

# レーザー光による塗膜除去装置

株式会社トヨコー

代表取締役社長 豊澤 一 晃

光産業創成大学院大学

学長 加藤 義章

(株)トヨコー 代表取締役

豊澤 一 晃

(株)トヨコー 取締役会長

豊澤 弘 康

(株)トヨコー 浜松研究所

前橋 伸 光

光産業創成大学院大学 光エネルギー分野

藤田 和 久

光産業創成大学院大学 光加工・プロセス分野

沖原 伸一朗

## はじめに

高度成長期の60年代から80年代に多く建設された橋梁等の社会インフラの老朽化が問題となっている。橋梁の寿命と言われる建設後50年以上を経過する施設が今後20年で60%以上に増加すると予想される。

これらのインフラの維持管理には、古い塗膜や錆落とし等の塗装素地の下地処理としてケレン処理を行い、再塗装を施すことが必要になる。しかし、現行のケレン処理では、大型装置であるブラスト処理や動力工具等による作業が行われており、有害物質を含む粉塵の飛散、産業廃棄物の増加、騒音及び下地処理の不備による早期劣化等が問題となっている。

また、大型インフラの多くは、これまで2種・3種ケレン(劣化塗膜や錆だけをディスクサンダーやスクレイパーなどで削るレベル)で塗り替えを行ってきた。橋梁などの鋼構造物の主な維持延命手法は塗装の塗り替えにより防食性能を確保することであるが、現状は、年々塗り替え周期が早くなり維持管理レベルが低下してきている。その原因は下地処理の不備と言われてお

り、1種ケレン(ブラスト処理)レベルの塗膜と錆の除去のニーズが高まっている。

## 開発のねらい

これらの諸問題を解決するため、株式会社トヨコーでは、光産業創成大学院大学と連携して、発展著しい高出力レーザー技術の利用に着目し、従来のブラスト処理に替わる1種ケレンレベルで塗膜除去が可能なレーザー光による塗膜除去装置(以下、本装置という)の開発に着手した。

## 装置の概要

本装置は、レーザー光を用いたハンディ型塗膜除去装置である。図1に本装置の外観を示す。作業員が安定して両手で操作できるよう、長さ



長さ:360mm 直径:88mm

重さ:約2kg

シンプルな円筒状構造で小型軽量

図1 本装置の外観

表1 レーザー光による塗膜除去とブラスト処理との比較

	本装置による施工	ブラストによる施工
粉塵の飛散	極めて少ない	多い
産業廃棄物	ブラストの1/100以下	多い
処理中の騒音レベル	低い	高い
作業員の負担	軽い	重い
有用な施工箇所	狭隘部 形状の複雑な箇所	広範囲 比較的平坦な箇所
原理の比較	<p>レーザー光</p> <p>塗膜 下地</p> <p>熱加工 (溶融・蒸散 熱破砕)</p> <p>産廃量抑制 (ブラスト比:1/100以下)</p>	<p>研削材</p> <p>物理的破壊</p> <p>多量の産廃</p>

360mm、円筒径 88mm のシンプルな円筒状とし、レーザー光を透過・屈折するためのレンズとプリズム、そしてプリズムを回転させるためのモーターからなる構造である。

レーザー発振器から出射したレーザー光がレンズ、プリズムを透過・屈折しながら装置中央を通過できるよう、中空モーターを用いてプリズムを回転させる。装置の重量は約 2kg と小型軽量である。また、比較的安価な近赤外線（波長 1 $\mu$ m）連続波ファイバーレーザーを採用して、500W から 2kW 以上の広範囲の出力を可能にしている。

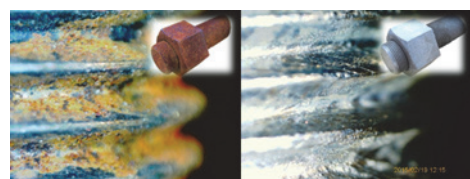
従来のブラスト処理では、物理的な摩擦や衝撃により塗膜や錆の除去を行う。この物理的衝撃によって鋼材の表面を削り取るため表面が粗くなり錆が発生しやすくなることから、1 種ケレン(ブラスト処理)後 4 時間以内に下塗りを行う必要がある。

一方、本装置は、レーザー光を照射して瞬時に塗膜や錆等を溶融・蒸散・熱破砕させることにより除去することから、粉塵の飛散が少なく産業廃棄物はブラスト処理の 1/100 以下に抑えられる。また、レーザーの照射条件を調整することで

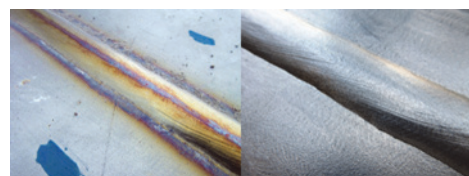
平滑な表面を形成することができる他、錆等の原因となる塩分を除去できる可能性が期待される。さらに、入り組んだ狭隘部の施工が非接触、



(a) 塗膜の除去



(b) ボルトの錆取り



(c) 金属表面のスラグ除去

左: 処理前      右: 処理後

図2 鋼材表面の塗膜除去例

無反力のできるのので、作業負担の軽減と施工費用の低減にも繋がる。表1に、本装置のレーザー光による塗膜除去の原理とブラスト処理との比較を示す。また、本装置を使用して塗膜の除去等の処理を行った鋼材表面の写真を図2に示す。

図2の上図は塗膜の除去、中央はボルトの錆取り、下図は金属表面のスラグ除去を行った例をそれぞれ示す。

発電機も含めて2トントラックに積載し、橋梁など大型インフラ設備の現場へ持ち運びができるトラック積載塗膜除去システムを図3に示す。

システムは、本装置、ファイバーケーブル、集塵機、ヘッド冷却用チラー、システムコントローラー、レーザー発振器、発振器冷却用チラー、コンプレッサー、発電機で構成される。さらに、レーザーを導光するファイバーケーブルは、橋梁等の施工環境を考慮して100mの巻き取り可能な構造とし、離れた場所での施工も可能にした。

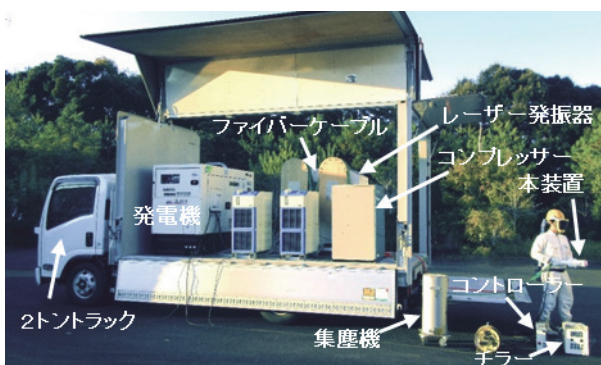


図3 トラック積載塗膜除去システム

## 技術上の特徴

本装置は、3つの大きな技術的特徴を持つ。

### 1. <円環状レーザーสキャン方式>

図4に、円環状レーザーสキャン方式の概略図とレーザー光の照射イメージを示す。レーザー発振器からのレーザー光がファイバーを通り本装置内に導光される。導光されたレーザー光は、装置内のコリメートレンズと集光レンズを通過し、プリズムによって屈折される。このプ

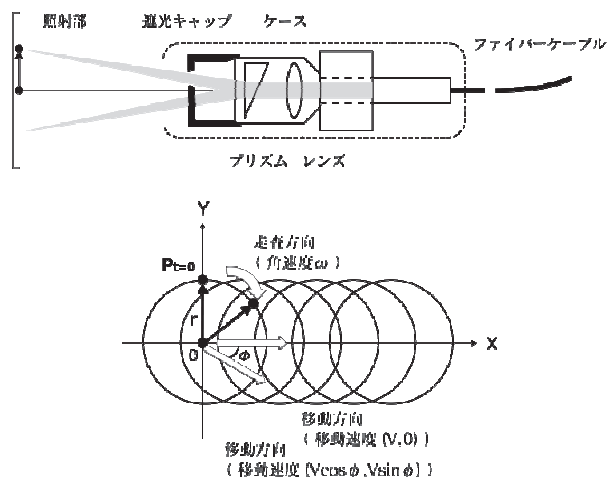


図4 円環状レーザーสキャン方式の概略図とレーザー光の照射イメージ

リズムを装置に内蔵したモーターで、5,000rpm以上の高速で回転させながら一定方向に移動することで広い面積を円環状に照射することができる。これにより、塗膜や錆を除去することを可能にした。

### 2. <独自の中空モーター内蔵放熱方式>

レーザー光が、装置の中央を通過できるように、独自仕様の中空モーターを開発した。レーザー光が装置内を通過することで生じるモーター及び装置内の温度の上昇を抑制するために、外部からエアを供給し、このエアをレーザー出光口に排出する。この機能により、光学素子の劣化を防止し、装置の耐久性を向上する効果がある。図4の上図に示すケース内をエアが通過する。

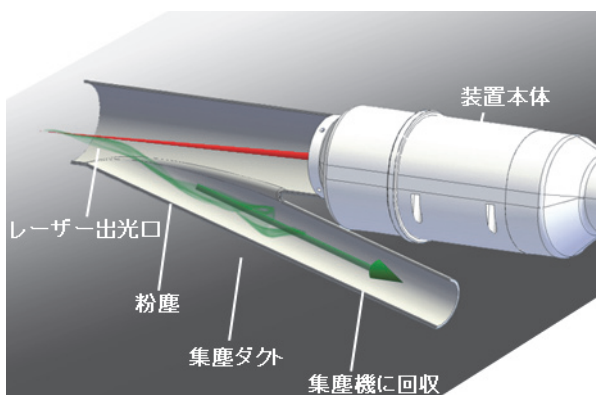
### 3. <粉塵巻き込み防止集塵ダクト>

レーザー光により除去された塗膜や錆等の粉塵が装置内に巻き込まれるとレンズ等の光学系素子が損傷し、装置の故障に繋がる。これを防止するために、本装置の先端部分(レーザー出光口付近)にレーザー照射と同時に粉塵を吸引するダクトを用意している。

レーザーによる施工では、熔融・蒸散・熱破碎の熱加工プロセスによって塗膜除去を行うため、通常、粉塵の飛散は少ないが、施工する対象

物によっては比較的大きな粉塵が発生することも考慮し、オプションとして本装置の先端に集塵ダクトを取り付けることも可能にしている。これにより、汚染防止のためのエアーの排出と装置本体の冷却及び粉塵吸引機構の一体構造を実現した。図5に、本装置の先端部分に集塵ダクトを取り付けて粉塵を集塵ダクトに吸引している様子を模式的に示す。

以上の技術的な特徴とコンパクトで小型軽量であることを活かして、多関節ロボット等の自動機に装着する応用展開も可能である。



粉塵を集塵ダクトから吸引  
装置本体への巻き込み防止

図5 粉塵巻込み防止集塵ダクト

## 実用上の効果

本装置の開発により、建設土木分野での社会インフラ設備の老朽化対策の他、産業廃棄物の量が少なく吸引が可能であるというメリットを活かして、原子炉の廃炉に向けた除染への適用検討が具体化してきた。

また、製造業の分野での金型や溶接個所の表面クリーニングへの早期適用への期待が高まった（図2下部の写真）。製造ライン等に設置して溶接の前処理と後処理を1台で行える可能性があるため、自動車会社と共同で実証試験を開始した。

お客様の期待に応えるべく、早期製品化を図り、次年度より本格的な販売を開始する計画で

ある。産業ニーズに応えるべく、用途に適応した各種装置として、製品展開を図っていく。

## 知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

### ① 日本国特許第 5574354 号

名称：塗膜除去方法及びレーザー塗膜除去装置

概要：所定の角度で偏向させたレーザー光の照射点を円状に回転走査させ、構造物の表面の塗膜を除去する塗膜除去方法

## むすび

社会インフラ設備の1種ケレン（ブラスト処理）レベルでの塗膜や錆の除去による維持管理、老朽化対策のニーズに応えるべく、独自技術を駆使したレーザー光による塗膜除去装置を開発した。この開発を契機に、原子力分野での停止設備や廃炉設備の除染、製造業の分野での金型や溶接個所の表面クリーニングのニーズも高まった。

建設、原子力の分野においては、中・長期的な展開を考えているが、当面、自社責任の請負施工にて事業展開を図る。

製造業分野では、自動化が進む生産ラインでの多関節ロボットを利用した溶接前後の表面クリーニングに適用すべく自動機装着型装置の早期製品化を図る。

今後は、様々な分野のニーズに応えるべく、装置の高出力化、高機能化を行い、製品拡充を図っていく計画である。

また、本装置やシステムの販売だけでなく、塗膜等の除去の施工を請け負うビジネスを開始することも計画している。

最後に、本開発にあたり、ご協力頂いた公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構に深く感謝を申し上げます。