

キレイに、未来へ



TOYOKOH

レーザーによる表面処理技術を活用した素地調整技術

2023/9/20

Copyright©2023 TOYOKOH INC.

株式会社トヨコー  
古牧雄二

Coellaser.

土研新技術ショーケース2023 in東京

# レーザーによる表面処理技術を活用した素地調整技術



国立研究開発法人 土木研究所  
先端材料資源研究センター



Coellaser.

株式会社トヨコー

★維持管理の現状

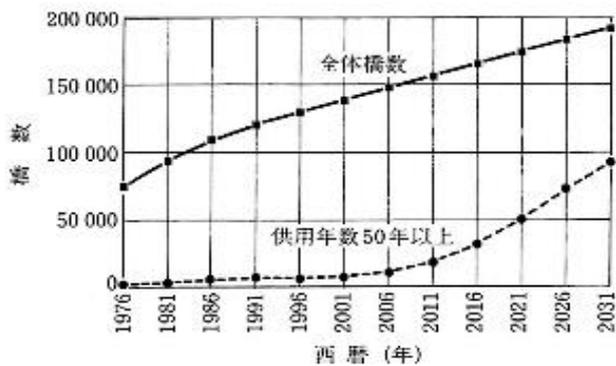
- 国内の橋梁の多くが架橋後50年を超え、長寿命化対策が必要
- 維持管理のために塗装の塗替えを実施するが、サビや塩分の除去が不十分では再劣化を引き起こす

↓

塗膜・サビ・塩分を除去する素地調整工法が必要

↓

レーザーによる素地調整工法に期待



引用：西川和廣: 道路橋の寿命と維持管理 土木学会論文集, No. 50/I-29, pp.1-10, 1994/10

■再塗装時の除去対象物質



除去が不十分だと・・・

早期に塗膜再劣化を引き起こすことがある



施工後3ヶ月



施工後1年3ヶ月

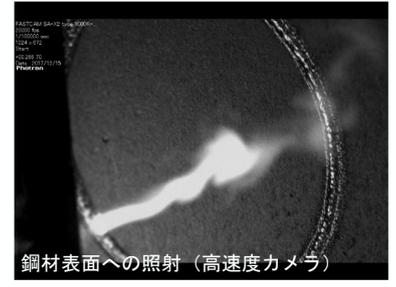
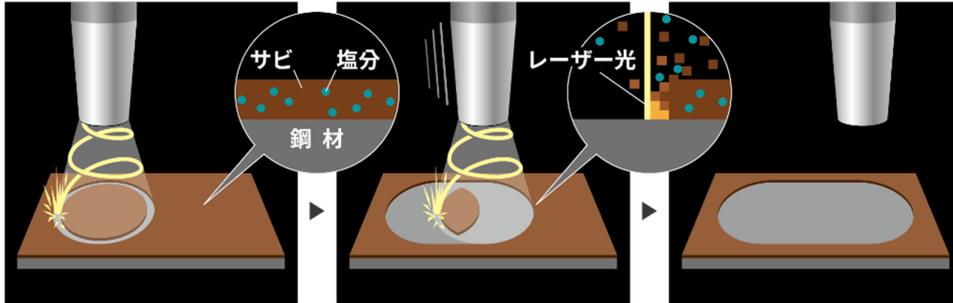
引用：大気環境における鋼構造物の防食性能回復の課題と対策

レーザー素地調整工法  
～Coolaser工法～

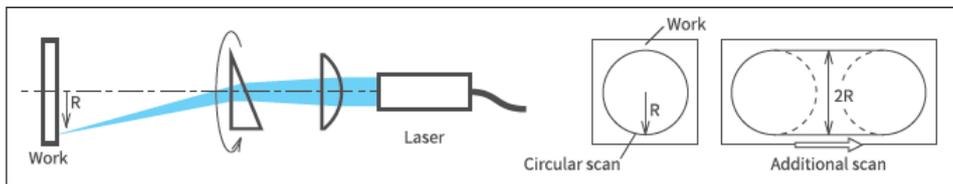
## CoolLaser のメカニズム

表面上の一点に集光された高い強度のレーザービームを高速回転させながら円状に走査(スキャン)させ、表面にある塗膜やサビを瞬間的に溶融、蒸散、熱破碎により除去する工法

光をクルクルさせるという超シンプルな基本特許が強力な参入障壁となっている。



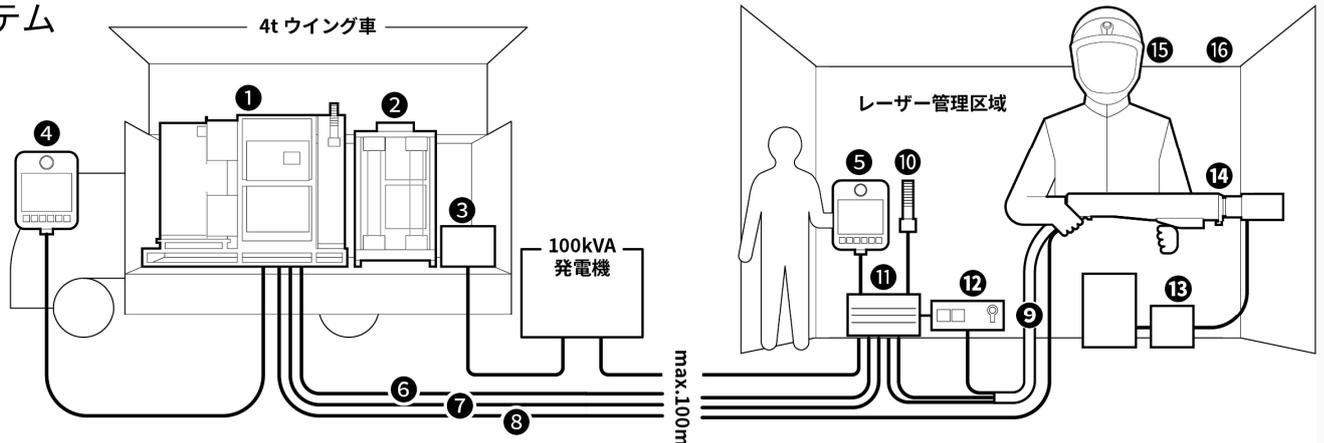
※クーレーザーに使用されている技術は「塗膜除去方法及びレーザー塗膜除去装置」として特許を取得しています。



特許第5574354号 CoolLaser® (クーレーザー®)

## CoolLaser の構成

### システム



#### 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 (CW)
積載寸法	約5,500mm(W)×1,750mm(D)×2,100mm(H)
総重量	約3,000kg
消費電力	50kVA (100kVA以上の発電機をご使用ください)

製品の特徴 (G19 出力6kW)



レーザーヘッド



クリーン

光のため除去物以外の産廃物が出ない



HP 疲れにくい

光のため反力が無く力がいらぬ



塩分除去

塩分が除去でき高品質な表面処理が可能



コンパクト

4tトラックに積載可



屋外対策

温湿度変化・振動の対策済



長距離伝送

100mの範囲なら施工可



ハンディサイズ

4kgで手持ち可

サイクル法によるレーザー素地調整の促進劣化試験

サイクル法によるレーザー素地調整の促進劣化試験  
300サイクル時点で新品鋼材と同等に膨れ等の欠陥なし

外観写真	素地調整前	素地調整後	300サイクル	
	工法	CoolLaser G19-6000		
	処理内容	塩水噴霧でサビさせた鋼板をCoolLaserG19で処理後にRc-I仕様で塗装		
	残存塩分	1999mg/m <sup>2</sup> 以上(O.L.)→2.6mg/m <sup>2</sup>		
選定理由	塩分により腐食したサビ厚(約100μm)鋼板に對しての効果確認の為			

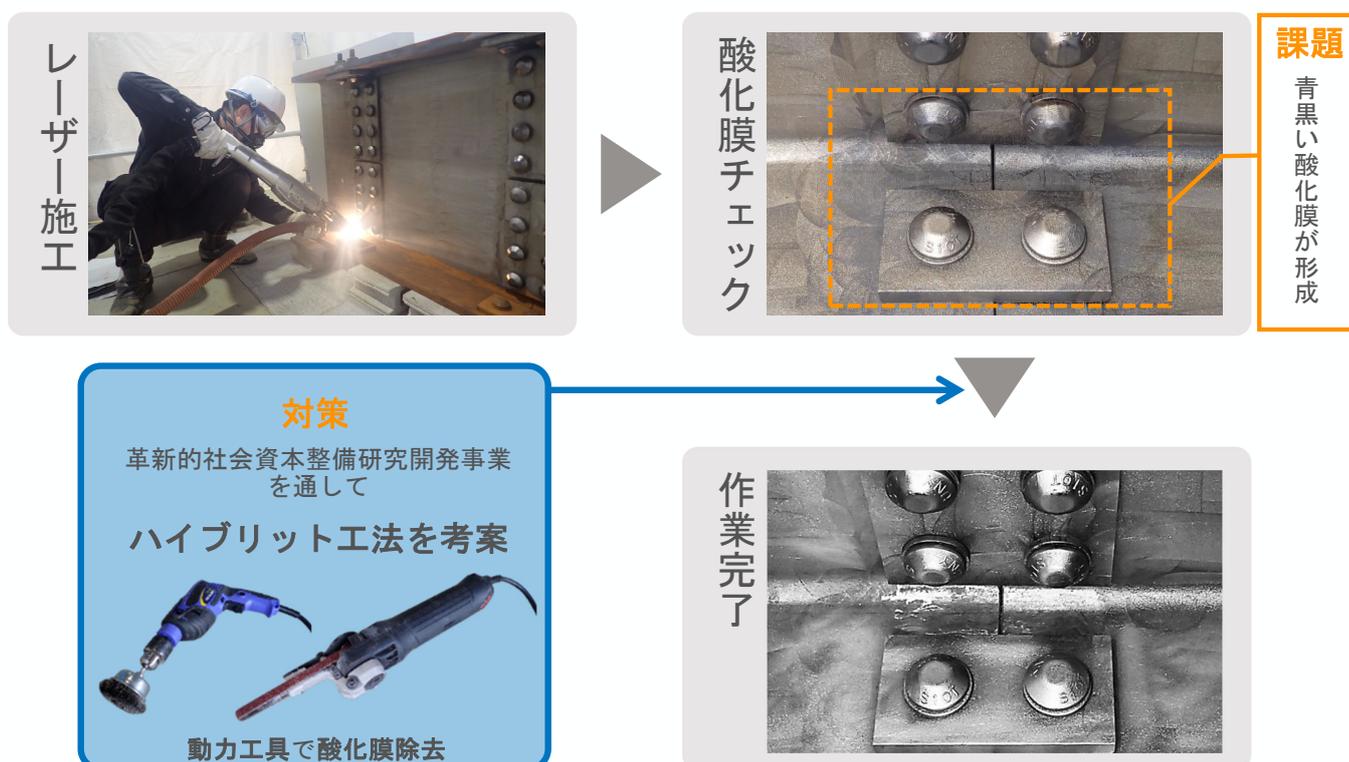
外観写真	素地調整後	300サイクル	
	工法	グリットブラスト A#24(アルミナ)	
	処理内容	新品鋼材にグリットブラスト後 Rc-I仕様で塗装	
	残存塩分	0.0mg/m <sup>2</sup> (新品鋼材)	
選定理由	リファレンスとして 因子を除外した鋼板		

# 課題と対策

## ～革新的社会資本整備研究開発事業～

### 革新的社会資本整備研究開発事業 ～レーザー素地調整工法の課題と対策～

照射条件によっては塗膜耐久性への悪影響が懸念される青黒い酸化膜が形成されることがあるため、酸化膜除去方法を考案

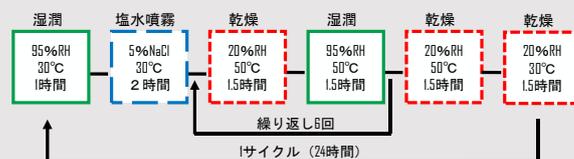


ハイブリット工法で、酸化膜を除去することで素地調整 1 種である  
ブラスト工法と同等の塗膜耐久性が得られることを確認



塩水噴霧器で残留塩分1,999mg/m<sup>2</sup>以上の  
腐食鋼板を作成。  
・レーザーのみ  
・サンドブラスト  
・ハイブリット工法  
の3種類の素地調整を行い塗膜耐久性を  
比較した。

■土木研究所式サイクル条件

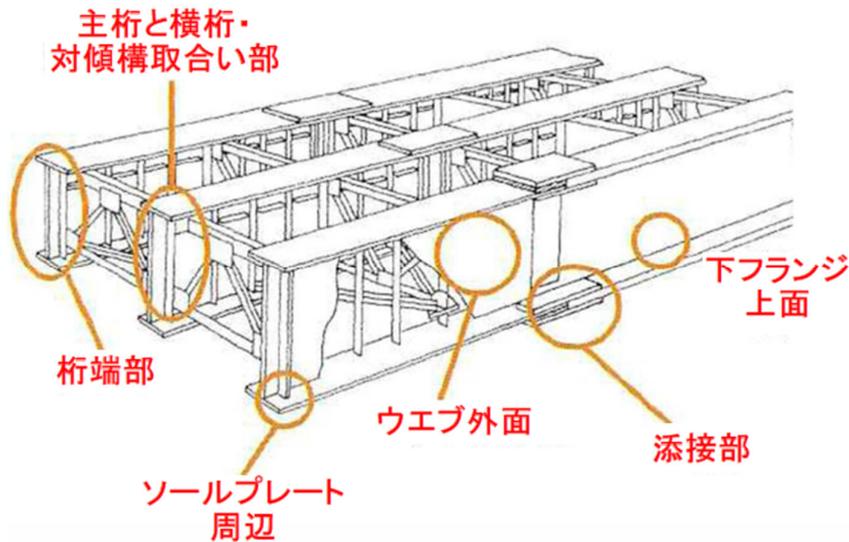


塗装：Rc-I

外観 写真			
	レーザー(酸化膜形成)	サンドブラスト	ハイブリット工法(酸化膜除去)
残留 塩分	0.0mg/m <sup>2</sup>	35.4mg/m <sup>2</sup>	0.6mg/m <sup>2</sup>

# モックアップ施工

レーザーの効果的に発揮できる施工部位  
 雨水などが堆積しやすく湿潤状態になりやすい箇所(腐食しやすい箇所)への適用が効果的



添接部



対傾構取合い部

引用：中日本高速道路株式会社「高速道路橋の維持管理方法および課題」

腐食させたH鋼材(添接部含む)と対傾構部材を使用し、  
 CoolLaserG19の施工能力と品質を確認

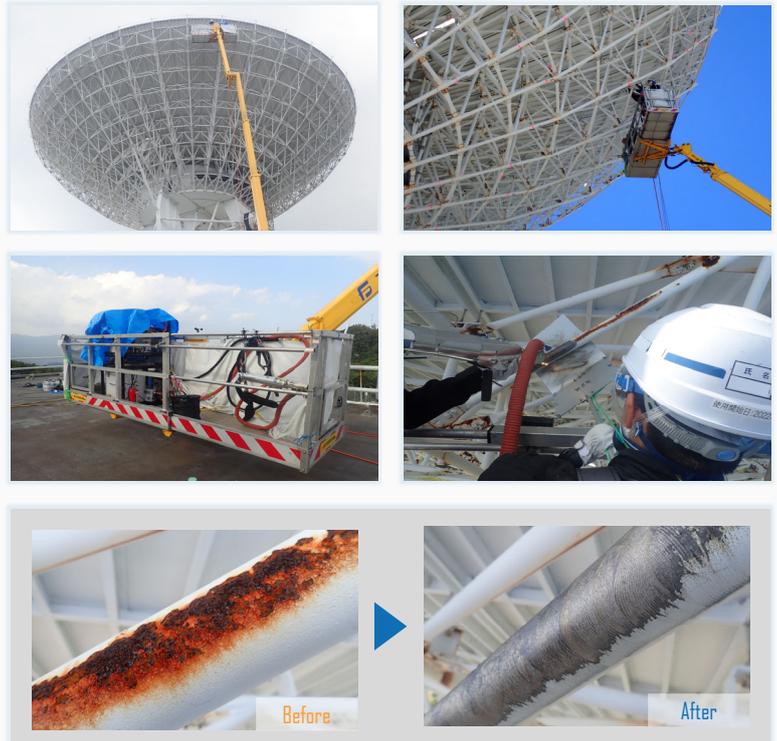
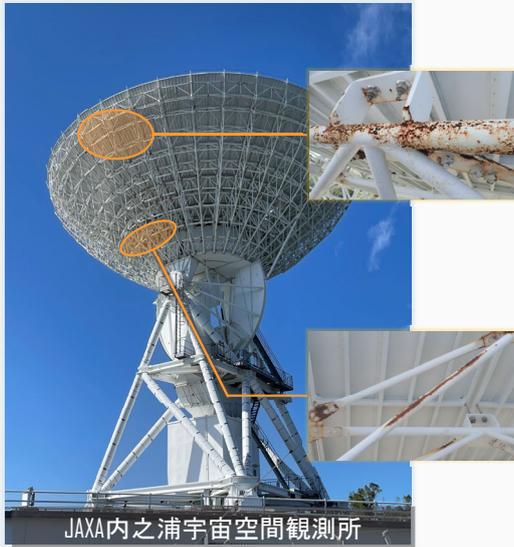
<p>対象物</p>	<p>腐食させたH鋼材(添接部含む)</p>	<p>腐食させた対傾構部材</p>
<p>工法</p>	<p>CoolLaserG19</p>	<p>施工の様子</p>

腐食させたH鋼材(添接部含む)と対傾構部材を使用し、CoolaserG19の施工能力と品質を確認

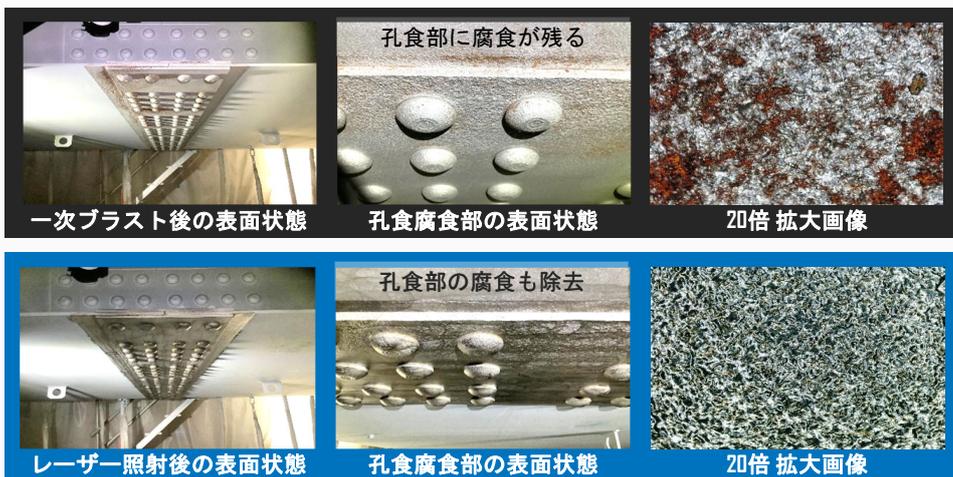
計測項目	単位	H鋼+添接部	対傾構部
対象物外観 (施工前)		 <p>作成方法：塩水噴霧し 屋外暴露 暴露場所：静岡県浜松市 サビ厚：50μm前後</p>	 <p>作成方法：塩水噴霧し 屋外暴露 暴露場所：静岡県浜松市 サビ厚：50μm前後</p>
工法		Coolaser G19 +カップワイヤ	Coolaser G19 +カップワイヤ
対象物外観 (施工後)		 	 
施工スピード	m <sup>2</sup> /h	1.3	0.7
残留塩分	mg/m <sup>2</sup>	23.7	13.9
サビ残り	%	4.3	4.9
粗さ	μm	50.9	63.7
明度	Y	41.5	28.4

## 施工実績

2022年にJAXAのパラボラアンテナを施工。  
 40mの高所にあり衛星を追いかけるため足場が組めず、一種ケレンが実施出来ない環境。沿岸部で塩害が酷いため、塩分除去も目的としてCoolLaserで施工。  
 高所作業車を用いて簡易な養生で一種ケレン相当の施工が出来る唯一無二の工法。通信会社の通信鉄塔の事例等から、今後は航空・宇宙や防衛の分野などに展開予定。



施工実績 ~塩分除去効果~



ブラスト1回後  
レーザー1回

複雑部位はブラストを1回かけてもサビが落ちていないがCoolLaser照射後はキレイに落ちている

測定箇所	施工箇所	残留塩分量 (mg/m <sup>2</sup> ) 規格値 50mg/m <sup>2</sup> ≥			
		施工前	ブラスト	ブラスト+ブラスト	ブラスト+レーザー
計測箇所①	下フランジ 添接部	352.0	459.0	81.2	14.4
計測箇所②		248.0	334.0	163.8	36.4
計測箇所③		1823.0	197.0	34.0	20.9
計測箇所④		1030.0	411.0	364.0	34.4
平均		863.3	350.3	160.8	26.5

塩分残留量の規格値である50mg/m<sup>2</sup>を、ブラストでは2回照射しても下回らなかったがレーザーであれば下回る



# レーザー素地調整工法の 施工ガイドライン

## レーザー施工研究会

### 一般社団法人 レーザー施工研究会

レーザー施工研究会では世界に無かった屋外環境のレーザークリーニング市場創造に向け安全ルールや取扱資格の制度化を、全国の塗装工事会社など建設分野では最大規模の会員数90名超の業界団体として進めて来た。

#### 学術会員

補修専門家 | 安全専門家 | 光学専門家 | 民間実務家

知見

#### 一般社団法人レーザー施工研究会

人材育成部会 | 安全部会 | 施主・元請の立場からは施工を任せられるに  
足る一定水準の知見が可視化される

資格

#### レーザー照射処理施工士・レーザー照射処理管理技士の資格取得制度

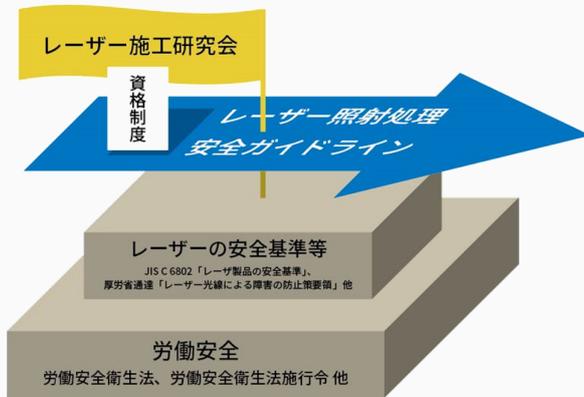
資格者

- ・資格取得を目指す人の増加
- ・メンテナンス施工の担い手の呼び込みに繋がる

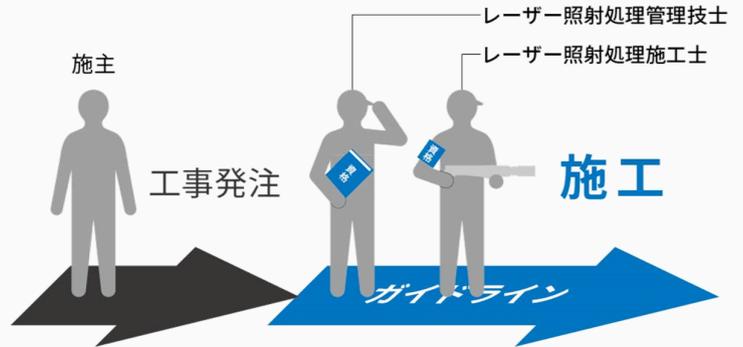


名称	一般社団法人レーザー施工研究会 Society of Laser Processing for Transportable system
会長	前田建設工業(株) ICI総合センター長 岩坂 照之
拠点	〒417-0047 静岡県富士市青島町39
設立	2019年4月1日
会員数	94社 ※23/6末時点。賛助会員・学術会員を含む。
活動内容	①レーザー施工に関する安全ガイドラインの策定・公表 ②人材育成 ③レーザー施工に関する課題と対策の研究 ④レーザー施工に関する普及啓発
副会長	・豊澤 一晃 (株)トヨコー 代表取締役CEO)
専門家理事	・西川 和廣 (国立研究開発法人土木研究所 前理事長) ・森 猛 (法政大学 名誉教授) ・清水 尚憲 (独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 機械システム安全研究グループ 部長) ・永井 香織 (日本大学生産工学部建築工学科 教授) ・貝沼 重信 (九州大学大学院 工学研究院社会基盤部門 教授) ・藤田 和久 (光産業創成大学院大学 光エネルギー分野 教授)
理事	・高橋 正光 (第一カッター興業(株) 代表取締役社長) ・山本 直之 (山本光学(株) 代表取締役社長) ・松浦 真明 (鈴与建設(株) 常務取締役 土木本部長)

レーザー照射処理安全ガイドラインの位置付け

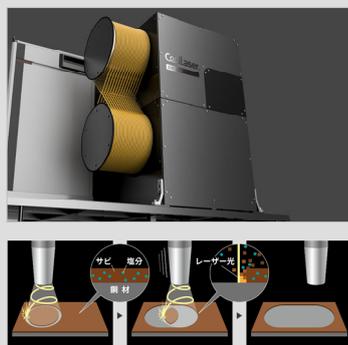


レーザー照射処理安全ガイドラインと資格の適用



まとめ

本日の講演内容をきっかけにレーザー素地調整工法を試してみたいと感じて頂けると幸いです



### CoolLaser工法

高出力レーザーをクルクル回して瞬間的にサビ、塗膜、塩分を除去



### 塩分除去・産廃低減

塩分除去が困難だった鋼材表面、粉じん飛散の管理が必要な現場に効果的



### ハイブリット工法

青黒い酸化膜が形成された場合は、動力工具で除去することで素地調整種と同等の塗膜耐久性



TOYOKOH

## 株式会社トヨコー

TEL 0545-53-1045 / FAX 0545-53-2045

<https://www.toyokoh.com/>

NETIS登録番号：CB-230005-A

「回転式レーザー素地調整工法（CoolLaser工法）」

#### CoolLaser 事業

- ・レーザー技術を屋外工事の分野に適用し、老朽化したインフラのサビや塗膜を除去する特許技術
- ・橋、通信鉄塔、プラント等これまで50件超の試験施工実績
- ・2023年2月より一般発売開始

#### SOSEI 事業

- ・特殊な3層の樹脂で老朽化した屋根をコーティングして蘇らせる独自工法
- ・大手自動車・電機メーカーなど15年間で延べ100万㎡の施工実績あり
- ・太陽光パネルメーカーとの協業を今後拡大

