

# CoolLaser®

老朽化したインフラの  
サビや塗膜をレーザーで除去する

# 01

## CoolLaserの特性



### 回転式レーザー素地調整工法 (CoolLaser工法)

レーザー光で鋼材表面の塗膜・サビ・有害物質を溶融・蒸散・熱破碎により除去しながらも円回転による超高速スキャンで鋼材そのものへの熱影響は抑制する画期的な技術



産廃物がでない



反力がない



高品質な表面処理

### 超高速円形照射による特許技術

### 国土交通省も推奨

国内27件、海外11件の特許取得・出願中  
回転式レーザー素地調整工法(CoolLaser工法)として、  
国土交通省新技術提供システムにも登録され  
令和7年度準推奨技術にも選出されました。

**NETIS**

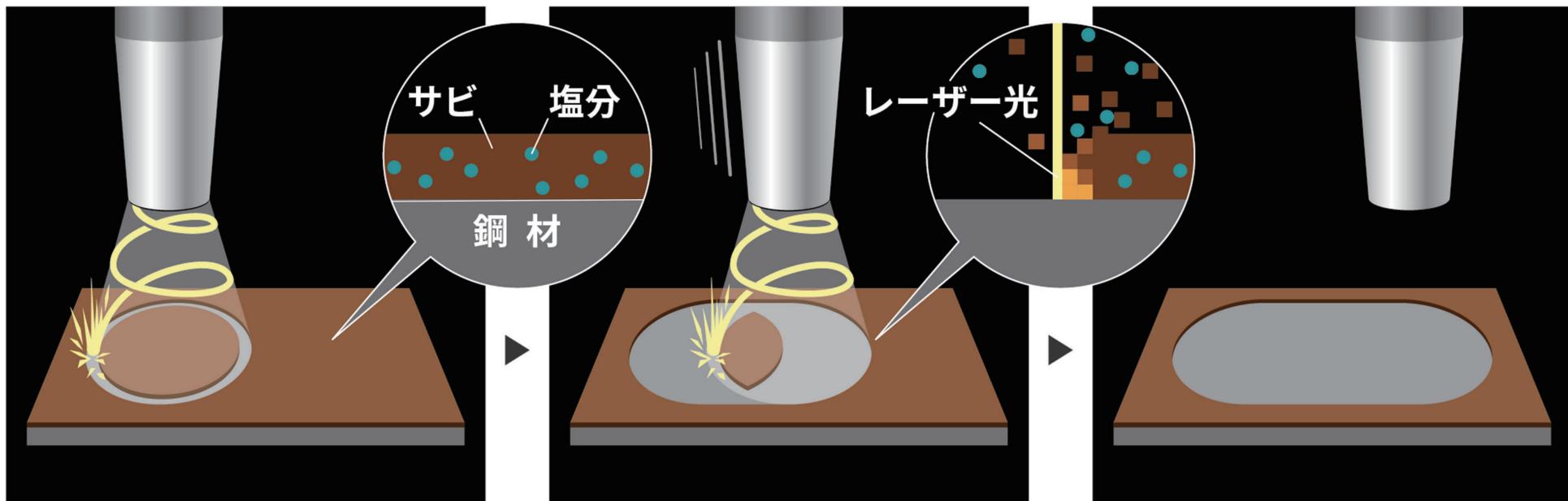
登録番号: CB-230005-A

特許第5574354号

国土交通省 新技術提供システム

登録日: 2023年5月19日

US-9868179



# 02

## Coolaserのシステム



屋外環境でのレーザー照射を可能にした  
可搬システム

### コンパクト

4tトラックに積載可

### 屋外対策

温度湿度変化・振動の対策

### 長距離伝送

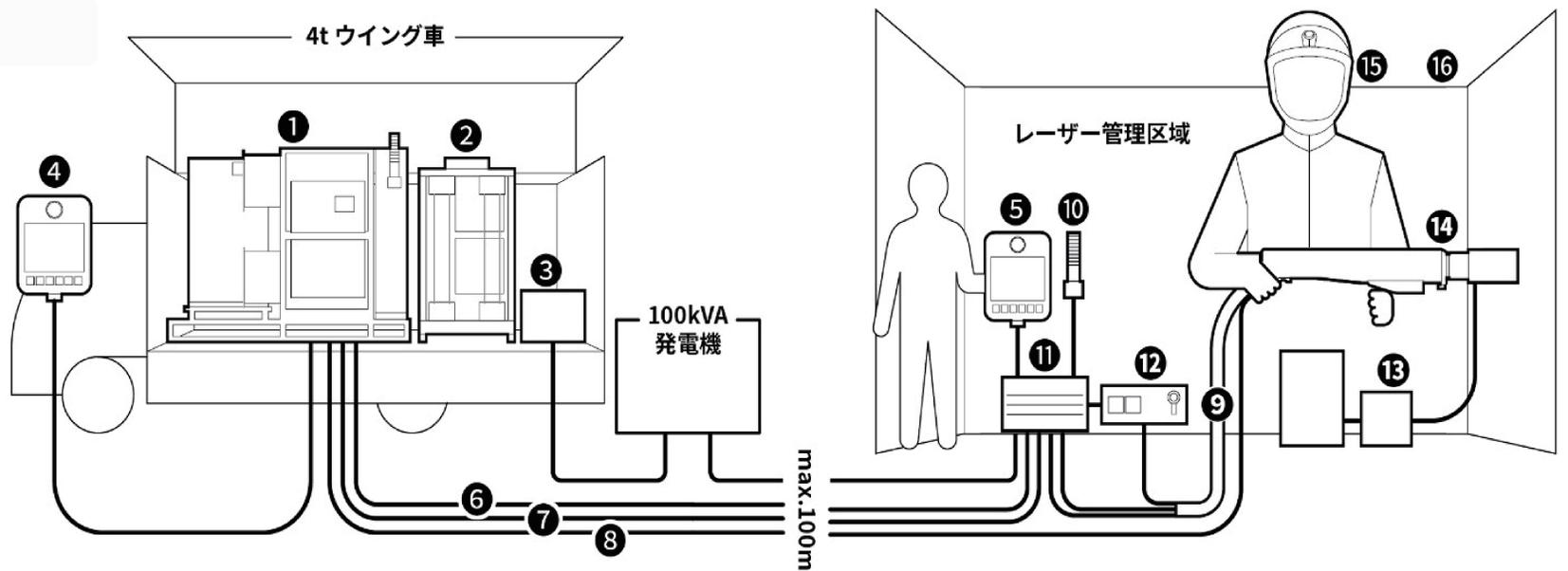
100m範囲の施工可能

### ハンディサイズ

重さ4kgで手持ち可能

## システム

車両に積載されたシステム本体と現場に運び込んだ機器をケーブルでつなぐことで、足場の上など車両が入れない場所でも作業が可能



#### トラック搭載

- ①システム
- ②レーザー発振器チャラー
- ③トランス

#### タッチパネル

- ④タッチパネルA
- ⑤タッチパネルB

#### ケーブル類

- ⑥エアホース
- ⑦通信ケーブル
- ⑧光ファイバー
- ⑨接続ケーブル

#### レーザー管理区域

- ⑩シグナルタワー
- ⑪コントロールボックス
- ⑫ヘッドチャラー
- ⑬集塵機

#### レーザーヘッド

- ⑭レーザーヘッド
- 安全対策
- ⑮保護具類
- ⑯遮蔽材

#### システム概要

- | 項目   | 仕様                      |
|------|-------------------------|
| レーザー | 5.4kW近赤外光連続発振           |
| 積載寸法 | 5.5m(W)×1.7m(D)×2.1m(H) |
| 総重量  | 約3,000kg                |
| 消費電力 | 50kVA(100kVA以上の発電機を使用)  |

# 03

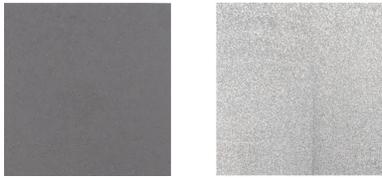
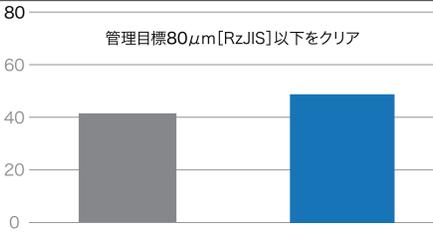
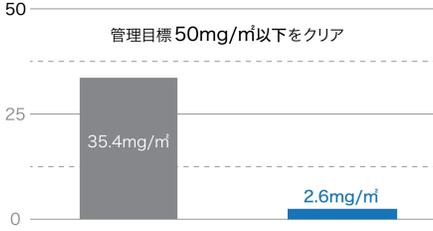
## Coollaser の品質



### 一種ケレン同等の品質を達成

国立研究開発法人 土木研究所の革新的社会資本整備研究開発推進事業で審査を行いレーザー施工による延命措置と取替工事による延命措置を比較し十分な経済優位性と素地調整程度1種と同等の塗膜耐久性が確かめられた

### 検査結果

品質管理項目	管理目標	Coollaser
除錆度	Sa2.5 (ISO 8501-1:2007)	 <b>Sa2.5以上</b>
表面粗さ	80 $\mu$ m RzJIS 以下 (JIS B 0601:2013)	 <b>45<math>\mu</math>m RzJIS</b> <small>*N-30 平均</small>
付着塩分量	50mg/m <sup>2</sup> 以下 (JIS Z 0313:2004)	 <b>2.6mg/m<sup>2</sup></b> <small>*N-5 平均</small> <small>*サンドブラスト</small>

### 塩分測定の一例

照射前



1218mg/m<sup>2</sup>

Coollaser 照射後



4.5mg/m<sup>2</sup>

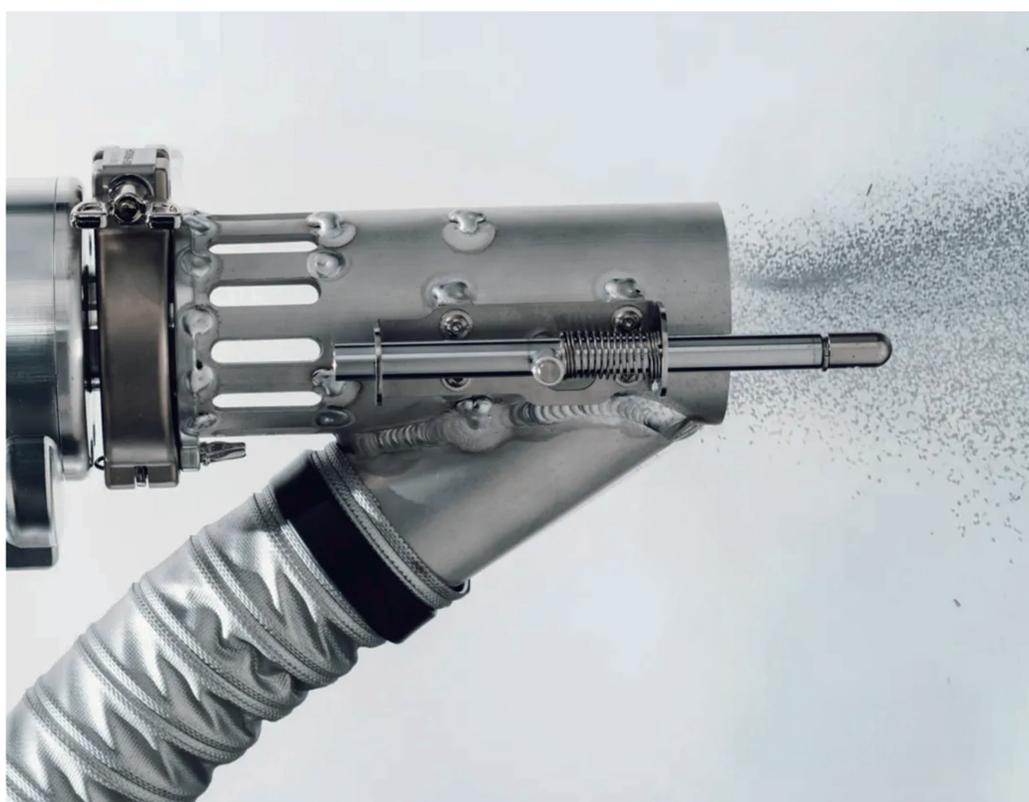
# 04

## CoolLaser の環境貢献



### 研削材を使用しないクリーンな工法 集塵システムでさらにクリーンに

集塵システムが発生した粉塵を回収することで現場養生の簡易化、保護具等の軽装備化を可能とする

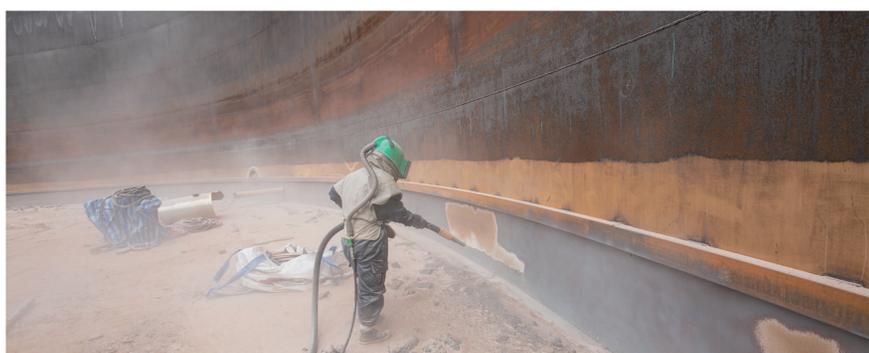


橋梁塗り替え工事における施工事例  
塗装：鉛含有量4,700mg、膜厚約400 $\mu$ m

作業者近傍での環境測定値  
発生した鉛および化合物：**0.089 mg/m<sup>3</sup>**

参考値  
作業環境評価基準：0.05mg/m

### 廃棄物量、CO2の削減



橋梁の塗替工事の年間市場規模600万 $m^2$ をブラストからCoolLaserに置き換えた場合、  
287,200t (7.98kg/ $m^2$ ) のGHG削減が可能。

これは自動車の走行距離で比較すると約40,000台の自動車が1年間走行する距離に相当する。



# ダメージを抑えサビを取る魔法の条件

## 良いレーザー照射条件とは

効率、品質に関する特に重要な指標は、以下の3つになります。

1. サビ、塗膜が効率よく除去できるか
2. 照射表面の品質が良く、照射対象物に熱ダメージを与えないか
3. 必要な焦点深度を有しているか

最初の項目については、特に説明は不要でしょう。2つ目の熱ダメージとは、表面に青色や黒色の酸化被膜が発生している状態です。酸化被膜の影響については、完全に明らかになってはいませんが、ある環境下ではレーザー照射後に施される塗装の耐久性に関係している可能性が指摘されています。CoolLaser®は、レーザーヘッドを手で持って照射を行うため、焦点深度は重要な仕様になります。これらの指標を満足するレーザー照射条件が、我々の目指すものとなります。

## 熱ダメージを理解する

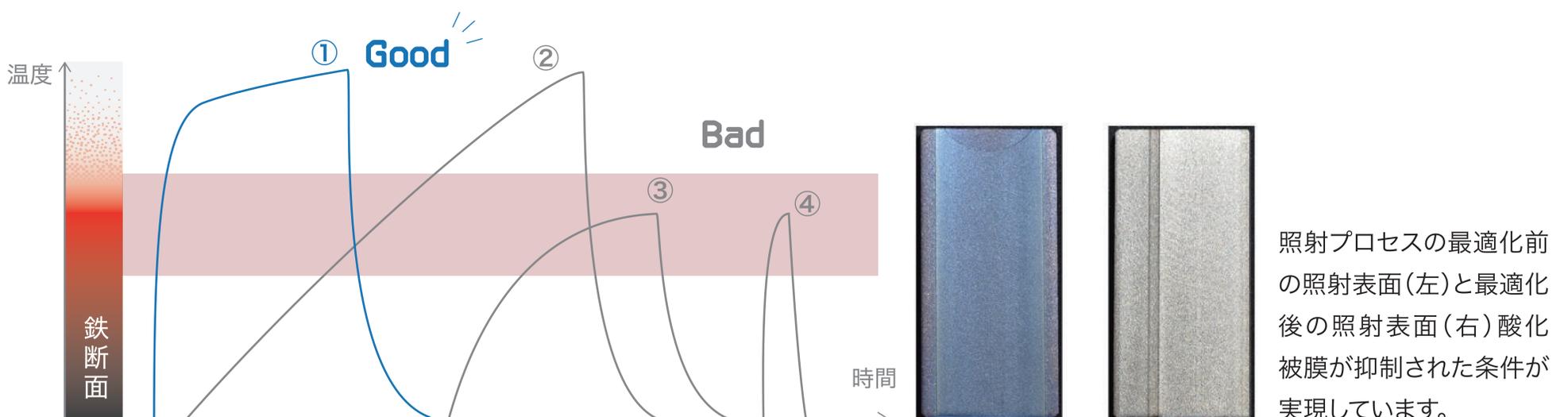
3つの指標の中で良く分からないのが、2つ目の熱ダメージです。

具体的な現象は上述の通り酸化被膜の発生ですが、良い照射条件を考えるためには、これがどういう条件で発生するのかを理解する必要があります。ほぼ同様の現象にテンパーカラーと呼ばれるものがあります。テンパーカラーとは、空气中で加熱された金属表面に発生した薄い酸化被膜が光学干渉を起こして色づいて見える現象で、例えば、バイクのマフラーや溶接した金属部品が青色や紫色に見えるのが、これにあたります。テンパーカラーは加飾目的で使用されることもあるようですが、それ以外にも火災によって損傷を受けた設備の健全性の指標(再使用できるかどうかの指標)に使用されることもあるよう。こういう話を聞いてしまうと、熱ダメージはいかにもレーザー光によって過剰に加熱されてしまったから発生している現象であるように思えてしまいますが、実はその理解には大きな誤解があります。レーザーによってサビや塗膜が取れる原理は、対象物表面で吸収されたレーザー光のエネルギーによる熱プロセスだと考えられています。さらに、よく考えれば当たり前のことですが、表面に酸化被膜が発生する現象よりもサビや塗膜が除去できている時の方が、起こっている熱的作用は、はるかに強烈です。実際にサビが除去できる照射条件では、レーザーを照射した表面で鉄が熔融やヒューム化していることが観察されています。つまり、自分たちが望む結果であるサビや塗膜が取れているときは、それを「効果」といい、望まない結果である酸化被膜が生成されているときは、それを「熱ダメージ」といっているだけで、むしろ「熱ダメージ」が発生しているときの方が熱的作用はマイルドなのです。



## 良いレーザー照射条件について考える

熱ダメージを理解した上で良いレーザー照射条件を考えると、サビ、塗膜の除去が開始する閾値以上のエネルギーを与えることが必要なのだろうという推定に至ります。しかし、このレーザープロセスの難しいところは、良い効果を得ようとすると、どうしてもその過程で悪い照射条件に相当する状態を経由することになる点です。そのため、この現象は動的に考える必要があります。下の図は、先程示しました温度と熱影響の関係の図に時間の軸を追加したものになります。図の赤色のゾーンが、除去が起こっておらずただ高温に加熱だけされている状態なので、熱ダメージが発生する温度域になります。①のように速やかに温度が上昇してサビ、塗膜の除去が開始され、照射が終了すればまた速やかに冷却されるプロセスが理想的です。②のように緩やかに加熱される条件では、照射対象物の加熱に多くのエネルギーが使われ、赤色のゾーンに長時間置かれるため、熱ダメージを受けることが予想されます。エネルギーが足りない③のような状態では、サビの除去がほとんど進まず、エネルギーの大部分が対象物の加熱に使われてしまいます。さらに作業者がサビを取るために繰り返しレーザーを照射することになるので、熱ダメージがさらに進むことになるでしょう。パルスレーザーでは、1パルスの中に込められるエネルギー量が限られているので、注意深く設計を行わないと④のようになってしまいます。こうなってしまうと効率についても品質についても期待する結果を得ることが難しくなってしまいます。レーザークリーニングのプロセスは複雑で、まだまだ理解できていないことがたくさんありますが、実際に起こっている現象の多くはこれで説明できると考えています。



照射プロセスの最適化前の照射表面(左)と最適化後の照射表面(右)酸化被膜が抑制された条件が実現しています。



TOYOOKOH

株式会社トヨコ

本社

417-0047 静岡県富士市青島町39

TEL:05445-53-1045 FAX:05445-53-2045

