

劣化した耐候性鋼の塗装仕様の作成

社団法人 日本鋼橋塗装専門会
耐候性鋼材塗装研究分科会

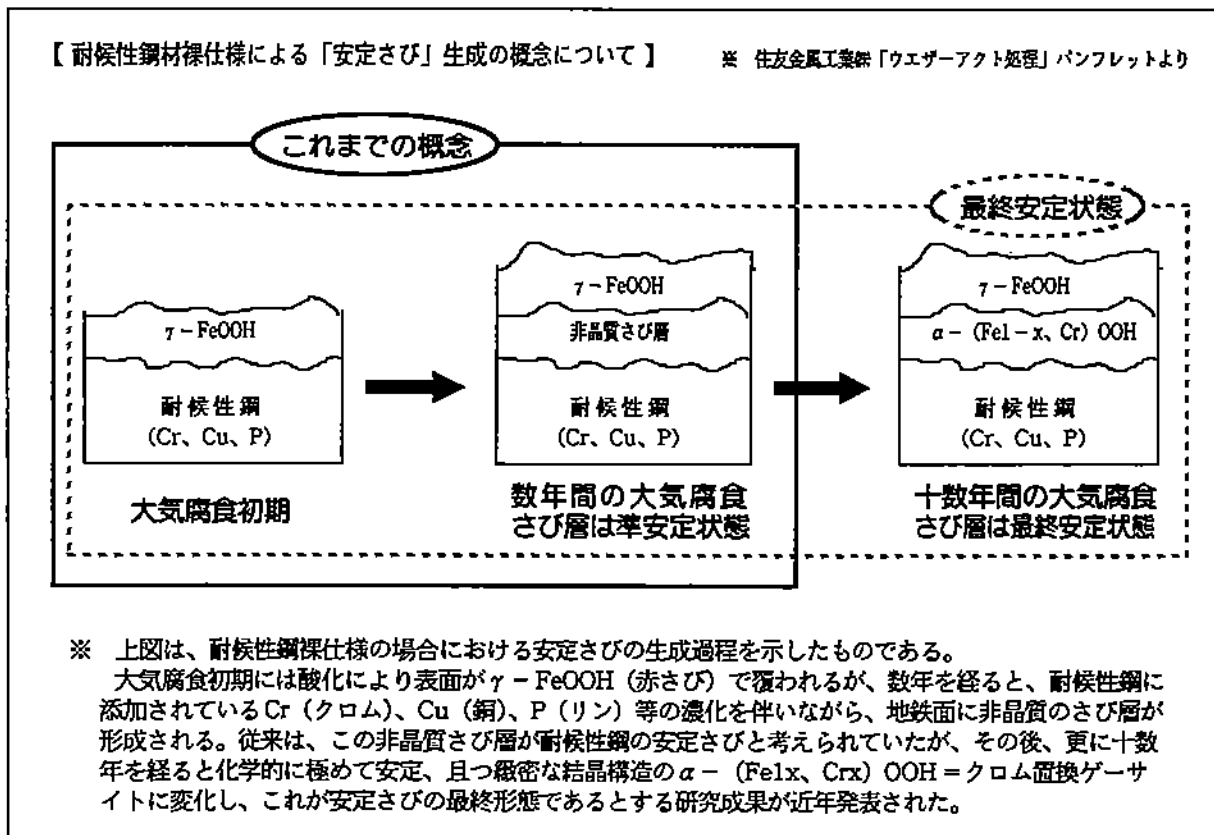
1. 耐候性鋼材へのアプローチ

1. 1 耐候性鋼材のさびのメカニズム

耐候性鋼材は、普通鋼に対して低合金耐食鋼と呼ばれるグループに含まれる。

鋼構造物の防食方法として最もよく知られるのは塗装、メッキである。これらは鋼材表面を被覆することで外的腐食因子から構造物を遮断・保護する方法であるが、耐候性鋼材は、鋼材そのものの成分にP、Cu、Cr、Ni、Mo等の微量合金元素を添加することで腐食を軽減させたものである。

耐候性鋼材の機能はさびで鋼材の減失を抑制することにあるが、当初に生成されたさび層が乾燥や湿潤により酸化・還元を行うことで、経年変化で素地に密着した緻密な連続性の良いさびの保護層を生成する。更に腐食が進行し、含有する合金元素が素地の近傍に十分蓄積することで良好な内層さびが形成される。この緻密な組成の内層さびにより鋼材表面の腐食傾向を安定化に導く、すなわち、さびによって鋼材を腐食から保護する理論である。安定さび層を形成するには自然条件下で数年ないしは十数年を要するとされる。



耐候性鋼材は無塗装鋼材とも呼ばれるが、これは架橋当初およびその後の再塗装が不要であるとしてメンテナンスフリーの意味合いを背景とするもので、社会資本の整備・再投資を考えるにあたって、ミニマムメンテナンスというライフサイクル最小化への道を拓くものとの評価がある。

1. 2 耐候性鋼材の誕生と変遷

世界最初の耐候性鋼（低合金耐食鋼）は、U.S.Steel社により1933年、USS COR-TENとして世に出た。

その誕生の背景には、アメリカの産業構造の発展により、橋梁における重量制限への対応や鉄道車両（貨車）や船舶では高速化のための軽量化が20世紀に入って急激に要求を増してきたことがあげられる。すなわち高張力化とそれに伴う薄肉化に追随する耐食性の向上など、社会の要求に応じた出現である。なお、当時は上に塗装が施されていたとのことである。

その後、アメリカにおいては、裸鋼材での使用例として1950年代には工場を含む建築物、1960年代初めには送電鉄塔、1960年代半ばには橋梁へと用途が拡大された。

しかし、1980年代に入ると、融雪剤の含有塩分や継手部の漏水、構造的な帯水部など耐候性鋼材裸使用での問題点が指摘され始めた。調査の結果、適切に使用しないと期待する結果が得られないとして、耐候性鋼材裸使用による橋梁への適用は一時停滞するが、問題点の抽出と改善により再び使用例は増加している。

また、米国運輸省では、高速道路における融雪塩の影響で問題を生じた裸耐候性鋼材の部位について、洗浄と補修塗装向けの暫定的ガイドラインを1992年に作成している。

これによると、定期的な点検で発見された不具合箇所に対して、部分もしくは全体的な塗装の必要性を指摘しており、プラストによる塩分除去プラス水洗を推奨するとともに、塗装系としてエポキシポリアミド系のジンクリッチ塗料が最善であるとしている。

先進国でのこうした取り組みは、我が国の抱える問題の解決に向けて示唆的である。

1. 3 我が国における耐候性鋼材の変遷

我が国においては1950年代半ばから、耐候性鋼材使用に向けての研究、検討が始まり、1963年から当時の国鉄の車両および橋梁に塗装を施したものが採用され、1965年からは屋根、鉄骨、ルーバーなど屋外建築物で裸使用またはいわゆる「さび安定化処理」を施した状態で供給が開始された。

橋梁への使用では1970年過ぎころまではほとんどが塗装使用であったが、その後は、再塗装費用の問題や製鋼技術の進歩などもあり、「さび安定化処理」を含んだ無塗装使用が中心である。

現在、我が国における耐候性鋼材を使用した構造物としては、メンテナンスに時間的制約の多い鉄道の跨線橋、テクスチャとして船底をイメージした日本財団系のB & G 体育館屋根、ゴルフ練習場の鉄柱、大型照明塔などが知られる。これらの多くは裸使用である。

我が国の耐候性鋼材は、初期の使用においては「さび安定化処理」を施された事例が多く見られる。これは、裸使用のまま早期に安定化さびが発生しなかったために、または早期に安定化さびを生成させるため、苦肉の策として「さび安定化」促進の処理剤を塗布する傾向があったためと推察される。

そもそも『安定さび』の定義についても解釈の相違が専門家の間であり、どの基準を以て鋼材のさびの進行が停滞し安定化するか、安定化さびへの経年変化速度など、論議される問題は現在も多い。

鉄鋼メーカーのまとめによる「無塗装耐候性橋梁（裸使用）の実績」（受注ベース）では、1978（昭和53）年度に2件、計200トンから始まり、1992（平成4）年度には266件、33,100トンという数字があり、1992年度における使用実績は、鋼橋全体重量の約5パーセントに及んでいる。

この数字は裸使用に限るものだが、塗装を併用した採用例としては1963（昭和38）年完成の東海道新幹線長良川橋梁に起源を遡る。

さて、経済市況の悪化に伴う予算の緊縮化により、あらゆる公共事業にコスト縮減の命題が課せられ、建設省をはじめとする発注機関においても建設コストの見直しが急速に進んでいる。

こうした時代の趨勢を身近に感じる昨今、鋼橋の塗り替えコストを巡って論議が交わされることが多くなっている。すなわち、維持コストの問題である。

塗装によるメンテナンス、維持管理に大きな費用が掛るとするのが、耐候性鋼材を推進する立場の代表的な意見である。塗り替えを全く顧慮しない耐候性鋼材の裸使用によるメンテナンスフリーは、予算の有効活用の観点から非常に魅力的と云える。

しかしながら、耐用年数の間、橋梁の安全性を維持しながらメンテナンスフリーであるための耐候性鋼材に寄せる信頼度にこれまで慎重な向きが多くあり、裸使用の本格的な抬頭には至らなかった。

さて、オイルショック以降の低成長経済下で、耐候性鋼材の研究は加速度的に進み、実橋での無塗装採用例も多くなった。気象条件と使用適性、部材の置かれる環境条件と詳細構造に対する設計的な工夫、溶接、添接部、さびによる周辺汚損対策や維持管理手法など多くの技術的問題が専門的に、且つ詳細に検討された成果である。

耐候性鋼材の裸使用は、建設コスト縮減の当面の課題としてではなく、導入当初の割高感よりも将来的な維持コストゼロを目途とする国家的な施策の一環として捉えることが妥当である。

従って、今後、耐候性鋼材裸使用橋梁の架橋が増加することは必至の状況と云える。

2. 我が国における耐候性鋼材使用の現状

耐候性鋼材を（裸）使用する目的のひとつとして、塗装による維持管理費用が鋼橋の寿命が続く限り必要であるとするライフサイクルコストに、素材機能によってメンテナンスフリー化を実現することで、維持管理費用を抑制しライフサイクルコストの最小化を図るミニマムメンテナンスの理論があげられる。

しかしながら、耐候性鋼材の本来的な機能である「安定さび」生成による防食は、立地環境や気象条件の微妙な差異や構造上の問題等により、しばしば期待する成果が得られていないとの指摘があることも事実である。

1. 3の『我が国における耐候性鋼材の変遷』では概略的な流れを述べたが、耐候性鋼材への塗装を前提としたアプローチを試みるとき、現実に山積する問題の多いことを改めて認識させられた。

さて、我々の周囲にある耐候性鋼材裸使用の構造物を見た場合、果たして「安定さび」を現出させているものがどれほど存在するのだろうか。そもそも「安定さび」の実例を認識する機会に乏しいのが現状ではなかろうか。従って、「安定さび」について理論的には首肯するものの、実証的には難点があることを指摘せざるを得ない。事実、今回見学を行った現地でも素地鋼板に孔食状の腐食に伴う顕著な板厚減少が見られたり、層状に堆積したサビが大きく剥離する部位があるなど、均一化したさび層の発生と云うよりも、局部的に深く進行した腐食現象を多く目にした。

現地見学を行った事例の要略を以下に述べる。

(1) K市総合卸売市場

同市場は市営で、内海の湾奥を臨む港に隣接し、岸壁際に面した魚市場と約200メートル内陸寄りの青果市場その他で構成されており、1974年の建築である。魚市場は海岸からの風が吹き抜ける構造で、開場日には相当の海水を含む水が清掃等のため床に撒かれている。両市場とも、柱、梁、庇等の主 構造材に耐候性鋼材が使用されており、四方に荷捌きに備えた庇が大きく出っ張った造りである。

魚市場は、1996年度に築後初めての塗装がなされているが、設計にあたり発注者とコンサルタント会社に塗料メーカーが加わり、厳しい予算内でのやり繰りに腐心された結果、素地調整は3種Cケレン程度を目安として、さび粉状の浮き錆をパワーツールにて①縦方向、②横方向、③縦横など、構造部位の大きさと下地の健全度で区別し、予算を精緻に検証されたとのことである。

塗装仕様は、変性エポキシ樹脂系下塗+ポリウレタン中・上塗で、施工後約1年を経過しての見学であったが、部分的にごくわずかの発錆が見られたほかは溶接、添接部を含め概ね良好であった。

青果市場は魚市場とほぼ同様の構造であるが、部分的には建設当初に早期安定さび化処理目的に使用したウエザーコートが残滓が散見された。おそらく魚市場も同様の処理がなされたものと推察される。

再塗装未施工の青果市場は、現状では安定さび層を実見することが出来なかった。

ウェザーコート処理の痕跡部位と発錆部位との色相が明らかに判別でき、手掌で擦ると浮き錆が付着する状況であった。また、柱根元のコンクリート巻き部分では、内部の鋼材が腐食膨張しているのが確認された。当該物件はほぼ埠頭に隣接し、荒天時には直接的に海水の飛散を受ける立地環境にあり、1987年に中間報告として作成された「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（案）」では、無塗装耐候性鋼材の適用可能地域から除外されるべき立地条件にあり、いわゆる塩害地域に相当する。

塩害は海浜環境における直接的飛沫および飛来によるほか、冬期の融雪剤散布の影響も強く受けることは周知のとおりである。

当該物件は強い塩害雰囲気の中に位置することから、除錆度および使用塗料がもたらす経年変化を注視し、細やかな追跡観察を行う必要があると考える。

(2) K橋 橋梁

某管理事務所では、1995年度より海岸線から約1.2km内陸に立地する「K橋」（4径間）を単年度ごとに1径間ずつ、塗替工事として発注されている。

1995年度の施工区間（A1～P1）はJR本線の跨線橋であったため、軌道上の防護等の関係により、3種ケレンに変性エポキシ樹脂系下塗、およびポリウレタン系中・上塗の仕様であった。

特に素地調整の除錆度については施工者と監理先とで施工精度の検討が再々行われたとのことで、当初設計を超えた労務投入であったと聞き及んでいる。なお、施工後2年の塗膜はほぼ健全な状況で、僅かに添接部にさびの発生が見られた。

1996年度および今年（1997年）度は、ガーネットを研掃材に使用したブラスト処理を行い、ジंकリッチペイント、変性エポキシ樹脂系下塗、ポリウレタン樹脂系中・上塗仕様であった。

今年度の施工区間は国道上を横断している関係で防護対策に相当の配慮がなされており、見学時点がブラスト作業中であったことから、防護施設、粉塵対策、除錆度などをつぶさに見ることができ、幸運であった。

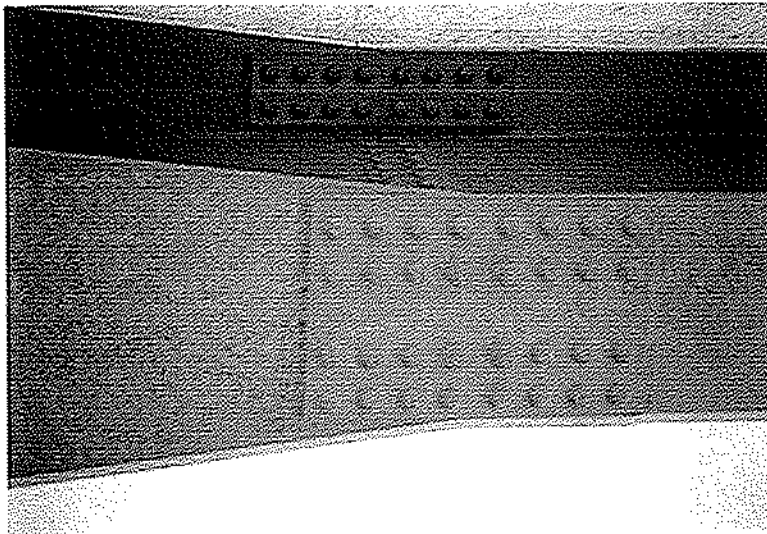
特に、ブラスト施工直後の被塗面が、非常に早い速度で表面変化するとの施工者からの指摘があり、板張防護密閉部と気温、湿度との関連性を示唆する材料として興味深いものがあった。

なお、当該施工区間に隣接する未施工部位の耐候性鋼材の状況を観察したところ、隅々に板厚減少および下フランジ上面層状剥離さびが散見されるのと、ほとんど全面に浮いた状態での赤褐色錆層の発生を確認した。

K市総合卸売市場の状況



青果市場（未施工）
部分的に色の濃い箇所は
錆化促進剤の影響と思われ
る。

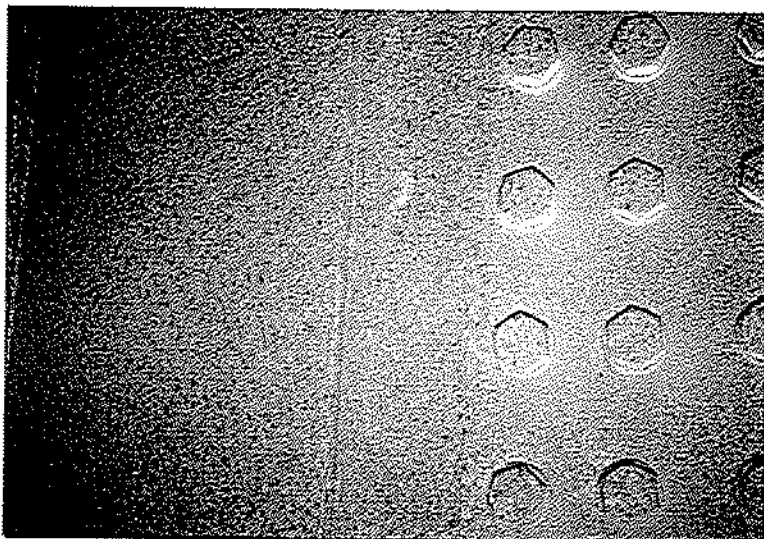


青果市場（未施工）
梁部分の発錆状況。
クレーター状にある
程度の深さまで錆が
進行している。

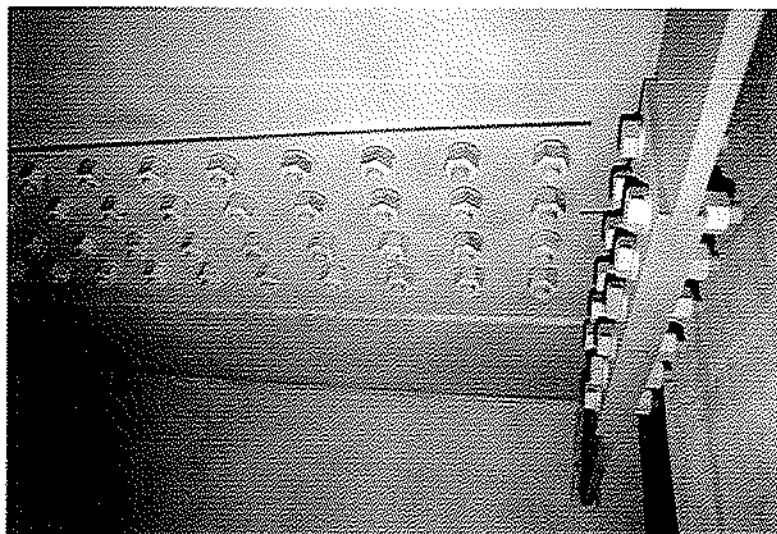


青果市場（既施工）
柱部分に生じたさび
の状況。
H.8年度施工

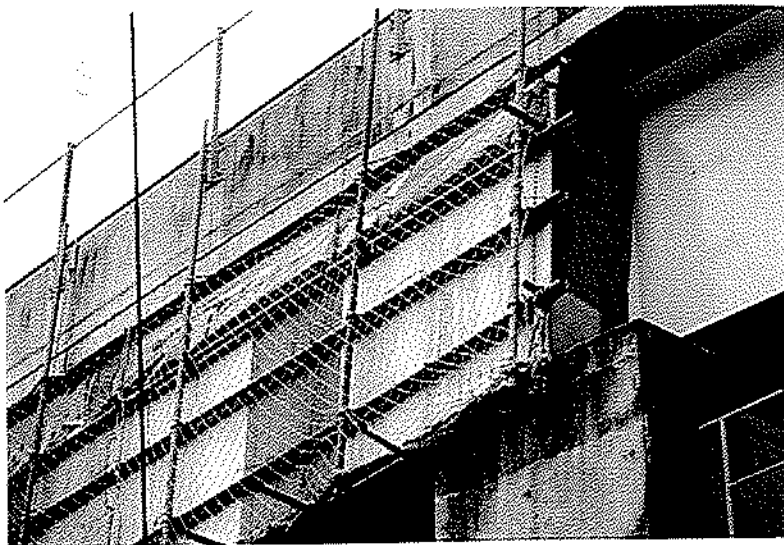
橋梁の状況



橋梁
耐候性鋼材の状況
浮き錆がある
所は錆化促進剤の影



橋梁
ガーネットによる
ブラスト除錆後の
状況
よく除錆されている。



橋梁
側面防護の状況
コンパネ上部は厚手
の透明シートで仕切
って明かり取りとし
ている。

3. 耐候性鋼材の塗装にあたっての問題点

3. 1 概 要

耐候性鋼材を使用する最大のメリットは、本来無塗装のまま供給されることで再塗装コストが抑止され、ライフサイクルコストが節減されることにある。

従って、そうした経済性に応える材質であることは当然で、耐候性鋼材導入時には再塗装を含むメンテナンス費用に拘泥せずに済むとのコンセンサスが、発注側と鉄鋼メーカー側ともにあったことが想像される。

しかしながら、耐候性鋼材のさび安定化進度と腐食速度が逆転する、あるいは期待されたさび安定化機能が果たされていないことが顕在化した今、導入時の期待と齟齬する現実の間で整合性は取りにくく、耐候性鋼材の腐食に対して早急に具体的な防食対策を取ることが望まれる。

1. 2 で米国の耐候性鋼材再塗装の状況を紹介したが、除塩および除錆にあたってブラストの採用を行っているとのことであった。

我が国の再塗装施工例見学で、4連続径間K橋の場合は、パワーツールとブラスト処理とが混在し、K市総合卸売市場ではパワーツール主体の素地調整であったが、最近の施工例なので今後の推移を見守りたいが、施工精度や与信の点からはブラスト処理を推奨したい。

また、塗装仕様については、塗料メーカー各社とも従来制定の塗装系や規格内での対応が十分可能であるとの見解を示している。K橋におけるブラスト処理の仕様、ならびに1997年度の施工進捗記録、使用塗料一覧表を末尾に付して参考に供したい。

3. 2 耐候性鋼材の塗装にあたっての検討事項

(1) 適用清浄度 = ケレングレードの設定

塗装前処理にあたって、最も重要である除錆度（清浄度）の設定基準を明確にする必要がある。

施工精度の基準点をどこに置くかの議論を早急に行うべきであるが、ブラスト処理に主眼を置く方が客観的な施工評価を行いやすい。パワーツールや手工具処理では主観性が入り、統一した施工標準の策定が困難な面が指摘される。

以下に、各ケレン（除錆）方法についての問題点を羅列する。

1) 表層に発生したさびを完全に除去する → ブラスト処理

- ① 研掃材の選定 = 鉍物系、スピネル系（コストおよび調達、供給）
- ② 粉塵対策、廃研掃材の回収および処理（廃棄物処分、公害防止など）

③ 検査受領態勢（ブラスト→清掃→検査立会のタイムラグによる表面変化）

2) 表層に発生したさびをある程度除去する → パワーツール処理

- ① 深層さびの除錆＝機械処理が不可能な部位
- ② 鋼肌露出と非露出、目粗し程度の適用区画の線引き
- ③ 粉塵（錆粉）の回収など環境保全対策

3) 表層に発生した浮きさびを主に除去する → パワーツール・手工具併用

- ① 清浄度の設定（除錆度、錆粉処理）
- ② 残存錆の塗装に与える影響の判断

4) 除錆精度の標準化

- ① 耐候性鋼材再塗装の除錆度について見解の集約化＝さび残存、完全除去、不完全除去など
- ② ①を受けての規格の統一化＝立地・用途・部位等によるグレードの区分化
- ③ 板厚減少部位および深層さびへの適用ケレン種別など

5) 研掃材の選定

- ① 入手が容易
- ② 経済性に優れる（安価）
- ③ 作業性が良好
- ④ 作業環境を損なわない（周辺への公害波及防止。作業者の安全および作業性の確保）
- ⑤ 産業廃棄物としての搬出、最終処理が可能

・ 前記 K 橋の素地調整には、当初、スピネル性研掃材が計画されていた。現場は密閉した足場空間なので、本格的な施工に先立ち、発注者を交えた試験施工を行った。スピネル性研掃材は、作業進捗率や粉塵の発生が従来の硅砂やガーネット等の鉾石系よりもかなり抑制されるとの説明であったが、当該現場では比較施工した結果、双方に顕著な差異が認められなかった。スピネル性研掃材とガーネットとの価格差、研掃廃材の収集・処分の費用問題もあり、過去の施工がガーネットで行われていることから、前例を踏襲したとのことである。

(2) 塗料の選定

- 1) 適用清浄度に対応した塗料の選定
- 2) 板厚減少（深層さび）部の処理＝厚膜型塗料などによる補修措置
- 3) 鋼肌露出部と非露出部、不完全さび除去部が混在した部位での塗料の選定

- ・ 耐候性鋼材向けの塗装仕様については、塗料メーカー各社とも従来の塗り替え向けでの対応で可能との見解である。但し、素地調整に関しては、ジंकリッチペイント初層に適応した清浄素地面として、ブラスト処理を求めている。
- ・ 前述した素地調整（ブラスト）後の検査受領体制で、現場ブラスト終了→清掃→施工立会検査→（合格、不合格手直し）→ジंकリッチ塗装に至る施工フローが一般的である。但し、現実にはケレン終了直後から被塗物の表面変化は始まっており、検査までの時間的経過による影響が懸念される。しかも、被塗物の形状等により、ブラストの進捗が一律に移行する見込みが立てられないため、連続する面の中途での施工盛替えが当然起り得る。こうした場合を考慮して、ブラスト後の面に希釈したジंकリッチペイントを一次プライマー的に塗布し、ブラスト局面の粉塵などの影響が去った時点でジंकリッチペイントをオーバーコートすることを現実的な手法として提案したい。
- ・ 先に述べた「K市総合卸売市場」では、予算等の関係から、素地調整を3種Cケレンで塗り替えを実施している。正確には、当該物件は耐候性鋼材裸使用ながら、建設当初からウエザーコート処理を施されていたので、隣接の未塗り替え部位と比較すると、厳密に云えば全面にさびが発生していなかったと推測される。しかしながら、隣接物件に見られるようにウエザーコートの残滓は部分的に『塗り物』状に存在しており、その「塗膜」も容易に確認される。これを活膜と断じるには問題があるが、進行したさび面との2極が同一場面に混在した状態となり、双方への防錆効果を1種類の塗料で満たすことは容易ではない。変性エポキシ樹脂下塗塗料は、旧塗膜の選択肢が広く、ラフケレン面にも適用可能な緩やかな多機能塗料であるが、3種Cケレン程度の除錆・清浄度でどれほどの効果があるか。特に耐候性鋼材に使用した実例に乏しいので興味深いものがある。

(3) 足場・防護等、安全施設

1) 足場の構造

- ① 足場下に道路等がある場合＝板張り防護
- ② 足場上でブラスト作業を行う場合＝（研掃廃材の堆積に対する耐重量）

- ・ 粉塵発生の抑止、公衆災害の防止、作業環境の改善等
- ・ 洗浄を行う場合の事後水の集水・排水時の一時的集中荷重への対応
- ・ ブラスト時の研掃廃材の荷重対策（廃材排出サイクルの設定、不等荷重への耐久性補強対策など）
- ・ 昨今、産業廃棄物の管理や工事現場周辺環境保全に対する配慮が真摯に求められている。足場等の仮設構造物に対しても同様であるが、耐候性鋼構造物の塗装用足場の場合は、特に上記の各ポイントを管理することが肝要である。
- ・ 労働基準監督署に提出する足場等の届出において、強度計算上、研掃廃材の堆積（累積）の取り扱いが問題となる可能性がある。施工上の事由による部分的な荷重の偏りが、耐荷重設定を超えないよう厳密な管理が必要である

2) 防護施設

- ① ブラストおよびパワーツール施工時のケレングラスト（微細粉塵）対策
 - ② スプレー塗装時のスプレーダスト対策
 - ③ 板張り・シート張り防護敷設時の採光および照度の確保
 - ④ 微細粉塵や高濃度揮発成分に対する防爆対策など
- ・ 防護施設は、基本的には足場構造に一体化して設置するものの、設置や撤去、変更が容易なものとし、ブラストによる粉塵・騒音、スプレー塗装によるミストなど、局面毎の用途変更迅速且つ柔軟な対応が求められる。

3) 公害防止

- ① 研掃廃材の現場収集・保管
 - ② 産業廃棄物処理の適正化（研掃材の種別による処分形態の差異）
- ・ 研掃廃材は、持込み材料として搬入時に検査を受ける時は、常態は袋詰めである。使用後はバラ状になるが、回収する場合は、通常、野天に柵形を設置し、立米容量にて管理している。研掃廃材のうち、非金属系のけい砂やガーネットは産業廃棄物の種類としては「汚でい」、スチールショットやグリットは同じく「金属くず」に分類される。なお、スラグ（鉍滓）は、非金属系であり「汚でい」処分が可能なようだが、塩分含有量が多いものがあり、『安定処分型』の最終処理が出来ず、『管理型』処分場に搬出する場合がある。こうしたケースに備えて、スラグ系研掃材を使用する場合は、あらかじめ産業廃棄物処理業者等と協議し、成分分析を行った上で、最終処理方法の打合せを十分に行う必要がある。

4. まとめ

耐候性鋼材の採用にあたって論議されるのは、従来は、架橋立地環境と安定さびの生成経済性であった。

すなわち、再塗装不要に伴うコストの圧縮がミニマムメンテナンスにつながる利点を前提条件とする考えの進め方である。

しかしながら、現在までに建設された耐候性鋼材使用の橋梁等の構造物においては、期待された性能を十分に発揮していると認め難いものが少なくない。こうした事態に対応すべく、鉄鋼メーカーの中には、新たな理論に基づくさび安定化促進材の汎用化を果たしたところもある。

社団法人 日本鋼橋塗装専門会は、塗装による鋼構造物の防錆・防食に積極的に携わってきた業界団体として、鋼橋の再塗装を基本としながらも、塗装周期延伸を図る塗料材料の開発研究、コスト圧縮や工期短縮につながる機械化の推進など、従前から努力を傾けてきた経緯がある。

現場ブラスト処理から、高耐久性塗料使用による塗装周期の延伸に伴うメンテナンスの軽減に向けて、塗装で提案出来る高度な維持保全、ならびにコスト縮減策は少なくない。特に、塗装作業は、様々に異なる現場の実情に柔軟に対応し、機械および労務の集約的投入が比較的容易な点で更なる評価を期待したい。こうした背景を踏まえて、耐候性鋼材裸使用橋梁の現実的な維持補修方法として塗装を採用いただければ幸いである。

また、耐候性鋼材塗装メンテナンスへの具体的な試みとして、融雪材散布後の流出による腐食部位や継手部の漏水、構造的な帯水箇所など、外的内的因子により耐候性鋼材の本来の機能が果たされていない部位について、足場設置を含む作業の難易度が高くない局部に限定して、再塗装のテスト施工を行ってはいかがかと提案したい。

もし、これが実現すれば、施工管理の試行を重ねることで、錆汁による橋脚、橋台汚損への景観保全対応を含めて、全体的な維持管理イメージの設定に有効ではないかと期待する次第である。

近年、景観の修景、保全について論議される機会が増えている。そもそも、人工的な構造物によって作られた景観は、スタイル、色彩ともにすべての人々のコンセンサスを得られるものではない。橋梁の場合も同じで、立地周辺的环境との調和を視野に入れた設計、架橋が求められている。塗装は、構造物自体の堅牢性に基づく信頼そのものの構築に直接的に関与することは出来ないが、さびを防ぐ機能性を持つことから、構造物の維持・点検に携わるという側面的な信頼性の付与を行うとともに、色彩を通して景観修景に果たす役割は大きい。塗装が果たす景観修景への寄与を含めて、フリーメンテナンス手法としての塗装を再認識すべき時期にあると感じる次第である。

鋼橋の健全な維持管理に塗装が果たした役割は、今更申すまでもない。塗料や周辺機器の開発と歩調を同じくして、技術や技能の研鑽、施工管理技術の水準向上に常に腐心している当専門会としては、コスト縮減の命題とも考え合わせ、塗装による耐候性鋼材の維持管理に積極的に取り組むことで新たな社会資本の充実に寄与したい。

さて、耐候性鋼材の塗装メンテナンスは、再塗装不要による維持コスト低減という本来の機能に対して整合性が取りにくいことは前にも述べた。従って、塗装はもとより、さび安定化処理も耐候性鋼材の使用にあたっての基本原則であるメンテナンスフリーとは合致し得ない。

こうした事情を踏まえて、耐候性鋼材の維持管理投資が現実的に求められていることにどう対応すべきか、早急に取り組むべき課題であることは論を俟たない。

分科会メンバー

| 氏 名 | 所 属 |
|---------|------------------|
| 花 田 幸 夫 | 梶原塗装株式会社 |
| 原 田 文 博 | 橋梁塗装(株)九州支店 |
| 岡 村 光 伸 | 二宗塗装(株)佐賀支店 |
| 西 田 研 二 | 西田塗装株式会社 |
| 園 田 龍 男 | 森 塗 装 株 式 会 社 |
| 安 藤 秀 樹 | 株式会社木場塗装 |
| 宮 寄 香 | (有)宮寄塗装工業 ※グループ長 |

【参考文献】

「叢書 鉄鋼技術の流れ 第1シリーズ 第7巻 低合金耐食鋼 -開発、発展、そして研究」 松島 巖 著、監修 (社) 日本鉄鋼協会 1995年 2月発行

「腐食防食データブック」 腐食防食協会編 平成 7年 6月 発行 丸善(株)

「耐候性と一般鋼材への塗装システム」 住友金属工業(株)総合技術研究所 岸川 浩史 主任研究員

平成 9年 11月 14日 (社) 日本防錆技術協会防錆管理士会 技術講演資料

耐候性鋼材裸使用橋梁 施工モデル 出来形管理記録 1

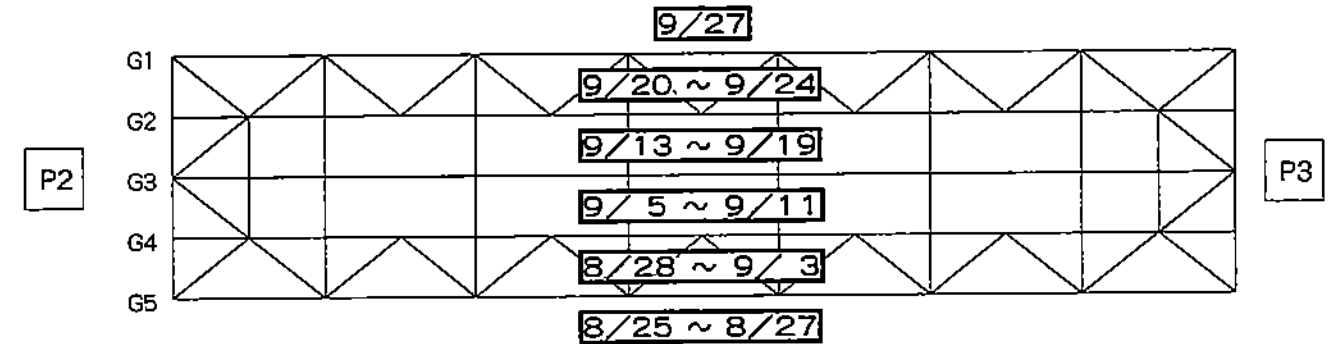
※第1種ケレン：ブラスト

使用研掃材：ガーネット（中粒）
調 達 先：宇部サンド工業KK（輸入品）

施工記録一覧

| 施工部位 | 施工月日 | 天 候 | | 気温 (°C) | | 湿度 (%) | | 施工量 (m ²) | 研掃材 使用量 (kg) | 1 m ² 当 所要量 (kg) | 進捗率 (%) |
|---------|---------|-----|----|---------|----|--------|----|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|------------|
| | | 午前 | 午後 | 午前 | 午後 | 午前 | 午後 | | | | |
| G5 外 | 8/25 | ⊙ | ⊙ | 32 | 32 | 55 | 61 | 25 | 650 | 26.0 | 1.8 |
| " | 26 | ⊙ | ⊙ | 34 | 32 | 51 | 67 | 30 | 800 | 26.5 | 2.2 |
| " | 27 | ⊙ | ⊙ | 29 | 30 | 58 | 65 | 50 | 1,350 | 27.0 | 3.6 |
| G4 ~ G5 | 28 | ⊙ | ⊙ | 29 | 30 | 64 | 65 | 40 | 1,400 | 35.0 | 2.9 |
| " | 29 | ⊙ | ⊙ | 28 | 29 | 70 | 71 | 60 | 2,000 | 33.3 | 4.3 |
| " | 30 | ⊙ | ⊙ | 29 | 28 | 71 | 70 | 60 | 1,700 | 28.3 | 4.3 |
| " | 9/ 1 | ⊙ | ⊙ | 31 | 33 | 66 | 61 | 70 | 2,050 | 29.2 | 5.1 |
| " | 2 | ⊙ | ⊙ | 32 | 33 | 73 | 61 | 70 | 1,975 | 28.2 | 5.1 |
| " | 3 | ⊙ | ⊙ | 30 | 31 | 72 | 72 | 30 | 900 | 30.0 | 2.2 |
| G3 ~ G4 | 5 | ⊙ | ⊙ | 26 | 24 | 76 | 83 | 10 | 300 | 30.0 | 0.7 |
| " | 8 | ⊙ | ⊙ | 26 | 28 | 76 | 76 | 70 | 1,950 | 27.8 | 5.1 |
| " | 9 | ⊙ | ⊙ | 26 | 28 | 76 | 77 | 70 | 2,050 | 29.2 | 5.1 |
| " | 10 | ⊙ | ⊙ | 26 | 30 | 56 | 53 | 60 | 1,925 | 32.0 | 4.3 |
| " | 11 | ⊙ | ⊙ | 26 | 30 | 77 | 71 | 50 | 1,550 | 31.0 | 3.6 |
| G2 ~ G3 | 13 | ⊙ | ⊙ | 27 | 30 | 77 | 76 | 70 | 2,050 | 29.2 | 5.1 |
| " | 17 | ⊙ | ⊙ | 28 | 30 | 70 | 59 | 90 | 2,425 | 26.9 | 6.5 |
| " | 18 | ⊙ | ⊙ | 27 | 29 | 63 | 64 | 90 | 2,450 | 27.2 | 6.5 |
| " | 19 | ⊙ | ⊙ | 27 | 28 | 50 | 50 | 70 | 1,900 | 27.1 | 5.1 |
| G1 ~ G2 | 20 | ⊙ | ⊙ | 25 | 26 | 54 | 55 | 50 | 1,400 | 28.0 | 3.6 |
| " | 22 | ⊙ | ⊙ | 22 | 26 | 66 | 55 | 20 | 575 | 28.7 | 1.4 |
| " | 23 | ⊙ | ⊙ | 23 | 23 | 68 | 58 | 100 | 2,825 | 28.2 | 7.2 |
| " | 24 | ⊙ | ⊙ | 23 | 28 | 59 | 51 | 90 | 2,525 | 28.0 | 6.5 |
| G1 外 | 27 | ⊙ | ⊙ | 19 | 23 | 72 | 52 | 111 | 2,875 | 25.9 | 8.0 |
| (計) | 実績日数23日 | | | | | | | 1,386 | 39,625 | 平均28.5 | 100 |

進捗記録



- ・当該橋梁は跨道橋につき防護養生工として床面は全面板張り（足場板+コンパネ）。
- ・両側面朝顔は桁高いっぱいから地覆天端付近まで全面板張り。施工者の工夫として内部照度の確保のために側面板張り最上部H=200程度に部分的に厚手の透明ビニールを張り、明かり取りとした。
- ・ブラスト施工時は密閉状態となるため、作業環境としては高温、高湿度、粉塵、防護衣服等による行動の制限などを受ける。この改善対策として、施工者は集排塵装置を兼ねた送・排風機の設置を行っていたが、高い実効性を得るために更に研究が必要であろう。
- ・発注先は当初、スピネル性研掃材によるブラストを志向されていたとのことであるが、試行時点でガーネットへの変更をなされたとのことである。
- ・施工者によると、ブラスト開始当初は、ブラスト処理後のケレン立会検査において、金属光沢を呈していた処理面が、30~60分程度の経時で薄く発錆したような赤褐色に変化したとのことであった。そのため、検査立会を午前・午後の各1回以上受けることとし、検査合格後はブラスト再開前に有機ジンクリッチペイントを封孔処理時のような希釈で一次防錆プライマー的に使用したとのことである。

耐候性鋼材裸使用橋梁 施工モデル

出来形管理記録 2

※塗 装

使用材料(塗料) : 別紙参照
塗料メーカー : 日本ペイントKK

施工記録一覧

| 工 程 | 施工部位 | 施工月日 | 天 候 | | 気温 (°C) | | 湿度 (%) | | 施工量 (m ²) | 設 計 使用量 (kg/m ²) | 設 計 使用量 (TOTAL) | 実使用量 (kg) | 1 m ² 当 実使用量 (kg) | 進 捗 記 録 |
|-------|-----------------|------|-----|----|---------|----|--------|----|-----------------------|------------------------------|-----------------|-----------|------------------------------|-------------------|
| | | | 午前 | 午後 | 午前 | 午後 | 午前 | 午後 | | | | | | |
| 下塗第1層 | G5 外 | 8/29 | ⊙ | ⊙ | 28 | 29 | 70 | 71 | 111 | 0.70 | 77.7 | 80.0 | 0.72 | 進捗記録 下塗第1層 |
| | G4 ~ G5 | 9/4 | ⊙ | ⊙ | 27 | 29 | 56 | 52 | 288 | | 201.6 | 210.0 | 0.729 | |
| | G3 ~ G4 | 12 | ⊙ | ⊙ | 25 | 31 | 76 | 61 | 276 | | 193.2 | 195.0 | 0.706 | |
| | G2 ~ G3 | 20 | ⊙ | ⊙ | 25 | 26 | 54 | 55 | 276 | | 193.2 | 195.0 | 0.706 | |
| | G1~G2、G1外 | 30 | ⊙ | ⊙ | 24 | 24 | 55 | 55 | 435 | | 304.5 | 320.0 | 0.735 | |
| | (計) | | | | | | | | 1,386 | | 970.2 | 1,000.0 | (0.721) | |
| 下塗第2層 | G5 外 | 9/8 | ⊙ | ⊙ | 26 | 28 | 76 | 76 | 111 | 0.30 | 33.3 | 35.0 | 0.315 | 進捗記録 下塗第2層 |
| | G4 ~ G5 | 12 | ⊙ | ⊙ | 25 | 31 | 76 | 61 | 288 | | 86.4 | 90.0 | 0.312 | |
| | G3 ~ G4 | 18 | ⊙ | ⊙ | 27 | 29 | 63 | 64 | 276 | | 82.8 | 85.0 | 0.307 | |
| | G2 ~ G3 | 23 | ⊙ | ⊙ | 23 | 23 | 68 | 58 | 276 | | 82.8 | 85.0 | 0.307 | |
| | G1~G2、G1外 | 10/1 | ⊙ | ⊙ | 26 | 24 | 76 | 83 | 435 | | 130.5 | 140.0 | 0.321 | |
| | (計) | | | | | | | | 1,386 | | 415.8 | 435.0 | (0.313) | |
| 下塗第3層 | G5 外 | 9/13 | ⊙ | ⊙ | 27 | 30 | 77 | 76 | 106 | 0.30 | 31.8 | 34.0 | 0.32 | 進捗記録 下塗第3層 |
| | G4 ~ G5 | 18 | ⊙ | ⊙ | 27 | 29 | 63 | 64 | 276 | | 82.8 | 88.0 | 0.318 | |
| | G3 ~ G4 | 19 | ⊙ | ⊙ | 27 | 28 | 50 | 50 | 264 | | 79.2 | 84.0 | 0.318 | |
| | G2 ~ G3 | 24 | ⊙ | ⊙ | 23 | 28 | 59 | 51 | 264 | | 79.2 | 84.0 | 0.318 | |
| | G1~G2、G1外 | 10/4 | ⊙ | ⊙ | 22 | 25 | 74 | 68 | 416 | | 124.8 | 130.0 | 0.312 | |
| | (計) | | | | | | | | 1,326 | | 397.8 | 420.0 | (0.316) | |
| 中 塗 | G5外・G4~G5・G3~G4 | 9/24 | ⊙ | ⊙ | 23 | 28 | 59 | 51 | 675 | 0.17 | 114.75 | 115.0 | 0.170 | 進捗記録 中 塗 |
| | G2 ~ G3 | 10/1 | ⊙ | ⊙ | 22 | 22 | 68 | 74 | 276 | | 46.92 | 50.0 | 0.181 | |
| | G1~G2、G1外 | 10/7 | ⊙ | ⊙ | 23 | 26 | 67 | 62 | 435 | | 73.95 | 75.0 | 0.172 | |
| | (計) | | | | | | | | 1,326 | | 235.62 | 240.0 | (0.173) | |
| 上 塗 | G5外・G4~G5・G3~G4 | 9/27 | ⊙ | ⊙ | 19 | 23 | 72 | 52 | 675 | 0.14 | 94.5 | 101.4 | 0.149 | 進捗記録 上 塗 |
| | G2 ~ G3 | 10/7 | ⊙ | ⊙ | 23 | 26 | 67 | 62 | 276 | | 38.64 | 42.0 | 0.152 | |
| | G1~G2、G1外 | 10/8 | ⊙ | ⊙ | 22 | 25 | 68 | 62 | 435 | | 60.9 | 65.0 | 0.149 | |
| | (計) | | | | | | | | 1,326 | | 190.04 | 208.0 | (0.150) | |

1. 適用箇所：一般部（外面）の塗替え
2. 塗装系：c-2
3. 施工区分：現場
4. 使用材料一覧表：

| 規格 | 塗料名 | | |
|----------|----------------|---------------|-----------------|
| JHS-P-06 | 有機ジンクリッチペイント | ニッペジンキー8000HB | ニッペジンキー8500シンナー |
| JHS-P-08 | 変性エポキシ樹脂塗料（下塗） | ハイボン20デクロ | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-20 | ポリウレタン樹脂塗料中塗 | ハイボン30マスチック中塗 | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-20 | ポリウレタン樹脂塗料上塗 | ハイボン50上塗 | ハイボンウレタンシンナー |

5. 塗装仕様：

| 工程 | 商品名 （塗料名） | 色相 | 設計使用量 kg/m ² /日 | 乾膜厚 (μm) | 塗装方法 | シンナー希釈率 (%) | 塗り重ね 塗装間隔 (20℃) |
|-----------|--|------|-------------------------------|-------------|------|--------------------------|-----------------------|
| 素地調整 | 1種ケレン：さびや旧塗膜を除去し、清浄な鋼材面とする（SSPC SP-10） | | | | | | 4時間 以内 |
| 下塗 第1層 | ニッペジンキー8000HB （有機ジンクリッチペイント） | グレー | 0.70 | 75 | スプレー | ニッペジンキー8500シンナー （0～5） | 1日～ 10日 |
| 下塗 第2層 | ハイボン20デクロ （変性エポキシ樹脂塗料下塗） | ブラウン | 0.30 | 60 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー （0～5） | 1日～ 10日 |
| 下塗 第3層 | ハイボン20デクロ （変性エポキシ樹脂塗料下塗） | グレー | 0.30 | 60 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー （0～5） | 1日～ 10日 |
| 中塗 | ハイボン30マスチック中塗 （ポリウレタン樹脂塗料中塗） | 指定色 | 0.17 | 30 | スプレー | ハイボンウレタンシンナー （0～10） | 1日～ 10日 |
| 上塗 | ハイボン50上塗 （ポリウレタン樹脂塗料上塗） | 指定色 | 0.14 | 25 | スプレー | ハイボンウレタンシンナー （10～20） | 10日 |

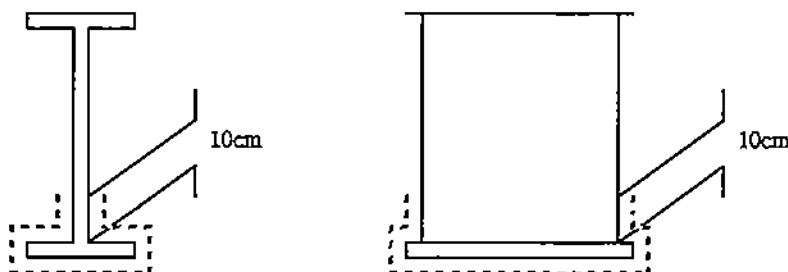
1. 適用箇所：一般部（外面）の塗替え
2. 塗装系：c-2（増し塗り部）
3. 施工区分：現場
4. 使用材料一覧表：

| 規格 | 塗料名 | | |
|----------|----------------|---------------|-----------------|
| JHS-P-06 | 有機ジンクリッチペイント | ニッペジンキー8000HB | ニッペジンキー8500シンナー |
| JHS-P-08 | 変性エポキシ樹脂塗料（下塗） | ハイボン20デクロ | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-20 | ポリウレタン樹脂塗料中塗 | ハイボン30マスチック中塗 | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-20 | ポリウレタン樹脂塗料上塗 | ハイボン50上塗 | ハイボンウレタンシンナー |

5. 塗装仕様：

| 工程 | 商品名 （塗料名） | 色相 | 設計使用量 kg/m ² /回 | 設計膜厚 (μm) | 塗装方法 | シンナー希釈率 (%) | 塗り重ね 塗装間隔 (20℃) |
|-----------|--|------|-------------------------------|--------------|------|--------------------------|-----------------------|
| 素地調整 | 1種ケレン：さびや旧塗膜を除去し、清浄な鋼材面とする（SSPC SP-10） | | | | | | 4時間 以内 |
| 下塗 第1層 | ニッペジンキー8000HB (有機ジンクリッチペイント) | グレー | 0.70 | 75 | スプレー | ニッペジンキー8500シンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 増し塗り部 | ハイボン20デクロ (変性エポキシ樹脂塗料下塗) | グレー | 0.30 | 60 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 下塗 第2層 | ハイボン20デクロ (変性エポキシ樹脂塗料下塗) | ブラウン | 0.30 | 60 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 下塗 第3層 | ハイボン20デクロ (変性エポキシ樹脂塗料下塗) | グレー | 0.30 | 60 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 中塗 | ハイボン30マスチック中塗 (ポリウレタン樹脂塗料中塗) | 指定色 | 0.17 | 30 | スプレー | ハイボンウレタンシンナー (0~10) | 1日~ 10日 |
| 上塗 | ハイボン50上塗 (ポリウレタン樹脂塗料上塗) | 指定色 | 0.14 | 25 | スプレー | ハイボンウレタンシンナー (10~20) | 10日 |

※増し塗りの範囲----



資料No. 4

1. 適用箇所： 添接板、高力ボルト部、支承の塗替え
2. 塗装系： g-2
3. 施工区分： 現場
4. 使用材料一覧表：

| 規格 | 塗料名 | | |
|----------|--------------------|---------------|-----------------|
| JHS-P-06 | 有機ジンクリッチペイント | ニッペジンキー8000HB | ニッペジンキー8500シンナー |
| JHS-P-08 | 変性エポキシ樹脂塗料(下塗) | ハイボン20デクロ | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-13 | 厚膜形エポキシ樹脂塗料(300μ形) | ハイボン90モイスタックA | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-20 | ポリウレタン樹脂塗料中塗 | ハイボン30マッシュク中塗 | ハイボンエポキシシンナー |
| JHS-P-20 | ポリウレタン樹脂塗料上塗 | ハイボン50上塗 | ハイボンウレタンシンナー |

5. 塗装仕様：

| 工程 | 商品名 (塗料名) | 色相 | 設計使用量 kg/m ² /日 | 乾膜厚 (μm) | 塗装方法 | シンナー希釈率 (%) | 塗り重ね 塗装間隔 (20℃) |
|-----------|--|------|-------------------------------|-------------|------|--------------------------|-----------------------|
| 素地調整 | 1種ケレン：さびや旧塗膜を除去し、清浄な鋼材面とする(SSPC SP-10) | | | | | | 4時間 以内 |
| 下塗 第1層 | ニッペジンキー8000HB (有機ジンクリッチペイント) | グレー | 0.70 | 75 | スプレー | ニッペジンキー8500シンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 下塗 第2層 | ハイボン20デクロ (変性エポキシ樹脂塗料下塗) | ブラウン | 0.30 | 60 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 下塗 第3層 | ハイボン90モイスタックA (厚膜形エポキシ樹脂塗料300μ形) | グレー | 1.20 | 300 | スプレー | ハイボンエポキシシンナー (0~5) | 1日~ 10日 |
| 中塗 | ハイボン30マッシュク中塗 (ポリウレタン樹脂塗料中塗) | 指定色 | 0.17 | 30 | スプレー | ハイボンウレタンシンナー (0~10) | 1日~ 10日 |
| 上塗 | ハイボン50上塗 (ポリウレタン樹脂塗料上塗) | 指定色 | 0.14 | 25 | スプレー | ハイボンウレタンシンナー (10~20) | 10日 |