

「スポットリフレ工法」 ～貴方の車には小さくでも全塗装を行いますか？～

片山 英資¹⁾
○安波 博道²⁾
永田 佳文³⁾
小寺 健史⁴⁾

1. はじめに

私はこれまで、自分の愛車を全塗装したことがない。しかし、過去にちょっと擦ったり、ぶつけたりした傷には、何度も部分塗装をしてきた。では橋梁の塗装に向き合った場合どうだろう。全塗装や桁端部等一定の範囲での部分塗装は考えても、局部的に補修しながら多少見た目が悪くとも、我慢して使っていくという選択肢を考えたことはこれまでなかった。

高度経済成長期に国内では多くの鋼橋が建設された。その後、数十年間国内の経済を支え、あたりまえの暮らしを高度化することに寄与してきた。その多くの鋼橋が高齢化しており、建設後 50 年を超える鋼橋は 6 万橋を超えるといわれている。これから現存するこれらのストックを良質な状態で子や孫の世代に引き継ぐには、適時適正なメンテナンスが重要となる。

一方、近年の少子高齢化を背景としたインフラ投資財源と建設関連従事者の不足は、業界全体の課題といえる。金がない、人がいないという厳しい状況下でも、インフラの安全性を損なうことなく、共有財産を少しでも長持ちさせることは技術者に課せられた命題といえる。

一般的に鋼製橋梁の腐食は、全面的に腐食が発生することは稀であり、局所的な腐食が広がる、もしくは局部的に進行することが多い。特に漏水などにより環境が劣悪となる桁端部や支承部などで腐食が発生しやすい。この点は、桁端部塗装など部分的に塗替えを行っている事例も増加して一定の対策がなされている。これに加え、排水管廻りや、添接部、足場設置時のクランプ設置個所などの傷あと、疲労調査後のタッチアップ塗装跡など、橋梁の極めて局所的に腐食が発生することも多い。今回着目したのはこのような個所である。このような個所を、素地調整を適正に施し、局所的な補修塗装を行う工法を提案している。

なお、本工法は写真 1 に示す全面塗替えや写真 2 に示す部分塗装を否定するものではない。局所的な損傷で広範囲を塗替えるにはまだ早いと思える段階でも、局部的に措置することで、板厚が減少することを防ぐことができる。つまり金がなくとも、当面の耐荷力の減少だけは防ぐことができる。

1) 株式会社特殊高所技術 執行役員

〒601-8319 京都府京都市南区吉祥院三ノ宮町 1

2) 一般財団法人土木研究センター 材料・構造研究部部長

〒110-0016 東京都台東区台東 1-6-4

3) 首都高速技術株式会社 インフラドクター部長

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11

4) 極東メタリコン工業株式会社 代表取締役専務

〒665-0811 兵庫県宝塚市南ひばりガ丘 2-14-22

この発想の転換が、長期的には効率的・効果的な維持管理に繋がるものと考えた。以下にこの工法の現段階における知見を示す。



写真1 従来の全面足場



写真2 桁端部のみの足場

2. スポットリフレ工法の着眼点

都市が海岸に近接する日本では、飛来海塩により環境的に厳しい橋梁が多い。そのような中、錆や錆の中に浸透した塩分等の除去を疎かにして防食を行うと、写真3に示すように早期の再劣化や塗膜下で更なる腐食の進行を誘発することとなる。長期的に防食性能を発揮させるには、孔食内の錆を完全除去し、適正な素地調整をおこなう事が望ましい。

従来の腐食対策は、全面的な塗替えを基本として塗替計画を策定して一定程度の周期を意識しながら塗替えを行ってきた。景観を優先する場合、全面的な塗替えを行うことが望ましいことはいままでの

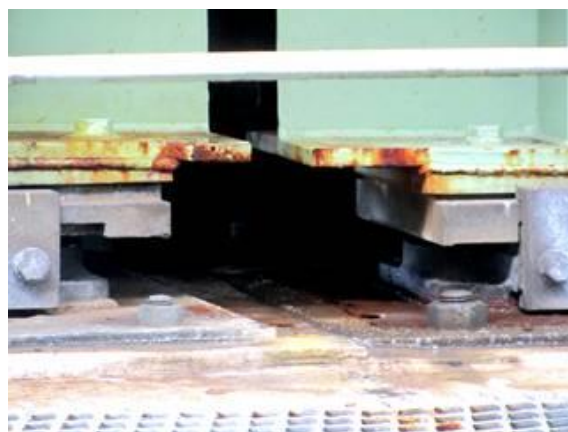


写真3 素地調整程度Ⅲ種で塗替二年後

い。しかし、近年、コストを抑えつつ耐荷力の低下を抑制するために、損傷が集中する桁端部のみを適正にブラスト等で素地調整を行い、Rc-I 塗装系などの重防食塗装に塗替える方法が実績をあげている。また、桁端部のみ金属溶射を採用したり、桁端部だけはRc-I 塗装系を用い、損傷の少ない中間部は素地調整程度3種によるRc-III 塗装系として組み合わせて全てを塗り替える事例も増加している。単純な塗替えではなく、より効果的な塗替えを考えて実施することが定着しつつあるといえる。

加えて、再塗装における素地調整の重要性も、徐々に認識されつつある。橋梁点検により塗替え後の橋梁において、早期再劣化事例が多数発見されており、不十分な素地調整が防食寿命を短くすることが認識されつつある。しかし、一方でブラストによる粉塵防止対策の煩雑さや、コストの増加により、なかなか全てをブラストで実施するなどのドラスティックな変革には至らない点も現状といえる。

このように工夫する管理者が増加するなか、更なる要望が増加している。仮設足場設置工事が大掛かりとなる長大橋や、下路橋や中路橋の営業中の路線の場合、交差条件が厳しい場合など、局所的な腐食による板厚減少を防ぎながら、塗替え周期を可能な限り伸ばしたいというニーズである。加えて、市町村などは少ない予算のなかで景観の観点より、最低限の補修で可能な限り塗替え周期を伸ばした

いと考えていることも多い。

そこで、景観上の問題が顕在化しておらず、写真 4 や 5 に示すように腐食損傷が局部に限定される場合に、可能な限り局部的に錆を除去し、高品質な防食を可能とする補修が可能となれば、やむを得ず塗替え頻度が長期化する場合の板厚減少の抑制や、マネジメント次第では塗替え頻度の長期化（LCC 削減）に寄与すると考えた。

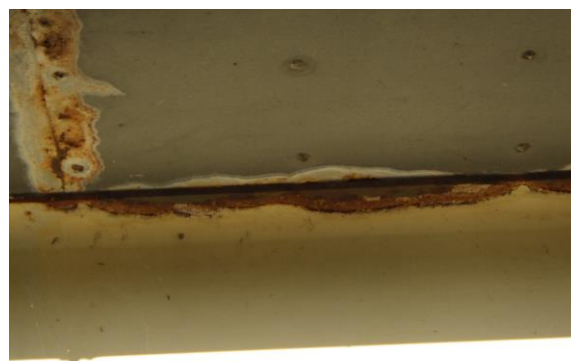
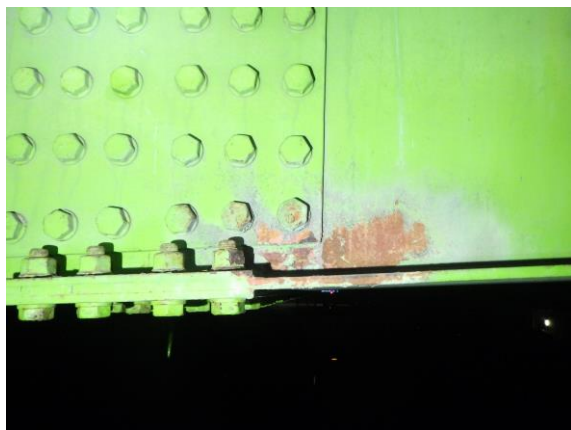


写真 4 L-Flg 添接板の縦断勾配上側の局部腐食 写真 5 U-Flg 上面の床版境界部のみの腐食

3. スポットリフレ工法の特徴

スポットリフレ工法は、局部的な腐食に対して、ブラストによる適正な素地調整を行いながら、防食措置を施すことである。その工法の特徴を以下に示す。

(1) 施工箇所へのアプローチ

施工箇所へのアプローチは、基本的に全面的な吊り足場等を用いることなく、橋梁の形式や条件によって高所作業車や写真 7 に示す橋梁点検車などの機械足場、写真 6 に示す特殊高所技術などを用いる。

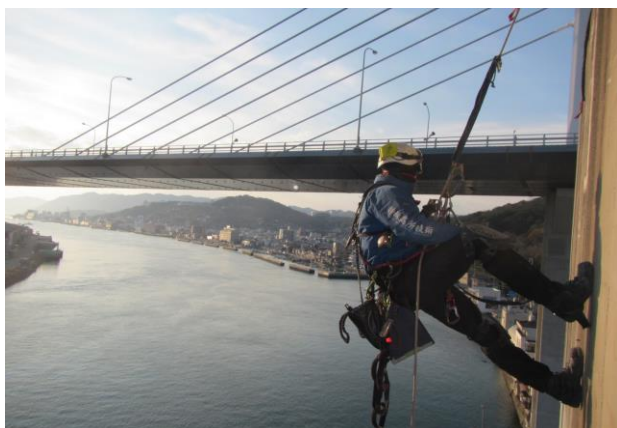


写真 6 特殊高所技術



写真 7 橋梁点検車

(2) 飛散防止対策

通常のブラストは簡易な足場の防護工で施工を行うと写真 8 に示すように粉塵が周辺に飛散する。そのために、写真 9 に示すように、足場に対して全面板張りに加えて、内側に防炎シートを二重で設置するなど厳重な防護工を必要とする。



写真 8 足場からの粉塵飛散



写真 9 足場全面板張り養生

また、粉塵の中で作業員が作業を行う為、作業環境は極めて厳しい。作業員がその粉塵に暴露することから、有害物質対策として塗膜剥離工法で塗膜を剥いだ後にブラストするなど、安全面に配慮することによる工期とコストが増加する傾向にある。

そこで、本工法では写真 10 に示すような段ボールや写真 11 に示す枠材と養生シートを組み合わせるなどして小型の閉鎖空間をつくり、その中に手を突っ込んで作業を行う（特許出願中）。よって、直接作業員が有害物質に暴露せず作業することが可能となる。この中で、ブラストの噴射と粉塵の吸引がバランスをとることで、粉塵を外部に飛散させずにブラスト作業を行う。



写真 10 段ボールを用いた特殊高所技術による施工



写真 11 枠材と養生シートの組合せ例

(3) 防食方法

スポットリフレ工法としては、塗装の種類や金属溶射などの仕様を限定していない。施主の仕様として望まれる仕様での施工を可能としている。しかし、ブラスト後に防食下地を施工し、下塗り 2 層に中塗りと上塗りを施すとなると、各層の塗り重ねのためのインターバルが必要となることから、何度もそこにアプローチすることとなり、その分工期と工費が増加する。そこで、ブラッシュャブルエスなどの一層塗り防錆塗料による工程の省力化を推奨している。

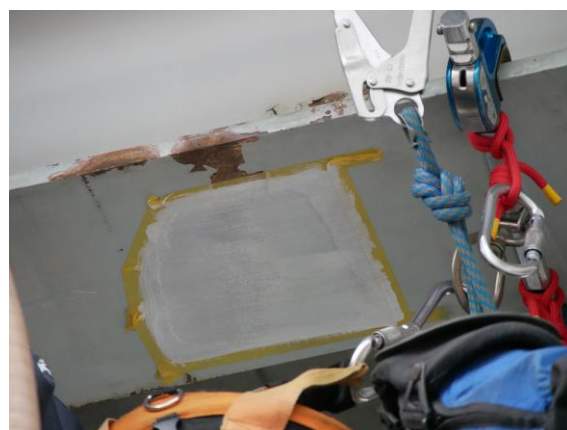


写真 12 ブラッシュャブルエスによる防食

写真 12 にスポットリフレ工法でブラスト後、ブラッシュブルエスにより防錆措置を施した事例を示す。ただし、この工法の一層塗りの状態では製品のカラーラインナップが白しかないことから、白以外で着色された橋梁では、補修跡が目立つこととなる。この点が懸念される場合は、あと一層の着色目的の上塗りをかけることを推奨している。なお、このブラッシュブルエスに関しては、室内試験では十分な防錆効果があることが確認されており、これに加えて本工法で推奨するにあたって、現在一般財団法人土木研究センターの鴨川暴露試験場において、暴露試験も実施している。

(5) ブラストの品質

これまで実施してきた試験施工で実際にブラストを行った状態を写真 13 に示す。このように、ブラスト自体の品質としては申し分なく Sa2 1/2 から Sa3 相当の施工は可能といえる。

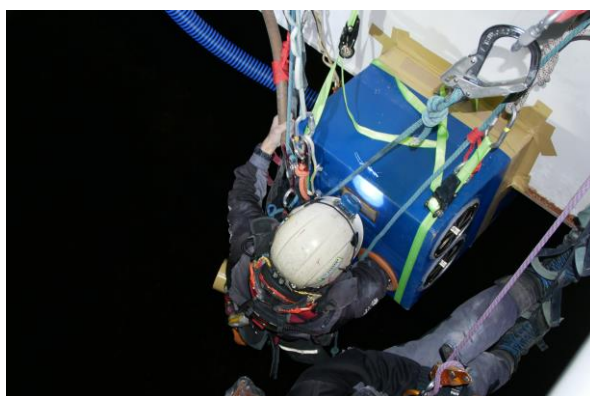
また、施工中の写真を写真 14 に示すが、粉塵の飛散等もなく施工が可能であった。



(1) 著しい局部腐食のブラスト後の事例

(2) 箱断面の下フランジ端部での施工事例

写真 13 ブラストの施工品質



(1) 箱断面の下フランジ端部の施工状況

(2) 鉸桁の下フランジ下面の施工状況

写真 14 スポットリフレ工法による施工状況

(5) 資機材の配置

スポットリフレ工法は人が機械足場や特殊高所技術を近接することで施工可能となるが、もう一つの適用条件として資機材の配置がある。施工個所にブラストホース等を引っ張るとして、橋梁下に十分な施工スペースがある場合は問題がないが、橋梁上に資機材を設置する場合、車線規制が必要となる場合もある。施工資機材の例を写真 15 に示す。資機材は施工規模やブラスト箇所までの距離に応じ

て選定し、施工個所の近傍に概ね 4t から 10t 程度のトラック一台を配置する必要がある。

4. 解決すべき課題と今後の展望

現状において解決すべき課題と今後の展望を以下に述べる。

(1) 施工速度

現在、スポットリフレ工法では、一日 8 時間の施工と考えた場合、3~4 か所の施工量が標準である。そこで、現在も飛散養生に関する時間を短縮する構造改良や施工訓練を継続し、更なる日あたり施工量の増加に向けた検討を行っている。

その中で、写真 16 に示すようにバキュームブラストを用いた施工も視野に入れている。

(2) 複雑な構造への対応

構造的に複雑なトラス橋やアーチ橋の格点部など、その構造がゆえに局部腐食が多数発生している箇所がある。このような場所を適正に養生してブラストが可能となるように、現段階の防護方法の改良を検討している。

(3) ブラスト困難部への対応

本工法はブラストによる素地調整を基本としているが、狭隘部などの場合にブラスト困難部が必ず発生する。その場合は、犠牲防食材を設置するなど、現地にアプローチする以上、最善の策を講じることができるよう、幅広い工法との連携を模索している。

(4) 適材適所への対応

本工法はブラストによる素地調整を基本としているが、腐食の程度が軽微な場合や、求められる耐久性能が小さい場合などは、手工具による 3 種ケレン相当との組み合わせも考えられる。この点も、基本はブラストとしつつも、ニーズに合わせて柔軟に他の工法と連携していくことを考えている。

5. おわりに

スポットリフレ工法は、新たな発想で現在のインフラ維持管理の課題解決に向けてアプローチしていく一つの手法である。この工法のみで全てを解決できるとは到底考えられない。今後、様々な発想が形となり、国内のインフラを効率的・効果的に維持管理できるイノベーションの誕生を望む。我々技術者は、子や孫の世代に良質なインフラを引き継ぐという使命に向かい挑戦し続けることが必要である。

最後に本工法の開発にあたっては、関係企業のみならず、大阪高速鉄道株式会社様、株式会社 ITW パフォーマンスポリマーズ&フルイズジャパン様、光海陸株式会社様をはじめ多くの方々の協力に支えられていることに感謝する。



写真 15 資機材の配置例



写真 16 バキュームブラストを用いた施工例