

鉛を含む塗膜の素地調整工法について

宝塚土木事務所 道路第2課 職員 石川 滉太

キーワード 鋼橋、鉛、塗装塗替え

1. はじめに

橋梁等の鋼構造物では、機能を保持するために防食対策として塗装がなされている。「鋼道路橋防食便覧（以下防食便覧）」によれば、橋梁の塗装塗替えにおいて素地調整をブラスト処理（素地調整程度1種）し重防食塗装とすることがLCCに優れているとされている。しかし、旧塗膜に鉛等が含まれている場合、ブラスト工法では有害物質を飛散させてしまう事から、安全に塗膜除去するために塗膜剥離剤を用いるのがよいとされている。そのため塗膜に鉛等を含む鋼橋の塗装塗替えは、多くが剥離剤による塗膜の除去後にブラスト処理を行っている状況であり、費用がかさむ事が課題として挙げられる。

本論では、塗膜に鉛を含む橋梁の塗装塗替えについて、LCCを考慮した維持管理コストの減少に寄与することを目的とし、素地調整工法の選定方法を提案するものである。

表-1 素地調整程度と作業内容

素地調整程度	さび面積	塗膜異常面積	作業内容	作業方法	表面写真(例)	素地状態
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		鋼材
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%以下で旧塗膜が厚い塗装系の場合はソリッドブ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		さび 鋼材
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		さび 活膜 鋼材
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		活膜 鋼材

2. 素地調整について

素地調整とは、塗装に備えて表面を処理する事を指し、性能保持において塗装作業の中で最も重要な工程である。塗膜の劣化状態及び周辺環境等に応じて表-1から適正な素地調整方法を選択する。

また、素地調整程度が同じであっても、水を使用するか否かで乾式と湿式に分けられる(図-1)。

3. 鉛含有塗膜の乾式による施工の可否

3. 1. 法令の確認

有害塗膜の除去において、粉じんの発生をいかに抑えるかが課題となる。厚生労働省の通達では、鉛等の有害物が確認された場合、湿式による作業を実施することとしている。また、鉛中毒予防規則第四十条の一で「当該鉛業務は、著しく困難な場合を除き、湿式によること」と記載されている。しかし、解釈例規で「『著しく困難な場合』とは、サンドブ

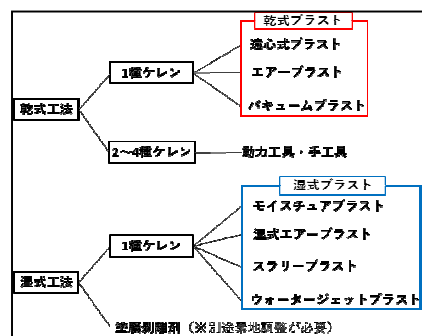


図-1 工法例

ラスト工法を用いる場合又は塗布面が鉄製であり、湿らせることにより錆の発生がある場合等をいう」と示されていることから、鉛を含む塗膜を有する鋼橋における乾式工法の採用は法令上において適合している。

### 3. 2. 安全対策

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いて、労働者の健康障害の防止および周辺環境への影響の軽減を図らなければならない。具体的な対策内容として、局所排気装置・全体換気装置・集じん装置・洗身装置（クリーンルーム）の設置や足場シート、防護服、呼吸用保護具等を利用し、作業環境を湿潤化させた場合と同等程度の粉じん濃度まで低減させた上で作業を実施する必要がある。

## 4. 工法選定の提案

コンサルタントによる補修設計成果では、防食便覧や厚労省通達を根拠とした湿式工法の採用を前提としているケースが多いが、3. 1より乾式による施工は法令上において適合している事から、「乾式による施工が湿式に比べ工事費用を抑えられる」といった仮設を立て、素地調整工法別での工事費用を算出し、比較検討を行なう。

### 4. 1. 積算モデル

表－2に示すとおり素地調整工法別に4モデルを想定した。なお、施工面積等の算出には、宝塚土木事務所管内の实在橋梁をモデルとしている。

表－2 積算モデル

	モデルA	モデルB	モデルC	モデルD
素地調整方法	ブラスト工法	塗膜剥離剤+ブラスト工法	塗膜剥離剤+動力工具と手工具の併用	動力工具と手工具の併用
素地調整程度	1種	1種	2種	2種
乾式・湿式	乾式	湿式+乾式	湿式+乾式	乾式
仮設工	吊足場・枠組足場・単管足場 板張防護・遮音シート 安全対策施設	吊足場・枠組足場・単管足場 板張防護・遮音シート	吊足場・枠組足場・単管足場	吊足場・枠組足場・単管足場 安全対策施設
処分項目	鉋さい+廃プラ混合物 = 汚泥	鉋さい、廃プラ	廃プラ	廃プラ
共通	橋梁型式：横断歩道橋（鋼製） 橋長 等：L=31.3m、W=1.9m 塗装系：重防食塗装（Rc） 塗装面積：570㎡ 使用単価：兵庫県土木工事積算基準(R2.11.1単価)、土木コスト情報、土木施工単価、建設物価・積算資料、過年度工事見積、Web情報			

ブラスト工法を用いるモデル A,B では、粉じんによる外部への影響を低減させる板張防護や、騒音対策として遮音シートを仮設工に計上している。また、乾式による施工であるモデル A,D では、作業員の安全対策として、安全対策施設費を一定額計上するものとした。処分項目について、旧塗膜は廃プラスチックとして処分し、ブラスト用の研削剤は鉋さいとして処分する。また、モデル A については旧塗膜と研削剤が混合する事になり、これは汚泥に分類される。いずれのケースにおいても、旧塗膜に鉛が含まれている事から、特別管理産業廃棄物の扱いとなるため「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」における取扱いに従い適正に処分することになる。

#### 4. 2. 設定条件

比較モデルの選定及び費用算出にあたり、下記の条件を設定している。

①旧塗膜に鉛が含まれている

鋼橋の塗装塗替えの場合、鉛、ポリ塩化ビフェニル(PCB)、六価クロム等の有害物質が各法令の定める基準値に適合しているかを確認するため、事前に含有量試験及び溶出試験を実施する必要がある。本論では鉛のみが検出されたものとしている。

②補修後の供用期間が20年以上（架け替えや撤去の予定がない）

長期に渡る供用を予定している場合、一般塗装系からの塗替えは重防食塗装とすることがLCCに優れている。そのため積算にあたってはモデルA～Dの全てを重防食塗装としている。また、塗膜の耐久性が大幅に劣る素地調整程度3種以下を除外している。

③湿式ブラストを除外

湿式ブラスト工法は、使用する水の飛散・漏洩などに対する対策や排水処理などが必要となり、全国的にも事例が少ないことから除外している。

④塗膜剥離剤の2回塗布

塗膜剥離剤の使用において、1回での塗布では塗装が全て剥離せず、複数回の塗布が必要となる場合がある。本論では筆者の工事経験から、最も事例が多かった2回塗布を基本としている。

#### 4. 3 比較結果

表-3に各工法の比較結果を示す。

表-3 比較結果

		モデルA	モデルB	モデルC	モデルD
素地調整程度		1種	1種	2種	2種
施工能力		○	△	×	×
粉じん		×	△ 有害物質を含まない	○	○
騒音		×	×	△	△
経済性	概算工事費	27,320,700円(1.0)	44,564,300円(1.63)	33,830,500円(1.24)	15,810,300円(0.61)
	期待耐用年数	○		○～△ 鋼材面に錆が発現していない場合、塗装内容が同じ1種ケレンと同様の年数が期待できる	○～△ 鋼材面に錆が発現していない場合、塗装内容が同じ1種ケレンと同様の年数が期待できる
適用不可条件		狭あ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		なし	旧塗膜がA,a塗装系

塗替前の発錆量が多い場合、平面方向への広がりと共に深さ方向にも進むため、2種ケレンでは凹部の素地調整が不十分となり耐用年数が短くなる。鋼橋塗膜の寿命については、上記の他にも劣化の要因が多数あり、その作用は複雑であることから、一律的な判定は大変困難とされている。そのため、今回は1種ケレンを基準とした場合の簡単な比較に留めている。

防食便覧より旧塗膜がA, a 塗装系<sup>\*</sup>の場合、モデルDの採用が出来ない。

※塗装系とは防食便覧で規定された塗料を用いて組み合わせたものを指し、それぞれの仕様により A, a~D, d の塗装系に分類される。

表-4 各工法の総評

モデルA	周辺環境への影響が少ない等、ブラストが使用可能な箇所に適用する 鋼材面の錆が軽微かつ、旧塗装系がA,a以外の場合はモデルDが経済的に有利
モデルB	費用が高く非経済的であることから、 <b>選択しない事が望ましい</b>
モデルC	ブラストが使用不可の場合に適用する
モデルD	施工費用が最も安い。鋼材面の錆が軽微である場合に適用する

5. 考察

前項で比較した工法の総評を表-4に示す。また、総評をもとに鉛を含む鋼橋の素地調整における工種選定のフロー案を図-2のとおり提案する。

ブラスト工法の採用は、法令上適合しているものの、必要十分な安全対策のラインが不明瞭であるため、DID 地区であるかどうかや、現場周辺の民家数等を判断材料とし、第三者への影響が少ない箇所での適用が望ましい。

本フロー採用における課題として、下記3点が挙げられる。

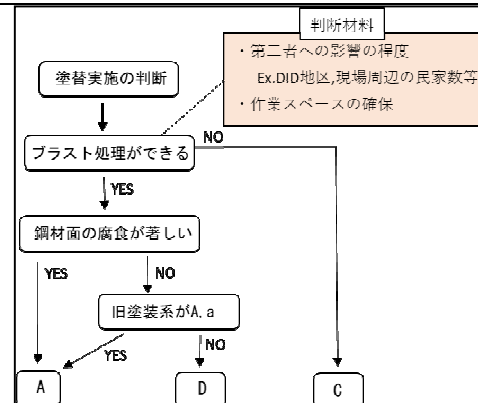


図-2 素地調整工法の選定手順案

①「鋼材面の腐食が著しい」の判断基準の設定

錆の発現状況は部材毎に異なる場合が多く判断が難しい。ブラスト処理の採用が難しい場合でも、従来の動力工具と同程度の施工性を持ちブラスト面が形成できる「ブラスト面形成動力工具」を用いるなど、現場毎に柔軟な対応が求められる。

②動力(手)工具は大規模施工に向いていない

素地調整程度 2 種に用いられる動力工具・手工具は施工性が悪く大面積の施工には不向きであることから、工期が長引く場合があることや、施工規模による工事費補正もないため入札不調となる懸念がある。

③鉛を含む鋼橋において、モデルDの採用実績が少ない

モデル A での施工実績は数多く報告されているものの、モデル D の実績を見つけることが出来なかった。鋼橋である場合、鉛中毒予防規則の解釈例規に該当するため法令上問題はなく、ブラストに比べ粉じんの発生も少ないが、作業員の安全確保を徹底する必要がある。

6. おわりに

今後、橋梁修繕に伴う塗装塗替え工事が引き続き取り組まれることから、維持管理費用の抑制がより一層求められる。

通達本来の目的である作業員の健康障害の防止や周辺環境への影響の軽減を第一に考えなければならないが、湿式施工を前提とするのではなく、今後の維持管理を効率的に行なうために経済性を考慮した最適な工法を選択することができるようになることを願う。