

高出力レーザーを用いた材料加工等の高度化に関する研究

Study of Upgrading of Material Processing using High-power Laser

門脇 春彦¹⁾

Haruhiko KADOWAKI

¹⁾若狭湾エネ研

レーザー切断工法を原子炉施設の廃止措置で運用するためには、レーザー切断における貫通光及び粉じんの対策が必要である。本試験では貫通光及び粉じんの対策のため、切断環境にミストを展開することを検討し、これによって特定の粒径の粉じん濃度を減少させること、及び、貫通光の強度を低減できることを示した。

キーワード：廃止措置、レーザー切断、粉じん

1. 目的

レーザー切断工法を原子炉施設の廃止措置で運用するためには、レーザー切断における貫通光及び粉じんの対策が必要である。レーザー切断に適用されるファイバーレーザーは 1070 nm の波長を有し、これが水ミストに照射されるとレーザー光は分散、及び、吸収される性質があり、これを応用することで後方構造物への貫通光の影響を軽減することが期待できる。また、昨年度の試験結果から、水ミストは粉じんの環境濃度を低下させることに有用であることが分かっている。本試験では水ミストを展開したレーザー切断を行い、水の噴霧による粉じんの抑制や貫通光の対策への適用性を評価した。

2. 方法

レーザー発振器には IPG 製 YLS-30000-C を用い、レーザー出力を 5 kW ~ 10 kW、アシストガス流量を 300 L/min ~ 600 L/min とし、厚さ 25 mm の SUS304 鋼をレーザー切断した。水ミストは霧のいけうち製 AKIMist™E”を用い、噴射圧力 0.5 MPa で水ミストを展開した。レーザー貫通光についてレーザー出力とダンパーブロックの溶損量の検量線を作成し、実際の切断におけるブロックの溶損量から貫通光の強度を評価した。粉じん測定器には TSI 製 Nanoscan SMPS3910 (粒径分布 10 nm ~ 420 nm) および高濃度パーティクルカウンター OPS3330 (0.3 μm ~ 10 μm) を用いた。本試験はふくいスマートデコミッション技術実証拠点、気中技術実証試験エリアで実施した。

3. 結果及び考察

切断環境中にミストを展開したレーザー切断において、対象物を切断しつつレーザー貫通光が拡散すること、及び、粒径約 0.3 μm の粉じん濃度が顕著に減少したことを確認した。アシストガスを減少させた試験では特に貫通光の強度が抑えられ、これはアシストガスによってミストが除去される割合が小さくなり、ミストが維持されて貫通光分散の程度が保持されたためと考えられる。

対象物の切断性能を維持しつつ貫通光強度を低減させた条件を設定し、後方構造物への熱影響の低減を確認する試験を行った。切断対象物について厚さ 25 mm のステンレス鋼、切断条件についてレーザー出力 5 kW、アシストガス 300 L/min、切断速度 100 mm/min、スタンドオフ 10 mm、ミスト吹付圧力 0.5 MPa、後方構造物について厚さ 1.5 mm のジルコニウム合金配管を照射直線距離 500 mm の位置に置いた。図 1 に切断後の後方構造物への熱影響の様子を示す。貫通光が 1 min 照射された状況であるが、ミストによる分散によって、熱変形しない程度に貫通光の強度が低下したことを確認した。



図 1 後方構造物の熱影響の様子