

高出力密度レーザー光の高速掃引を用いた連続波ファイバーレーザー除染の開発 (2) ガルバノレーザー高出力密度高速掃引除染システムの設計と動作原理

A Development of a CW fiber laser decontamination using high-speed scanning of a high-power density laser beam

(2) Design and operating principle of the Galvanometer high-power density and high-speed laser scanning decontamination system

*峰原英介¹, 小菅淳², 猿田晃一²

¹LDD, ²原子力機構

抄録：我々のレーザー除染装置は、放射性同位元素（RI）汚染物表面を回折限界のシングルモードCWファイバーレーザーと高速ガルバノメーターを用いて高出力密度高速掃引レーザー光で昇華蒸散させ、除染する。既に原子炉ステンレス鋼にレーザー照射して検出限界以下に昇華蒸散し、除染した。また多くのRI汚染したコンクリートや無機有機材料や金属や塗装表面などを除染し、清浄にできた。この昇華蒸散する高出力密度高速掃引レーザー除染装置の設計を説明し、動作原理を高速と低速の動画により確認する。

キーワード：ファイバーレーザー、高出力密度、高速掃引、連続波、ガルバノスキャナー、動画

1. 緒言

我々のシングルモードCWファイバーレーザーと高速ガルバノスキャナーを用いた高出力密度高速掃引除染システムの設計を説明して、条件が整えば検出限界以下の清浄な除染を実現できる動作原理を確認する。

2. レーザー高出力密度高速掃引除染システムの動作と設計

この回折限界のシングルモードファイバーレーザーと高速ガルバノスキャナーを用いた微小集光径を生成保持する高出力密度高速掃引除染システムは、2008年頃から原子炉ステンレス鋼を用いて検出限界以下の除染を実現する目的で設計製作試験された。その後、種々の金属、無機有機材料、コンクリート、塗装膜等に対して除染剥離試験を行い、清浄にするためにはRI表面汚染物を溶融させずに昇華蒸散あるいは熱破碎や水蒸気爆発や炭酸爆裂等により表面から剥離する動作設計が必要であることを確認した。

高沸点金属、難解離性無機有機材料の表面を溶融せず剥離するために、回折限界のシングルモードレーザー光を集光させ10 μ m程度の集光径にして0.5-2GW/cm²程度以上の高パワー密度を生成し、このパワーが、溶融ではなく2万度程度以上での昇華蒸散や低い温度からの熱破碎や水蒸気爆発/炭酸爆裂などの溶融しない剥離のみに使用されるようにガルバノスキャナーで高速掃引できるようにシステムを設計製作した。

3. 議論と結論 検出限界以下の除染と動作条件

このシステムにより2010年に検出限界以下に除染された原子炉ステンレス鋼のレーザープラズマや火線の低速動画と除染後表面観察は、ステンレス鋼の超高温での昇華蒸散を示していた。2021年の高速動画観察による高速時の微小集光径の昇華蒸散と低速時の移動する拡大溶融池（別講演参照）は、高出力密度低速掃引では汚染が残留し、検出限界以下の除染の実現には高出力密度と高速掃引が不可欠と確認された。

参考文献

[1] E. J. Minehara, Japanese Patent No.5610356, 2014, US Patent, US9174304B2, 2015., EU Patent No.2772922, 2017.

*Eisuke J. Minehara¹, Atsushi Kosuge² and Koichi Saruta², ¹LDD Corporation., ²JAEA.