

塩分により劣化した耐候性鋼材の除塩工法

(株) 富士技建 正会員○岡本 哲 今井信一郎 小山 朋

西日本高速道路(株) 藤村 紀陽

1. 背景と目的

耐候性鋼材は表面に緻密な保護性さび層を形成し、母材の腐食進行を抑制する防食機能であるが、飛来塩分や凍結防止剤の散布により塩化物イオンが橋梁に付着することで保護性さびが形成されず、層状剥離さびやうろこ状さびと言った悪性さびが発生し、本来の防食機能を発揮しない事例がある。

これらを補修するにはブラストにてさびを全面的に除去し、鋼素地を露出させた面に塗装をすることが一般的であるが、付着した塩分の除去が困難かつ不十分であるため、早期に塗膜が剥離する状況が多く見受けられる。ここでは、塩分による鋼材腐食により、加速度的に劣化が進行した耐候性鋼材適用橋梁の補修工法の確立を目的とし、洗浄工とブラスト工の併用による試験施工を行ったので、この除塩効果を報告する。

2. 南九州自動車道 飯牟礼橋の劣化状況

飯牟礼橋(以下、本橋という。)は2001年6月に竣工した無塗装耐候性鋼3径間連続トラス橋+単純箱桁橋であり、道路橋示方書上は耐候性鋼材の適用可能な箇所に架設された鋼橋である。しかし、本橋が架設された箇所は、東シナ海の日風による飛来塩分と日照時間が少なく湿潤状態が続く厳しい腐食環境であった。特に日風は北から南に流れ、降雨等において湿潤状態が続き、北側の下弦材下面、格点部の斜材等に著しい層状剥離さびが形成され、腐食・減肉により耐荷性能を低下させる状況であった。(写真-1~3)



写真-1 下弦材下面腐食状況



写真-2 層状剥離さび



写真-3 格点部斜材腐食状況

3. 試験施工の概要

(1) 付着塩分量の測定

鋼材表面の付着塩分量は、 $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以下であることを確認する必要がある。主な測定方法はガーゼ拭取り法、電導度法、ブレッセル法がある。本試験施工においては、耐候性鋼材の緻密なさび、無数の孔食部及び断面欠損等の鋼材腐食表面状態に左右されることがないブレッセル法を選定した。(写真-4)しかし、ブレッセル法は測定面積($0.0013\text{ m}^2/\text{箇所}$)が局部的であり、広範囲の測定に評価が劣ることと、孔食内部の固着錆の影響で、ターニング現象(もどり錆)が発生する恐れがあったため、新たにターニング現象の発生時間と孔食内部の固着さびの残存率を付着塩分の評価項目として追加した。



写真-4 ブレッセル法計測器

(2) 一次素地調整工

下弦材下面の層状剥離さびは乾湿の繰り返しで厚く形成されるが、既設鋼材界面は塩分が残留しており小さな孔食が無数に生じていた。孔食内部や層状剥離さびの境界部には普通鋼と比べ硬いさびが発生しており、

キーワード 耐候性鋼材、付着塩分、ブレッセル法、ブラスト工、洗浄工

連絡先 〒532-0002 大阪市淀川区東三国 4-13-3 (株) 富士技建 岡本 哲 TEL06-6350-6105

エアードISKサンダー、エアージェットタガネ等により写真-5 に示す状態まで確実にさびを除去した．そのため、この作業に格点間下弦材下面 14 m²に対して 15 人工（3 日間）もの多大な労力と時間を要した．

(3) 二次素地調整工

除塩効果の確認は劣化状況が顕著な下弦材下面の 500mm×2000mm×5 箇所により検証を実施した．研削材の材質は既設鋼材界面に生成された孔食内部の強固なさびを除去するため、硬度が高く、粒径の小さいアルミナとガーネットを選定し、仕上げを除く研削材総使用量①75kg/m²、②100kg/m²、③125kg/m²、④150kg/m²、⑤250kg/m²を表-1 に示す各使用量においてブラスト工と洗浄工（水圧 5MPA 以上、洗浄時間 1 分間/m）の繰返し施工を実施した．また、研削材は塩分が付着していることが懸念されるため再利用を不可とし、湿度によるターニング現象を抑制するため、一般的には環境湿度を 85%未満とされているが、養生工や送風機を用いて現場で対応可能な湿度 55%以下で管理した．



写真-5 一次素地調整工施工後

表-1 研削材使用量表

施工工程	検証項目	①	②	③	④	⑤
	研削材総使用量	75kg/m ²	100kg/m ²	125kg/m ²	150kg/m ²	250kg/m ²
ブラスト工1回目	ガーネット #8	25kg/m ²	25kg/m ²	25kg/m ²	25kg/m ²	25kg/m ²
ブラスト工2回目	ガーネット TYPE2	25kg/m ²	50kg/m ²	50kg/m ²	50kg/m ²	100kg/m ²
ブラスト工3回目	アルミナ #60	25kg/m ²	25kg/m ²	50kg/m ²	75kg/m ²	125kg/m ²
ブラスト工仕上げ	アルミナ #60	25kg/m ²	25kg/m ²	25kg/m ²	25kg/m ²	25kg/m ²

4. 試験施工結果

ブラスト工と洗浄工の繰返し施工では、図-1 に示すように 1 回目施工で粒径 0.1mm 以下のガーネット #8 により残留した塩化物を孔食内部から欠き出し、洗浄工において付着塩分を洗い流した．2 回目施工の平均粒径 0.5mm のガーネット TYPE2、3 回目施工の平均粒径 0.25mm のアルミナ #60 では、孔食の拡大及び固着さびの除去を行なった．その結果、従来の管理項目である付着塩分量、除錆度、表面粗さは表-2 に示すとおり満足する結果となった．本試験施工では孔食内部の固着さびの除去はアルミナの施工量に効果があった．アルミナ施工量 25kg/m²、50kg/m²、75kg/m²において固着さび残存率は約 91%、44%、33%とアルミナ施工量の増大に対して残存率は低下し、ターニング現象の発生時間は 2 時間、3 時間、4 時間と発さびを抑制する関係性を確認した．また、すべての管理項目を満足するには⑤250kg/m²が必要である結果となったが、塗装間隔 4 時間までターニング現象を抑制できたことから、付着塩分が概ね除去できていると判断し④150kg/m²を採用することとした．

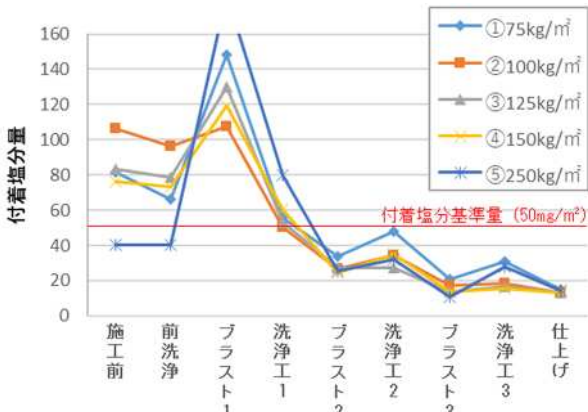


図-1 付着塩分量測定結果

表-2 二次素地調整工管理項目結果

項目	①75kg/m ²	②100kg/m ²	③125kg/m ²	④150kg/m ²	⑤250kg/m ²
作業環境(湿度)	湿度55%以下	湿度55%以下	湿度55%以下	湿度55%以下	湿度55%以下
付着塩分量	15.2kg/m ²	12.9kg/m ²	13.0kg/m ²	13.4kg/m ²	14.2kg/m ²
除錆度	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
表面粗さ	80 μm以下	80 μm以下	80 μm以下	80 μm以下	80 μm以下
孔食内部の固着錆の残存率	96.9%	91.3%	43.6%	33.3%	0.0%
ターニング現象の発生時間	外観目視	4時間後	4時間後	なし	なし
	マイクロスコープ	1時間後	2時間後	3時間後	4時間後
総合評価	×	×	△	○	◎

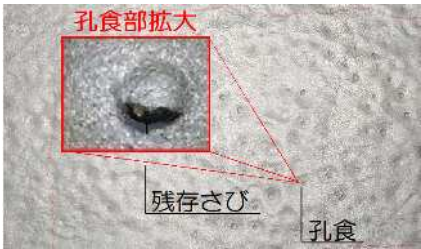


写真-6 固着さび残存状況

5. まとめと今後の課題

本報告では、耐候性鋼材の除塩は、洗浄工とブラスト工の併用工法の試験施工結果としてその効果を示した．本橋においては、その劣化状況から、普通鋼（35～45kg/m²）の約 4 倍程度のブラスト量となったが、凍結防止剤散布による局所的な劣化に対しても、本試験施工の結果を基に除塩工法を図ることができると考える．また今後、残存している固着さびが、塗装工の耐久性にどの程度影響を与えるか、点検用の上部工検査路を下弦材に設置し、経過観察を行う計画である．