試験鋼板は、千葉県南房総市千倉で4年間暴

露した無塗装I型鋼材上フランジ部から切出した腐食鋼板を用いた。各試験鋼板の素地調整条件を表1に示す。また素地調整前後の写真を図1に示す。各腐食鋼板において、腐食生成物を除去するために、水圧を230MPaに設定したウォータージェット工法で素地調整を行った。また素地調整時に、ウォータージェットに使用する水に対し塩分除去剤を濃度0、1、2%となるように添加した。なお1、2%の濃度はメーカー推奨濃度である。素地調整をした試験板両面の内、フランジ下面部を各試験の測定面とした。

3. 試験方法

3.1 塩分測定

試験鋼板の中で、比較的腐食が進行していた箇所（ウェブ近傍）と、比較的腐食が進行していない箇所（ウェブ遠方）を測定箇所とし、参考として素地調整をしていない腐食鋼板のウェブ近傍箇所も測定した。

表面塩分測定では、図2に示すように測定箇所にアクリルセルを設置し、0.1N硝酸カリウム水溶液を投入後20分間静置した。その後、塩分が溶解した溶液を採取しJIS K 0101「工業用水試験方法」に規定される吸光光度法を用いて塩化物イオン濃度を測定した。内在塩分測定は、図2に示すように設置したアクリルセル内部の溶液に白金電極を浸漬し、腐食鋼板を対電極として定電流を1A、印加電圧が1Vとなるように40分間印加後、採取した溶液を吸光光度法により塩化物イオン量を測定した。表面塩分および内在塩分測定で得た塩化物イオン量を塩化ナトリウム量に換算した。

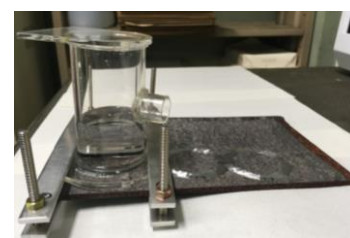


図 2 アクリルセル設置状況

キーワード ウォータージェット、塩分除去剤、表面塩分、内在塩分

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所

TEL:042-573-7339

3.2 蛍光 X 線分析

各試験鋼板において、上フランジ下面ウェブ近傍およびウェブ遠方を測定箇所として選定した。蛍光 X 線分析には、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いて、スポット径を $\phi 20\text{mm}$ とし、測定箇所中に含まれる元素の定性分析を行った。

3.3 EPMA 分析

素地調整をしていない腐食鋼板およびウォータージェット工法を適用した試験鋼板について、上フランジ下面ウェブ近傍を分析箇所として選定し、断面分析用の試料を作製した。この試料断面を SEM により拡大観察し、EPMA を用いて印加電圧 15kV、スポット径 $1\mu\text{m}$ 、プローブ電流 $1.0 \times 10^{-7}\text{A}$ 、照射時間 20 秒の条件で元素マッピング分析を行った。

4. 試験結果および考察

4.1 塩分測定および蛍光 X 線分析

表面塩分量および蛍光 X 線分析による塩素の質量割合を図 3 に、内在塩分量の測定結果を図 4 に示す。いずれの試験鋼板でも、表面塩分量、内在塩分量および蛍光 X 線分析結果全てにおいて、ウェブ遠方よりウェブ近傍の方が高い値を示した。この結果から、塩分はより腐食が進行している箇所

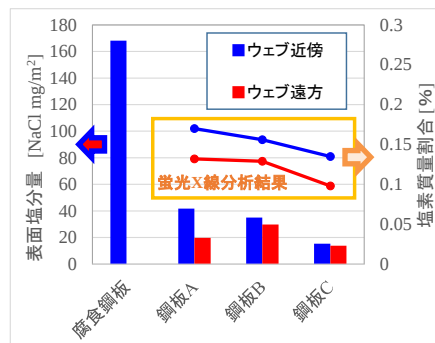


図 3 表面塩分測定および蛍光 X 線分析結果

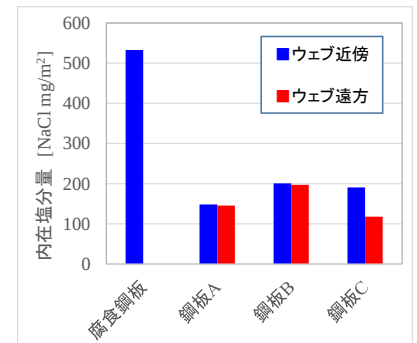


図 4 内在塩分測定結果

で残留しやすい傾向にあると考えられる。また、塩分除去剤の効果については、表面塩分量では塩分除去剤濃度が高いほど塩分量が少ない傾向にあり、蛍光 X 線分析の結果でも同様の傾向を確認した。これに対し、内在塩分量では、塩分除去剤 0% の試験鋼板 A が最も塩分濃度が低い結果となるなど、明確な違いは見られなかった。このことから、本検討で用いた塩分除去剤は、表面塩分に対しては一定の効果を示すものの、内在塩分に対しては大きな効果を示さないと考えられる。

4.2 EPMA 分析

EPMA 分析結果の一例として、塩分測定で比較的高い塩分量を示した試験鋼板 B および素地調整をしていない腐食鋼板の EPMA による元素マッピング分析結果を図 5 に示す。腐食鋼板では、表面および錆/鋼素地近傍に塩分が高濃度に存在していた。また試験鋼板 B においても残存する腐食生成物と鋼材の界面近傍において内在塩分の存在を確認した。

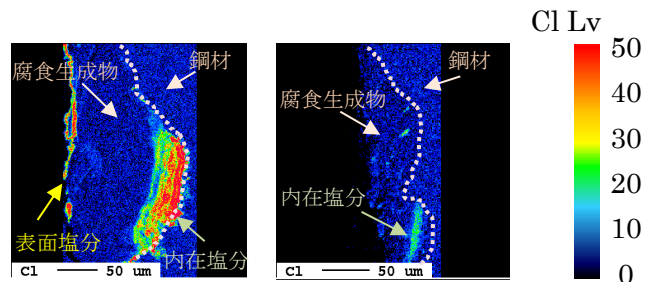


図 5 EPMA 分析結果 左図: 腐食鋼板 右図: 試験鋼板 B

※塩分の分布を明確にするため、感度を上げている。

5. まとめ

ウォータージェットブラストにおける塩分除去剤の効果を把握することを目的として、表面塩分および内在塩分に対して、塩分測定、蛍光 X 線分析、および EPMA による元素マッピング分析を行った。その結果、塩分は腐食が顕著な箇所に残留しやすいこと、塩分除去剤の効果については、表面塩分に対して一定効果を示すものの、内在塩分に対しては大きな効果を示さないことを確認した。

参考文献

- 1) 富山 禎仁, 西崎 到: 現場塗装時の塩分が鋼道路橋の塗膜性能に及ぼす影響に関する検討, 構造工学論文集 61A 巻 (2015) p. 552-561