

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた レーザーと水噴流の複合加工技術の開発 (2) 高速度カメラによる観察

Development on processing technology with combination of laser and water jet for decommissioning of
Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
(2) Observation of gouging processes using a high speed camera

*羽成 敏秀¹, 武部 俊彦^{1,3}, 山田 知典¹, 大道 博行¹, 石塚 一平², 大森 信哉²,
黒澤 孝一², 佐々木 豪³, 中田 正宏³, 酒井 英明³
¹JAEA, ²日立 GE, ³スギノマシン

福島第一原子力発電所の廃炉に向けた燃料デブリ・炉内構造物の取出し作業に資するレーザー加工技術の開発を進めている。その一環として、レーザー加工時の物理現象解明のために高速度カメラを用いて、その観察を行った。本発表では、その評価について報告する。

キーワード: レーザー加工、水噴流、高速度カメラ

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた燃料デブリ・炉内構造物の取出し作業においては、放射性物質の放出抑制を行いつつ対象物を除去し、遠隔操作でアクセス・回収を実施する必要があり、現在その除去加工技術が求められている。そこで、本研究は一般的なアシストガス噴流に代わって水噴流を用い、かつ非貫通加工によって熔融部を照射側から除去する手法の開発を進めている。本発表では、熔融部の除去加工時の物理現象解明のために高速度カメラによる観察を行い、その評価について報告する。

2. 実験方法

図1に示すように炉内構造物として用いられているステンレス鋼(SUS304)試験体にファイバーレーザー光($\lambda=1070\sim 1080$ nm)を出力約6 kWで1秒間の定点照射し、同時に別角度から水噴流を噴射させて熔融部の除去加工を行った。その際、高速度カメラを用いて熔融部の除去加工時の様子が観察可能な10000 fpsで撮影を行った。水噴流の噴射形式としては連続噴射および間欠噴射を用いて、評価を行った。また、光学系保護のためにレーザー光と同軸に加工ヘッドから空気を低流量で流した。

3. 実験結果

図2は水噴流を連続噴射した条件で、レーザー光の照射により金属表面が熔融し、熱放射によって発光する様子が確認できる(図2(a))。水噴流によって熔融部は徐々に除去されてゆくが、その一部は表面に留まり(図2(b))、再凝固した。回収の観点から、この再凝固は除去効率を低下させるために好ましくなく、改善する必要がある。図3は水噴流を間欠噴射した条件で、レーザー光の照射により熔融していく過程(図3(a))と水噴流により熔融部が除去される過程が交互に繰り返される。熔融部が除去される過程で、表面にその残留が見られなかった(図3(b))。これは、水噴流を間欠噴射することにより連続噴射と比べて、水噴流によるレーザー光の吸収阻害や冷却の効果等が低減されたためと考えられる。

4. 結論

水噴流を間欠噴射したほうが効率的に熔融部を除去できることを見出した。今後、より効率的に熔融部を除去するためにレーザー出力等の各パラメータの組合せを検討し、最適化を進めてゆく。

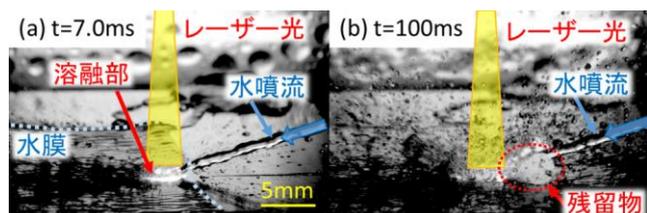
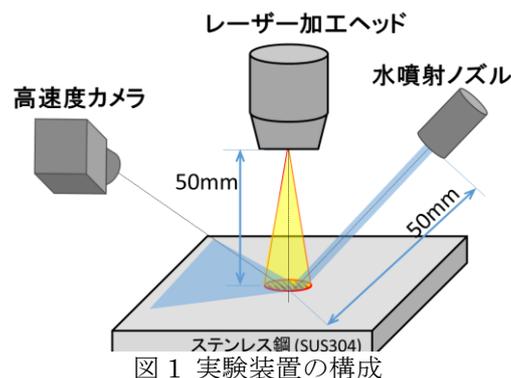


図2 レーザーと水噴流による除去加工(連続噴射)
*レーザー光は不可視のため、イラストで図示

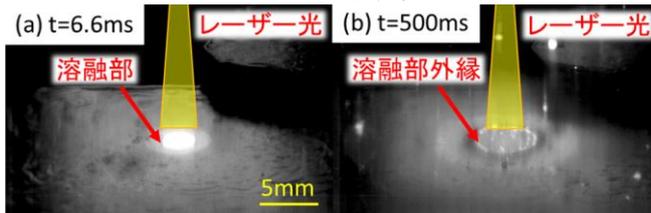


図3 レーザーと水噴流による除去加工(間欠噴射)
*図は水噴射間欠時

*Toshihide Hanari¹, Toshihiko Takebe^{1,3}, Tomonori Yamada¹, Hiroyuki Daido¹, Ippei Ishizuka², Shinya Ohmori², Koichi Kurosawa², Gou Sasaki³, Masahiro Nakada³, Hideaki Sakai³, ¹JAEA, ²HGNE, ³SUGINO