

# 沖縄地区鋼橋防食マニュアル

内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部 道路管理課

## 1. はじめに

沖縄地区鋼橋防食マニュアルは、腐食環境が全国的にも厳しい県内において、鋼橋の腐食損傷劣化に対する延命化を目指し、平成10年に内閣府沖縄総合事務局開発建設部・沖縄県土木建築部監修のもと出版され、平成20年に改訂しました。その後も有識者や管理者を交え、塗装寿命の延命化を図るために様々な検討を行い、平成31年3月に、部分的な改訂を行っており、本稿では改訂のポイントについて紹介します。

## 2. 沖縄での鋼橋腐食における課題

写真-1は、海岸沿いに架設された鋼橋の連結部高力ボルトですが、4年間で高力ボルトの腐食損傷が著しく進行しています。写真-2は、離岸距離4.4kmに架設された鋼橋の連結部高力ボルトですが、5年間で高力ボルトの腐食損傷が著しく進行しています。写真-3は、写真-2に示した鋼橋の桁内面と桁下の状況を示しています。桁内面には多湿を好む苔が発生しており、桁下が雑草で覆われていることから水はけが悪く湿気を留める環境を作り出しています。亜熱帯に属する沖縄において、架設地域が高温多湿の環境であることがわかります。これより、沖縄では、海岸沿いや内陸部でも連結部高力ボルトの腐食損傷進行が速いことがわかります。また、高力ボルト部は、平成20年改訂までの基準では一般外面と異なり重防食塗装系でないことも（防食下地がない）、一般外面に比べて腐食進行が速くなる要因の一つと考えられます。



a) 架設後11年経過



b) 架設後15年経過

写真-1 海岸沿いに架設された鋼桁橋連結部高力ボルトの腐食



a) 架設後9年経過



b) 架設後14年経過

写真-2 内陸部に架設された鋼桁橋連結部高力ボルトの腐食



a) 桁面の苔の発生



b) 桁下の雑草繁茂

写真-3 連結部周りの状況

### 3. 部分改定の概要

#### 3-1 新設時の連結部高力ボルト

当該マニュアルでは、高力ボルトの塗装寿命の延命化のために、犠牲防食効果や環境遮断による防食方法を選定できるようにしました（図-1）。犠牲防食により、例えば、亜鉛が鋼材より先に腐食することで、鋼材の腐食を遅らせることができます。表-1は、亜鉛とエポキシ樹脂を調合した有機ジンクリッチペイントの塗装仕様です。塗装による環境遮断効果と有機ジンクリッチペイントによる犠牲防食効果を期待するものです。写真-4は、防せいキャップです。防せいキャップにより、高力ボルトに腐食劣化因子（飛来塩分等）が浸入することを防ぎます。有色タイプや透明タイプがあり、透明タイプは供用時に内部の状態が可視化できることが特徴です。写真-5は、溶融亜鉛めっきボルトであり、犠牲防食効果による耐久性の向上を図ります。溶融亜鉛めっき高力ボルトは、沖縄都市モノレールの延伸区間における鋼軌道桁の連結部に採用されました。写真-6は、コールドスプレー技術により工場で事前に亜鉛被覆を施したプレコートボルトです。写真-7に示したように、鋼箱桁外面の連結部ボルト頭は円形で膜厚確保が容易であることから腐食が生じにくいと考えられますが、腐食減厚が生じています。写真-8に示すように、プレコートボルトは、鋼箱桁の連結部に適用することで、防せい防食を図ります。コールドスプレー技術の施工については、次節3-2に述べます。



高力ボルトの防せい防食方法の例示

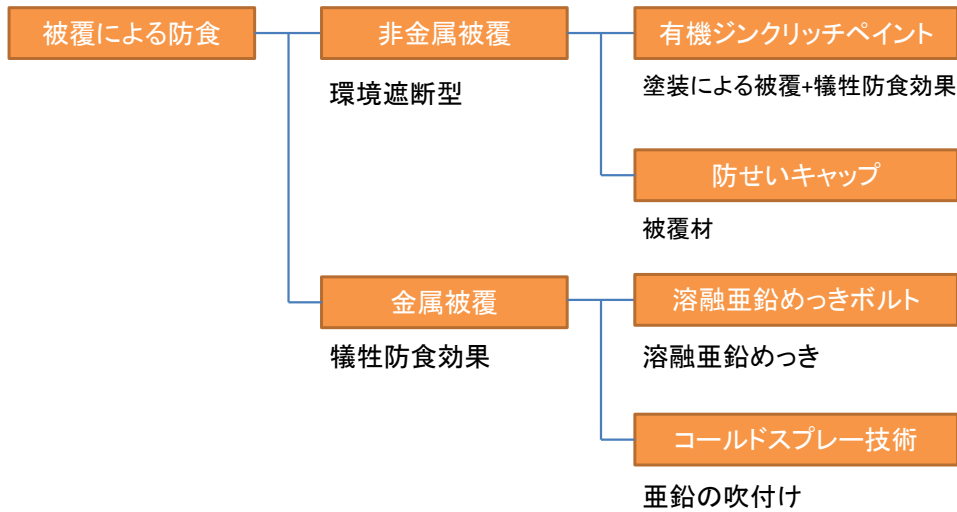


図-1 高力ボルトの防せい防食方法

表-1 防食下地として有機ジンクリッチペイントを用いた塗装系

工程		塗料または素地調整	標準使用量 (g/m <sup>2</sup> )	塗装間隔 (気温20°Cの場合)	標準膜厚 (μm)
現場 塗装	素地調整	ISO St3	—	—	—
	防食下地 第1層	有機ジンクリッチペイント	(240)	2hr以内	30
	防食下地 第2層	有機ジンクリッチペイント	(240)	1~10日	30
	下塗り	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	1100(500×2)	1~10日	300
	中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗	170(140)	1~10日	30
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗	140(120)	1~10日	25



a) ナット部用の有色キャップ



b) ボルト頭用の有色キャップ



c) ナット部用の透明キャップ



d) ボルト頭用の透明キャップ

写真-4 防せいキャップの取付状況



写真-5 溶融亜鉛めっきボルト



写真-6 プレコートボルト



写真-7 高力ボルト頭部の腐食状況



写真-8 連結部のプレコートボルト

### 3-2 供用時の連結部高力ボルト

写真-9 a) 及び b) は、著しく腐食劣化した連結部高力ボルトにおいて、コールドスプレー技術による補修を実施している状況です。写真-9 c) は、コールドスプレー施工後の連結部高力ボルトの状況であり、亜鉛皮膜が施されているのが分かります。コールドスプレー施工後は、下塗りから上塗りまで塗装します(写真-9 d)。1年経過した現在、特に異常は生じていません。



a) コールドスプレー施工状況①



b) コールドスプレー施工状況②



c) 施工直後の高力ボルト部



d) 塗装完了後の高力ボルト部

写真-9 コールドスプレー施工状況と施工後の仕上がり状況

### 3-3 構造設計上の留意点

鋼橋の塗装寿命の延命化は、塗装のみならず、構造上腐食に強い防食構造にする考え方も重要です。当該マニュアルでは、飛来塩分の付着面積を減らした箱桁構造を推奨しています。写真-10は、鋼I桁、ツーボックスの箱桁、ワンボックスの箱桁です。桁の数が少ないほど、補剛材やエッジ部など腐食しやすい部位の面積が少なくなるとともに、飛来塩分の付着面積も減らすことができます。

また、二次部材の多い鋼I桁に対して、桁間に飛来塩分の巻き込みを少なくするため、鋼桁間に多機能防食デッキを設置し、箱桁の形状にすることや、ツーボックスの箱桁橋をワンボックスの箱桁の形状にして、さらに桁間の飛来塩分の付着を低減することが挙げられます。例として、多機能防食デッキを下記に示します。

図-2に一例として桁間に多機能防食デッキを設置したタイプの概念図を示します。図-2a)より、桁間の桁外面は、飛来塩分が付着し腐食劣化要因となります。図-2b)で示すように、桁間に多機能防食デッキを設置することで、飛来塩分の浸入を防止することができます。その他、多機能防食デッキは検査路として併用でき、桁間の外面塗装を内面塗装に変更することで塗装費用の低減が可能となります。写真-11には、多機能防食デッキの設置状況を示します。





a) 鋼I桁

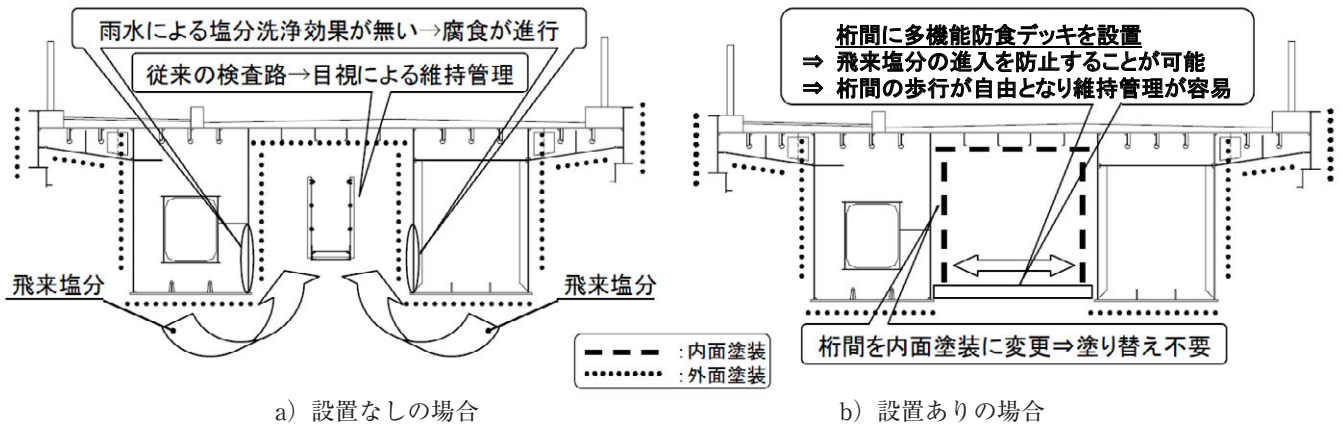


b) 鋼箱桁（ツーボックス）



c) 鋼箱桁（ワンボックス）

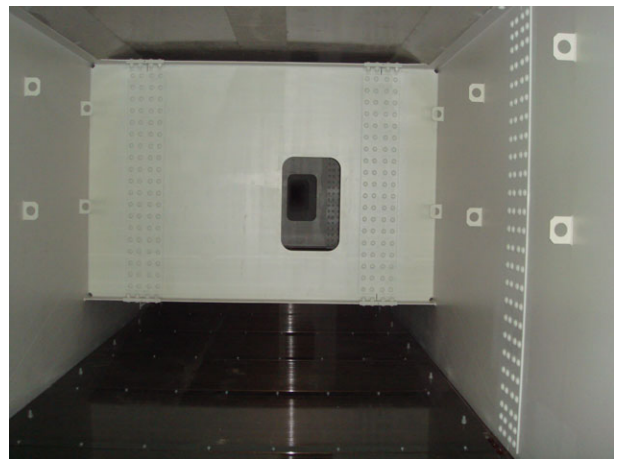
写真－10 鋼桁の種類



図－2 多機能防食デッキの概念図



a) 外面の状況



b) 内面の状況

写真－11 多機能防食デッキの設置状況

## 4. おわりに

鋼橋の防食は、図-3に挙げているように、多種多様な技術があるとともに、現場適用には十分な検証が必要となってきます。沖縄地区鋼橋防食マニュアル委員会では、今後とも鋼橋の耐久性向上に向けた検討を行い、次回の沖縄地区鋼橋防食マニュアル改訂へ反映させるとともに、沖縄県全体の鋼橋の長寿命化に繋げていきたいと思ひます。

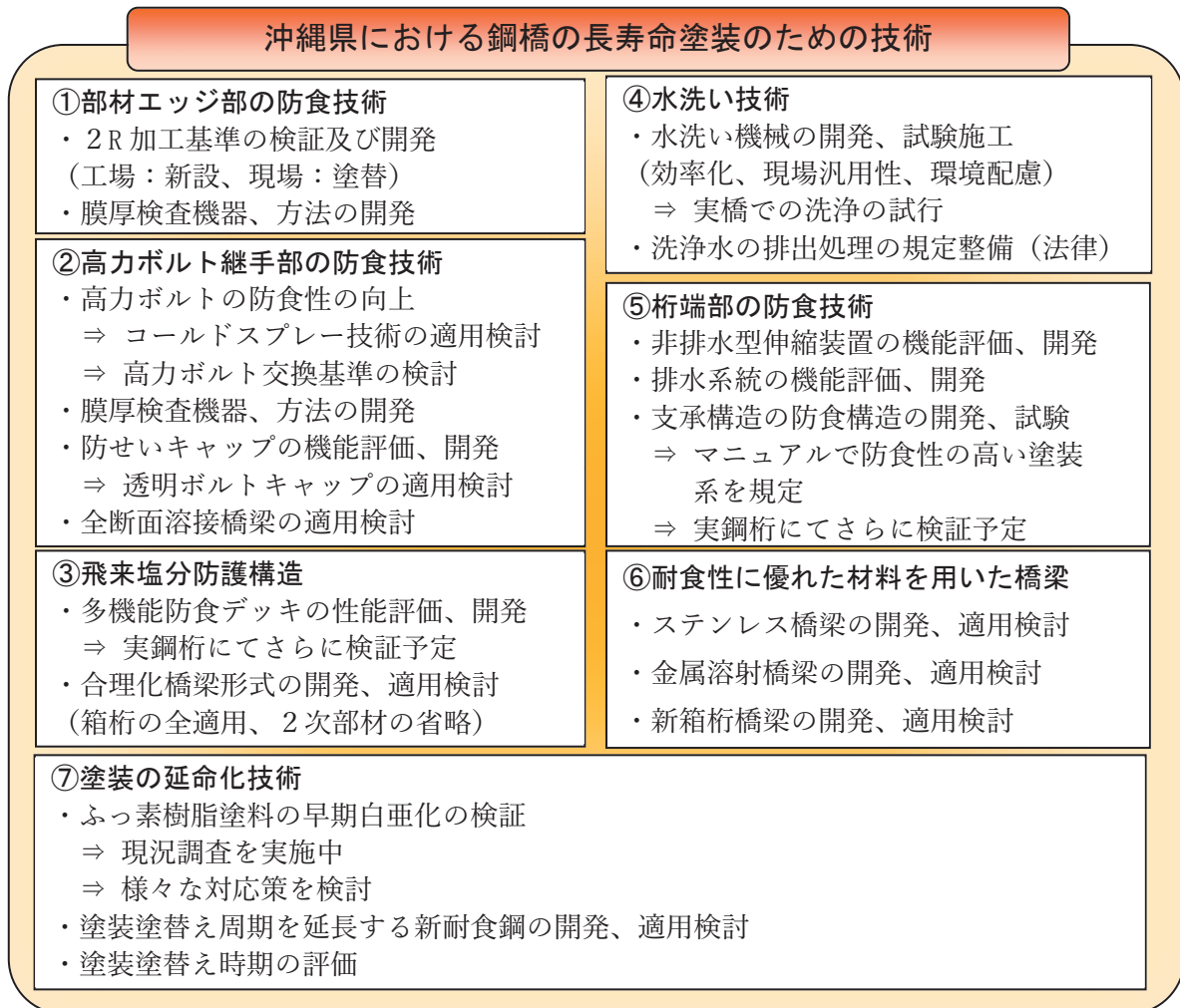


図-3 沖縄地区鋼橋防食マニュアルに挙げた今後取り組むべき技術