

遠隔操作式レーザー除染技術の開発

Development of remote-controlled laser decontamination system



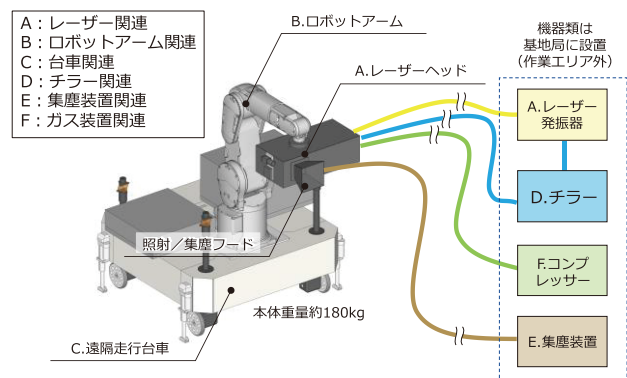
田中聖一朗 Seichiro TANAKA^{*1}・佐藤光浩 Mitsuhiro SATO^{*2}・今井 久 Hisashi IMAI^{*3}
木川田一弥 Kazuya KIKAWADA^{*4}

研究の目的

1960年代から建設された原子力発電プラントの老朽化が懸念されており、今後多くの発電所が運転を終了し、廃止措置の計画が具体化していくものと予想される。近年、幅広く産業利用されているレーザー加工技術を、原子力施設や放射線利用施設の廃止措置に応用することが今後期待されている。レーザーを活用した除染技術の特長は、遠隔操作や自動化により作業員の被ばく低減が期待できること、および媒体を使用しない乾式プロセスであるために二次廃棄物が少ない点である。本報では、コンクリートや鋼材等の表面汚染の除去を目的として新規に開発した遠隔操作式レーザー除染システムと、その性能評価のために実施した適用試験の結果について報告する。

研究の概要

本研究で開発したレーザー除染システムは、作業員による直接作業が困難な高線量エリアや形状の入り組んだ複雑な部位・狭隘箇所において、汚染されたコンクリートや鋼材表面等を遠隔操作により除染することを目的としている。システム全体は、レーザーを照射するヘッド部、これを把持して動かすロボットアーム部、自己位置認識が可能な台車部から構成され、ヘッド部には発生する切削粉を回収する集塵装置が組み込まれている（図-1）。ロボットアームは多関節でプログラム指示によりアーム可動範囲内の任意の箇所を切削することが可能である。使用したレーザー発振器はCW（連続波）ファイバーレーザーであり、最大出力は500Wである。



結論

開発したレーザー除染システムの各種性能評価のための適用試験を実施した結果、以下の知見を得た。

- プログラムで指定した領域のコンクリート表面を、自動で連続的に深さ約0.1mmで切削できることを確認した。また、鋼材を対象とした試験では、凸凹のある空き缶の塗膜を一樣に除去できること、鋼板の錆び落としにも効果的であることが確認された（写真-1, 2）。
- コンクリートに対しては、単位長さあたりの入力エネルギーが100～200 J/mの間において、高い切削効果が得られるが、それより大きくなると切削効率は向上しない。これは、レーザーの走査速度が小さすぎると入力エネルギー量が過剰になり、母材への熱拡散や骨材の部分的な融解を引き起こし、切削を阻害するためと考えられる。
- コンクリート表面の切削深さは、ビームスポット径が小さいほど、照射サイクル数が多いほど深くなる傾向があるが、骨材の影響により切削効率は鈍化する。
- コンクリート表面の除染における在来工法との比較では、レーザー工法により発生する廃棄物量はケミカル法と同等で、他の機械除染法と比較するとサンダー工法の1/4、ハツリ工法の1/58、ブラスト工法の1/15となった。

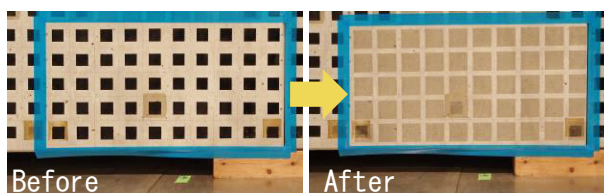


写真-1 コンクリート表面の連続自動切削



写真-2 凸凹面の塗膜除去（左）、錆び落とし（右）