

ステンレス材のナノ秒パルスレーザー除染：除去量のレーザーパラメーター依存性 Nanosecond Pulsed Laser Decontamination of Stainless Steel: Dependence of Removal amount on Laser Parameters

¹京大エネ研, ²原子力機構(敦賀) [○]山本 恵輔¹, 小菅 淳², 中嶋 隆¹

¹IAE, Kyoto Univ., ²JAEA(Tsuruga) [○]Keisuke Yamamoto¹, Atushi Kosuge², Takashi Nakajima¹

原子炉の廃止措置においては大量の放射性廃棄物が発生する。この放射性廃棄物を効率的に除染することにより、廃棄物の量を減らし、保管コストを大幅に下げることが可能となる。これらの除染を効率的かつ安全に行う方法として、レーザー除染法が近年注目されている。レーザーパラメーターがアブレーションに及ぼす影響を把握することは、効率的な除染作業を行うにあたって重要となる。本講演では、パラメータを比較的自由に換えられるガルバノ掃引機構付 MOPA 型ナノ秒ファイバーレーザーを種々の照射条件で汚染されていない金属試料(SUS304)に照射して得られた除去量と表面構造の計測結果を報告する。

例として、スキャン速度 200, 1000, および 6000 mm/s においてパルス幅(15, 40, 200 ns)とパルス繰り返し数 (200, 300, 500 kHz) を変化させた場合の除去量を、レーザー照射部の断面積の積分値として評価した結果を Fig. 1 に示す。同一の投入レーザーパワー (=同一のレーザー出力とスキャン速度) においても、除去量はレーザーのパルス幅と繰り返し数によって明らかに変化することがわかる。次に、ターゲット表面構造の測定結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 (a) は、パルス幅 15 ns、繰り返し数 200 kHz、スキャン速度 1000 mm/s の結果であり、(b), (c), (d) は、(a)からそれぞれパルス幅、繰り返し数、スキャン速度のいずれか1つを変化させた場合の結果である。15および200 nsの表面構造(Fig. 2(a), (b))を比較すると、後者の方が深く削れている。また、同じ 15 ns パルスでも繰り返し数を増大させると(Fig. 2(a), (c))、総投入エネルギーは同一でも個々のパルスエネルギーが小さくなるため、アブレーションが起こりにくくなって削れた深さは浅くなる。また、スキャン速度が遅いと(Fig. 2(a), (d)) 溶融が顕著になる。

これらの結果から、同一の投入レーザーパワー (=同一のレーザー出力とスキャン速度) をターゲットに投入しても、パルス時間幅や繰り

返し数によって除去効率は大きく異なる。つまり、同一の電力コストにおいて、除染効率を最大化するレーザーパラメーターが存在する。

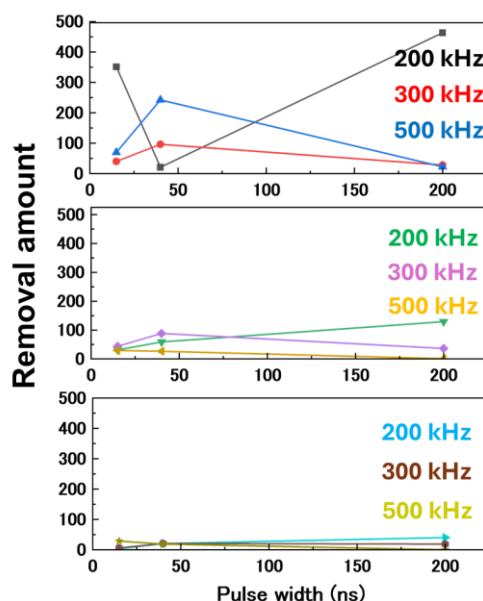


Fig. 1 Variation of removal amount as a function of pulse width at the scan speed of (a) 200, (b) 1000, and (c) 6000 mm/s. The laser power is 17.5 W for all cases.

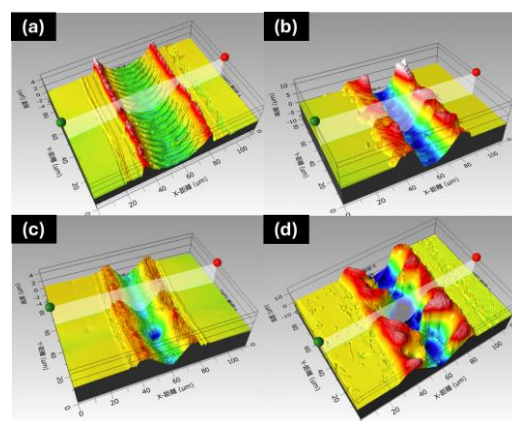


Fig. 2 Surface morphologies of the irradiated target with (a) 15 ns pulses at 200 kHz and 1000 mm/s, and (b) 200 ns pulses at 200 kHz and 100 mm/s, (c) 15 ns at 500 kHz and 1000 mm/s, and (d) 15 ns at 200 kHz and 200 mm/s.