

神取橋の補修塗装に関する調査検討

若山昌彦* 齋藤一彦** 安波博道*** 中島和俊****

1. はじめに

1.1 目的と概要

トラス格点部や桁端部などの局所に腐食損傷が生じた神取橋について、鋼橋の長寿命化を志向した「局部補修塗装工法」の適用を念頭においた損傷調査、および局部補修塗装の試験施工を行った。

1.2 局部補修塗装工法の概要

従来一般的に用いられてきた塗替え塗装工法は、「鋼道路橋塗装・防食便覧」¹⁾におけるRc-III塗装系を橋梁全面に適用する工法（以下、「全面塗替え塗装工法」と呼ぶ）である。一方、本橋において適用を検討しているブラストを用いた局部補修塗装工法は、同便覧におけるRc-I塗装系を腐食損傷が生じた範囲にのみ施し、腐食損傷が生じていない塗膜健全部は無処理を基本とする工法である。全面塗替え塗装工法と局部補修塗装工法の仕様比較を表-1に掲載する。

表-1 塗装仕様の比較

	全面塗替え塗装工法	局部補修塗装工法
適用塗装系	Rc-III 塗装系	Rc-I 塗装系
適用素地調整種別	3種ケレン (動力工具による)	1種ケレン (ブラストによる)
腐食発生部に対する処置	動力工具によりさびを除去し、鋼材面を露出させ、塗替え塗装系 (Rc-III 塗装系) を施す。	ブラスト工法によりさびを完全に除去し、鋼材面を露出させ、塗替え塗装系 (Rc-I 塗装系) を施す。
腐食発生部以外に対する処置	活膜は残すが、それ以外の不良部(さび、われ、ふくれ)は除去し、塗替え塗装系 (Rc-III 塗装系) を施す。	腐食発生部以外は無処理とすることを基本とする。
塗替え塗装の耐久性比較	1種ケレンを採用する塗装系に対して大幅に劣る。(便覧より転記)	腐食進行を抑制することにより構造物の長寿命化が図れる。

ここで、局所的に腐食損傷が生じた橋梁に、上記による全面塗替え塗装工法および局部補修塗装工法を適用した場合の性能曲線（防食性能および構造安全性）を図-1に示す。

全面塗替え塗装工法では、腐食発生部に十分な素地調整が行われないため、塗替えによっても防食性能は回復せず、早期に腐食が再発し、いずれ

構造安全性に支障を来すこととなる。また、塗膜健全部に対しても新たに塗膜を塗重ねることから、防食性能の観点からは余計な投資となる。一方、局部補修塗装工法では、腐食発生部に対して適切な素地調整程度1種（ブラストによる、ISO Sa2 1/2）を確保することによって、必要な防食性能を回復させ、構造安全性の低下を極力抑えることができる。また、塗膜健全部に対して無処理とすることで、必要な防食性能を確保しつつ、コストの上昇を抑えることが可能となる。

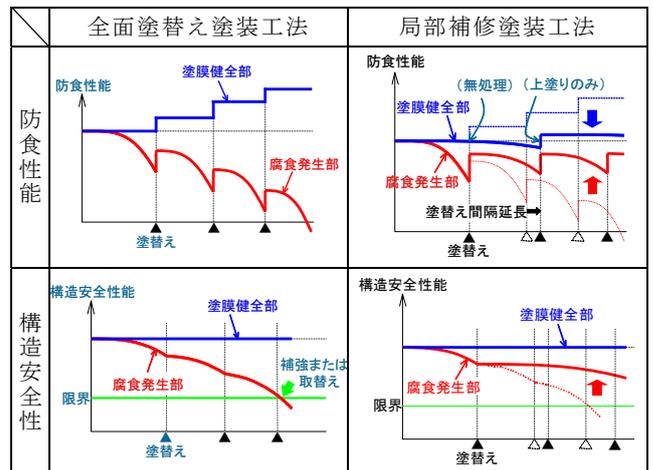


図-1 塗装仕様の比較

局部補修塗装工法の構成、および塗膜健全部との境界部概念を図-2に示す。

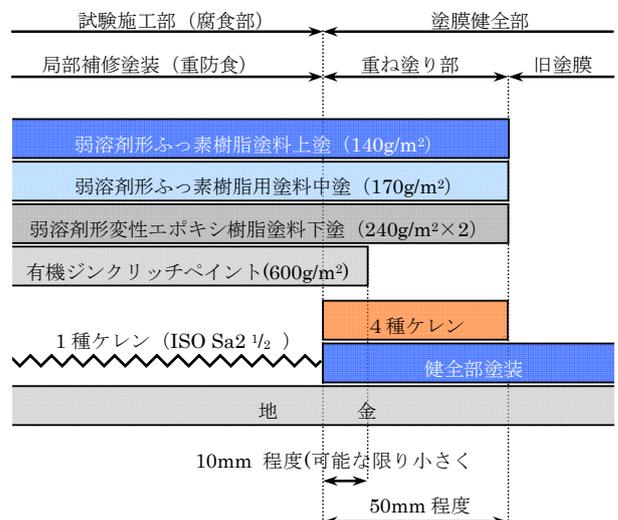


図-2 局部補修塗装工法の概要

2. 損傷状況調査および構造安全性の評価

2.1 対象橋梁

今回の調査検討で対象とした神取橋は、写真-1 および図-3に示す、1965年に建設された3径間連続下路式トラス橋+3連単純合成鉄桁橋であり、前回の塗装は1990年11月に行われている。(3種ケレン+鉛系さび止めペイント+長油性フタル酸樹脂塗料中塗・上塗、全面塗替え塗装工法)

前回塗替えから約18年が経過した現在、部材一般部の塗膜は劣化し、形状が入り組んだトラス橋格点部や桁端部においては、局所的に腐食損傷が発生している状況である。



写真-1 橋梁の概観

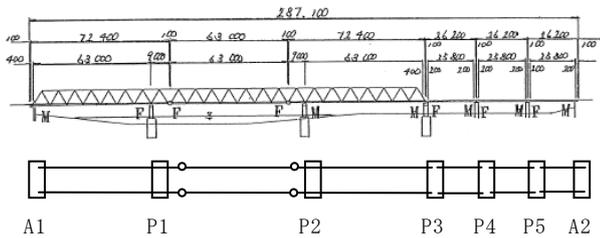


図-3 橋梁一般図

2.3 調査要領

調査は上部工の鋼部材の腐食、および防食機能の劣化に限定し、損傷程度の区分は「橋梁定期点検要領(案)」²⁾を参考とした。ただし、トラス橋下弦材の一般部と格点部のように一部材内の同じ損傷であっても、損傷程度に大きく程度差がある場合(写真-2)は、複数の損傷程度を評価した。

「腐食」の評価区分

区分	一般的状況		備考
	損傷の深さ	損傷の面積	
a	損傷なし		
b	小	小	
c	小	大	
d	大	小	
e	大	大	

「塗装(防食機能)」の評価区分

区分	一般的状況
a	損傷なし
b	〃
c	災害層の防食皮膜に変色を生じたり、局所的な浮きが生じている
d	部分的に防食皮膜が剥離し下塗りが露出する
e	防錆皮膜の劣化範囲が広く、点さびが発生する

この方法を採用したのは、局部補修塗装工法の適用に当たって、損傷程度の分布が補修箇所選定の上で重要な情報となるためである。



下弦材一般部

下弦材格点

写真-2 下弦材の損傷程度

2.4 腐食部の減量と構造安全性評価

板厚減耗は、トラス橋では上下弦材とその格点に集中し、特に下弦材格点部では元板厚9mmの箇所には3.5mmの腐食減耗が生じていた。鉄桁橋はトラス橋に比べて比較的軽微であったが、P3支点上(特に端対傾構)に大きな腐食が生じていた。

強度部材であるトラス橋上下弦材について、設計時の各部材の応力度と板厚減耗を考慮した応力度を比較したところ、構造安全性には問題はないと言える結果となったが、腐食が構造上弱点となりやすい格点部に生じていることから、今後の維持管理において注意を要する。

2.5 調査結果の整理

調査結果は損傷の種別(腐食、および防食機能の劣化)を容易に判別できるように、損傷の種別毎に部材を色分けし、さらに評価区分を部材に直接記入することとした(図-4)。なお、今回の調査においては、腐食、防食機能の劣化以外の損傷(亀裂、ゆるみ・脱落、破断)は確認されなかった。

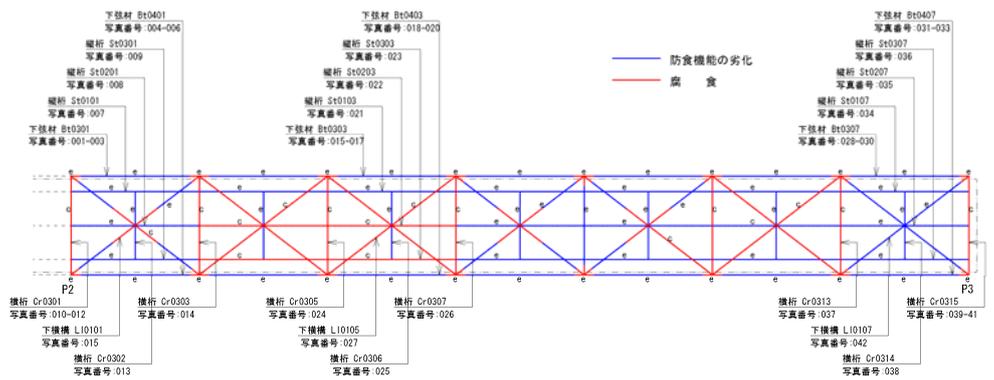


図-4 点検調書の例(P2-P3間下弦材)

土研センター

調査結果による損傷程度や損傷部材の構造的
重要度、損傷の進行予測に基づき、表-2に示すよ
うな補修優先度のランク付けを行った。本橋の補修
塗装にあたっては、本表を基に局部補修塗装工法
の補修対象箇所を検討すればよい。

表-2 補修優先度ランク (最優先=1)

第1~3径間 (トラス橋)			第4~6径間 (鉸桁橋)		
部 材	部 位	優先度	部 材	部 位	優先度
上弦材	一般部	3	主桁 (外桁)	一般部	5
	格点部	2		桁端部	3
上横構	一般部	4	主桁 (内桁)	一般部	5
	格点部	3		桁端部	3
橋門構	一般部	4	横 桁	P3上	2
	格点部	3		一般部	5
下弦材	一般部	2	横 構	桁端部	5
	格点部	1		P3上	3
縦 桁	一般部	4	横 構	その他	5
	格点部	3			
横 桁	一般部	3			
	格点部	2			
下横構	一般部	4			
	格点部	2			
斜 材	一般部	4			
	格点部	2			

3. 試験施工

3.1 試験施工の目的および概要

局部補修塗装工法の適用にあたっては、局所
でのブラスト施工性、仕上り品質の確認手法、およ
び粉塵・騒音対策などが技術的課題として挙げら
れる。これらの課題に対して、本橋の代表的な腐
食性状を示す3箇所 (写真-3) を対象とした試験
施工により問題解決を図った。また、構造的問題
により腐食環境が生じている写真-3 ①部位に対
する腐食環境改善の試験施工も併せて行った。

なお、試験施工時には、宮城県職員を対象とし
た技術講習会および現場見学会を実施した。

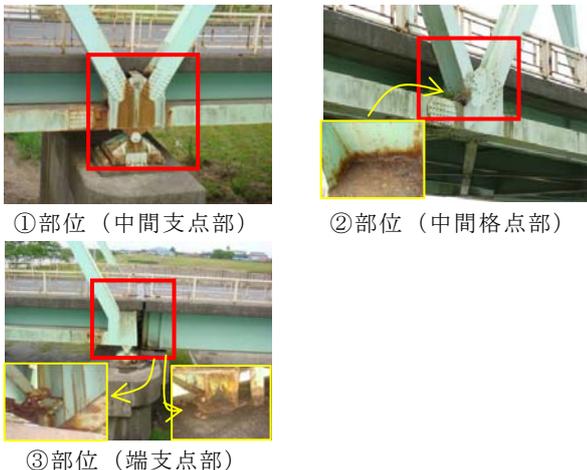


写真-3 試験施工場所

3.2 局部補修塗装の試験施工

素地調整はスチールグリッド (標準粒径
0.7mm) を用いたブラストにより実施し、素地
調整程度はISO 8501に規定されるSa 2 1/2相当と
した。結果、構造が入り組んだ局所においても、
所要の素地調整程度が確保できることを確認でき
た。素地調整前後の外観例を写真-4に示す。



写真-4 素地調整前後外観

使用したブラストマシンや施工足場、粉塵対策
の概要を写真-5に示す。本試験施工では足場外へ
の粉塵吐出は無く、周辺環境に対する影響は軽微
であると言える。



ブラスト装置



施工足場外観

換気装置 (粉塵対策)

写真-5 使用資機材

3.3 腐食環境改善

トラス橋中間支点部 (写真-3 ①部位) は、斜
材、ガセット、横桁に囲まれ、常時滞水状態で
あった。本試験施工では、図-5のように斜材ウェ
ブに排水用切り欠きを設けることにより、腐食が
生じやすい部位に対する環境改善を図った。

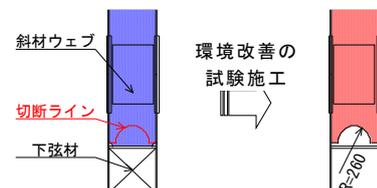


図-5 トラス橋中間支点部の環境改善

4. モニタリング調査

局部補修塗装工法は実橋への適用事例が少なく、本工法が本橋梁を含めて一般に用いられるためには、従来工法との補修塗装後の耐久性に関する相違の実証データを蓄積する必要がある。また、未補修のまま放置する部位の将来にわたる腐食進行を予測する技術を具備しなければならない。

そこで、本橋において以下のモニタリング調査を開始した。

4.1 異なる素地調整程度による塗替え塗装の健全性モニタリング

塗替え塗装の寿命に大きな影響を及ぼす素地調整に着目し、2種類の異なる素地調整程度（1種ケレン、および3種ケレン）を施した塗替え塗装を行い、塗膜の健全性に関するモニタリング調査を行う。モニタリング調査の対象部位は、写真-6に示す板桁橋のP3橋脚上端対傾構とした。素地調整後の比較を写真-7に示す。

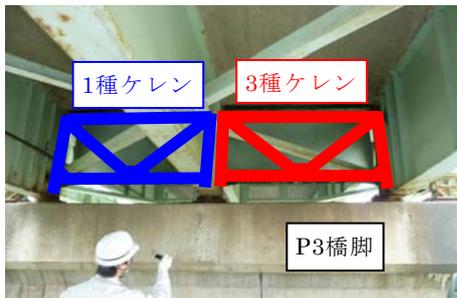


写真-6 モニタリング位置



1種ケレン（ブラスト） 3種ケレン（動力工具）

写真-7 素地調整後の比較

4.2 鋼材腐食モニタリング

一般部の塗膜劣化部位では、塗装による防食機能が失われた後でも致命的な腐食が生じておらず、鋼材腐食の進行速度は緩やかであると考えられる。

鋼材腐食モニタリング調査は、未塗装で放置された鋼材の初期数年間腐食量を実測することにより、将来の腐食量を定量的に測定することが可能なワッペン式暴露試験³⁾（写真-8）によって行う。なお、モニタリング調査は、1年、3年、5年経過時点において追跡調査を実施する予定である。

試験片の設置は、P3橋脚付近、およびA2橋台付近の2箇所とし、鋼種としてSM400および比較材としてSMA400(耐候性鋼)を貼り付けた。P3橋脚付近の取付状況を写真-9に示す。



写真-8 ワッペン式暴露試験片



写真-9 設置状況

5. まとめ

実橋において、局部腐食の発生状況を整理し、将来にわたる構造安全性を確認したうえで、最適な防食方法を選択できるように補修優先度のランク付けを行った。また、ブラストを用いた局部補修塗装工法の試験施工を行い、施工性や仕上がり品質に問題がないことを確認した。さらに、長期のモニタリング調査を行うことによって、より精度の高い維持管理計画の基礎資料を得られるようにした。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧、H17.12
- 2) 国土交通省：橋梁定期点検要領（案）、H16.3
- 3) 安波博道・中島和俊：ワッペン式暴露試験によるニッケル系高耐候性鋼の適用性評価、土木技術資料、第50巻 第11号、pp57-60、H20.11

若山昌彦*



前 宮城県東部土木事務所
道路管理班 技術次長（班長）
Masahiko WAKAYAMA

斎藤一彦**



宮城県土木部道路課
道路管理班 技術主査
Kazuhiko SAITO

安波博道***



財団法人土木研究センター
材料・構造研究部 部長
工博
Dr.Hiromichi YASUNAMI

中島和俊****



財団法人土木研究センター
材料・構造研究部 研究員
Kazutoshi NAKASHIMA

