

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 Coolaser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



国土交通省令和7年度準推奨技術

NETIS

国土交通省 新技術提供システム

登録番号:CB-230005-A

登録名称:回転式レーザー素地調整工法(CoolLaser工法)

登録日:2023年5月19日

産廃物がでない

反力がない

高品質な表面処理

クリーン

疲れにくい

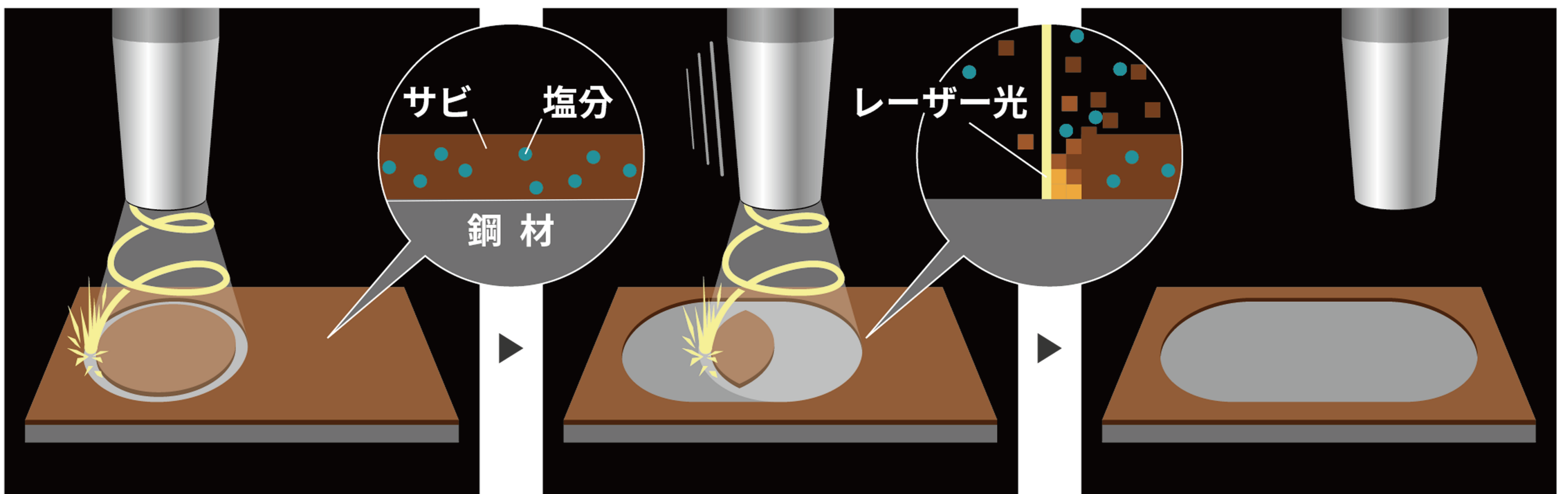
塩分除去

超高速円形照射による特許技術

国内、海外へ特許取得・出願中

● 特許第5574354号

🇺🇸 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トラック積載可

屋外対策

温度湿度変化・振動等の対策

長距離伝送

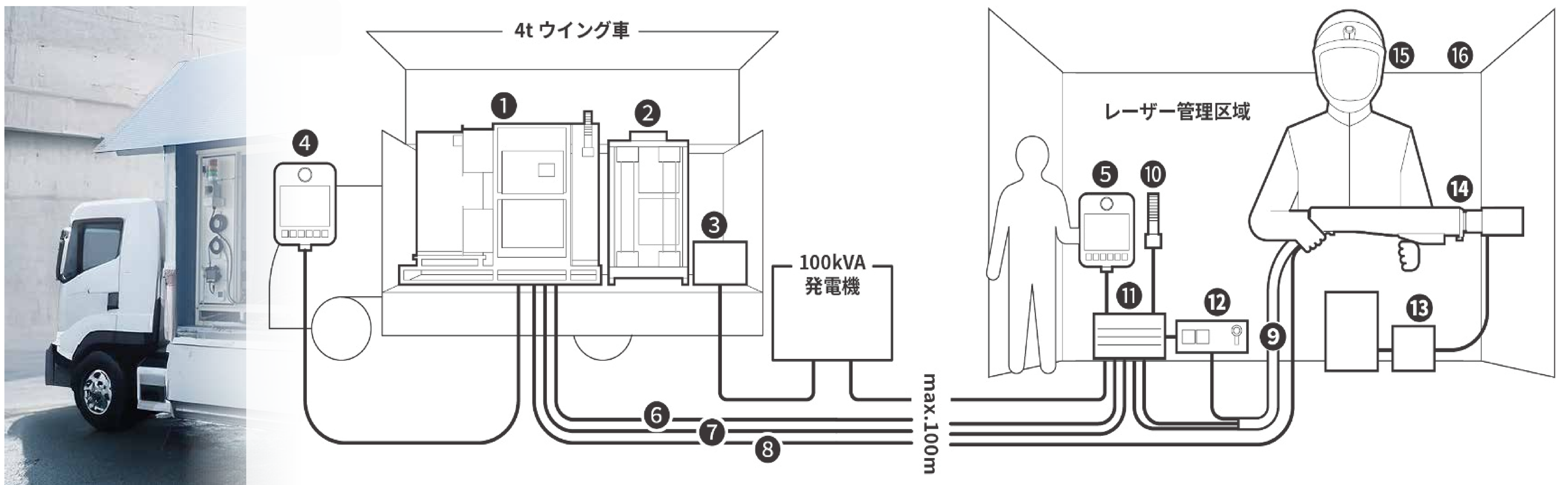
100m範囲の施工可能

ハンディタイプ

重さ約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


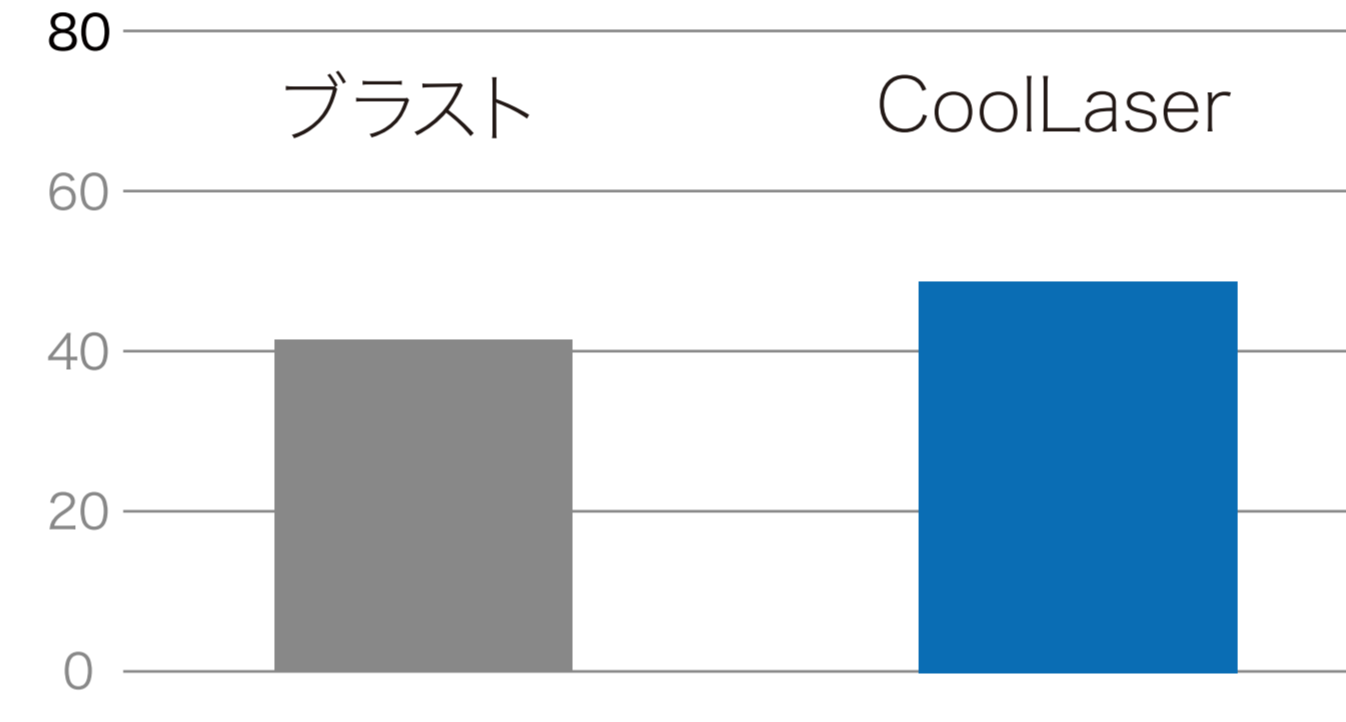
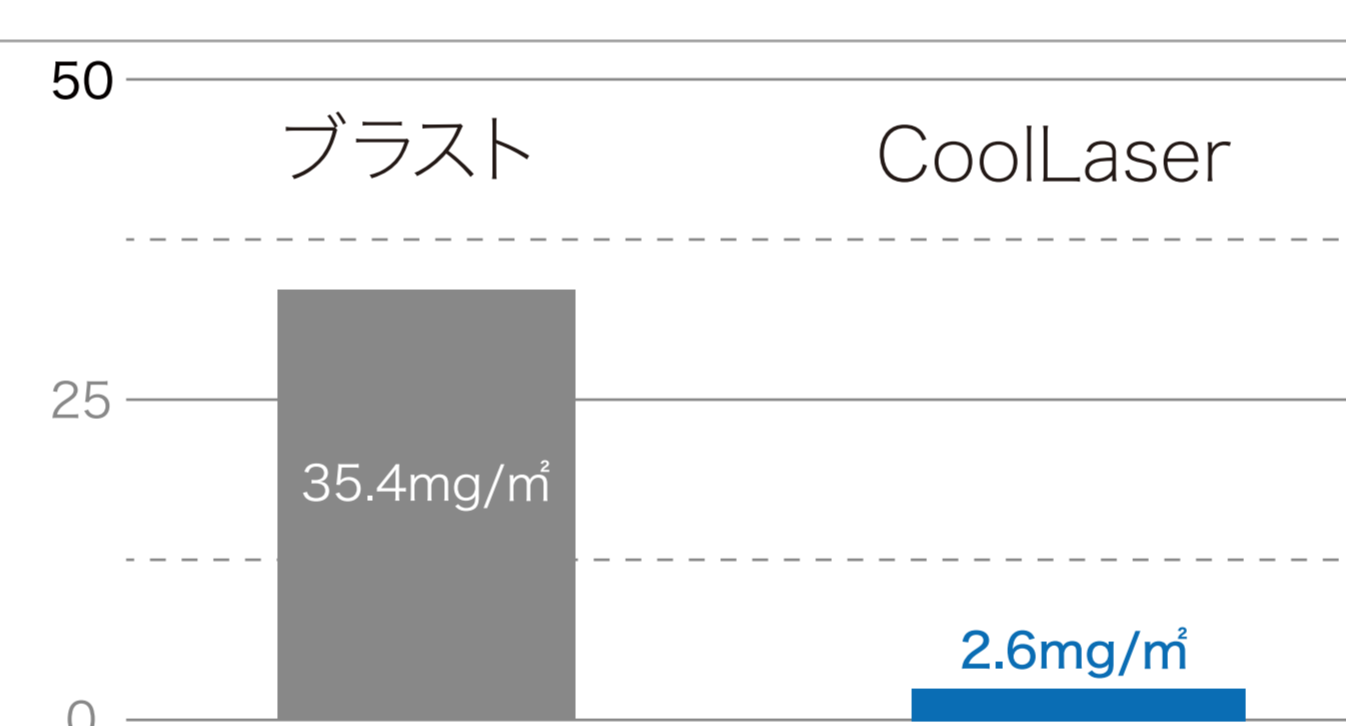
- | 項目 | 仕様 |
|------|-------------------------|
| レーザー | 5.4kW近赤外光連続発振 |
| 積載寸法 | 5.5m(W)×1.7m(D)×2.1m(H) |
| 総重量 | 約3,000kg |
| 消費電力 | 50kVA(100kVA以上の発電機を使用) |

03 Coolaserの品質

一種ケレン同等の品質を達成

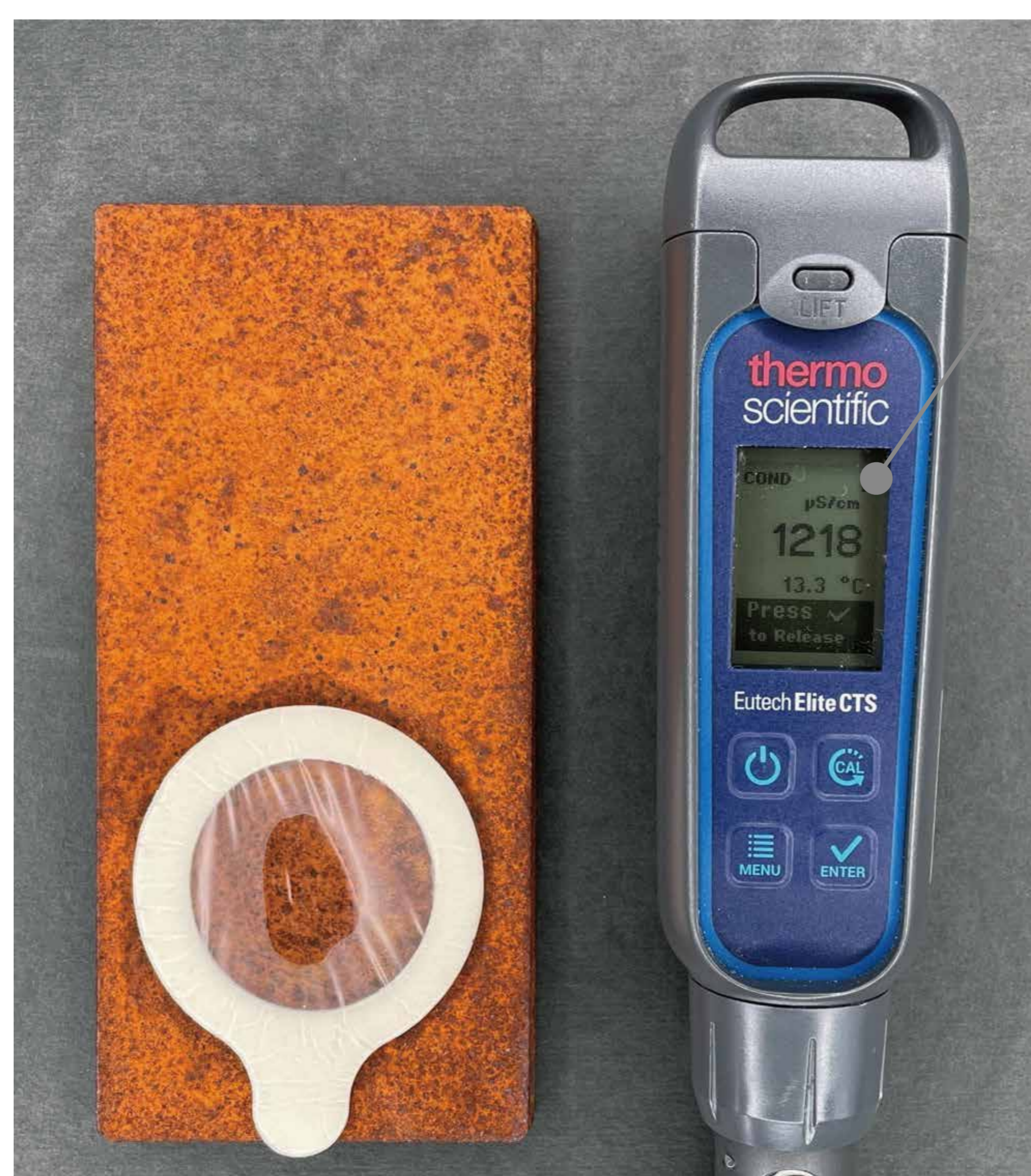
国立研究開発法人 土木研究所の革新的社会資本整備研究開発推進事業で審査を行いレーザー施工による延命措置と取替工事による延命措置を比較し十分な経済優位性とサンドブラストによる素地調整程度1種と同等の塗膜耐久性が確かめられた

検査結果

品質管理項目	管理目標	測定結果
除錆度	Sa2.5 (ISO 8501-1:2007)	 Sa2.5以上
表面粗さ	80 μ m RzJIS 以下 (JIS B 0601:2013)	 管理目標80 μ m[RzJIS]以下をクリア 45μm RzJIS *N-30 平均
付着塩分量	50mg/m ² 以下 (JIS Z 0313:2004)	 管理目標50mg/m ² 以下をクリア 2.6mg/m² *N-5 平均

塩分測定の一例

照射前



Coolaser 照射後



04 CoolLaserの環境貢献

光エネルギーのため産業廃棄物ゼロのクリーンな工法

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



環境測定の一事例

塗装

鉛含有量4,700mg、膜厚約400 μ 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/m³**

参考値

作業環境評価基準:0.05mg/m³

*保証値ではありません

廃棄物量、CO2の削減



橋梁の塗替工事の年間市場規模600万m²をブラストからCoolLaserに置き換えた場合、
287,200t (7.98kg/m²) 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

*削減貢献量287,200トン/年=A:機能単位であるサビ除去1m²当たりのGHG排出削減 7.98[kg/m²] (B:ブラスト法で使用する電力45kW×50%×5時間/日=112.5[kWh/日]-C:CoolLaserが使用する電力50kW×50%×5時間/日=125[kWh/日])÷一日当たりサビ除去面積10[m²/日]×CO2排出係数0.533[kgCO2/kWh]+(B:廃棄物発生量 41kg/m²-C:廃棄物発生量 1kg/m²)×CO2排出係数0.2161 [kgCO2/kg]×D:普及量600万m²(年間サビ除去量)×E:耐用年数6年にて算定。

06 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

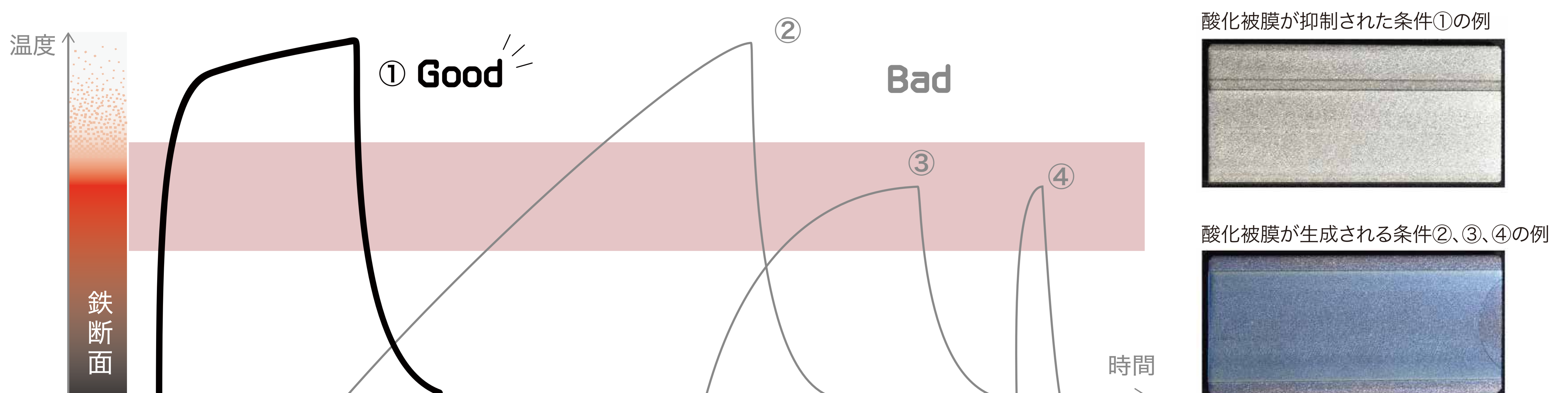
3つの指標の中で良く分からないのが、2つ目の熱ダメージです。

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、空気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。





TOYOKOH

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



Confidential All rights reserved. © 2025 Toyokoh Inc.