

103 YAG レーザ溶接のインプロセスモニタリング技術の研究

第1報 溶接パラメータの影響

日産自動車 車両技術開発試作部 ○森 清和, 樽井 大志

Study of In-process monitoring for YAG laser welding

Rep.1 Affection of welding parameters

1. 緒言

自動車の車体組み立て工程へのレーザ溶接の適用における最重要課題は、自動化の進んだラインでの溶接品質の保証である。これまで、テーラードブランク溶接を適用対象として、CO₂ レーザで溶接時に誘起されるプラズマ発光に注目した品質モニタリング技術を研究開発し、実用化している。本報告ではYAG レーザを用いた車体の重ね溶接に注目し、キーホール近傍から観察される発光強度と溶接パラメータの関係を調査した。

2. 実験装置

Fig.1に構成図を示すように3kWのYAGレーザをコア径600 μ mの光ファイバーで伝送後、焦点距離200mmと150mmのレンズで集光した。集光スポット径はほぼ ϕ 450 μ mである。基準条件として加工点出力P=3kW、溶接速度v=4m/min、焦点位置F=0mm、加工ガスとしてArをQ_{Ar}=20 ℓ /minとし、各条件を変化させた。供試材料は、板厚0.8mmの軟鋼2枚の重ね溶接とした。溶接部からの発光は高低2つの狙い角度から計測用ファイバーで受光した後、分光光学系によりYAGレーザの反射光とプルームからの発光を分離し、フォトダイオードの出力をコンピュータに20kHzのサンプリング速度で取り込み、DC成分（1秒程度の時間平均）とAC成分（0.1から5kHz帯の二乗平均値）のそれぞれを解析した。

3. 実験結果

Fig.3-5に焦点位置の変化に対する各センサー出力のDC成分とAC成分の関係を示す。図中の網掛けした領域は裏面までの貫通溶接となった領域を示している。プルームおよびYAG反射光とも、DC成分ではF=0の位置を極小とし、|F|の増加と共に単調に増加している。これに対して、AC成分ではプルーム発光強度とYAG反射光強度で大きく傾向が異なる。YAG反射光のAC成分はキーホール前面の周期的な変動を表していると考えられ、パワー密度の高い|F|が小さい領域で大きな値を示すものと思われる。

Fig.6および7は加工点でのレーザ出力Pおよび、加工ガス流量Q_{Ar}とプルームからの発光強度のDC成分の関係を示して

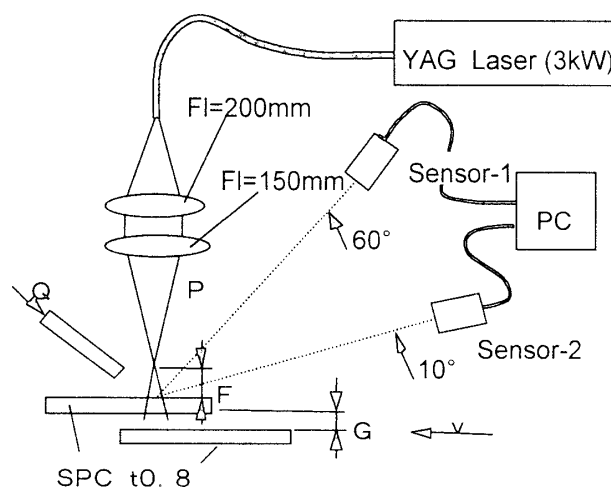


Fig.1 Experimental setup

いる。レーザ出力の増加と共に発光強度は単調に増加するが、観察角度 60° では 10° に比べ増加量が多い。また、加工ガス流量の増加に伴い、発光強度は単調に減少する。

4. 結言

YAG レーザ溶接時に発生するプルームの発光およびレーザの反射光の観察によりレーザ溶接条件の変化を検出する可能性があることが解った。次報では、板間の隙間やポロシティなどの溶接品質のモニタリングの可能性について述べる。

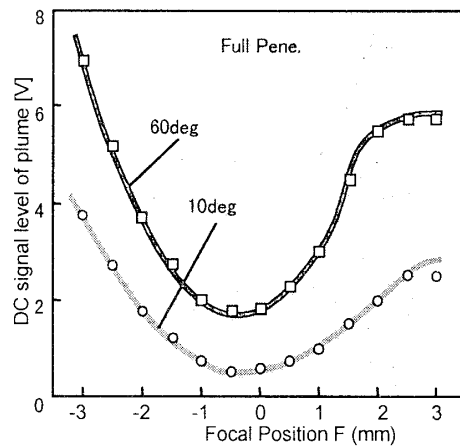


Fig. 2 Focal position vs DC signal level of plume.

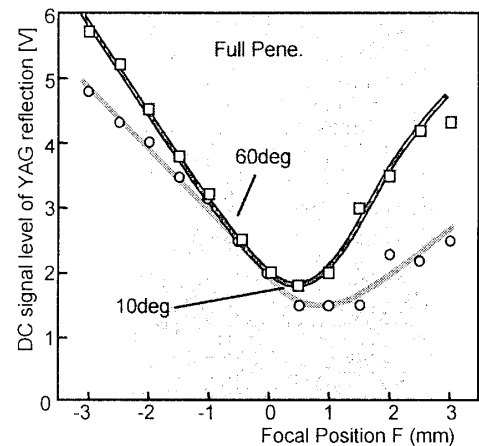


Fig. 3 Focal position vs DC signal level of YAG reflection.

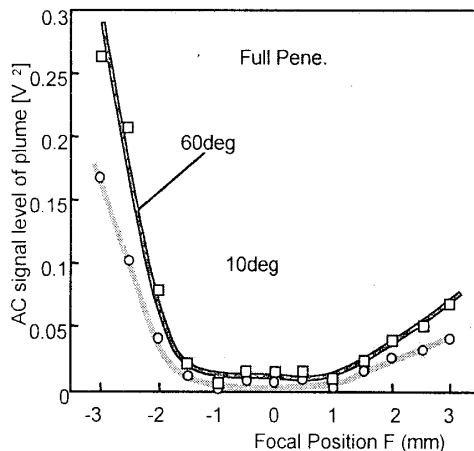


Fig. 4 Focal position vs AC signal level of plume.

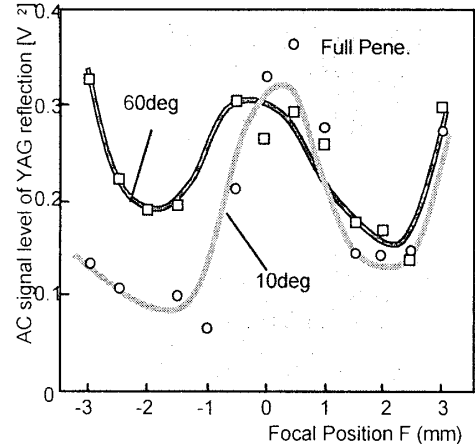


Fig. 5 Focal position vs AC signal level of YAG reflection.

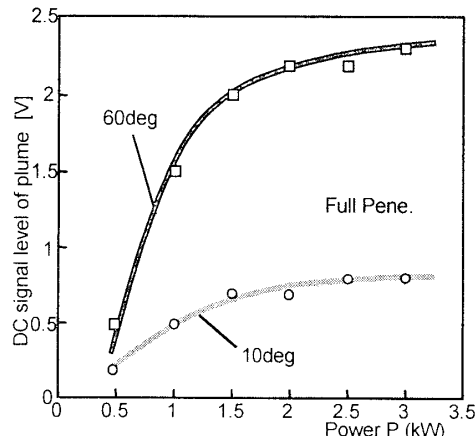


Fig. 6 Laser power vs DC signal level of plume.

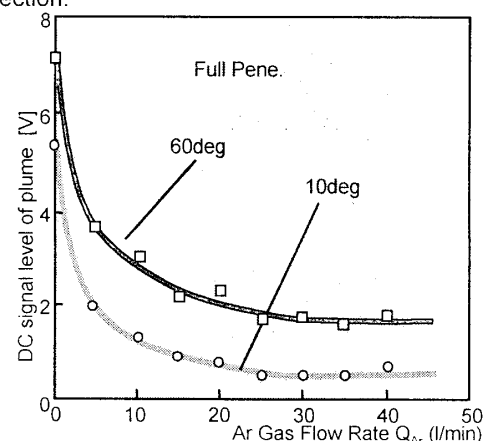


Fig. 7 Gas flow rate vs DC signal level of plume.