

観光・景観地に配慮した橋の長寿命化 対策の実施について

－ 北海道三大名橋「幣舞橋」の塗装補修 －

釧路開発建設部 道路整備保全課 ○秋本 光雄
葛西 敏行
福羽 一世

釧路川を跨ぐ国道 38 号幣舞橋は、前回の塗装補修から平成 22 年で 14 年の歳月が経ち、塗膜の剥離や塗装割れ等の塗膜劣化が進行し、防食機能の低下や橋の景観阻害が懸念されている。これを受け、橋の長寿命化や景観性を考慮して平成 22 年から塗装補修を実施している。幣舞橋は釧路のシンボルとして地域住民から親しまれた橋梁であることから、橋の補修に当たり周辺環境に配慮した工法を選定しその施工実績の事例を報告するものである。

キーワード：観光地、景観性、地域連携、塗膜はく離剤工法、長寿命化

1. はじめに

現在の幣舞橋は、歴代 5 代目として 1976 年（昭和 51 年）に竣工し、平成 22 年で供用 34 年を迎える。その間、釧路市街地の北と南方面を結ぶ重要な交通路として、また、街のシンボルとして釧路市民から親しまれてきた橋梁である。交通量は 1 日 4 万台を超え、かつ供用が 30 年以上経過していることから、輪荷重による鋼床版の疲労損傷や老朽化が懸念されたため、幣舞橋長期保全計画を検討、現状の疲労耐久性の照査を行った。それらの結果から残存疲労寿命は 75 年と推定^りされ、鋼部材の防食機能を継続して確保することで幣舞橋の長期的な保全が可能であることが判明した。

幣舞橋の塗装補修は 1976 年の竣工から 2 回行われ、前回の塗装補修から 14 年が経過し、塗膜劣化の進行が確認されている。そこで防食機能を確保し橋の長寿命化を図るため、平成 22 年から塗装補修やその他劣化部分の補修を行うこととした。なお、補修を行うに当たり、架橋位置周辺が観光・景観地であることから施工方法に配慮し工事を実施した。ここにその事例を報告する。

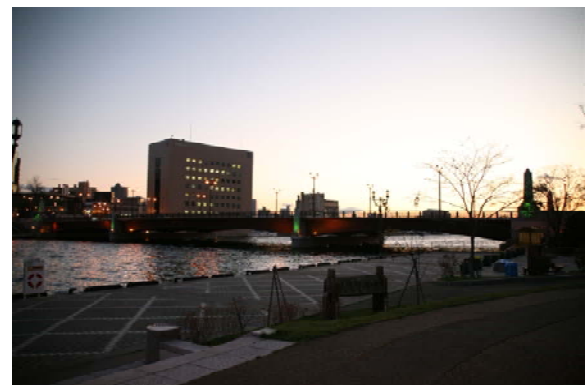


写真－1 幣舞橋の全景

2. 幣舞橋

(1) 架橋位置

幣舞橋の架橋位置は、釧路ウォーターフロント観光の拠点として、観光施設や憩いの場であるぬさまい河畔広場などが隣接し、市民はもとより多くの観光客が訪れる。また、橋脚上の小柱に設置された「道東の四季」像やライトアップされた幣舞橋の夜景、夕日を背景とした幣舞橋など撮影スポットとしても人気が高い。



写真－2 河畔広場からの幣舞橋

(2) 橋梁諸元

幣舞橋の橋梁諸元を下記に示す。また、側面図、断面図を図－1、2に示す。

橋梁形式：上部 3 径間連続鋼床版箱桁
下部 逆 T 式橋台、逆 T 式橋脚
橋 長：124.0m

支間長：34.5m+54.0m+34.5m
全幅員：33.8m(6車線+両側歩道)

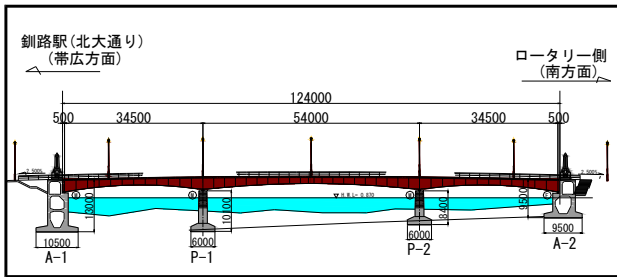


図-1 側面図

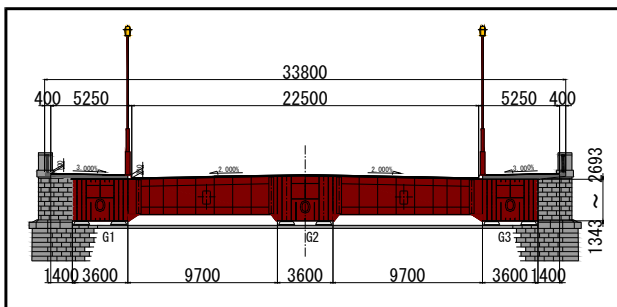


図-2 断面図

3. 幣舞橋の現状

(1) 塗装履歴

幣舞橋の塗装は1976年の竣工から現在に至るまで2回の全面塗り替え塗装が行われ、前回(2回目)の塗装補修以降、平成22年で14年目を迎える。幣舞橋の塗装履歴を表-1に示す。

表-1 幣舞橋の塗装履歴

	新設塗装	塗装補修1回目	塗装補修2回目
塗装年月	昭和51年11月	平成1年10月	平成9年11月
塗装系	B法	b 2法	c 3法
前処理	有機ソリッドプライマー	ケレン3種A	ケレン3種B
下塗	塩化ゴム系	エポキシ樹脂	変性エポキシ樹脂
中塗	塩化ゴム系	塩化ゴム系	ふっ素樹脂
上塗	塩化ゴム系	塩化ゴム系	ふっ素樹脂

(2) 塗膜劣化調査

平成20年に現地詳細調査を行った結果、塗膜の剥がれ、ひび割れ等の塗膜劣化や、塗膜表面の白亜化、光沢性喪失等の経年劣化が見られ、防食機能の低下や景観性の阻害が確認された。写真-3に調査結果の状況(一部)を示す。

架橋位置は釧路川河口から約1km上流に位置しており西からの風(海風)による飛来塩分の影響を受ける。そのため、横桁フランジ面や箱桁、鋼床版隅角部等で発

錆が見られた。ウェブ面は点錆程度である。

平成22年の工事着工前に付着塩分量の測定を主要部位18箇所で行ったところ(ガーゼ拭き取り塩素イオン検知管法)、0~30ppmの付着塩分量が確認された。



写真-3 塗膜の劣化

4. 施工に関する検討

(1) 素地調整の工法検討

一般塗装系の橋梁を重防食塗装系であるc塗装系へ移行するには、旧塗膜を除去し素地調整程度2種以上を確保することとしている²⁾。塗膜の寿命をより長く伸ばすにはブラスト工法で旧塗膜を全て除去し、鋼材面を完全に露出(素地調整程度1種)させることが最も効果的であるが、ブラスト工法は下記の理由で本橋梁での採用を見送ることとした。

- ①ブラスト機、コンプレッサー、集塵機等の機材や研削材の置き場が確保できない。確保する場合は歩道上となり、歩行者への安全確保が常時必要となる。
- ②近くにホテルが隣接し、騒音対策が必要となる。
- ③市街地内のため研削材や除去塗膜などの粉塵飛散防止を完全防護する必要がある。
- ④観光地としての機能や景観性を確保するため工事中においても仮設備は最小限とする必要がある。

ブラスト工法以外による素地調整では、動力工具等による旧塗膜全面除去(素地調整程度2種)が選択肢としてあげられるが、作業に要する時間が長く実用的ではない。素地調整程度2種相当が確保でき、かつ施工時の騒音、粉塵がほとんど発生しなく周辺環境への影響や仮設備が最小限となる塗膜は、剥離工法を選定した。

塗膜は剥離工法は、はく離剤成分を旧塗膜に浸透させることによって塗膜を軟化させ、手工具等を使用してはく離する工法である。塗膜は剥離剤は、主成分にジクロロメタン系の有機系溶剤を使用したものと、自然環境下において容易に生分解性を有する高級アルコール系溶

剤を使用した物がある。有機系溶剤は既設塗膜への溶解力が強いものの、発ガン性物質を有するなど毒性が強い
ため、足場等の密閉空間内での使用は作業員や外部漏洩
による環境への負荷が大きい。よって、環境への負荷を
かけなく人体に対して安全性の高い高級アルコール系は
く離剤工法「インバイロワン工法(NETIS:KT-060135A)」
を採用した。

(2) インバイロワン工法の素地調整程度

インバイロワン工法を含め、塗膜はく離剤工法では旧
塗膜を除去できるが、鋼材面に発生している錆や黒皮(ミ
ルスケール)、ブラスト処理後の防食下地、防錆プライ
マーは除去できないため、単独での使用は素地調整程度
2種に相当する。素地調整程度1種に相当するためには
各種ブラスト工法の併用が必要であるが、本橋梁ではブ
ラスト処理を施工出来ないと判断したため、インバイロ
ワン工法と電動工具及び手工具による下地処理により、
素地調整程度2種以上を確保することとした。

(3) 塗膜はく離性の試験施工

インバイロワン工法の適用可能な範囲としての対象塗
装系は、A 塗装系(フタル酸系)とB 塗装系(塩化ゴ
ム系)で、自然条件は平均気温 10℃以上の使用で高い
効果が発揮するとされている。よって、平成 20 年の詳
細調査において、本橋梁で塗り重ねられたふっ素樹脂、
エポキシ樹脂で構成されたc 塗装系塗膜へのはく離有効
性や、動力工具等による鋼材面素地調整程度を検証する
ため、A2 橋台近傍の横桁ウェブ面と鋼床版面の 2 箇所
で試験施工を行った(それぞれ試験施工面積 A=1.0m
× 1.0m=1m²)。

試験施工は 2 月に実施し、インバイロワン工法適用
範囲の平均気温 10℃以上を確保するため、防寒仮囲い
とジェットヒーター加温養生を行いながらの試験施工を
行った。その結果、1 回目のはく離剤塗布では旧塗膜面
全層厚を除去できず、2 回目のはく離剤塗布にて旧塗膜
面を除去することができた。これは旧塗膜の厚さが約
400 ~ 450 μ m と大きく、1 回目だけの塗布では鋼材
面まではく離剤が浸透する前に塗膜(はく離剤が浸透し
た層)がはく離してしまうためである。表-2に試験施
工時のはく離剤使用量を示す。試験施工によりc 塗装系
においてもはく離剤による塗膜除去が有効であることが
確認された。また、塗膜はく離後の露出鋼材面は点錆程
度で、橋梁新設時の防錆処理面(有機ジクロリッチプライ
マー)が有効に機能していることから動力工具での錆
除去及び下地処理によって良好な鋼材面を露出するこ
とが可能であることを確認した。

塗膜はく離に要する養生時間は、加温養生による仮囲
い内平均気温 10℃以上で1回目は72時間、2回目は24
時間以上のという結果となった。

表-2 塗膜はく離剤試験施工結果

試験施工箇所	試験施工面積(m ²)	作業形態	はく離剤使用量(kg/m ²)		
			1回目	2回目	合計
横桁ウェブ面	1.0	横向き	1.0	0.8	1.8
鋼床版面	1.0	上向き	1.0	1.0	2.0

(4) 地域連携

幣舞橋周辺では夏から秋にかけてお祭り等各種イベン
トが開催され、市民や観光客による集客が予想された。
そこで工期の設定は、イベント集客に影響を及ぼさない
ようイベントの少ない冬期間とした。また、工事発注前
に釧路市、商工会議所等各種団体に工事内容の周知を行
い、かつ新聞社等マスメディアへの広報活動を通じて市
民への工事協力を求めた。

釧路はフィリピンのマニラ、インドネシアのバリ島と
並ぶ世界三大夕日の街として知られている。そこで釧路
の夕日を市民や観光客にアピールするため、釧路青年会
議所と連携し、仮設足場に写真-4で示した看板を上・
下流側の計2箇所設置し、夕日のPR活動に協力すると
ともに工事のイメージアップを行うこととした。



写真-4 イメージアップ看板
(左上：下流側、左下：上流側設置看板)

5. 景観に関する検討

(1) 塗装仕様

塗装仕様は、昨今、塗装補修にかかるライフサイクル
コストの低減を目的に、塗装の長期耐久性が確保できる
c 塗装系(エポキシ樹脂系下塗り~ふっ素樹脂系中・上
塗り)の適用が求められている²⁾。幣舞橋においても、
市街地内で交通量が多く容易に補修を行えないことや、
ライフサイクルコスト、景観上への配慮から、長期耐久
性に優れた重防食塗装系 R c-I 塗装系とした。本橋
梁では、素地調整でブラスト処理を施工しないため、旧

塗膜や錆を全面除去しても素地調整程度1種とならないが、試験施工時の調査では、鋼材面にミルスケールが確認できず発錆も点錆程度で少ないことから、塗膜はく離剤と電動工具による素地調整で素地調整程度2種以上の良好な鋼材面が露出できると判断し、Rc-I塗装系とした。また、刷毛、ローラー塗りであるRc-II塗装系と比較し、施工日数の短縮や仕上がり面が綺麗なスプレー塗りとした。

(2) 色彩の検討

現在の5代目幣舞橋の色彩は架設当時、先代(4代目)のイメージを引き継ぐ形で朱色系とされていた。しかし平成7年に周辺景観との色彩調査を行い、朱色系の色彩が周囲の風景から突出していることが判断され、有識者の助言をいただきながら検討を重ねた結果、平成9年の塗装補修で現在の色彩であるフランス伝統色「マロン・アカジュ」(赤みを帯びた栗色 マンセル値8.5R2.5/彩度4.5)となった。マロン・アカジュ色の幣舞橋は、平成16年に第10回釧路市景観賞特別賞を受賞しており、かつ十数年にわたり市民から親しまれてきた色彩であることから、釧路市と協議を行い、今回の塗装補修時においても現行色であるマロン・アカジュ色とした。

6. 施工

(1) 施工範囲

幣舞橋の中央径間部は、船舶の航路として指定されているため、一度に全面積の仮設足場を設置すると船舶の航行ができなくなる。工事中でも常時航路を確保するため、中央径間部の中心を境にA1橋台～中央径間境、中央径間境～A2と施工範囲を区切り数年施工とした。なお、平成22年度はA1橋台～中央径間境の施工である。

工事着手時期は各種イベント状況や地元関係者等との協議により11月からの施工となり、計画時の想定通り全塗装工程において冬期間施工となった。

(2) 管理基準

インバイロワン工法の施工に最適な環境条件として気温10℃以上、湿度85%以下としている³⁾。また、塗装の各工程において塗装禁止条件が表-3のとおり設定されており、塗装品質を確保するため施工時に遵守する必要がある。そこで、本工事では各塗装工程における塗装禁止条件に抵触しないよう仮設足場に全面、シートで防寒仮囲いを行い、ジェットヒーターによる加温養生を行いながら塗装品質を確保することとした。防寒仮囲い内の温度、湿度は24時間、1時間毎に観測を行い、ジェットヒーターの供給熱量を管理した。なお、表-3の素地調整(高級アルコール系はく離剤)は禁止条件ではなく、施工に最適な環境条件として示している。

表-3 塗装禁止条件 (Rc-I 塗装系)

塗装工程	塗料名	気温(℃)	湿度(RH%)
素地調整	高級アルコール系はく離剤	10以下*	85以上*
下塗	有機ジンクリッチペイント	10以下	85以上
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	5以下	85以上
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	5以下	85以上
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料中塗	5以下	85以上
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	0以下	85以上

(3) インバイロワン工法の施工

塗膜はく離剤の塗布方法は、スプレー吹付けと刷毛又はローラー塗りの2種類あるが、大断面施工で効率の良いスプレー吹付けで施工した。吹付け塗布量は、作業形態毎(横向き吹付け、上向き吹付け)に表-2の試験施工で得られた塗布量以上とし、吹付け塗布量はウェット膜厚計を押し当てながら吹付け厚さの管理を行った。塗膜はく離剤吹付け後は十分に塗膜が軟化したことを確認後、人力、手工具(へら、スクレーパー等)にて除去した。吹付け作業時は塗膜はく離剤が飛散するため、河川への漏洩防止対策として二重以上のシート張り防護を施した。写真-5、6に施工状況を示す。



写真-5 はく離剤の塗布状況(上向き作業)



写真-6 はく離した塗膜の除去状況

写真-7～12に、塗膜はく離剤塗布後による塗膜のはく離経過状況を示す。はく離剤塗布後の経過時間とその時のはく離状況を写真撮影し、同時に仮囲い内の気温、湿度を測定した。定点観測箇所は箱桁ウェブ面(A1～P1間G3桁)である。

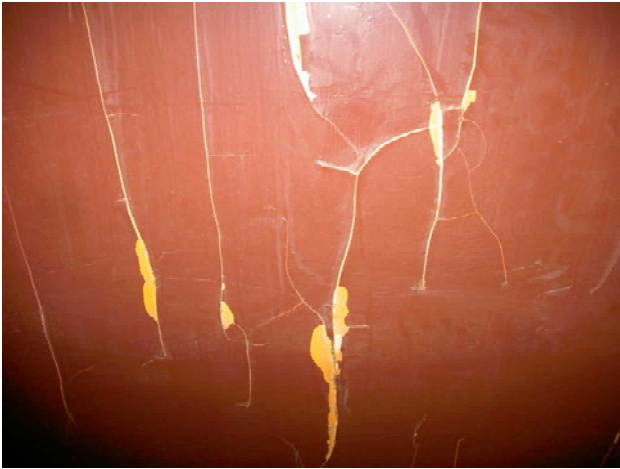


写真-7 はく離剤塗布前



写真-8 はく離剤塗布後 (1回目 8時間経過)
(気温 9.1℃、湿度 28%)



写真-9 はく離剤塗布後 (1回目 154時間経過)
(気温 4.1℃、湿度 83%)



写真-10 はく離塗膜除去後 (1回目 完了)
(気温 7.9℃、湿度 93%)



写真-11 はく離剤塗布後 (2回目 92時間経過)
(気温 22.1℃、湿度 29%)



写真-12 はく離塗膜除去後 (2回目 完了)

本施工においては、はく離剤塗布後、1回目は154時間、2回目は92時間の養生後、それぞれ塗膜はく離作業を行った。試験施工では加温養生による平均気温10℃以上で1回目は72時間、2回目は24時間ではく離す

る結果であったが、本施工時は大断面施工で、かつ密閉空間内でのジェットヒーター加温養生を行いながらのはく離剤吹付け作業であったため、はく離剤成分が揮発しやすく、作業空間が悪化した。そのため、作業時間帯は加温養生を行わず、空間内温度が 10℃を下回ったことにより溶解反応速度が遅くなったと考えられる。

(4) 電動工具による素地調整

2 回のはく離剤塗布のみでは、写真-13 に示すとおり、旧下塗り塗膜を完全に除去することが出来なかった。新塗装である有機ジンクリッチペイントを施工するには、ジンクリッチプライマー（塗装前処理）を除く旧塗膜は除去する必要があるため、残存塗膜及び錆等の除去は動力工具による素地調整を行い、素地調整程度 2 種以上を確保することとした。

なお、本報告は平成 23 年 1 月上旬現在の報告であり、その後の施工については未施工のため電動工具による素地調整以降の作業については未報告とする。



写真-13 はく離剤素地調整後の残存塗膜
(2 回塗布はく離後 茶色部分が残存塗膜)

7. おわりに

塗膜はく離剤工法による塗膜除去は、素地調整時の塗膜片が飛散しないことから、特に旧塗膜に鉛やクロム等の有害物質を含有する塗装系で効果を発揮する。有害物質が含まれた塗膜をプラスト材で研削すると、研削材も含めた塗膜片の処分は一般に管理型最終処分場にて処理されるため、処分にかかる費用が大きくなる。今回、幣舞橋での塗膜はく離剤工法の採用は、観光・景観地としての機能確保を最優先したためであるが、塗装の長期耐久性を最優先とした場合や発錆の多い橋梁では、プラスト処理を行い素地調整程度 1 種を確保することが必要であると考えられる。プラスト処理による研削材等の処分量を抑えるため、塗膜はく離剤工法で塗膜を除去し、下地処理にスウィーププラストを併用した素地調整も有効である。

本工事では工事上の制約から冬期間施工が余儀なくされたが、加温養生しなくてもインバイロワン工法の適用範囲とされる平均気温 10 度以上が確保できる時期に施工を行うことが施工日数の短縮及び施工手間等が軽減され有利になると思われる。

参考文献

- 1) 岡田慎哉、松浦繁、千葉利則：「社会的重要性の高い橋梁の保全に関する検討」
- 2) (社) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧資料集、H22.9
- 3) 山一化学工業(株)、(独) 土木研究所：インバイロワン工法 NETIS 掲載資料