

パルスレーザーを用いた鋼部材の素地調整が鋼材に与える影響に関する研究

日本大学 学生会員 ○高崎 大輝 日本大学 非会員 松澤 健斗
 日本大学 正会員 笠野 英行 矢田工業(株) 正会員 成田 英樹
 新和設計(株) 正会員 高橋 明彦
 一般社団法人クリーンレーザー工法協会 非会員 新川 光浩
 クリーンレーザージャパン(株) 非会員 本村 孔作

1. 初めに

現在、高度経済成長期に建設された鋼橋の多くが老朽化し様々な損傷が発生しており、その補修が重要な課題となっている。なかでも鋼橋においては、腐食の発生率が高く、塗膜の長寿命化対策が必要になっている。塗膜の寿命は素地調整の影響が大きいとされている。

そのため、現場における塗替え塗装において、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素地調整程度 I 種が基本になっている。¹⁾しかし、ブラスト工法には現場施工時の粉塵飛散対策や騒音対策、研削材や錆の回収およびその処理のため費用が高額になる。

上記の解決策として、高いエネルギー密度のレーザー光を照射し、瞬間的に表面物質を昇華・蒸発させることにより、素地調整を行うレーザーケレン工法が注目されつつある。しかし、レーザーを用いると鋼材が一瞬ではあるが高温となり、急冷される可能性があるため、組織変化が危惧される。よって、本研究では実際に使用されていた橋梁部材の一部を使用して、レーザーが与える鋼材への影響を調査した。

2. 試験概要及び検査方法

本実験の供試体は、昭和 33 年に福島県の西郷村に架設された SS400 鋼材を使用した上路アーチ橋の補剛桁を平面寸法 100×100 mm、板厚 12 mm に切り出したものである。供試体の状態を図-1 に示す。No1-15 は著しく腐食しており、No16-30 は腐食がみられない。

次に、実験の条件を表-1 に示す。供試体の温度は、塗装施工時の最低温度 5℃から 10℃低い、-5℃、0℃、5℃、10℃、15℃とした。本研究で使用したレーザーは、出力 1000kW のパルスレーザー (cleanLASER CL1000 モバイル型) を用いた。また、周波数は 24kHz、32kHz、40kHz の 3 パターンで行い、塗膜が完全に除去されるまでケレンをした。

その後、写真-1 のように切断し、光学顕微鏡による組織観察及び、ビッカース硬度試験を実施した。組織観察では比較のため、表面から 0.5 mm 部と 8.0 mm 部を撮影した。ビッカース硬度試験は荷重 1 kg、保持時間 10 秒で行った。測定箇所は熱影響範囲であるケレン面を重視し、表面 3.0 mm 以下を 0.5 mm 間隔、以降は 1.0 mm で実施した。

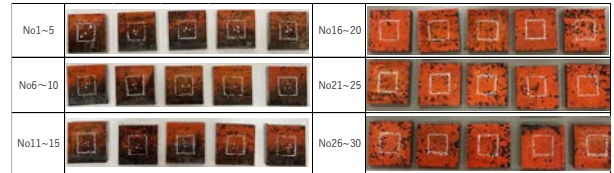


図-1 供試体の状態

表-1 供試体の条件

試料番号	周波数 kHz	温度 °C	試料番号	周波数 kHz	温度 °C
No1	24	-5	No16	24	-5
No2	24	0	No17	24	0
No3	24	5	No18	24	5
No4	24	10	No19	24	10
No5	24	15	No20	24	15
No6	32	-5	No21	32	-5
No7	32	0	No22	32	0
No8	32	5	No23	32	5
No9	32	10	No24	32	10
No10	32	15	No25	32	15
No11	40	-5	No26	40	-5
No12	40	0	No27	40	0
No13	40	5	No28	40	5
No14	40	10	No29	40	10
No15	40	15	No30	40	15



写真-1 加工した供試体

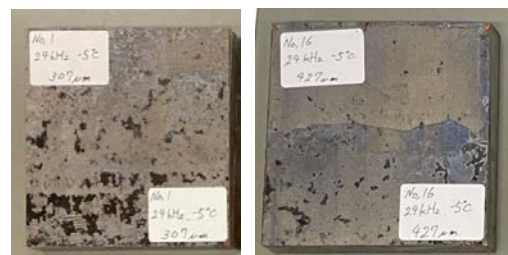


図-2 ケレン後の供試体

キーワード: レーザーケレン工法, パルスレーザー, 鋼橋, 腐食, ブラスト工法

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部 TEL:024-956-8714 E-mail:ceda19091@g.nihon-u.ac.jp

3. 結果

レーザーケレン後の供試体を図-2 に示す.ケレン面はいずれも素地調整程度I種を満たしていると実務経験者の目視によって判断された.

組織観察の結果の一例として No1-5 の供試体を図-3 に示す.表面から 8 mm部は圧延または鍛造によって生じるフェライトとパーライトの縦縞を確認することができるが,表面から 0.5 mm部では縦縞が消えており,他の供試体でも同様な変化がみられた.

ビッカース硬度の結果を周波数ごとに 3 つに分け図-4 に示す.腐食の程度,温度,周波数に関わらずビッカース硬度に大きな差異はみられなかった.

4. 考察

本実験では,レーザーが鋼材に与える影響について調査した.組織観察の結果(図-3)をみると,ケレン面から 8.0 mm部では圧延または鍛造によって生じるフェライトとパーライトの縦縞を確認することができるが,0.5 mm部では縦縞を確認することができなかつた.これはレーザーの熱により変態点には達さなかつたものの焼き戻しと同様な現象が生じたため,組織が再編成されたためであると考えられる.また,鋼材が急冷されるとマルテンサイトという脆性的な組織に変化する²⁾が,今回の実験では組織写真とビッカース硬度に変化がみられなかつたことからマルテンサイトにはならず,脆性化していないといえる.また,今回の供試体は熱硬化に敏感な SS400 材で実験を行ったが,熱影響による組織変化の影響は少なかつた.SM 材であればさらに熱影響の可能性は低いものと想定される.これらのことから,本研究で用いたパルスレーザーでは鋼材の強度や靱性に影響を及ぼさないといえる.一方,レーザーケレン工法の実用性については,鋼材を傷つけることなく錆を除去できる点でブラスト工法より優れている.しかし,レーザーを一度に照射できる範囲が小さいことから作業時間の増加が考えられる.そのため,従来の施工管理の下では,ボルト回りや狭陰部ではレーザーを用い,他の箇所ではブラスト工法を用いるのが最適ではないかと考える.

・参考文献/引用文献

- 1) 尾上紘司,他(2017):レーザーを用いた新しい素地調整法の鋼構造物への適用性構造工学論文集,vol.63A, pp476-482
- 2) 松村駿一郎(1981):新体系土木工学 37 構造用鋼材冶金的性質 pp20-24

・謝辞

本研究はふくしまインフラ長寿命化研究会の支援により実施された.また本実験ではクリーンレーザージャパン(株)及び一般社団法人クリーンレーザー工法協会に多大な協力をいただいた.ここに謝意を表します.

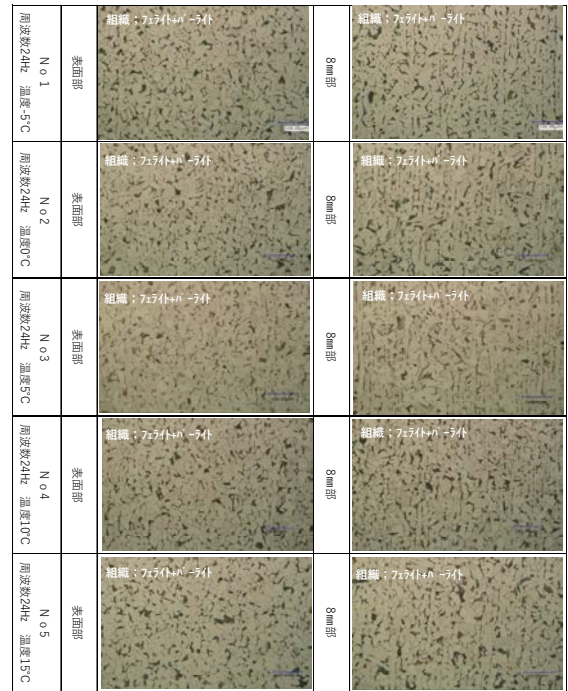


図-3 No1-5 の組織写真

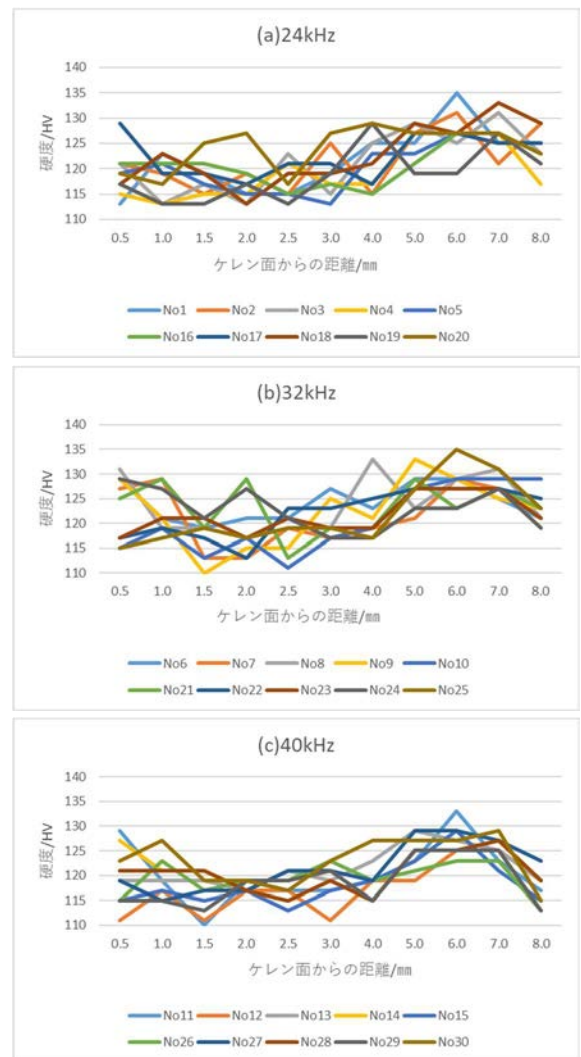


図-4 ビッカース硬度測定結果