

ドライアイスブラストによる鋼材付着塩分の除去効果の検証

JR 東海 飯田保線区 正会員 ○松原 史憲

JR 東海 飯田保線区 安藤 頌欣

1. はじめに

JR 東海飯田保線区は、長野県南部に位置する飯田線中井侍駅～宮木駅までの 54 駅の乗降場を維持管理している。冬季には凍結によるお客様の転倒防止を目的としてホーム上に融雪剤を散布しており、桁式ホームの鋼材に、融雪剤起因と推定される腐食が確認されている。ホームの鋼材の防食機能を回復させるために行う再塗装においては、鋼材表面に付着した塩分を素地調整で確実に除去することが重要である。この素地調整には、サンドブラストをはじめとして様々な工法が実施されているものの、工法に応じた課題が確認されている。本稿では、桁式ホームの鋼材に対して、新たにドライアイスブラストによる素地調整を行い、鋼材付着塩分の除去効果を検証したのでこれを報告する。

2. 腐食原因・腐食メカニズム

(1) 全面腐食

腐食は、鉄と酸素と水が反応することによって発生する。鋼材表面に発生した錆が一定量生じると酸化膜を形成し、緻密で安定した状態となる。アノード反応とカソード反応が鋼材全体でゆっくりと進行する全面腐食においては、緻密で安定した錆が、酸素と水分の透過を遮断するため、腐食の進行を抑制する役割も有する(写真-1)。



写真-1 全面腐食

(2) 塩分供給環境下による局部腐食

融雪剤を散布するホームのような塩分供給環境下においては、鋼材に付着した塩分により腐食の進行が促進される。腐食箇所が固定されながらアノード反応とカソード反応が進行することで、腐食が局部的に進展する(写真-2)。



写真-2 局部腐食

3. 代表的な素地調整方法の課題

参考文献¹⁾によれば、旧塗膜の素地調整は塗膜の耐久性を左右する大きな要因で、50%程度の影響力を持つと言われている。簡便に使用できる素地調整方法としては、電動工具による方法がある。電動工具による方法は、狭隘部及び凹凸部において錆及び塩分の除去が困難である。これらが塗膜表面に残存してしまうことで、再塗装後においても早期に塗膜が剥がれ、腐食が進行することが懸念される。一方、サンドブラスト(写真-3)は、吹付により飛散した研磨剤の回収方法が課題となる。また、レーザーケレン(写真-4)は、素地調整の際に加熱するため、鋼材への熱影響の検討が必要となる。そこで筆者は、研磨剤の回収および鋼材への熱影響の検討が不要なドライアイスブラストを試行し、鋼材付着塩分の除去効果を検証することとした。



写真-3 サンドブラスト



写真-4 レーザーケレン

4. ドライアイスブラスト

図-1 にドライアイスブラストの概要を示す。ドライアイスブラストは、航空機の塗装剥離用に開発された技術がもとになっており、ドライアイスを噴射する装置(以下、ドライアイス洗浄機)の吹付ノズル(写真-5)か

キーワード 桁式ホーム、塩害、素地調整、残留塩分、腐食、ドライアイス

連絡先 〒395-0051 長野県飯田市上飯田 5356 東海旅客鉄道株式会社 飯田保線区 TEL 0265-22-1144

ら直径 3mm 程度のドライアイスペレット(図-2) を塗膜に吹付け、塗膜を剥離させる手法である²⁾。塗膜の剥離の原理を説明する。ドライアイスにより塗膜の表面温度が低下し、熱収縮により脆弱化する。塗膜と鋼材の隙間にドライアイスが侵入・気化し、体積が 750 倍へ膨張することで塗膜が剥離する。また、ドライアイスブラストの特徴として、以下の 2 点を挙げる。

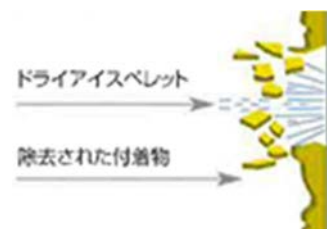


図-1 ドライアイスブラスト概要²⁾

- ① ドライアイス洗浄機は小型のため、足場内等の狭隘箇所へ持込が可能である(写真-6)
- ② ドライアイスペレットは、気化するので回収不要である



写真-5 吹付ノズル(中)



図-2 ドライアイスペレット



写真-6 ドライアイス洗浄機

なお、ドライアイスブラスト施工上の留意点としては、ドライアイスを使用するため、箱桁内部のように気密性が高い空間で作業する際には、換気等酸欠防止措置が必要となる。

5. 施工結果及び考察

今回、融雪剤起因と推定される腐食が確認されている梁部の桁式ホームの鋼材に対して、ドライアイスブラストを実施したところ、劣化塗膜及び錆を細部まで除去することが出来た(図-3)。また、劣化した塗膜は剥離する一方で、活膜は剥離しなかった。活膜が剥離しなかった理由としては、ドライアイスペレットは硬度が低いので、活膜を傷めなかったためと推定している。



図-3 ドライアイスブラスト施工前と施工後の比較

表-1 付着塩分除去率の比較

	ドライアイスブラスト		電動工具による方法	
	凹凸部	平滑部	凹凸部	平滑部
除去率	99.3%	96.2%	0%	15.0%

ドライアイスブラストによる鋼材の付

着塩分除去効果を検証するため、蛍光X線分析装置を使用して、付着塩分の除去率を施工前後で比較した(表-1)。なお、比較のため 3 種ケレン相当の電動工具による方法による付着塩分除去効果を併せて示す。表-1 のとおり、凹凸部および平滑部のいずれにおいても、電動工具による方法に比べてドライアイスブラストによる付着塩分の除去率は非常に高く、付着塩分の除去に有用であるといえる。なお、作業効率について電動工具と比べ 2 倍程度時間を要した。これはドライアイスペレットの硬度が低く塗膜剥離に時間を要したものと推定している。電動工具による手法と比較すると、作業効率の低下及び吹付設備設置が必要となるため 1 回あたりの施工費用は高価となるが、残留塩分除去による塗装塗替間隔延伸により長期的なコスト削減が可能と考えている。

6. まとめ

本稿では、融雪剤起因と推定される腐食が確認された桁式ホームの鋼材において、ドライアイスブラストを試行し、鋼材付着塩分の除去効果を検証した。今回の検証によって、ドライアイスブラストは、鋼材の付着塩分の除去に有用であることを確認することができた。

本稿が鋼構造物全般のペイント塗替における維持管理の一助となれば幸いである。

参考文献 1) 一般社団法人日本鋼構造協会：土木鋼構造物の点検・診断・対策技術(第7版) P226, 2017.5

2) ドライアイス洗浄機 製品資料 株式会社グリーンテックジャパン