

都市整備局・住宅政策本部業務体験発表会
(令和5年度)
概要書

発表テーマ	引継補修工事における橋りょう塗装工事について
発表の概要	<p>第一市街地整備事務所工事課では、臨海部における区画整理事業等で整備した道路・橋りょう等の公共施設について、将来管理者に引き継ぐための補修工事を実施している。</p> <p>豊洲地区と有明北地区を結んでいる補助第 315 号線の富士見橋は、平成 21 年度に製作・架設され、平成 25 年度末に供用開始された鋼構造の橋りょうである。</p> <p>令和 3 年度に実施した塗膜調査において、富士見橋の既存塗膜から鉛及びクロムといった有害物質が検出されたため、引継補修工事の一つとして、令和 4 年度から塗装塗替工事を実施している。</p> <p>工事を実施していく中で、既存塗膜除去工の試験施工を行ったところ、剥離剤の塗布回数を変更する必要性が生じ、この変更に伴い、当初契約金額を約 7 割増加する設計変更を行うこととなった。</p> <p>本発表では、あまりなじみのない橋りょう塗装工事の紹介と、設計変更の概要・経緯について発表したい。</p>

引継補修工事における橋りょう塗装工事について

1 はじめに

橋りょうは、都民生活や社会活動を支える重要な都市基盤施設と位置付けられており、河川や運河等によって隔てられた土地を安全につなぐ交通ネットワーク機能を有している。また、ライフラインを収める空間機能や防災機能など、重要な役割を担っている。

都内の橋りょうの多くは、高度経済成長期に整備され、同時期に鋼道路橋の防食に関する実用書が公表された。塗装技術の進化や時代の変化とともに防食工法や素地調整工法も変遷を重ね、鋼道路橋防食便覧の確立など、今日の橋りょう保全の考え方に至っている。

本論では、当所で管理している富士見橋の将来管理者への引継ぎに当たって施工している橋りょう塗装工事について記述する。

2 概要

富士見橋は、補助第315号線の一部であり、有明北地区と豊洲地区間の東雲運河をまたぐ、橋長201.0m、幅員25.8mの3径間連続鋼床版箱桁橋である（図-1～3参照）。



図-1 富士見橋全景



図-2 富士見橋周辺航空写真

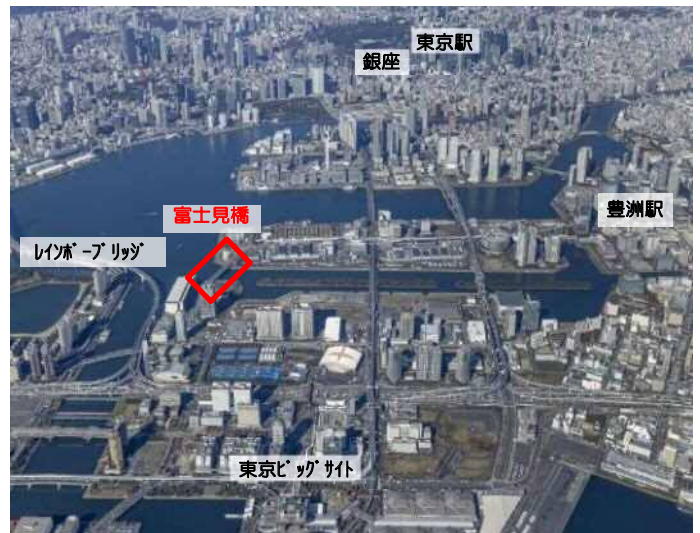


図-3 鳥瞰図

表-1 に橋りょう諸元を示す。富士見橋は、平成 18 年 7 月の都市計画事業認可を受け、整備を進め、平成 24 年度末に工事を完了、平成 26 年 3 月に交通開放している（表-2）。

表-1 橋りょう諸元

道路規格	第4種第1級
設計速度	V=60km/h
橋長	L=201.0m
幅員	W=25.8m
	(車道部: 2@7.25m、歩道部: 2@4.50m)
構造形式	上部工 3径間連続鋼床版箱桁
	下部工 逆T式橋台(場所打ち杭基礎) RC壁式橋脚(ニューマチックケーソン基礎)

表-2 整備工程

	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22~24年度
都市計画事業認可	○				
下部工事	■				
桁製作			■		
桁架設				■	
上部工仕上げ					■

3 橋りょう塗装工事の課題

本橋は、現在第一市街地整備事務所にて維持管理等を行っている。

臨海部開発事業のうち、関連街路事業として整備した本橋について、将来管理者への施設引継ぎを行うため、損傷箇所、劣化箇所等の現場立ち合いを実施した。

損傷箇所を確認する中で、令和3年度に塗膜成分分析調査を行った結果、施工当時に防錆目的で使われていた塗料内の有害物質（図-4）が検出され、箱桁外面から六価クロム及び鉛、箱桁内面からは六価クロムが確認された。平成26年5月30日の厚生労働省より「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について」が発出され、作業環境及び健康確保の観点から適正な方法での除去が強く求められるようになり、既存の塗膜を塗り替える工事を行うこととなった。

素地調整で問題となる主な有害物質

- 鉛**
 着色顔料、防せい顔料、硬化促進剤など、従来の塗料用原料の中に多く含まれていた重金属の一種。畜毒性がある。現在は鉛フリー化された塗料が主流。
鉛を含む塗膜の除去及び素地調整作業
 ⇒ **含有量に関わらず「鉛中毒予防規則」の適用を受ける。**
- クロム**
 鉛と同様に、従来の塗料原料中に多く含まれていた重金属の一種。六価のクロムには強い毒性がある。現在はクロムフリー化された塗料が主流。
クロム酸又はクロム酸塩を含む塗膜の除去及び素地調整作業
 ⇒ **含有量が重量の1%を超えると「特定化学物質障害予防規則」の適用を受ける。**
- PCB**
 ポリ塩化ビフェニル (polychlorinated biphenyl) の略称。主に昭和40年代に製造された塩化ゴム系塗料に、可塑剤として用いられていた。最近では、一部の有機顔料の製造工程中に非意図的に微量のPCBが副生する可能性があることが指摘されており、塩化ゴム系塗料以外の塗膜においても微量のPCBが検出される事例が報告されている。
PCBを含む塗膜の除去及び素地調整作業
 ⇒ **含有量が重量の1%を超えると「特定化学物質障害予防規則」の適用を受ける。該当しない場合でも、人体へのばく露を極力低減させる必要がある。**

13

図-4 有害物質一覧

(出典：国立研究開発法人土木研究所「土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン(案)について」(<http://www.sps-hokkaido.org/deta/20170720-2-2.pdf>) (令和5年12月21日アクセス))

4 塗装工法の選定

4-1 工法の検討

有害物質を含む塗膜の塗替えについて将来管理者との協議を実施した結果、既存の塗膜を全面除去することとなったため、素地調整1種程度又は2種程度による補修方針とした。素地調整は、塗料を塗布する面に目粗しを施すことにより、塗料の密着性を良くし塗膜の防錆効果を高めるために行うものであり、塗替え作業において非常に重要な作業となる。また、程度について、「作業内容によって1種～4種の4種類に区分されており、塗膜の劣化状態に応じて適正な素地調整方法を選択して行う。」とされている（表-3）。

表-3 素地調整程度と作業内容

素地調整程度	さび面積（※1）	塗膜異常面積（※2）	作業内容	作業方法
1種	-	-	さび、旧塗膜を全て除去し鋼材面を露出させる。	ブラスト法
2種	30%以上	-	旧塗膜、さびを除去し鋼材面を露出させる。ただし、さび面積30%以下で旧塗膜がB、b塗装系の場合はジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントを残し、ほかの旧塗膜を全面除去する。	ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの動力工具と手工具との併用
3種A	15～30%	30%以上	活膜は残すが、それ以外の不良部（さび、割れ、膨れ）は除去する。	同上
3種B	5～15%	15～30%	同上	同上
3種C	5%以下	5～15%	同上	同上
4種	-	5%以下	粉化物、汚れなどを除去する。	同上

※1：さびが発生している場合
 ※2：さびがなく、割れ、はがれ、膨れ等の塗膜異常がある場合

（出典：日本道路協会「鋼道路橋防食便覧」平成26年3月Ⅱ-138頁）

続いて、素地調整程度1種及び2種における作業方法について記述する。

・ブラスト工法（素地調整程度1種）

ブラスト工法とは、粒子状の無数の研磨材を投射し、被加工物に衝突させて、表面の粗化、研削、研掃等を行う表面加工処理方法（図-5）である。注意点として、周辺を粉じんで汚さないため、養生シートなどで密閉空間の確保に努める必要がある。また、ブラスト機（図-6）の設置スペースが必要なことや騒音の原因になり得ることから、現場環境によっては適用が困難な場合がある。



図-5 ブラスト工法作業



図-6 ブラスト機

（出典：一般財団法人建設物価調査会「橋梁補修の解説と積算」平成29年113頁）

・湿式塗膜剥離工法（素地調整程度2種）

剥離剤を塗膜に浸透させて軟化させ、粉じん等の塗膜ダストを発生させることなく塗膜を除去・回収できる工法（図-7）であり、有害物質を含む塗膜の除去に適している。また、本工法はブラスト工法と異なり騒音が少なく、市街地での適用がしやすい利点がある。一方、作業者の安全確保策及び周辺環境の汚染防止策を確実に講じた上で作業を行う必要がある。



図-7 剥離剤塗布



図-8 剥離作業

（出典：一般財団法人建設物価調査会「橋梁補修の解説と積算」平成29年115頁）

二つの工法について検討した結果、ブラスト工法については、橋上にブラスト機の設置スペースの確保が困難であったことや、橋台部にブラスト機を設置した場合でも、橋台から桁中央部までの約100m分に対応するホースの使用が困難であったことから、ブラスト工法は不適と判断し、湿式塗膜剥離工法により実施することとした。

剥離回数については、本橋の鋼けた製作・架設工事で施工した最大膜厚456 μ mを考慮し、国立研究開発法人土木研究所による土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン（案）にある「1回の塗膜剥離剤の塗布で膜厚500 μ mの一般塗装系塗膜を剥離できること（表-4）」により、当初想定を1回とし、塗膜除去後の新たに塗布する塗装は、Rc-II塗装系とした（表-5）。

表-4 塗膜剥離剤の品質に係る要求性能

要求性能	評価項目	評価基準のレベル
①塗膜剥離性	剥離性	1回の塗膜剥離剤の塗付で、膜厚500 μ mの一般塗装系塗膜を剥離できること

（出典：国立研究開発法人土木研究所「土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン（案）について」（<http://www.sps-hokkaido.org/deta/20170720-2-2.pdf>）（令和5年12月21日アクセス）

表-5 Rc-II 塗装系（はけ、ローラー）

	塗装場所	塗装工程	製品名 (一般塗料名称)	使用量 (kg/m ² /回)	膜厚/回	塗装方法	希釈剤 (希釈率)	塗装間隔 (23°C)
1	現場	素地調整	2種					4時間以内
2	現場	防食下地	※ ジンキー8000ファインHB (有機ジンクリッチペイント)	(0.24)	30 μm	はけ、ローラー	塗料用シンナーA (0~5%)	1日~10日
3	現場	下塗1	※ ハイボン20ファイン (弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗)	0.20	60 μm	はけ、ローラー	塗料用シンナーA (0~10%)	1日~10日
4	現場	下塗2	※ ハイボン20ファイン (弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗)	0.20	60 μm	はけ、ローラー	塗料用シンナーA (0~10%)	1日~10日
5	現場	中塗	デュフロン100ファイン中塗 ※ (弱溶剤形ふっ素樹脂塗料中塗)	0.14	30 μm	はけ、ローラー	塗料用シンナーA (0~10%)	1日~10日
6	現場	上塗	デュフロン100ニューファイン ※ (弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗)	0.12	25 μm	はけ、ローラー	塗料用シンナーA (0~10%)	

出典：日本ペイント株式会社「重防食用塗料」（令和5年12月21日アクセス）

(<https://www.nipponpaint.co.jp/products/large/specification-bridge/739/>)

4-2 安全対策

令和3年度の厚生労働省通知「剥離剤を使用した塗料の剥離作業における労働災害防止について」において、剥離剤に含まれる化学物質への引火による火災や、吸入による中毒事案が頻発している状況にあると注意喚起されており、剥離剤を使う場合は、鉛等有害物質による労働災害に加え、火災や中毒の災害発生リスクへの配慮も必要となる。

今回使用する剥離剤には、ベンジルアルコール（水系、アルコール系剥離剤）、ジクロロメタン（溶剤系剥離剤）の化学物質が含有されており、これらの化学物質成分が作業者と接触することを避けるため、呼吸用保護具用フィルター（図-9※1）、使い捨て化学防護服（同※2）などの安全衛生保護具を使用することとした。

また、既存塗膜の除去時に有害物質が飛散するおそれがあることから密閉足場とし、化学物質や有害物質を足場外部に出さないようにするため、負圧集じん機（同※3）、簡易セキュリティルーム（同※4）を設置した。負圧集じん機は、密閉空間での有害物質処理作業において作業場内の空気を負圧に保ち換気することにより、有害物質の外気への飛散を防ぐ効果をもつ。セキュリティルームは、作業員の出入りに伴い、有害物質が外部へ漏洩することを防ぐ効果を有し、隔離空間の出入口に設置した。

安全対策の例

※1



電動ファン付呼吸用保護具
山本光学（株）HPより引用

※2



移動式
エアシャワー室

※4



セキュリティールームの例

※3



負圧集塵装置

図-9 安全対策イメージ図

(出典：国立研究開発法人土木研究所「土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン(案)について」
(<http://www.sps-hokkaido.org/deta/20170720-2-2.pdf>) (令和5年12月21日アクセス))

5 剥離剤塗布回数の変更

5-1 変更の概要

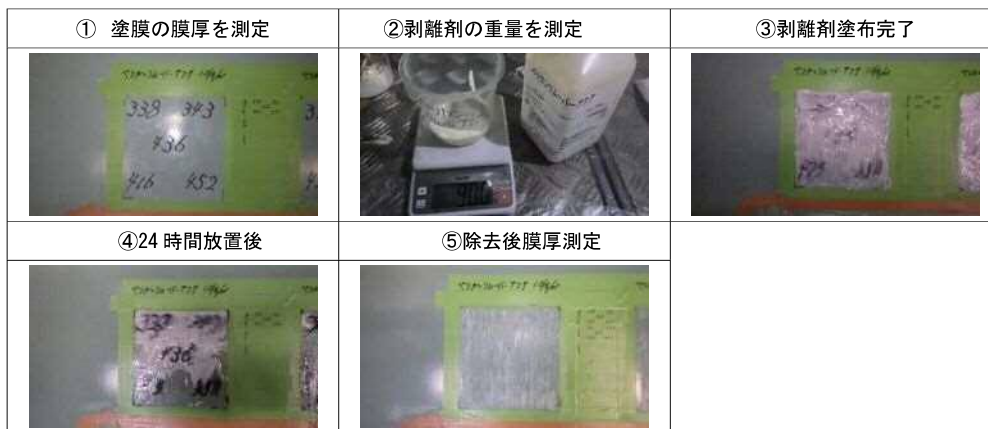
既存塗膜除去工における剥離剤の塗布回数について、当初設計においては上述したように1回塗布を想定していたが、特記仕様書に基づき試験施工を行った結果、既存塗膜を完全除去するには3回塗布が必要なことが判明した。

以上の理由より、塗膜除去工（塗膜剥離1回当たり）及び剥離剤・塗膜かす回収積込工（塗膜剥離1回当たり）の数量変更について受注者と協議を行い、設計変更を行った。純粋に施工数量が3倍となることから、大幅な金額増加となり、本変更に伴う増額分は当初契約金額の約7割にもなった。

5-2 試験施工について

既存塗膜に対する剥離剤の適正及び塗布回数を確認するため、試験施工を実施するよう特記仕様書において定めており、これに基づいて試験施工を実施した。

試験の方法としては、受注者が選定した3種類の剥離剤（いずれもNETIS掲載品）ごとに300mm×300mmの試験区を設置し、図-10の手順により、剥離剤を塗布後24時間の養生を行い、軟化した塗膜の除去を行って、除去後の状態の目視確認及び残存塗膜厚の測定を行った。



※2回目塗布以降からは②～⑤を繰り返す。

図-10 試験施工の手順

試験施工結果としては、表-6のとおり、当初設計の1回塗布ではほとんど既存塗膜を除去できなかったが、3回塗布で防錆層（無機ジंकリッチペイント層）以外の塗膜層を除去することができた。試験施工の実施状況写真を図-11に示す。

表-6 試験施工結果

剥離剤	工程	塗布量	塗膜厚 (μm) 5箇所平均
剥離剤① (採用)	施工前	-	397
	1回目除去後	1.0kg/m ²	376
	2回目除去後	1.0kg/m ²	124
	3回目除去後	1.0kg/m ²	60
剥離剤②	施工前	-	380
	1回目除去後	1.0kg/m ²	361
	2回目除去後	1.0kg/m ²	219
	3回目除去後	1.0kg/m ²	121
剥離剤③	施工前	-	390
	1回目除去後	1.0kg/m ²	380
	2回目除去後	1.0kg/m ²	312
	3回目除去後	1.0kg/m ²	145

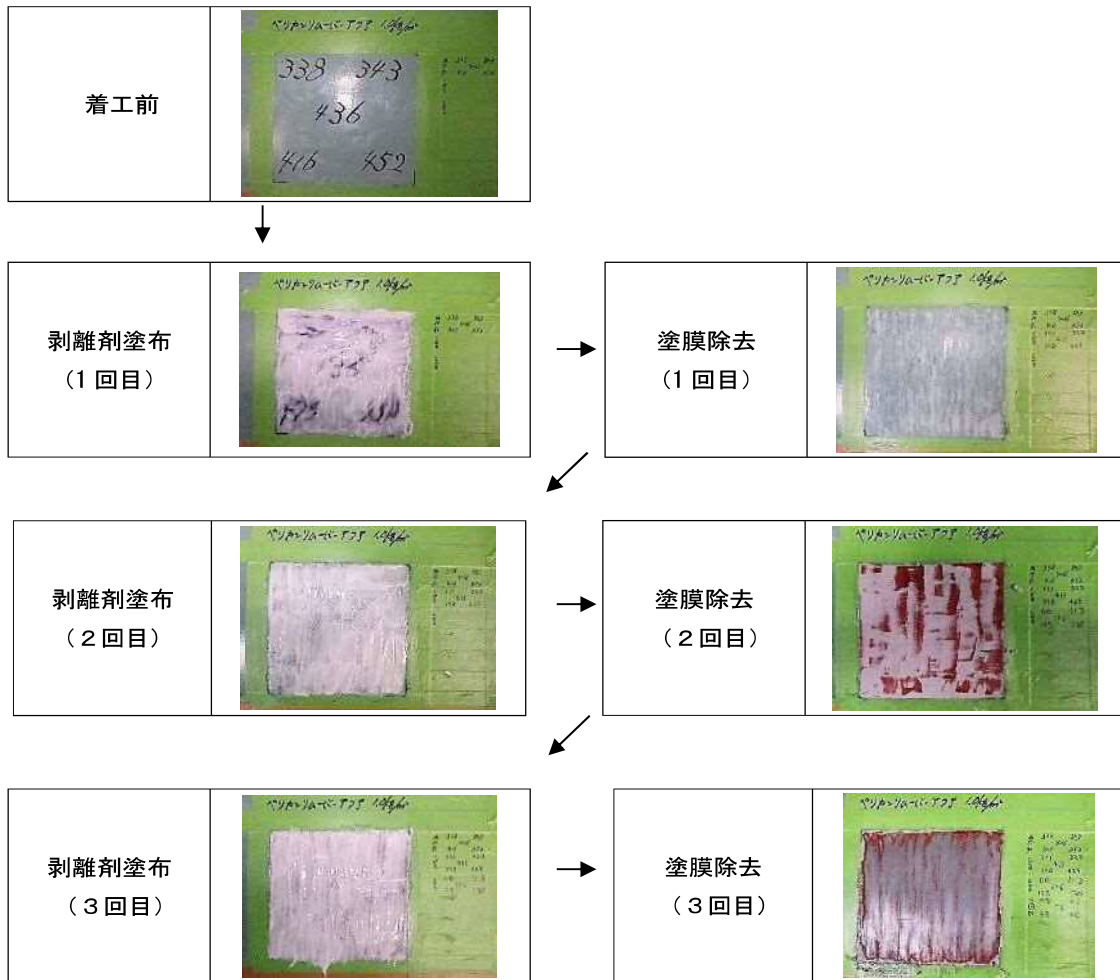


図-11 試験施工実施状況

5-3 設計変更処理に当たって

工事の設計変更について、都では、当初契約金額の20%を超える増額は原則として別契約とするとされているところ、本変更に伴う金額増加分は当初契約金額の約7割となったことから、本庁主管部署、予算部署及び財務局と綿密な調整を要した。

関係部署との調整に際しては、当初設計の考え方、変更の経緯や理由、工法変更の可能性等について、詳細に整理する必要があった。以下に、その内容をQ&A形式で示す。

Q	A
なぜ別契約ではなく設計変更としなければならないのか。	変更協議時点で現場には吊り足場が架設済みであり、別契約とする場合、この解体・再架設の費用・期間が必要となる。また、既契約の剥離剤1回のみでは既存塗膜が残存しているため塗り替え塗装を実施できないが、剥離途中の状態では本体鋼材が傷む可能性がある。
仮に契約を打ち切って再発注した場合、事業工期はどの程度遅れるか。	再契約事務で3か月程度、吊り足場の再施工で2か月程度、計5か月程度の遅れが見込まれる。

Q	A
“剥離剤 1 回塗布で 500 μ m まで剥離できる” という基準があるなかで、試験施工の結果でも実際の膜厚は 500 μ m 以下となっているが、1 回塗布で落ちなかった理由は何が考えられるか。	受注者にヒアリングしたところ、富士見橋は比較的新しい橋りょうであり、塗膜の状態がよく、あまり劣化していないために落ちにくいのだろう、とのことであった。
今回の試験施工は何か所行われたのか。	主桁のウェブ面とフランジ面の 2 か所で実施した。
今回の試験施工数で施工範囲全体の剥離回数を判断して問題ないか。	施工が完了した時点で、延べ面積の実績に著しく差異がある場合など、必要があれば再度設計変更を実施する。
変更前と変更後の工法は同じとあって問題ないか。	本変更は、剥離剤を塗布し除去作業を行う回数を増やすという内容であるため、工法としては変更前・変更後で同じである。
設計段階で現地での膜厚調査はしないのか。	試験施工を行うためには足場架設が必要であり、そのための追加の費用・期間が必要となること、また既存の膜厚は橋りょうしゅん工図書等で確認できることから、設計段階での調査は行っていない。
他の工法は考えられないのか。	ブラスト工法を改めて再検討したが、ブラスト機械を設置するために橋上の規制が必要で、交通管理者協議の結果、これが認められなかったため、断念した。
今後、同様の剥離剤工法で剥離を行う工事を発注する際ほどのような対応を取るのか。	設計剥離回数を既存膜厚のみで判断するのではなく、これまでの他橋りょうの施工実績を考慮して定めることとする。

6 おわりに

富士見橋はしゅん工年度が近年（平成 24 年度）であったことから、既存塗膜が剥離しにくかったと考えられる。そのため、剥離剤塗布回数が複数回となり、大幅な増額変更が生じることとなった。

工事を進めるに当たっては、現場の施工条件等に左右され設計変更が生じることは珍しいことではないが、それと同時に、変更の経緯や理由について、都民や入札参加者に対して説明する義務を負うことになる。本事例では、特記仕様書において、「試験施工を実施し、その結果により剥離剤塗布回数に増減があった場合は設計変更協議の対象とする。」といった規定をしていたため、入札時の公平性は確保できたものと考えるが、一般的な設計変更金額の割合を超過した増額変更であったことから、庁内の調整に時間を要したのも事実である。

適切な変更手続きを行うことは当然のことながら、変更協議に時間を要し、工程・工期に影響を与えることは、受注者のみならず都民生活に影響を与えることにもなりかねない。このため、起工時においても、構造物の特徴や周辺環境を鑑みた設計を行うとともに、本庁主管部署等とも連携し、弾力的に工事が実施できる環境を模索していきたい。

最後に、本稿では、当局としてはあまりなじみのない橋りょう塗装工事について紹介と、その設計変更の経緯等について説明したが、今後、同様の工事を行う際の一助となれば幸いである。