

横断歩道橋の塗装塗り替え工事における 湿式ブラスト併用による既存塗膜除去の報告

松山河川国道事務所 西条国道維持出張所 係長 星川 菜津美
松山河川国道事務所 西条国道維持出張所 所長 岡田 和美

有害物質を含む塗膜除去には、これまでは剥離剤を使用して除去していたが、確実な除去や施工性等に課題があった。そこで、ウエットブラストとオープンブラストの併用（2工程）により有害物質を含む既存塗膜を湿潤状態で除去して、素地調整（1種程度）を確保できる「ダブルブラスト」という工法により施工した。

キーワード ダブルブラスト、ウエットブラスト、オープンブラスト、剥離剤、塗装、既存塗膜除去、NETIS

1. はじめに

我が国の橋梁は高度経済成長期に建設されたものが多く、今後はそれらの高齢化が加速する。道路メンテナンス年報（2020年9月）によると、我が国には橋梁が約72万橋あり、このうち建設後50年を経過した割合は、2020年3月末現在では約30%であるのに対し、10年後には約55%となる。予防保全の観点から、限られた予算の中で効率的に補修を行うことでライフサイクルコストを低減し、構造物の長寿命化を図ることが求められている。

鋼橋、特に横断歩道橋における補修の代表的なものとして、塗装の塗り替えがある。桁等の鋼材に施される塗装には、鋼材表面に塗膜を形成することで、酸素や水、塩化物イオン等の腐食を促進させる物質を遮断する役割があるが、この塗膜は時間の経過とともに劣化していく。塗膜の劣化は、外観の悪化はもちろん、鋼材の防錆機能の低下を招き、鋼材の機能低下を引き起こすため、これを防ぐために塗り替えを行い、塗膜を再形成するものである。

塗装の塗り替えでは、塗装の前に既存塗膜の除去をして素地調整を行うが、この素地調整の仕上がり程度が、その後の塗装の寿命を大きく左右する。長寿命化の観点では、既存塗膜はできるだけ除去することが望ましく、そのためには乾式ブラストによる素地調整が最適とされていた。しかし、防錆剤として下塗りに鉛等の有害物質を含んだ塗料が用いられている場合があり、その場合は湿式による塗膜除去が厚生労働省の通達により定められた。湿式による塗膜除去は剥離剤を用いた工法が主流であったが、剥離剤工法も、剥離剤に含まれる化学物質に起因する労働災害が問題となっていた。また、塗膜除去

の確実性には疑義があった。

これらを背景に、安全かつ確実な塗膜除去を目指して「ダブルブラスト」という新たな塗膜除去工法が開発され、西条国道出張所管内の横断歩道橋の塗装塗り替え工事で採用された。本稿では、この「ダブルブラスト」による塗膜除去結果について報告する。

2. 対象橋梁

今回塗装塗り替えを行った横断歩道橋は、愛媛県四国中央市川滝町を通る国道192号線に建設された川滝横断歩道橋である（図-1）。平成4年に建設され、建設から29年目を迎える。川滝小学校の前にあり、川滝小学校の児童が通学でも日々利用している。この横断歩道橋について、令和2年度に塗装の塗り替えを行った。塗り替え前の川滝横断歩道橋を写真-1に、川滝横断歩道橋の諸元を表-1に、それぞれ示す。



図-1 川滝横断歩道橋位置図



写真-1 川滝横断歩道橋 (令和2年7月時点)

表-1 川滝横断歩道橋諸元

名称	川滝横断歩道橋
所在地	愛媛県四国中央市川滝町大字下山
橋長	L=17.1m
桁下高	4.8m
完成年次	平成4年
塗装面積	577㎡

3. 従来の塗膜除去工法とその課題

(1) 工法選定

前述のとおり、塗装塗り替えでは、塗装の前に既存の塗膜を除去する必要がある。この塗膜除去工法の選定にあたっては、既存塗膜の組成を把握して適切に工法を選定しなければならない。塗装時期によっては、既存の塗膜に鉛やクロム、PCB等の有害物質が含まれている可能性があるためである。土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン（案）（平成29年3月）の工法選定フローを図-2に示す。図-2に示すとおり、既存塗膜への有害物の含有の有無や工事上の制約等を考慮して、工法を選定していく。



*1：塗替え塗装系で定められた素地調整の仕上がり程度に適合するよう、必要に応じてブラストや動力工具での後処理を行う。

*2：湿式による塗膜剥離作業と同程度の粉じん濃度まで低減させる方策、作業者の安全確保、周辺環境の汚染防止策を確実に講じた上で作業を行う。

*3：工事上の制約とは、狭い部の施工の場合や第三者によってブラストの使用が容認されない場合などを意味する。

図-2 塗膜除去工法選定フロー

(2) ブラスト処理（乾式）

ブラスト処理（オープンブラスト）は、研削材を鋼材に高圧噴射することによる衝撃力で黒皮や錆、塗膜等を乾式で除去する方法で、従来より橋梁、船舶、車両などの新造時における素地調整に広く利用されてきた、最も一般的な工法である（写真-2）。ブラスト処理では1種ケレンの素地調整を行うことができるため、従来は、工事上の制約がない限り採用することが望ましい工法であった。

しかし、以下のような課題がある。

- ・塗膜を粉砕して除去するため、粉塵の飛散や騒音等が発生する
- ・既存塗膜に有害物質が含まれている場合、平成26年の厚生労働省の通達で湿式での剥離作業が定められているため、適用不可
- ・研削材も廃棄物となるため、廃棄物の処分量が増える



写真-2 ブラスト処理作業状況

(3) 塗膜剥離剤処理（湿式）

従来は乾式によるブラスト処理が一般的であったが、既存塗膜に有害物質が含まれる場合の塗膜除去工法として近年の主流になっているのが、塗膜剥離剤による湿式での塗膜除去である。塗膜剥離剤処理は、剥離剤を塗膜表面に塗布することで塗膜を溶解し、塗膜内部に浸透して塗膜を膨張・軟化させ、塗膜と鋼材との結合力を弱めて塗膜を除去しやすくするものである。結合力の弱まった塗膜は、最終的には剥離作業により手作業で除去される（写真-3）。剥離剤で結合力を弱めてから除去するため、除去作業は手工具で容易に行うことができる。よって、ブラスト処理の課題であった粉塵の飛散や騒音はかなり低減される。さらに、廃棄物は塗膜くずのみとなるので、処分量も減少する。

乾式ブラストにおける課題が解決された一方で、湿式での剥離剤工法にも、以下のとおりいくつか課題がある。

- ・剥離剤に含まれる化学物質による労働災害が発生（厚生労働省から注意喚起の文書も発出）
- ・一度の剥離剤塗布で塗膜除去しきれない場合があり、

その場合は剥離剤塗布や剥離作業を繰り返し行わなければならない

- ・繰り返し作業を行ったとしても、アンカーパターンに深く入り込んだ塗膜は除去できず、完全に塗膜を除去することができない
- ・剥離作業は手作業のため、作業員が塗膜（有害物質）に触れるリスクが高まる
- ・錆や黒皮の除去ができないので、別途、動力工具等での除去が必要
- ・適合気温条件があり、冬期の施工には適さない



写真3 塗膜剥離剤処理作業状況

4. ダブルブラストによる塗膜除去

(1) ダブルブラストの概要

従来の塗膜除去工法には、乾式ブラストにも湿式の剥離剤処理にもそれぞれ課題があり、確実性と安全性を同時に満たすことは難しいのが現状であった。そのような状況で開発されたのが、今回採用した「ダブルブラスト」という工法である。本工法は、従来の乾式処理と湿式処理を組み合わせた工法で、「ウエットブラスト（湿式）」と「オープンプラスト（乾式）」の2工程からなる。有害物質を含む既存塗膜であっても、湿式により確実な塗膜除去ができるということで、令和3年2月にNETISにも登録された技術である。

まずは第1工程として「ウエットブラスト」を行う。ウエットブラストは、オープンプラストにも使用される研削材と水を鋼材へ同時に高圧噴射させることで、従来のブラスト処理を湿式で行うものである（写真4）。水を同時に噴射させることで、塗膜くずの粉塵としての飛散を抑制することができる。また、ブラスト処理であるため、従来どおり既存塗膜は確実に除去することができる。

既存塗膜を確実に除去した後、第2工程として「オープンプラスト」を行う。既存塗膜はウエットブラストで除去されているが、水を使用しているため作業後に戻り

錆が発生し、その錆を除去するためである。ウエットブラスト後の鋼材は、錆は発生しているもののブラスト処理により既存塗膜は完全に除去されているので、乾式によるブラスト処理を行っても問題ない。ブラスト処理を行うことで、剥離剤工法の課題であった錆の除去も、安全かつ確実に行うことができる。結果、ダブルブラストによる塗膜除去で、1種ケレンの素地調整を行うことができるというものである。



写真4 ダブルブラスト（ウエットブラスト）作業状況

(2) 塗装塗り替え工事への適用

今回の川滝横断歩道橋の塗装除去について、横断歩道橋建設時の完成調書から既設塗膜への鉛含有が推察され、施工前の含有試験を行ったところ、鉛等の有害物質の含有が確認された。また、塗膜剥離試験を行うと、より効率的な施工のためには剥離剤処理は2回行うことが望ましいという結果も出た。これらのことから、受注者からの提案により、塗膜除去の確実性や経済性、作業性（施工日数短縮）等を考慮して検討した結果、「ダブルブラスト」が有効と判断し、「ダブルブラスト」にて施工を行った。施工にあたっては、周辺環境への影響に配慮した写真5のような足場を設置して作業を行った。作業員の安全確保のため、ブラストを行っている真下では片側交互通行規制も実施した。さらに、足場内は防災シート等で養生し、足場外への飛散防止対策や漏水対策、暴露防止対策を行った。また、作業員の安全対策として、ブラスト時は呼吸用保護具を着用して作業を行った。



写真5 足場状況

(3) 適用結果

ウェットブラスト後の鋼材の状況を写真-6に、オープンブラスト後の鋼材の状況を写真-7に、それぞれ示す。写真-6では、水を利用したウェットブラスト後であるため錆は残っているものの、既存塗膜が除去されていることが確認できた。ウェットブラストでは、同じ湿式の剥離剤工法と比較して、アンカーパターン等の細部にわたって塗膜を除去することができる。また、オープンブラスト後（写真-7）では、オープンブラストにより剥離剤では除去できない錆も除去されていることが確認できた。

塗膜除去により発生する塗膜くずについては、作業後の処分方法を決定するため、溶出試験の結果を把握しておく必要がある。塗膜除去を行う横断歩道橋の一部分で、あらかじめ同作業による塗膜除去を行い、発生した塗膜くず（研削材を含む）に対して溶出試験を行う。剥離剤による塗膜除去で発生する塗膜くずは、特別管理産業廃棄物としての処分が必須であった。しかし、今回の工事で行った溶出試験の結果では、塗膜くず中の有害物質含有量が基準値未満であったため、産業廃棄物（鉱さい）としての処理が可能となった。剥離剤を使用した場合と比較して処分量は増えるものの、産業廃棄物として処分することで安価な方法での処分が可能となった。

ダブルブラストによる既存塗膜除去後、5層の塗装を行い、川滝横断歩道橋の塗装塗り替えは完成した（写真-8）。

以上より、ダブルブラスト適用結果をまとめると、以下のとおりである。

- ・既存塗膜に有害物質が含まれていた場合、ウェットブラストにより、湿式で、かつ細部まで確実に塗膜除去できる
- ・機械作業となるので、作業員が塗膜（有害物質）に直接接触することがなく、安全性が向上する
- ・オープンブラストにより錆を完全除去でき、従来のブラスト同様、1種ケレンの素地調整ができる
- ・通年施工が可能
- ・ブラスト処理になるため、処分量が増える
- ・大型機材の設置場所が別途必要になる



写真-6 ウェットブラスト後の状況

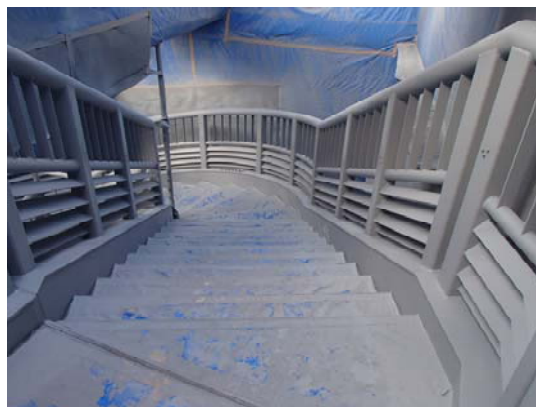


写真-7 オープンブラスト後の状況



写真-8 塗装塗り替え完成後の川滝横断歩道橋

5. おわりに

横断歩道橋の塗装塗り替えにおいて、ダブルブラスト工法によって有害物質を含んだ既存塗膜の除去を行った。既存塗膜に鉛等の有害物質が含まれていた場合の塗膜除去の基準（湿式での作業）を守りつつ、確実に効率的に塗膜を除去することができた。従来のブラスト同様、騒音が発生したり、大型機材の設置場所が別途必要になるといった課題はあるが、有害物質を含む既存塗膜除去において、ダブルブラスト工法は有効であると考えている。今年の2月にNETISに登録されたばかりの技術であるが、今後施工実績を増やし、有用な技術として広く認知されることを期待する。

冒頭で述べたとおり、今後は補修を必要とする道路構造物が増えていくことが予想される。生産性向上に繋がる有用な技術を取り入れながら、長寿命化に向けて適切かつ効率的な補修に努めたい。