

鴨川暴露試験場の開設 ～鋼橋塗替えにおける防食技術や施工技術の確立に向けて～

片脇清士・中野正則・安波博道・落合盛人・中島和俊

1. 背景

近年、土木施設の保全が最重要課題の一つとなっており、道路橋では長寿命化修繕計画に沿った計画的な保全対策の実施が進められている。

鋼道路橋（以下、鋼橋という）については、損傷の大半が腐食や防食機能の劣化であるため、修繕事業に要する費用の大部分を塗替え費用が占めている。しかし、最近の老朽橋の急増や予算の制約下では、全面塗替えを基本として策定された長寿命化修繕計画を予定通り実行することは難しいと考えられる。したがって、今後は、塗替えを如何に効率的かつ確実にを行うかが長寿命化修繕計画の鍵となってくる。

土木研究センターでは、以前から鋼橋の塗替え分野において、点検・診断から設計、施工品質管理に至る一連の管理手法についての管理者支援業務を行ってきている。その中でも特に、効率的な塗替え手法の確立や塗替え品質を確保するための施工技術の確立について注力してきている。

塗替え塗装は、その耐用年数が、塗替える対象橋梁の変状の種類（点さび、腐食、剥離等）やその進行度、環境、構造上の制約条件（狭隘部、閉塞部等）、さらには施工品質に左右されるため、状況に見合った適切な防食方法や施工方法を選定する必要がある。その意味で、塗替え塗装は、新設時の塗装とは全く異なる防食技術を必要とする分野と考えられる。

一方で、これらに比べられる防食技術は完全には確立されていないのが現状である。例えば、当センターが実施してきた管理者支援を通して、以下のような技術について早急に開発が必要であると考えている。

1) プラストによる素地調整において、特に腐食環境の厳しい沿岸部等で、素地面に付着する塩分やさびを確実にかつ効率的に除去することので

きる技術

- 2) 狭隘部等でブラスト施工ができない部位や、ブラスト施工が十分にできない箇所、塩分や腐食が残っている塗膜面を確実に防食できる技術
- 3) 当て傷等塗膜の局所的な損傷に対して簡易な方法で防食できる技術

現在、市場には上記のような塗替えニーズに対する製品や工法が数多く存在し使用されているが、それらの効果について客観的に信頼に足るデータが確認できているとは必ずしも言えない。実際に当センターが実施した現場での試験施工の結果では、たとえNETIS登録された技術であっても期待通りの結果が得られていない場合もある。その理由としては、実際に腐食損傷が生じた鋼部材の防食対策に関する要求性能が明示されていないことにあると考えられる。

このため、当センターでは今後、個々の環境や部位に応じた防食技術を見出し、その性能を担保した上で、管理者に情報発信し補修現場に送り出していきたいと考えており、また管理者からもそのことが強く求められている。

そこで、当センターでは、橋梁の塗替えに特化した暴露試験場を新たに開設し、そこで塗替えに必要な様々な技術について客観的に評価し、この結果を管理者に提供していくこととした。本稿では、当該暴露試験場の概要について紹介する。

2. 暴露試験場の設備および試験の概要

2.1 試験場に求められる要件

本試験場は、橋梁の塗替え技術に特化した暴露試験場とするため、以下の条件に適合する必要がある。

- 1) 腐食環境が厳しい地域であること：腐食変状が顕著に出やすく、また試験後の評価をできるだけ早期に行うようにするために、できるだけ腐食環境の厳しい地域を選定すること。
- 2) 鋼桁が置かれる実環境を再現できる施設であること：実際の鋼桁橋では、主桁はその上に床版

があるため、雨が直接かかりにくい環境にある。この腐食環境は、一般的な屋外暴露や室内促進試験では再現できないため、実橋を利用し実環境に近い腐食環境をできるだけ再現すること。

3)実際に腐食している部材そのものを試験体に用いた試験であること：従来の試験は健全な鋼材やさびを強制的に発生させた材料を試験体に用いているが、それでは顕著な腐食部の防食性能が確認できないため、明らかに腐食している実橋の部材を用いること。

2.2 試験場の位置

暴露試験場は、2.1の1)、2)項を考慮し、千葉県鴨川市にある一般国道128号坂下高架橋（カカリコウキョウ：千葉県安房土木事務所管轄）の桁下を利用することとした。

坂下高架橋は、3. で詳述するが、腐食環境が極めて厳しく、塗替え補修において進行性の腐食



図-1 鴨川暴露試験場の位置図



写真-1 試験場(坂下高架橋)の全景写真

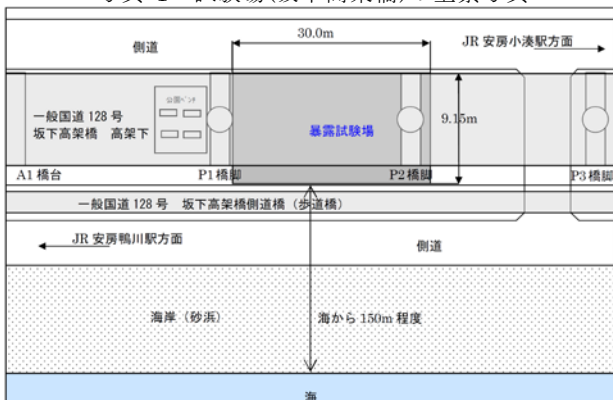


図-2 試験場の詳細位置図

の再発防止に苦慮している橋梁である。試験場の位置図、試験場（坂下高架橋）の全景写真および試験場の詳細位置図を図-1、写真-1、図-2に示す。

坂下高架橋は、図-2に示すとおり、海岸線から150m程度離れて海と平行に架かる橋梁であり、試験場は同橋の直下の敷地に設置した。

2.3 試験場設備の概要

試験場設備を写真-2に示す。

試験場には、図-3に示すように、架台を4基配し、各々の架台には20体の試験体を並べることができる。なお、各架台の配置は、桁下の条件を揃えることができるよう、坂下高架橋床版縁からの距離を同一とした。

試験場の環境計測機器としては、同図に示すように、飛来塩分計1基、温湿度計1個、および雨量計2基を設置した。



写真-2 試験場設備の全景

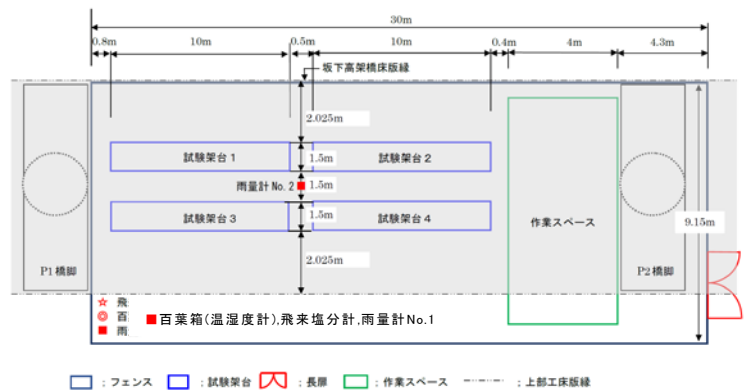


図-3 試験場設備の配置図

2.4 試験体の概要

試験体は、2.1の3)項を考慮し、実橋で使用していた部材の廃材を使用することとした。具体的には、高知県の海岸沿いに架かる橋梁において、腐食による部材の交換工事により撤去した下横構（写真-3）を使用した。試験体の形状寸法を写真-4に示す。

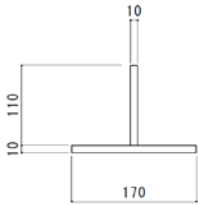
2.5 予定する試験の内容

橋梁の塗替えに特化した技術の観点から、本試験場で行う試験を、素地調整に関する基礎試験、

土研センター



写真-3 試験体として利用した海岸沿い橋梁の下横構 (左: 撤去前の現橋, 右: 撤去後の廃材)



※試験体 ;
CT 110×170×10×10
L=1200mm, W=26.4kg/本

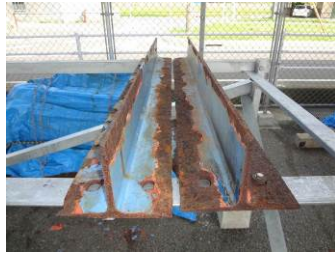


写真-4 試験体

表-1 予定する試験内容

試験分類	予定する試験内容
素地調整に関する基礎試験	ケレン1種,2種,3種の素地調整レベルの違いによる耐食性比較試験
	1種ケレンにおける除錆度の違いによる耐食性比較試験
	1種ケレンにおける残存塩分量の違いによる耐食性比較試験
	1種ケレンにおける表面粗さの違いによる耐食性比較試験
防食材料に関する試験	Re- I に代わるより防食性能の高い防食材料
	軽微な損傷部や腐食部に迅速かつ手軽に対応できる防食材料
	塗替え作業の省力化(省工程化)が図れる防食材料
	プラストが困難な箇所、腐食や塩分が十分に除去できない箇所に適用可能な防食材料
施工技術に関する試験	狭隘部でも1種ケレンが可能な素地調整工法
	スポット的に1種ケレンが平易に実施できる素地調整工法
	プラスト作業と比べより作業負荷・環境負荷軽減が図れる1種ケレン工法
	高所作業車等の簡易足場上での作業が可能な素地調整工法

防食材料に関する試験、および施工技術に関する試験の3つに分類し、各々について表-1に示す内容の試験を予定している。

3. 暴露試験場の腐食環境

今後、2.3で示した計測機器等を用いて測定し、試験場の腐食環境を把握していく予定である。ここでは、試験場所として選定した坂下高架橋のこれまでの防食対策の検討経緯を紹介することにより、当試験場の腐食環境の厳しさを示す。

3.1 坂下高架橋の防食対策検討経緯

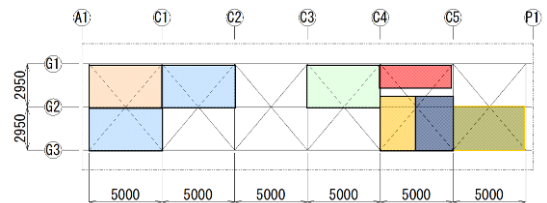
坂下高架橋は1979年に建設され竣工後35年が経過した橋梁である。本橋の塗替えは1998年に実施され、後述の防食対策検討に着手した平成22年時点では、塗替え後12年が経過しており写真-5に示すように橋全体に亘って著しい腐食が発生している状況であった。

このため、Re- I による塗替え工事の実施に際して、施工方法や施工品質の管理方法について、千葉県からの委託を受け、平成22年度から2ヶ年に亘り、当センターが試験施工の実施等により技術支援してきた経緯がある。

図-4に平成22年度、23年度の試験施工の場所とケースの概要を示す。この場所は、図-2に示す暴露試験場の隣の径間 (A1~P1) に位置する。



写真-5 坂下高架橋補修前の腐食発生状況



試験施工箇所No.	凡例	試験施工実施年度	試験施工実施時期	試験内容
1				Re- I 塗装(オープンプラスト:通常のプラスト仕様)
2		H22年度	H23.3	Re- III 塗装
3				NETISで評価された防食技術(新技術)
4				Re- I 塗装(バキュームプラスト:1回)
5		H23年度	H23.11	Re- I 塗装(バキュームプラスト:2回、中間で水洗い)
6				Re- I 塗装(湿粒プラスト:1回)
7			H24.4	Re- I 塗装(ミストプラスト:1回)

図-4 坂下高架橋で実施した試験施工ケース

平成22年度の試験施工は通常のオープンプラストによるRe- I の防食性能を確認することを目的に実施した。Re- I は、比較のために実施したRe- III等2つの防食方法に比べれば、明らかに防食効果があることが確認されたものの、いずれの方法でも、1年程度経過した時点で比較的顕著なさびが再発する結果となった(写真-6参照)。なお、Re- IIIと今回試行した新しい防食技術の場合は、わずか施工後3ヶ月でさびの発生が確認され



写真-6 H22年度試験施工結果比較 (施工後14ヶ月経過時点)



写真-7 H23年度試験施工結果 (施工後約2年経過時点) ている。

そこで平成23年度に、腐食部の塩分除去に着目した手法として図-4に示すように、バキュームブラスト (試験施工箇所4) やバキュームブラスト2回+水洗い (試験施工箇所5)、湿粒ブラスト (試験施工箇所6)、ミストブラスト (試験施工箇所7) を試行した。写真-7に施工後約2年経過後の状況を示すが、いずれの試験も目だつた腐食は発生せず、概ね満足できる結果が得られた。

3.2 暴露試験場の腐食進行度

平成23年5月より腐食環境を調査する目的で、本橋のP1橋脚付近 (山側外桁) にワッペン式暴

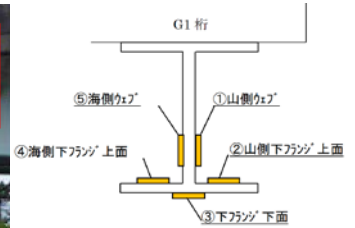


写真-8 坂下高架橋のワッペン式暴露試験片貼付け状況

露試験片を貼り付けており (写真-8)、これまで平成24年4月 (1年間) および平成26年4月 (3年間) の2回の回収分析結果が得られている。

過去2回の回収による腐食減耗量をグラフ化したものを図-5に示す。同図には比較のために環境が穏やかな山間部橋梁での結果を併記したが、本橋の減耗量は平均で山間部橋梁の15倍程度の値を示しており、当該地域の橋梁部材に対する腐食環境の厳しさを知ることができる。

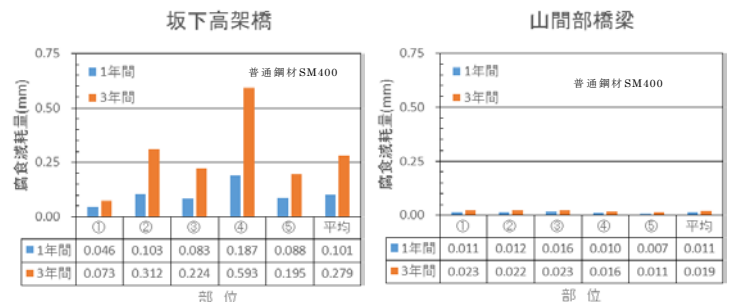


図-5 坂下高架橋の3年間の腐食減耗量

4. あとがき

本試験場は、平成27年1月より運用を開始しており、今後は鋼橋の塗替えに必要な技術をこの試験場で性能確認することにより、その中の有用な情報を管理者に積極的に伝達していきたいと考えている。また、本試験場の利用については、防食関連企業等から要請があれば委託を受けて試験を行うことも予定している。

最後に、本試験場の開設にご協力頂いた千葉県安房土木事務所に心より謝意を表します。

片脇清士



(一財)土木研究センター
化学技師長、工博
Dr.Kiyoshi KATAWAKI

中野正則



(一財)土木研究センター
常務理事
Masanori NAKANO

安波博道



(一財)土木研究センター
材料・構造研究部長、
博(工)
Dr.Hiromichi YASUNAMI

落合盛人



(一財)土木研究センター
材料・構造研究部
主幹研究員
Morito OCHIAI

中島和俊



(一財)土木研究センター
材料・構造研究部
主任研究員
Kazutoshi NAKASHIMA