

連続波レーザーの回転照射によるコンクリート表面の目粗し処理に関する基礎的検討

前田建設工業（株） 正会員 ○白根勇二 正会員 三坂岳広 正会員 丸山憲治
（株）トヨコー 原口 学

1. はじめに

レーザー照射処理技術は、従来のブラスト技術に比べて二次廃棄物が発生せず、塩分除去に優れ、作業負荷が軽減されることから、鋼橋等の再塗装工事への適用が検討されている¹⁾。コンクリート表面への適用は1990年代頃より検討されていた²⁾が、現在のレーザー照射処理技術は、レーザーの発振方式、出力レベル、照射方式等の開発が進んでおり、実用化が期待される。著者らは、鋼橋等の塗膜や錆除去向けに開発されたレーザー照射処理技術について、コンクリート構造物への適用性を検討しており、本稿では補修工事における目粗し処理への適用を検討した結果を報告する。

2. レーザー照射処理技術

図1に、本検討で採用したレーザー照射処理技術の概念図を示す。ファイバーレーザーを光源とした連続波のレーザー光をレンズで集光し、かつ、光軸まわりに高速で回転するプリズムを通すことによって、対象物の表面にレーザー光を円環状にスキャン（走査）することができる。従来のレーザー照射は、スポット照射が一般的であるが、この方式によって面的にレーザー光を照射することで、局所的かつ過度な照射を避け、効率的な施工が可能となる。レーザー光は、数kWレベルの高出力を発振することができ、本検討では、最大出力3kWのレーザー発振器を使用した。また、対象物に焦点を合わせた際の円環スキャンの直径が、約25mmとなるように設定された装置を用いた。

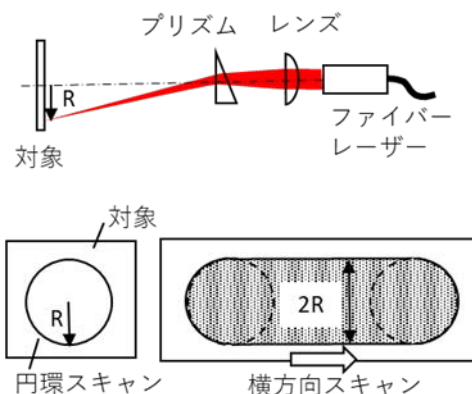


図1 レーザー照射処理技術の概要図



a) 出力：2kW，エネルギー密度：低



b) 出力：3kW，エネルギー密度：低



c) 出力：3kW，エネルギー密度：高

写真1 コンクリート表面の変化

3. レーザー光がコンクリート表面に与える影響（実験Ⅰ）

コンクリート表面にレーザー照射し、コンクリートの表面の変化を確認した。レーザーの照射条件は、以下のとおりで、出力とエネルギー密度を変化させた。

条件 a) 出力：2kW，エネルギー密度：低

条件 b) 出力：3kW，エネルギー密度：低

条件 c) 出力：3kW，エネルギー密度：高

対象としたコンクリートは、普通ポルトランドセメントを用いたW/C=55%のコンクリートとした。

レーザー照射後のコンクリート表面を写真1に示す。出力条件a)の出力2kWの場合、繰り返し照射してもコンクリート表面にレーザー跡が残る程度で、表面部のペーストおよびモルタル分がすり取れる状況ではなかった。出力条件b)の出力3kWの場合でもすり取れる状況にならず、横方向の走査速度を遅めたり、繰り返し照射すると、コンクリー

キーワード レーザー照射，コンクリート表面処理，目粗し処理

連絡先 〒302-0021 茨城県取手市寺田 5270 前田建設工業（株）ICI 総合センター TEL 0297-85-6171

ト表面の加熱により熔融し、ガラス化した状況となった。出力条件 c)では、出力 3kW とし、集光されるレーザー光のエネルギー密度が高くなるようにレンズに改良を加えた。その結果、コンクリート表層部が爆裂し、細骨材が現れる状況となり、ガラス化の現象もほとんど見られなかった。

4. 補修時の目粗し処理としての適用検討(実験Ⅱ)

実験Ⅱでは、実験Ⅰの出力条件 c)で、補修工事の目粗し処理としての活用の可能性を検討した。

(1) 表面の切削深さ

図2に、レーザー照射を水平方向に1~6往復させ、上下断面の切削深さを測定した結果を示す。水平位置 2mm および 27mm 近辺は、円環の上端および下端であるため実質の照射時間が長く、深く切削されているが、凹凸は±0.2mm 程度で、6 往復でも約 1mm の切削深さであった。一般的なウォータージェットと比べると、凹凸が小さく、浅い切削となることが確認できた。なお、照射の往復回数を6回以上とすると、ガラス化の傾向が見られた。

(2) 表層部の空隙状況

レーザー照射によるマイクロクラックの発生や、空隙構造の変化が懸念されるため、蛍光塗料を混合した低粘性エポキシ樹脂を真空含浸させ、切断後、表層部の空隙状況を観察した(図3)。照射回数 2 往復は細骨材が現れた状態、10 往復は表面のガラス化が認められた状態であり、いずれもマイクロクラックの発生は認められなかった。しかし、10 往復では球状の空隙が深さ約 5mm まで確認された。レーザー照射による加熱によって、表面部の水分が蒸発し、空隙が発生したものと考えられる。

(3) エポキシ樹脂の付着強度

レーザー照射された表層部のコンクリートの品質を評価するため、エポキシ樹脂による付着試験を実施した。試験結果を図4に示す。レーザー照射3往復までは、目視でガラス化が顕著でない状況であり、ウォータージェットと同程度の付着強度を得ていた。一方、10 往復の付着強度は、付着強度が 1/2 程度に低下し、表層部の品質の低下が懸念される結果となった。

5. まとめ

本検討の結果、回転照射させた連続波レーザーの照射条件を適切に設定することで、コンクリート表面の目粗し処理としての活用が可能が示唆された。

参考文献

- 1) 貝沼重信ら：高出力連続波レーザーで素地調整した鋼材の表面特性に関する基礎的検討，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，78 号，pp.213-pp.230，2022。
- 2) 鎌田博文ら，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 2 号，1996.2

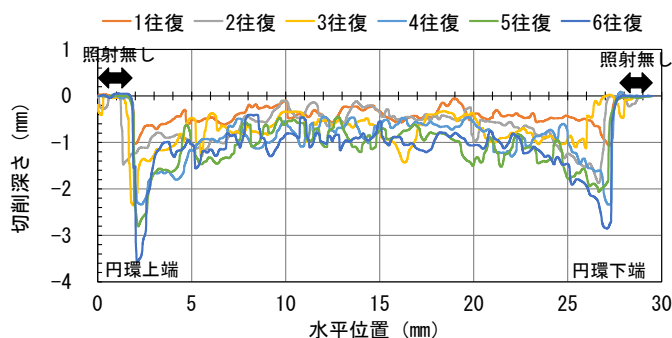
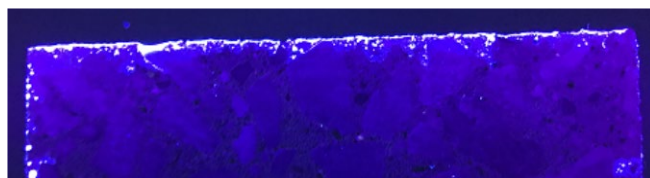
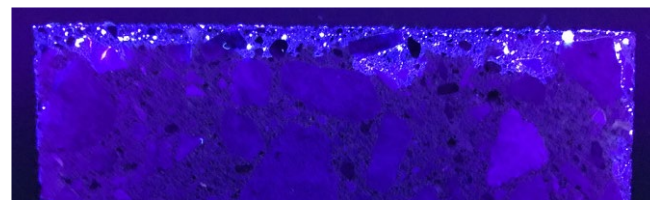


図2 レーザー照射による表面の切削深さ



i) 照射回数 2 往復



ii) 照射回数 10 往復

※上側が照射面，試料幅 100mm

図3 レーザー照射断面の空隙状況

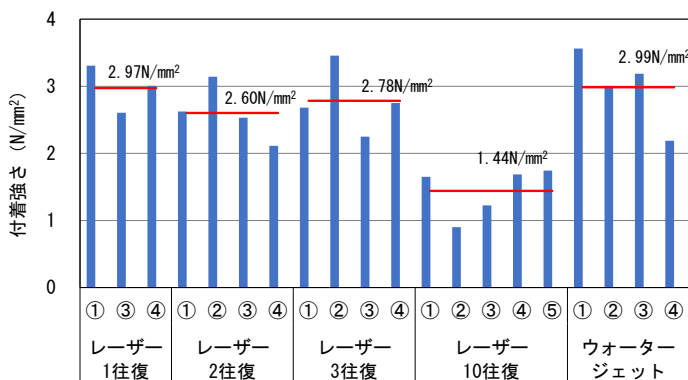


図4 エポキシ樹脂による付着強度試験結果