

沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会 活動報告

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

沖縄総合事務局では、塩害の厳しい沖縄の鋼橋塗装に関し、より効果的な維持管理を行うため、「沖縄地区鋼橋塗装マニュアル(案)(平成10年3月)」(以下「旧沖縄版」と言う)を改定し、「沖縄地区鋼橋塗装マニュアル(平成20年8月)」(以下「新沖縄版」と言う)を作成しました。

改訂にあたっては、「鋼道路橋塗装・防食便覧(平成17年12月(社)日本道路協会)」(以下「防食便覧」と言う)を参考に、沖縄の地域特性も考慮するために沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会を発足し、検討を行いました。新沖縄版は、防食便覧に比べて標準膜厚が厚くなっていますが、塗装系の差異による塗膜の延命効果が明確になっていないことから、新沖縄版には、図-1に示すような課題を掲載しています。

沖縄総合事務局では、これらの課題のうち、管理者として未実施のテーマであった「II：追跡調査」を取り上げ、平成21年度から沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会を開催し、新塗装系の適用性判定などに

沖縄地区における鋼橋の塗装劣化評価(塗装寿命、塗替寿命)
～アセットマネジメント手法の構築を目的として～

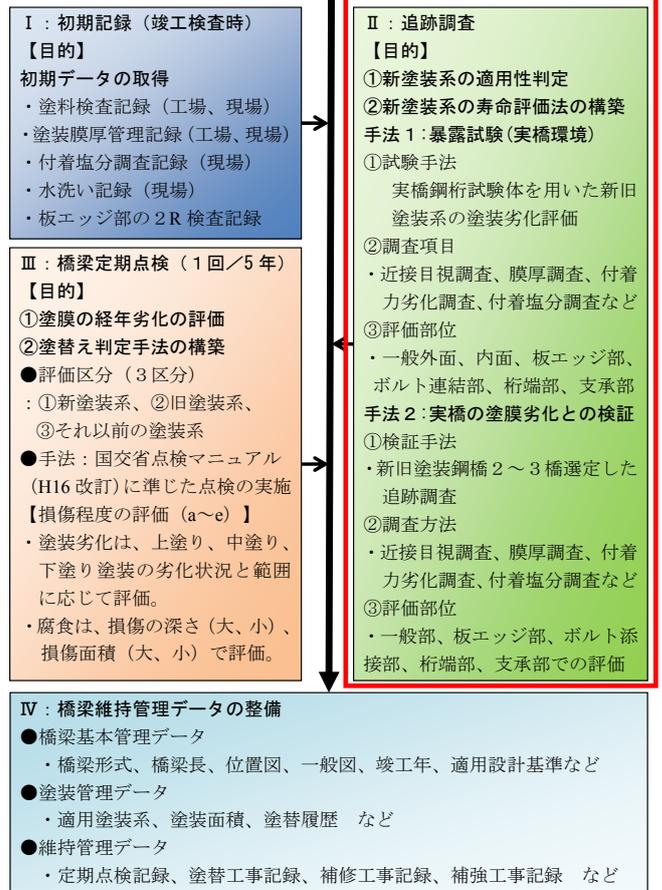


図-1 沖縄地区鋼橋塗装マニュアルの今後の課題

ついて検討を行いました。また、新沖縄版には、鋼橋の長寿命化のために図-2に示すような今後取り組むべき技術が示されており、維持管理手法の一つとして「水洗技術」を取り上げ、追跡調査と同じように平成21年度から効果的な洗浄方法などの検証に取り組んできました。

本稿では、まず沖縄における鋼橋の腐食状況や新沖縄版の特徴を述べ、次に沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会で検討してきた事項の中から貴重な知見や活動状況を紹介します。

沖縄県における鋼橋の長寿命塗装法のための技術



図-2 沖縄県における鋼橋の長寿命塗装法のための技術

*図-1、図-2ともに赤囲みは、現在取り組んでいるテーマを示す。



写真-1 沖縄における鋼橋の腐食状況

2. 沖縄における鋼橋の腐食状況

鋼橋は、一般に支間中央部より桁端部やボルト添接部、フランジ等のエッジ部に腐食損傷が生じやすいと言われています。写真-1に沖縄における鋼橋の腐食損傷状況を示すように、このような部位には激しい腐食損傷が見られます。腐食の原因は、一旦腐食が発生すると、飛来塩分の付着によって腐食損傷が急激に進行しやすくなることや、伸縮装置からの漏水によって桁端部（鋼桁）の腐食が促進されることが挙げられます。また、添接部やボルトエッジ部の腐食は、塗膜の標準膜厚が確保しにくいことも原因の一つと考えられます。

3. 沖縄地区鋼橋塗装マニュアルの特徴

前述したように、腐食環境の激しい沖縄においては、防食便覧に比べて新沖縄版の塗装系をハイスペックにしました。表-1に示すように、新設塗装の場合、新沖縄版は、旧沖縄版と同様に一般部の標準膜厚を330 μ mとしており、防食便覧より厚くなっています。また、腐食損傷が生じやすいボルト部については、730 μ mとなっており、防食便覧より厚くなっています。表-2に示す塗替塗装においても、新沖縄版は、防食便覧に比べて標準膜厚が厚くなっています。

表-1 新設塗装の塗装マニュアル別標準膜厚

塗装工程	一般部 (μ m)			ボルト部 (μ m)		
	新沖縄版	旧沖縄版	防食便覧	新沖縄版	旧沖縄版	防食便覧
①無機ジंकリッチ	75	75	75	75	75	75
②エポキシ下塗1層	100	100	120	300	300	300
③エポキシ下塗2層	100	100	-	300	300	-
④ふっ素用中塗	30	30	30	30	-	30
⑤ふっ素上塗	25	25	25	25	25	25
合計	330	330	250	730	700	430

表-2 塗替塗装の塗装マニュアル別標準膜厚

塗装工程	一般部 (μ m)			ボルト部 (μ m)		
	新沖縄版	旧沖縄版	防食便覧	新沖縄版	旧沖縄版	防食便覧
①無機ジंकリッチ	75	30	75	75	15	75
②変性エポキシ下塗1層	60	120	60	60	300	60
③変性エポキシ下塗2層	60	-	60	60	300	60
④変性エポキシ下塗3層	60	-	-	60	-	-
⑤ふっ素用中塗	30	30	30	30	-	30
⑥ふっ素上塗	25	25	25	25	25	25
合計	310	205	250	310	640	250

4. マニュアルの課題の検討

(1) 追跡調査

(1)－①大気暴露試験

新塗装系の適用性判定などを目的として、写真－2に示すような暴露試験体を作製し、図－3に示すように、新設塗装系（新沖縄版／旧沖縄版／防食便覧）、塗替塗装系（新沖縄版／旧沖縄版／防食便覧）を暴露試験体に塗装し、大気暴露試験を実施しました。また、ボルト部は、塗装系塗膜厚の確保が難しく防食の弱点部となり易いことから、試験体にボルト継手部を設け、ボルト部の膜厚についても検討しました。

<調査概要>

- ①試験場所：国道高架下 新牧港橋そばのヤード
- ②試験体：鋼床版の試験体2体

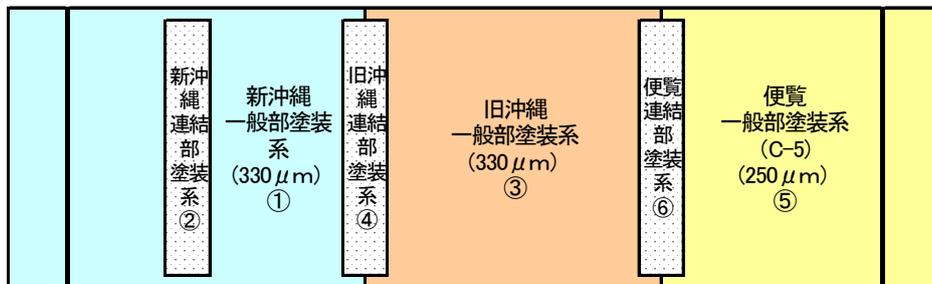


a) 新設塗装用暴露試験体

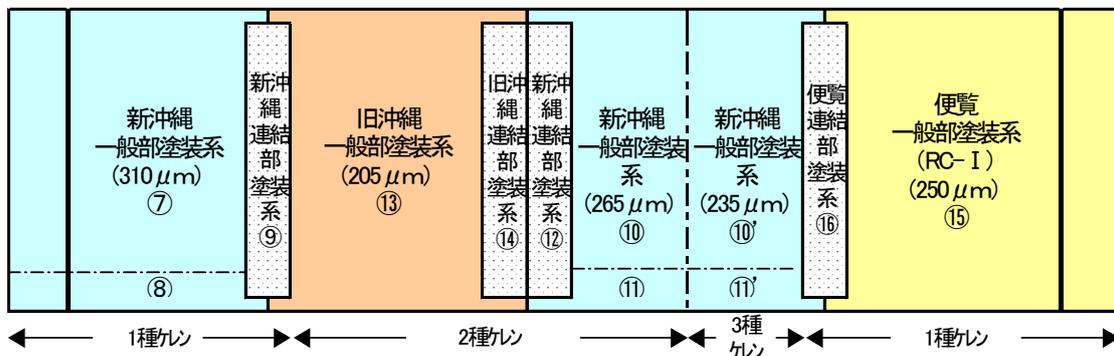


b) 塗替塗装用暴露試験体

写真－2 暴露試験体



a) 新設塗装用暴露試験体の塗装系



b) 塗替塗装用暴露試験体の塗装系

図－3 暴露試験体の塗装系

- ③塗 装 系：新設橋梁、塗替え橋梁の沖繩版、旧沖繩版、便覧の一般部やボルト継手部の塗装系を比較
- ④試験項目：目視調査、耐候性能評価、膜厚調査、付着性能調査、腐食環境調査（温湿度、飛来塩分調査、風向風速計）、塗装鋼板試験

<調査結果（一例）>

図-4に示すように、新沖繩版と旧沖繩版の新設塗装ナット部は、特に超厚膜塗装のエポキシ樹脂膜厚が表-1で示した標準膜厚を下回っているものが見られました。これは、隅角部のようなエッジ部はもともと塗料が流れやすいため塗料が付きにくいことが原因であり、1層当たりの標準膜厚が300 μ mであるエポキシ樹脂は標準膜厚を確保しにくいことがわかりました。

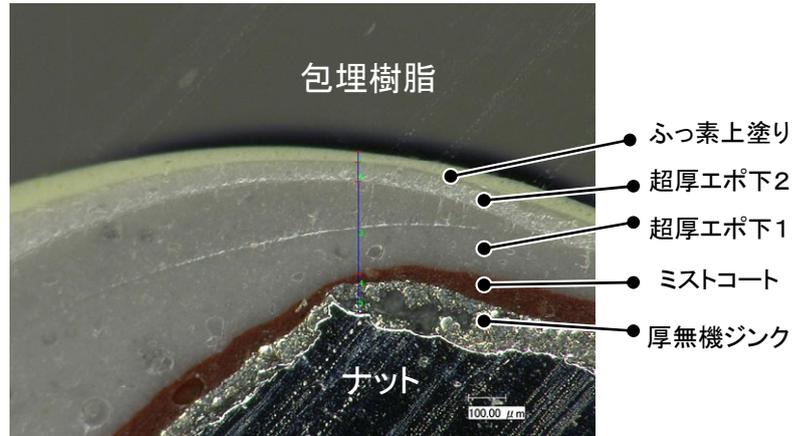


図-4 ナット部隅角部における膜厚

<現在取り組んでいる課題>

隅角部の多いボルト・ナット部について、標準膜厚を確保できるような塗装方法を確立することが課題です。適切な塗装方法を検討するために、1層当たりの標準膜厚を薄くし塗装工程を多くしたり、注入キャップやエアレスガンなどの塗装器具を用いてボルト添接部を塗装し、塗装方法別に膜厚の確認、比較を行います。

(1) - ②実橋調査

本調査では、冬季の季節風や台風などにより多量の塩分が飛来する環境において、地域性の違いによる実橋の塗装劣化評価（塗装寿命、塗替寿命）を検討することを目的に、本島内5カ所の橋梁について実橋調査を行います。

図-5に、実橋調査箇所を示します。東海岸付近、西海岸付近や内陸部に架設された、離岸距離600mから2.4km以内の鋼橋を対象に、塗膜調査を行います。

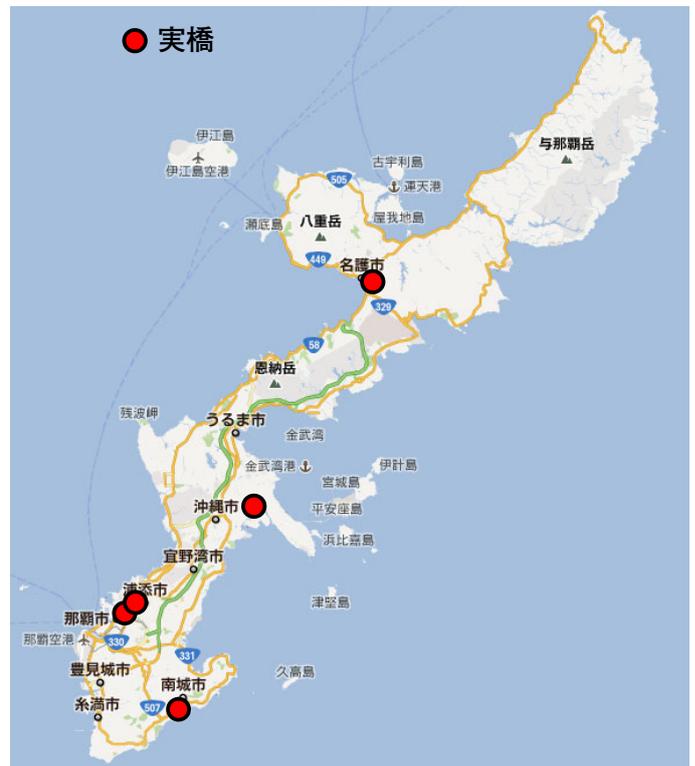


図-5 実橋調査箇所

- ①検証手法：新塗装系鋼橋1橋、旧塗装系鋼橋4橋を選定（写真-3a、写真-3b参照）
- ②モニタリング項目：目視、光沢度、色差、チョーキング、碁盤目付着試験、膜厚測定、付着塩分
- ③評価部位：足場がある桁端部の一般部、板エッジ部、ボルト添接部、支承部などの評価
- ④調査頻度：調査頻度は、2年に1回実施
- ⑤腐食環境調査：平成24年度にガーゼ法による飛来塩分を観測
耐候性鋼板ワッペンを用いて、腐食速度の測定を実施



a) 新塗装系（ふっ素塗装）が塗装された橋梁



b) 旧塗装系（ポリウレタン樹脂）の橋梁

写真－3 実橋調査対象橋梁

(2) 長寿命化のための技術 — 洗浄試験 —

水洗については、簡易な方法でかつ防食に有効な対策として沖縄地区鋼橋塗装マニュアルに記載されていますが、効果的な洗浄方法や洗浄頻度については試行錯誤の段階です。本試験施工は、洗浄頻度や洗浄方法などを実橋において確認し、水洗のマニュアル作成への参考や、県内において水洗の普及に努めることを目的として、実施効果の検証を行います。

①対象橋梁：鋼プレートガーダー橋 2 橋（離岸距離 1km、2km）

②洗浄頻度の評価方法：塗装鋼板、耐候性鋼板ワッペンモニタリング（写真－4a、4b 参照）

a) 塗装鋼板、耐候性鋼板ワッペンの付着塩分の洗い流しの頻度：

- ・初年度 1 回 / 月、1 回 / 3 か月、1 回 / 半年、1 回 / 1 年
- ・2 年目以降 1 回 / 1 年

b) 洗い流しの後に腐食状況や錆厚を測定し、錆厚の違いから適切な洗浄回数を評価

③実橋の適切な洗浄方法：高圧洗浄（一般的な手法：写真－5a 参照）

モップ拭き（沖縄本島北部の「やんばるの森」など、洗浄水の回収が困難な地域を対象：写真－5b 参照）

④腐食環境調査（平成 22 年度）：ガーゼ法による飛来塩分を観測、付着塩分量
耐候性鋼板ワッペンを用いて、腐食速度の測定を実施

< 調査結果（一例） >

①洗浄方法：高圧洗浄、モップ拭きは、両方とも付着塩分の除去効果があります。

②洗浄頻度：洗い流しの効果はあるものの、洗い流し頻度によって錆厚の違いが明確に出ないため、適切な洗浄頻度が確定できませんでした。

< 現在取り組んでいる課題 >

調査期間が 2 年間と短いことから、適切な洗浄頻度を確定できていないことが課題です。3 年目以降もこの実験を続け、さらに、橋梁洗浄に関するマニュアルを策定している地方整備局、洗浄を研究している寒地土木研究所、洗浄を実施している NEXCO などの状況を確認し、ライフサイクルコストが低減できるような洗浄頻度を検討していきます。



a) 塗装鋼板設置状況



b) 耐候性鋼板ワッペン設置状況

写真-4 洗浄試験モニタリング状況



a) 高圧洗浄による橋梁洗浄



b) モップによる橋梁洗浄

写真-5 洗浄試験実施状況

4. おわりに

沖縄総合事務局道路管理課では、これまで沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会を開催し、有識者から貴重な意見をいただきながらモニタリングを進めてきました。本モニタリングは、今後も数年にわたり継続予定であり、有効な成果が得られるように有識者、沖縄総合事務局、関係機関が連携を図りながら進めていきます。

橋梁の長寿命化は、今後の維持管理費の増加を抑制するための重要な課題であり、塩害環境または腐食環境の厳しい沖縄において、鋼橋の長寿命化を実施する上で防食技術の向上は避けては通れない重要な取り組み事項と考えています。今後、沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会で得られる貴重な知見を、次回の沖縄地区鋼橋塗装マニュアル改訂へ反映させるとともに、現場への直接的なフィードバックを行い、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。