

## 第2章 土木鋼構造物塗替え塗装における素地調整へのレーザークリーニングの適用

### 2.1 塗替え塗装における素地調整

#### 2.1.1 土木鋼構造物の塗替え塗装と素地調整の重要性

橋梁や水門・ダムゲート等の土木鋼構造物においては、鋼材を腐食から守ること（防食）を主目的として塗装されることが多い。土木鋼構造物は一般に、供用中に種々の環境因子（紫外線、水、酸素、熱など）に曝されるため、その塗膜はこれらの環境因子の影響を受けて時間の経過とともに劣化し、光沢の減少や色彩の変化といった景観・美粧性能の低下のみならず、防食性能も低下していく。塗膜の防食性能が低下すると、塗膜内部に拡散・浸透した水、酸素、塩分などの鋼材を腐食（促進）させる因子の蓄積によって塗膜下で鋼材の腐食が生じ、やがて板厚の減少とともに部材の力学性能の低下が引き起こされる。したがって、土木鋼構造物において腐食による力学性能の低下を未然に防ぐためには、適切な時機に塗替え塗装を行って塗膜の防食性能を一定以上に保つ必要がある。

塗替え塗装とは、劣化して性能が低下した塗膜やさび等を除去し、新たな塗膜層を形成するまでの一連の作業の総称である。ここで、土木鋼構造物の塗替え塗装における一般的な作業工程の例を図 2.1.1 に示す。

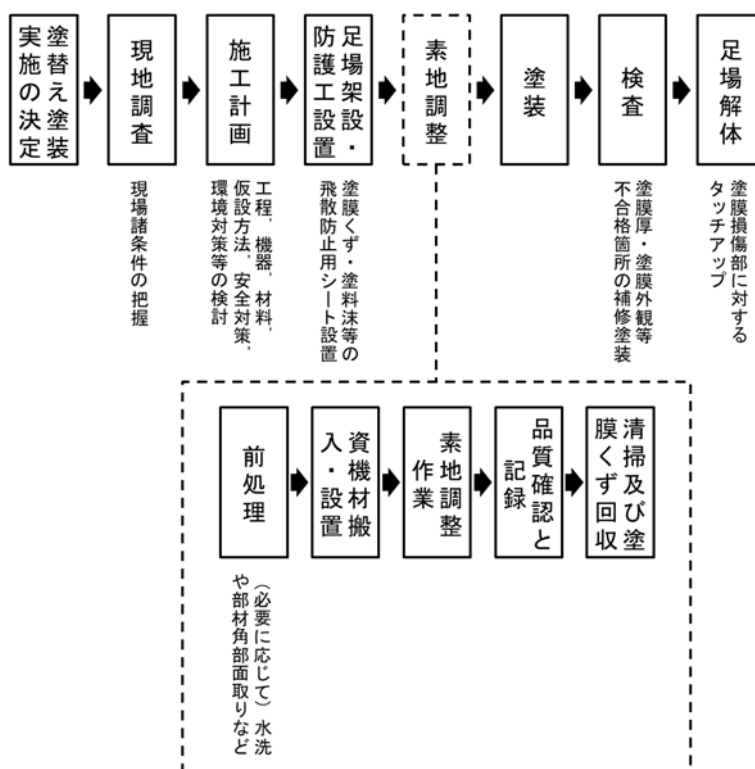


図 2.1.1 土木鋼構造物における塗替え塗装の作業工程の例 <sup>1)</sup>をもとに作成

塗装の防食性能は、塗膜が鋼材面に確実に付着していることが大前提となる。塗膜と鋼材との間にさびやミルスケール（黒皮）、劣化した塗膜、空気、水、塩分等の異物が介在していたり、鋼材表面の粗さが小さかったりすると、付着性に優れた塗料であっても鋼材への付着が不十分とな

り、塗膜を透過してくる大気中の水分や酸素が塗膜／鋼材界面に容易に蓄積し、塗膜の膨れ、われ、剥がれ、鋼材腐食の早期発生につながってしまう。したがって、鋼材表面に塗膜が良好に付着するよう、塗装に先立って塗料を塗付する面（被塗装面）のミルスケール、さびなどの付着に有害な物質を除去して清浄にし、なおかつ、鋼材表面に適切な粗さを与えるための前処理工程が塗膜性能を確保する上で非常に重要となる。この工程が「素地調整」である。

既往の研究などから、塗膜の寿命を左右する要因には環境や被塗物の材質、素地調整品質、塗料品種、塗装方法、塗膜厚など様々あるが、中でも素地調整の品質による影響が5割程度を占めるとも言われている<sup>2)</sup>。

## 2.1.2 塗替え塗装における素地調整の代表的な工法と作業内容

素地調整の工法には、ブラストや動力工具、手工具等による物理的工法と、酸洗いやりん酸塩皮膜処理等の化学的工法があり、対象部位や規模、表面状態、目標とする仕上がり状態、作業条件、現場条件等の要因を考慮して選定されている。

土木鋼構造物の塗替え塗装は、小型の水門扉等の例外を除き、通常は構造物が設置された現場での作業となるため、現場条件によって適用できる素地調整工法に制約が生じる場合がある。また、塗替え塗装では様々な表面状態（たとえば、既存塗膜の劣化程度や鋼材の腐食程度、飛来塩分による汚染程度など）が混在した対象物を処理しなければならず、これらに応じて素地調整工法や処理する程度を変えていく必要がある。

土木鋼構造物の塗替え塗装では物理的素地調整工法が広く適用されており、代表的なものにはそれぞれ表 2.1.1 に示す特徴がある。通常は、既存塗膜の劣化状態や鋼材の腐食状態、構造物が設置された環境条件、構造物の期待耐用年数等をもとに塗替え塗装系が選定され、塗替え塗装系の要求を満足する仕上がり程度が得られるよう、表 2.1.2 に例示する作業が行われている。

表 2.1.1 物理的素地調整工法の比較 <sup>1)</sup>をもとに作成

項目	ブラスト処理	動力工具処理	手工具処理
概要	研削材を高速で処理面に投射し、その衝撃力でさびや塗膜などを除去するとともに、鋼材表面に粗さを形成させる	電気あるいは圧縮空気により駆動する動力工具を用いて鋼材面を研磨し、さびや塗膜などを除去する	力棒、ハンマー、ワイヤーブラシ等を用いて手作業により、脆弱なさび等を除去する
代表的な工法・工具	乾式ブラスト（エアブラスト、バキュームブラスト、遠心式ブラスト等） 湿式ブラスト（モイストエアブラスト、湿式エアブラスト、スラリーブラスト等）	ディスクサンダー（ペーパー、研削砥石）、カップワイヤホイール、ダイヤモンド付ステンレス製工具、縦回転式動力工具、エアハンマー、スケーリングマシン等	力棒、細のみ、鋏かき、ケレンハンマー、ワイヤーブラシ等
仕上がり	鋼材の露出と共に適度な粗度の付与が可能	鋼材の露出は可能であるが、緻密なミルスケールやジンクリッチペイントの完全除去、粗度の付与は困難	鋼材の露出や粗度の付与は困難
施工効率	施工効率に優れ、大面積の処理に適している。平面への施工性は良好だが、複雑な形状の部位では施工効率が劣る	ブラスト処理よりも施工効率に劣り、大面積に対する施工には適さない	単独では多大な労力が必要になるため、ごく小面積の場合や他の素地調整工法の補助工法として用いられる
必要となる資機材等	大型の装置や多量の研削材を必要とし、運搬車や装置の配置、ホースの長さ等を考慮する必要がある	小型の工具と動力源となる電気コードやエアホースが必要	工具のみで大型の装置等は必要としない

表 2.1.2 鋼道路橋の塗替え塗装における素地調整程度と作業内容の例<sup>3)</sup>

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塗装系の場合はジंकリッチプライマーやジंक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

従来、土木鋼構造物の塗替え塗装では手工具と動力工具との併用による素地調整が主流であったが、近年では構造物の長寿命化のため、塗替え塗装においてもジंकリッチペイント層を有する重防食塗装系が採用されるケースが増えつつあり、これに伴ってブラスト処理による素地調整の適用事例も増加してきている。

ブラスト処理は他の工法と比べて施工効率に優れ、大面積の処理に適しているとともに、得られる処理面は清浄度および表面粗さ共に、塗装の下地として現状では最も優れている。一方、手工具あるいは動力工具による素地調整は施工効率が悪いため、構造物全体にわたってさびや旧塗膜を除去し鋼材面を露出させる作業には適さない。そのため、手工具や動力工具による素地調整では、さび、われ、膨れ等が発生した塗膜不良部のみ除去して鋼材面を露出させ、それ以外の健全な塗膜（活膜）部分については、塗膜表面の粉化物や付着物を除去し、軽く面を粗す程度にとどまる。

### 2.1.3 素地調整の品質と評価

前述のとおり、塗替え塗膜の防食性能は素地調整の品質に大きく左右されるため、適切に管理する必要がある。素地調整、特にブラスト処理面の品質は、清浄度や表面粗さなどの指標に基づいて管理される。これらの試験・評価方法はISO 8501, 8502, 8503 シリーズや、JIS Z 0313: 2004 「素地調整用ブラスト処理面の試験および評価方法」等で規定されている。

#### (1) 清浄度

素地調整における処理面の清浄度とは、JIS Z 0310: 2016 「素地調整用ブラスト処理方法通則」において「鋼材表面を処理した後の、被覆の付着を阻害するミルスケール及びさび、並びに塩類、油分などの汚れの除去程度」と定義されている。その評価方法には目視による方法と、測定器具による方法がある。

目視による方法についてJIS Z 0313 では、処理前の鋼材表面におけるミルスケールの付着やさ

びの発生程度「さび度」と、ブラスト処理による仕上げ程度「除せい度」を、ISO 8501-1 および ISO 8501-1 Supplement（追補）の代表写真と比較し、それぞれ表 2.1.3、表 2.1.4 に示す 4 段階で評価することとしている。なお、ISO 8501-1 では、手工具・動力工具による処理面の目視評価基準も（表 2.1.4）示されている。鋼道路橋の塗替え塗装における素地調整程度 1 種（表 2.1.2）の仕上がり状態は、除せい度 Sa 2 1/2 を標準として管理されている。

表 2.1.3 JIS Z 0313（ISO 8501-1）に規定されるさび度

さび度	鋼材表面の状態
A	大部分が固いミルスケールで覆われ、さびは、あってもごくわずかである。
B	さびが発生し始めており、ミルスケールは、はく離し始めている。
C	全面がさびに覆われ、ミルスケールは、あっても容易にかき落とせる。
D	全面がさびに覆われるとともに、鋼材素地面にかなりの孔食が認められる。

表 2.1.4 JIS Z 0313（ISO 8501-1）に規定される除せい度

分類	除せい度	鋼材表面の状態
ブラスト処理面	Sa 3	目視上清浄な鋼材を得るためのブラスト処理 拡大鏡なしで、表面には、目に見えるミルスケール、さび、塗膜、異物、油、グリース及び泥土がなく、均一な金属色を呈している。
	Sa 2 1/2	さらに十分なブラスト処理 拡大鏡なしで、表面には、目に見えるミルスケール、さび、塗膜、異物、油、グリース及び泥土がない。残存するすべての汚れは、そのこん跡がほん（斑）点又はすじ状のわずかな染みだけとなって認められる程度である。
	Sa 2	十分なブラスト処理 拡大鏡なしで、表面には、ほとんどのミルスケール、さび、塗膜、異物、目に見える油、グリース及び泥土がない。残存する汚れのすべては、固着している。
	Sa 1	軽いブラスト処理 拡大鏡なしで、表面には、弱く付着したミルスケール、さび、塗膜、異物、目に見える油、グリース及び泥土がない。
手工具・動力工具処理面	St 3*	さらに十分な手工具・動力工具処理 St2 と同様であるが、素地から発せられる金属光沢を呈するまで、さらに十分に処理する。
	St 2*	十分な手工具・動力工具処理 拡大鏡なしで、表面には、弱く付着したミルスケール、さび、塗膜、異物、目に見える油、グリース及び泥土がない。

\*手工具・動力工具処理面の除せい度は ISO 8501-1 による。

一方、測定器具を用いた清浄度の評価としては、「表面付着塩類」や「表面付着粉じん」などが行われている。

海浜地域や凍結防止剤散布地域に架設された塗装鋼構造物では、部材に付着した塩分により、下地の鋼材が著しく腐食している場合がある。このようにして生成されたさびには、塩分が高濃度で含まれていることが多い。素地調整の際に、塩分を含むさびを十分に除去しないまま塗装を

行くと、早期に膨れ等の塗膜異状が発生し、期待する寿命を満足できないことが知られている。

このため、素地調整後の処理面に塩分の残存が懸念される場合には、付着塩分量を測定し、十分に低い水準まで除去できたことを確認した上で塗装する必要がある。表面付着塩類の測定にはガーゼ拭き取り法、電導度法、ブレッセル法などが利用されている（表 2.1.5 参照）。

素地調整処理面に付着した粉じんも、付着塩類と同様に塗替え塗膜の付着力を低下させる要因となる。表面付着粉じんの評価は、素地調整後の処理面にセロハン粘着テープを貼り付けた後、テープを剥がし、テープへの粉じんの付着量を標準図と比較する方法で行うことができる。

表 2.1.5 表面付着塩類の代表的な測定方法

測定方法	概要	特徴
ガーゼ拭き取り法	表面の塩分をガーゼで拭き取り、純水に溶解させ、塩化物イオン検知管によって測定する方法。検知管内のクロム酸銀が塩分と反応して白色化することを利用している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定面積が広く、採取試料量も多いため検知管で塩化物イオン量を測定しても誤差が少ない。</li> <li>濡らしたガーゼで測定面から塩分を拭い取るため、測定面の状態によっては十分に試料採取ができず、測定値が不正確となりやすい。</li> </ul>
電導度法	表面に付着している塩分を純水に溶出させ、この塩分溶出液の電気伝導度を測定し、塩分濃度に換算して塩分量を求める方法。この方法では、水に可溶性電解質（塩化物、硫酸塩、硝酸塩等）の総量を定量している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定面から塩分を溶出させ測定するため、測定値が素材の状態に左右されにくい。</li> <li>純水の補充のみで継続して繰り返し測定が可能。</li> <li>測定面積が小さく局所的な測定となるため、測定箇所数を多くする必要がある。</li> <li>測定器を磁力で測定面に密着させる必要があるため、腐食により表面の起伏が大きくなった部位などでは、測定が困難。</li> </ul>
ブレッセル法	測定部位に測定セルを貼り付け、純水を注射器によって注入し塩分を溶出させる。注射器で試料液を抜き取り、塩化物イオン検知管等によって測定する方法。	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定面から塩分を溶出させ測定するため、測定値が素材の状態に左右されにくい。</li> <li>測定面積が小さく局所的な測定となるため、測定箇所数を多くする必要がある。</li> <li>測定終了後に測定セルを除去する際に粘着剤が測定面に残りやすい。</li> <li>測定セルが消耗品であるため、コストがかかる。</li> </ul>

## (2) 結露の可能性

ブラスト処理された鋼材面はさびの発生が早いいため、ブラスト後はできるだけ速やかに塗装することが推奨されている。ブラスト施工後から第 1 層の塗付作業までを、4 時間以内として管理する場合が多い。相対湿度が高く、鋼材表面温度と気温の差が大きい場合は結露が生じやすく、ブラスト処理した鋼材表面に赤さびが浮き出る「ターニング現象」が短時間でも容易に起きる。さらに、結露が生じやすい状態で塗装すると、塗膜剥離や「はじき」などの塗膜欠陥の原因となる。したがって、素地調整作業時に相対湿度の測定や、露点温度及び鋼材表面温度の測定を行うことで、結露の可能性が十分に低いことを確認することも、素地調整の品質を確保する上で重要であると言える。

## (3) 表面粗さ

塗替え塗装時の素地調整の目的の一つは、塗替え後の塗膜付着力を確保するために、被塗装面

に適度な表面粗さを付与することである。被塗装面に適度な表面粗さが形成されることにより、鋼材の表面積が大きくなり、塗膜の投げよう効果（塗膜が鋼材の粗面に機械的にかみ合うこと）によって、塗膜と鋼材との密着度を向上させる働きも得られるため塗膜性能は向上する。一方、表面粗さが大きすぎると塗膜の被覆が不十分となり、防食性の低下が懸念されるため、適切に管理する必要がある。表面粗さの評価には、「比較板との比較方法」や「触針式測定方法」などが利用されている。

## 2.1.4 素地調整にまつわる現状の課題

### (1) 既存塗膜に含まれる有害物質

従来は手工具と動力工具との併用による素地調整が主流であり、不良部（さび、割れ、膨れ等）のみ除去し活膜（健全な塗膜）を残す方法が長年にわたって行われてきた。そのため、構造物の中でも腐食しにくい部位や、塗膜劣化しにくい部位などでは、塗替え塗装のたびに既存塗膜の上に新しい塗膜が塗り重ねられてきた。このような塗替えが繰り返されてきた構造物では、現存の塗膜構成の中に、古い時代に塗装され既に廃止されている塗膜が残っている場合が多い。

かつて鋼構造物塗装に用いられていた塗膜には、鉛化合物やクロム化合物、ポリ塩化ビフェニル（Polychlorinated biphenyl, PCB）、コールタールなど、人体に有害な物質が含まれている場合があり、これらが廃止され、使われなくなった現在でもなお、塗替えの際に特別な配慮が必要となる場合がほとんどである。表 2.1.6 に、塗替え塗装の際に既存塗膜に含まれている可能性のある、

表 2.1.6 既存塗膜に含まれている可能性のある有害物質

有害物質	毒性	塗料製品における利用形態	適用法規
鉛化合物	畜毒性があり、血中濃度が一定以上になると、慢性中毒による貧血、腹部症状、神経症状等を引き起こす。	鉛丹、亜酸化鉛、一酸化鉛、シアナミド鉛、塩基性クロム酸鉛などの形態で、従来の塗料用原料の中に着色顔料、防錆顔料、硬化促進剤などとして多く使用されていた。	鉛の質量分率が 0.06% を超える塗膜の素地調整作業は「鉛中毒予防規則」の適用を受ける。
クロム化合物	クロムの単体および三価クロムは無害であるが、六価クロムの化合物は極めて毒性が高い。発がん性があり、鼻腔から長期間吸引することで鼻中隔穿孔と言われる症状を引き起こす。	鉛と同様に、従来の塗料原料中に多く含まれていた。	クロム酸又はクロム酸塩の質量分率が 1% を超える塗膜は「特定化学物質（第二類物質）」となり、その素地調整作業は「特定化学物質障害予防規則」の適用を受ける。
ポリ塩化ビフェニル (PCB)	脂肪に溶けやすく、体内に徐々に蓄積される。皮膚や爪に色素が沈着し、塩素ざ瘡ができる等皮膚への影響や、神経障害、肝機能障害を引き起こす。	昭和 41 年から昭和 47 年まで製造された塩化ゴム系塗料の一部に可塑剤として使用されていた。	PCB の質量分率が 1% を超える塗膜は「特定化学物質（第一類物質）」となり、その素地調整作業は「特定化学物質障害予防規則」の適用を受ける。
コールタール	コールタールに含まれるベンゾ[a]ピレン等の化学物質は、ヒトに対する発がん性が指摘されている。	主原料の一つとして、タールエポキシ樹脂塗料に使用されていた。	コールタールの質量分率が 5% を超える塗膜は「特定化学物質（第二類物質）」となり、その素地調整作業は「特定化学物質障害予防規則」の適用を受ける。

主な有害物質についてまとめた。

従来の素地調整工法は塗膜を粉砕して除去することから、粉砕され微細化した塗膜くずやブラスト研削材が粉じんとなり飛散するため、作業者の暴露防止や周辺環境の汚染防止のための対策が必須となる。特に、既存塗膜に有害な物質が含まれている場合には厳重な対策が求められると共に、作業に伴い排出される有害物質を含んだ廃棄物の適切な処分も必要となる。これらの塗料が使用された鋼構造物の塗替え塗装では有害物質を定量的に把握し、塗装作業者の安全と周辺環境の保全、並びに塗膜くずの保管や廃棄に適切な処置を講じなければならない。

最近では、有害物質を含む塗膜粉じんの飛散防止のため、各種の湿式ブラスト処理工法の他、塗膜剥離剤工法や電磁誘導加熱式被膜剥離工法などの新しい塗膜除去工法の現場実装が検討され、普及しつつある。

## (2) 素地調整困難部位

一般に、既設鋼構造物の塗替え塗装は構造物が設置された現場での作業となるため、工場塗装時よりも作業条件（施工時の気温・湿度、作業空間、工期等）が悪くなりやすい。中でも、構造物の部位による影響は大きく、素地調整作業や塗装作業が困難（不可能）となる場合がある。代表的な素地調整困難箇所には、部材が輻輳している箇所や、狭あいでの手の届きにくい箇所、高力ボルトやリベットが多用された現場接合部などが知られており、このような箇所では塗替え塗装後の早期に再劣化することが多い。特に、海浜地域や凍結防止剤散布地域に架設された鋼構造物では、塩分が蓄積された錆が形成されていることが多く、素地調整工程においてこれらを十分に除去できないと、残存塩分の影響によって塗替え塗膜の寿命は飛躍的に短くなる。

素地調整の品質確保が困難な場合の対策技術として、塩化物イオンを固定化する機能を持つ新たな鋼材補修用塗料や、レーザー照射によるクリーニング技術等の開発が進んでいる。レーザー照射によるクリーニングでは、塗膜や錆の除去と同時に塩分の除去ができるばかりでなく、機器も比較的軽量で粉じんの飛散が少ないなど、作業員の身体への負荷も小さいとされている。また光が当たれば処理できるため、狭あい部などへの適用性も従来工法に比べて高いものと考えられる。すでに、レーザーを用いた除せい度の測定法が JIS Z 2358 として発行されるなど、周辺環境の整備も進みつつある。技術の特性を把握したうえで、適切に活用されていくことが期待されている。

## 2.2 レーザークリーニング適用のメリット

洗浄工程に用いられる従来技術と比較したレーザークリーニング技術の特徴は、**図 2.2.1** に示すように、溶剤、水などを用いないドライ環境でのクリーニングであり、二次廃棄物の処理を必要とせず、機械的な切削とは異なり、非接触加工であるため、処理条件を適正に選定することにより、母材への影響を最小限にすることができる。橋梁における錆や汚染物の除去に関しても、これらの特徴は有用である。

また、化学洗浄などでマスクングにより対応が必要な非施工部の処理も、レーザーを任意範囲でスキヤニングすることにより、前処理なしにクリーニングを行える利点があり、このような工程では、大幅な生産性向上、コストダウンが可能である。これらのメリットを活かし、溶接前の脱脂や塗装、酸化膜の除去処理、溶接後の溶接焼けのクリーニング、管型や部品表面の錆取り、塗装膜やメッキ層の除去、および原子力プラントの除染など幅広く適用され始めている。このよ

うな適用例の拡大は、装置の開発に対して、有用である。

- (1)水・薬剤・プラスト材を使用しない  
光エネルギーのみを使用するため二次的廃棄物が出ない
- (2)ドライプロセス  
衛生的な環境の保持
- (3)母材にダメージを与えない  
母材の損傷なしに表面層の除去が可能(最適条件)
- (4)非接触  
光エネルギーであるため非接触での除去が可能
- (5)騒音が少ない  
作業環境及び周辺環境への騒音低減
- (6)高精度コントロール・表面層の一部の除去が可能  
対象物の形状に合わせた光学設計が可能  
従来のマスキング方式から、塗装後のクリーニングとすることで生産性が向上
- (7)低ランニングコスト  
家庭用100V電源で稼働、二次的廃棄物なし
- (8)自動化への対応  
ロボットによる一括処理が容易で、前処理工程の削減可能

(a) レーザークリーニングのメリット

洗浄方法	メリット	デメリット
薬液超音波 洗浄	• 汚れが隅々まで落ちる	• 廃液処理が必要 • 表面を傷つける
サンド ブラスト	• 扱いやすい	• 表面を傷つける • 粉塵
ドライアイス ブラスト	• 製造現場での洗浄が可能	• 洗浄能力が低い • 騒音 • ランニングコスト
洗浄 ゴムシート	• 製造現場での洗浄が可能	• 洗浄能力が低い
レーザー	(a)参照	• 初期コスト • 光が当たらない場所は除去できない

(b) 従来技術のメリットとデメリット

図 2.2.1 各洗浄技術のメリット・デメリット

2.3 レーザークリーニング適用の課題

レーザークリーニング技術を適用した装置開発において、橋梁分野への適用上の課題の概要を以下にまとめる。

2.3.1 装置の選択指針

(1) レーザー発振器及びレーザー出力の選定

除去対象（塗装、錆など）、除去面積、目標除去速度、仕上がりの除去表面の状態（表面粗さ、酸化の状況）に応じて、レーザー発振方式や最大レーザー出力などの発振器の仕様を決定することが必要である。

(2) 環境に応じた装置寸法・重量、冷却方式の選定

(1)にて決定した仕様により、寸法や重量、冷却方式に制限がある場合がある。レーザー出力が大きくなると水冷が必ず必要となり、装置寸法や重量が大きくなることが多い。特に可搬性が求められる場所では、施工場所の環境に応じた装置の選定およびそれに伴う装置設置場所の検討を行う必要がある。



### 2.3.2 安全性の向上

今後の橋梁分野への適用拡大に関しては現場施工が中心となることから、工場で施工する場合とは異なるレーザー管理区域の設置方針や安全管理体制を明確にしておく必要がある。

これらは、各レーザーメーカーが、統一したレーザー取扱操作基準、及び安全ライセンスに認証を与える基準を作成していく必要がある。また、これらの基準だけではなく、より施工現場に適用できる安全装置の開発が急務である。一例としては、人感センサによる補助機能の付与などの安全装置を積極的に搭載することにより、より安全性を担保していくことが課題である。

### 2.3.3 塗替塗装の耐久性

2.1.4 で述べたように、素地調整の品質確保が困難な場合の対策技術として、レーザークリーニング技術が注目されている。レーザークリーニングは、塗膜や錆の除去と同時に塩分の除去ができ、粉じんの飛散が少ないなどの利点があり、また、狭あい部などへの適用性も従来工法に比べて高い。しかし、レーザークリーニングを素地調整として適用し、塗替塗装を実施した場合、現状で素地調整方法として用いられているブラストや動力工具と比較して、防食塗装の耐久性がどの程度であるのかについては、把握できていない。レーザーを用いた除せい度の測定法が JIS Z 2358 として発行されており、除せい度の評価はできるが、レーザークリーニング技術で塗膜および錆を除去する場合は、鋼材表面に酸化皮膜が形成されるという報告<sup>5)</sup>もあり、また、レーザークリーニング後の鋼材表面粗さは従来工法と異なるため、レーザークリーニングを塗替塗装の素地調整として利用する場合は、これらが塗膜の耐久性にどのような影響を与えるのかについて、明らかにしていく必要がある。