

レーザー照射による鉄筋のケレンに関する基礎的検討

飛鳥建設（株） 正会員 ○金子 泰明 西日本旅客鉄道（株） 正会員 河井 勇樹
 日本大学 非正会員 今関 幹 飛鳥建設（株） 正会員 川端 康夫
 日本大学 正会員 永井 香織 飛鳥建設（株） 正会員 平間 昭信

1. はじめに

塩害などで損傷を受けたコンクリート構造物の浮き、剥離などをはつり落とし、除去した部分を修復する断面修復工法では、鉄筋に付着したモルタルおよび錆を除去し（以下、ケレンと称する）防錆剤を塗布する必要がある。従来のケレンには、ジェットタガネ、カップブラシなどの手工具やサンドブラストが用いられるが、ジェットタガネおよびサンドブラストは使用する際の作業音や粉塵などが問題となる場合があり、住宅地などでは施工に使用できないこともある。また、手工具を用いる場合には、熟練した技術が必要であり、作業に多くの時間を要するなどの課題も有している。

そこで、筆者らは騒音、粉塵の低減および生産性向上の方法としてレーザー照射によるケレン（以下、レーザーケレンと称する）に着目した。レーザーケレンは、橋梁などの鋼構造物の汚れや錆、古い塗膜を効果的に除去できることから再塗装時の素地調整方法として活用されている^{例えば}が、断面修復時のケレンでは、鉄筋に付着したモルタルを除去する必要がある。ケレンを目的としたレーザー照射により鉄筋に付着したモルタルを除去できれば、断面修復を施工する際の生産性が向上すると考えられる。

本研究では、鉄筋に付着したモルタルの除去について、レーザーの照射条件などを要因とした基礎的な検討結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

断面修復時のケレンを想定して、腐食させた D19 の鉄筋にモルタルを付着させた試験体を作製した。モルタルの配合は W/C=55%，S/C=2.0 とし、細骨材として珪砂（密度：2.54g/cm³）を用いた。

鉄筋との付着を確保するために、モルタルはリシン吹付けによって施工した。施工後に測定した結果、吹付け厚さは 0.2～2mm であった。長さ 200mm の鉄

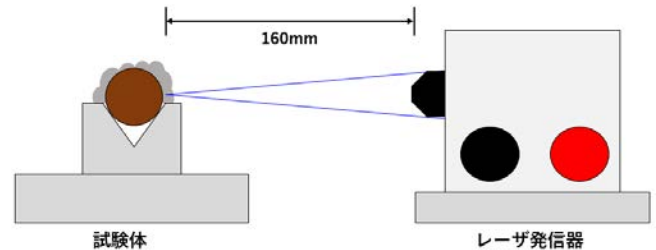


図-1 照射模式図

表-1 照射条件

出力 (W)	スポット径 (μm)	周波数 (kHz)	照射間隔 (μm)	照射時間 (s)
200	30	135	10	30
			30	60
				90

筋に対して、中心から軸方向に左右 50mm の範囲にモルタルを吹き付けた。試験体は温度 20℃、R.H.60% の環境で作製し、28 日間の水中養生を実施した。なお、使用したモルタルの圧縮強度は、材齢 28 日で 55.9N/mm²であった。

2.2 実験条件および評価方法

図-1 にレーザー照射の模式図を、表-1 に照射条件を示す。実験ではファイバーを増幅装置とした 200W のレーザーをパルスモードで使用した。スポット径を 30μm、周波数を 135Hz、焦点距離を 160mm とし、照射面積は 20×20mm とした。照射間隔および照射時間を変化させてケレン効果を確認した。ここで、照射間隔とはスポットの中心間の距離であり、照射範囲が重ならないスポット径と同一の 30μm の間隔と照射範囲が重なる 10μm の 2 水準とした。レーザーの照射は、試験体の中心を挟んで 2 箇所、さらに試験体を反転させて 2 箇所に照射し、1 本の試験体につき合計 4 箇所照射した。

照射後の試験体は、デジタルマイクロスコープを用いて照射面を観察し、処理ソフトによって評価面積、除去面積を求め、除去率を算出した。また、セメ

キーワード：断面修復工法，レーザーケレン，生産性向上

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 TEL04-7198-7577 Email:yasuaki_kaneko@tobishima.co.jp

ント系材料にレーザを照射すると、照射した部分が溶解してガラス層を形成する²⁾ことが報告されていることから、ガラス化面積およびガラス化率も併せて求めた。なお、レーザ照射条件が除去率およびガラス化率に与える影響は、1秒間の熱量と照射時間の積である熱総量を指標として評価した。

3. 実験結果

図-2 にレーザ照射後の試験体の一例を示す。モルタルの除去状況およびガラス化の状況が確認された。

図-3 に熱総量と除去率の関係を示す。熱総量の増加に伴い除去率が増加している傾向が確認できた。照射間隔 30 μm 、照射時間 90s (熱総量 13383J) で、除去率が最も大きくなり、除去率の最大値は 80%であった。次に除去率の大きい条件は、照射間隔 30 μm 、照射時間 60s (熱総量 8931J) であるが、除去率に大きなばらつき (40%と 0) が確認された。吹付け厚さが 0.2~2mm であったことから、ばらつきの一因として試験体のモルタル厚さの不均質性が考えられる。

図-4 に熱総量とガラス化率の関係を示す。照射間隔が 10 μm の条件でガラス化率が高くなる傾向が確認された。ガラス化した部分をレーザ照射のみでの除去することは難しいが、ガラス化した部分は物理的に脆弱になっていることから、カップブラシなどの方法で容易に除去できると考えられる。

熱総量が大きくなると除去率は大きくなるが、レーザ照射のみで除去率が 100%となった条件は本研究の範囲内で確認できなかった。しかし、ガラス化することで脆弱化した部分は駆動音の小さい手工具を使用することで容易に除去できると考えられる。

4. まとめ

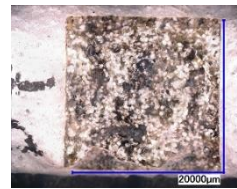
腐食鉄筋にモルタルをリシン吹付けによって施工した試験体を用いて結果、次の知見が得られた。

- 1) 照射間隔 30 μm 、照射時間 90s での照射が、最も除去率の高い条件であり、熱総量は 13383J であった。
- 2) 照射間隔が 10 μm の条件で、ガラス化率が大きくなる傾向が確認された。

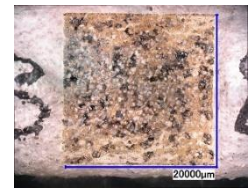
謝辞

本研究にあたり、西日本旅客鉄道、光響、及びPCL に多大なるご協力いただきました。ここに期して感謝の意を申し上げます。

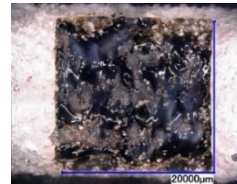
参考文献



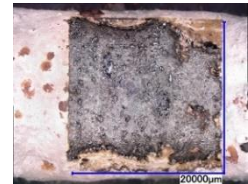
a) 10 μ , 30s
除去率 1.3%
ガラス化率 98.7%



b) 30 μ , 30s
除去率 0.0%
ガラス化率 52.2%



c) 10 μ , 90s
除去率 14.8%
ガラス化率 85.2%



d) 30 μ , 90s
除去率 71.6%
ガラス化率 9.77%

図-2 レーザ照射後の試験体表面の状態

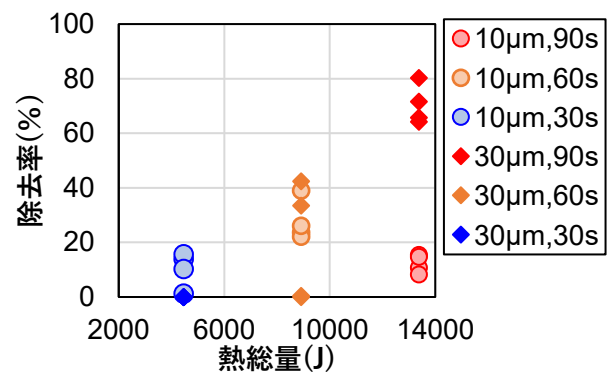


図-3 熱総量と除去率の関係

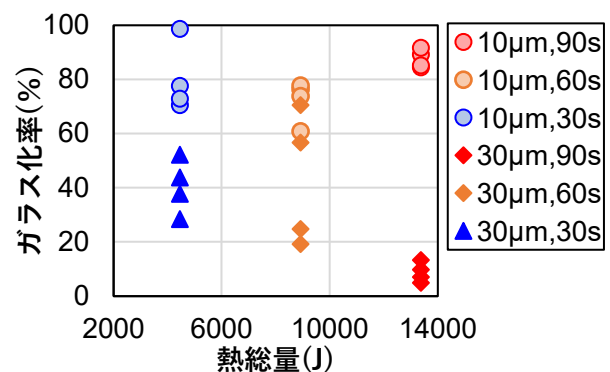


図-4 熱総量とガラス化率の関係

- (1) 藤田和久ほか：レーザークリーニングによる鋼構造物のメンテナンス，レーザー研究，45巻，7号，pp.418-422，2017
- (2) 鎌田博文，三森武男，立岩正明，杉本賢司：レーザーによるコンクリート表層はく離の研究，レーザー研究，24巻，7号，pp.30-38，1995