

レーザーを用いた鋼表面の素地調整

広島大学 学生会員 ○尾上 紘司

広島大学 フェロー会員 藤井 堅, 広島大学 真鍋 幸男

広島県立総合技術研究所 大田 耕平, 株式会社米倉社会インフラ技術研究所 フェロー会員 米倉 亜州夫

1. はじめに

鋼構造物の長寿命化のために、周期的に塗替え塗装が行われるが、再塗装の防食機能の寿命は鋼素地品質に大きく影響される。

そのため、素地調整は錆や旧塗膜を完全に除去するブラスト工法に代表される1種ケレンを基本としている。しかし、ブラスト工法には現場施工時の粉塵飛散防止対策や騒音対策が必要となるほか、大量に発生する研削材・旧塗膜の処理費用の増大などの問題点がある。

上記問題点の解決策として、高いエネルギー密度のレーザー光を照射し、瞬間的に昇華、蒸発させるレーザーケレン工法が注目されつつある。さらに、表面物質を瞬間的に蒸発させるため、錆・旧塗膜のみでなく塩分の同時除去も期待できる。

本研究ではレーザーケレン技術の適用性の検証を目的とした基礎的実験を行ったので、報告する。このとき、鋼表面が濡れた状態でも素地調整後直ちに塗装作業が可能かどうかについても検討した。

2. 試験方法

供試体は、Table 1 に示す試験条件の塩水中バブリング腐食促進試験¹⁾を実施して作製した。Fig.1 に供試体の錆状態を示す。レーザーマーキング装置によりレーザーケレンを実施した。レーザーマーキング装置の概要を Table 2 に示す。レーザー照射範囲は横20mm・縦40mmの矩形とし、ケレン実施時のレーザーの初期設定は、移動速度 1.0mm/s 及び入熱量約 1.3J/mm²とした。また、供試体毎に周波数を変更しており、それぞれ No.1=30kHz、No.2=50kHz、No.3=100kHz である。ここで、各供試体の同一箇所回数レーザーを照射し、表面の錆が目視で確認できなくなった時点で試験を終了した。その後、走査型電

子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope, SEM) を用いて鋼表面の成分分析を行い、錆及び塩分の除去効果を確認した。またレーザーケレン実施時の表面状態は、乾式ブラスト工法等で求められる乾燥状態ではなく、海洋構造物や雨天時を想定した湿潤状態とした。湿潤状態においても1種ケレンと同等の除錆効果を有すれば、環境条件による制約が大いに減少することが期待できる。

Table 1 腐食促進試験条件

項目	詳細
鋼種	SS400
鋼表面状態	地金 (黒皮除去)
塩分濃度	約 5%
温度	50℃
空気量	約 2.5 l/min
試験期間	約 2 カ月



Fig.1 鋼表面に錆を有する供試体

Table 2 レーザーマーキング装置概要

発振方式	Yb ファイバーレーザー
出力	30W (加工端 26.6W)
波長	1060 - 1080nm
焦点径	約 40μm
焦点での パワー密度	7.1×10 ⁸ (W/cm ²) ※30kHz 発振時

キーワード 素地調整, レーザー, 新工法, 塩分除去

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 TEL:082-424-7791

3. 結果

Table 3 に SEM による鋼表面分析結果を示す。ここでレーザー照射回数はそれぞれ No.1=7 回、No.2=5 回、No.3=6 回である。Table 3 から、すべての供試体において錆がおおよそ完全に除去できていることがわかる。外観を比較すると、No.1 ではレーザー照射時の酸化反応の影響が大きく、表面が少し黄ばんでおり、No.3 においては焦げのようなものが見受けられる。本実験では、No.2 において見目上最も鋼表面が綺麗にケレンされる結果となった。このように、レーザーの初期設定等により鋼表面の外観に差異が現れることがわかる。

Table 4 に SEM を用いてエネルギー分散型 X 線分析を行った結果を示す。Table 4 では、塩素分子 (Cl) 量を紫色で表している。錆残留部と比較すると、ケレン部において Cl すなわち塩分が除去できていることがわかる。これは、Table 5 に示す供試体 No.2 におけるナトリウム分子 Na および塩素分子 Cl の重量パーセントの比較からも窺える。Table 5 では、測定範囲において、本工法により両分子が 98%以上除去できている。

なお、本実験ではレーザー照射により鋼表面の水分は十分蒸発していた。

以上、レーザーケレン工法によって鋼構造物の錆及び塩分の同時除去が可能であると考えられる。また、海洋構造物や雨天時での適用が期待できる。

4. まとめ

- ① レーザーを用いた素地調整は、ブラスト工法と同等な除錆効果を有する。今回のレーザーの設定条件では、完全に錆を除去するためには同一箇所に 5 回程度のレーザー照射を必要とした。
- ② SEM を用いた分析結果から、素地調整にレーザーを用いた場合、錆だけでなく塩分も同時に除去可能である。
- ③ 本稿では、海洋構造物や雨天時の施工を考慮して、鋼表面を湿潤状態とした。ブラスト工法では、水分の除去は難しく素地調整後直ちに塗装作業を行うことは困難であるが、本工法では水分を蒸発させることができるため施工時間の短縮が期待できる。

Table 3 鋼表面分析結果

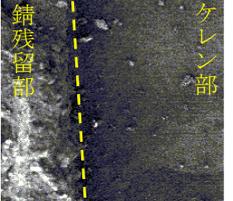
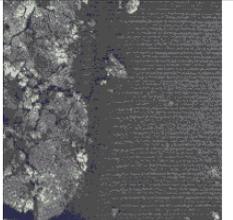
No.	錆除去後外観	SEM 像 (200 倍)
1		
2		
3		

Table 4 鋼表面分析結果 (塩分 : Cl)

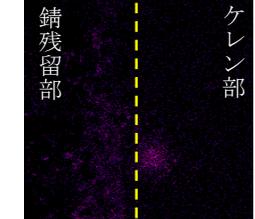
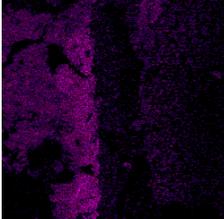
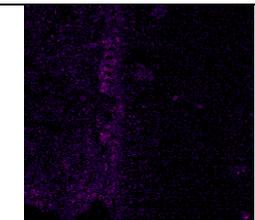
No.1	No.2
	
No.3	画像
	SEM 像 (200 倍)
	測定分子
	塩素分子 Cl (紫)

Table 5 供試体 No.2 における Na, Cl 重量%比

	錆部	ケレン部
Na	15.95	0.21
Cl	10.19	0.06

参考文献

- 1) 土木学会：海洋環境における鋼構造物の耐久・耐荷性能評価ガイドライン 第1版
- 2) 亀井理明、菅浩一、前原尚：名二環上社陸橋鋼製橋脚 HTB 劣化補修対策としてのレーザーブラストによるケレン施工について 平成 27 年度中部地方整備局管内 事業研究発表