Japan Welding Society

102 YAGレーザ溶接におけるマルチフォトセンサーシステムを用いた溶接品質のインプロセスモニタリング

- 高出力 YAG レーザ溶接に関する研究（第 2 報）-

大阪大学大学院　工学研究科　○池田卓郎、小島庸光、宮本勇
三菱重工業株式会社　高砂研究所　石出孝、坪田秀峰
神戸造船所　長島是

In-Process Monitoring of Weld Qualities using Multi Photo-Sensor System in Pulsed Nd: YAG Laser Welding

- Study on High Power YAG Laser Welding (Rept.2) -

by T.Ikeda, T.Kojima, I.Miyamoto, T.Ishide, S.Tsubota and T.Nagashima

1.はじめに

深溶け込み溶接においてキーホールの開口部とフィンガー部は異なった挙動を示す。マルチフォトセンサーを用いることにより、これらキーホール内の 2 つの領域の金属蒸気発光を区別して検出することができるが、本研究では、パルス YAG レーザ溶接においてこれら 2 領域の平均発光強度と溶け込み深さとの関係について言及する。

2.実験方法

ピークレーザパワー 5kW、光ファイバ径 0.6mm、スポット径 1.2mm のパルス YAG レーザを用いて窒素雰囲気でステンレス鋼をビードオン溶接した。キーホール内外の金属蒸気の発光を YAG レーザ光のカットフィルターを通してフォトセンサーを用いて測定した（**Fig.1** 参照）。また、それぞれの分光感度特性を **Fig.2** に示すように、本報では主に可視領域を検出した。フォトダイオードは試料面に対して 5° ～55° と 90° に設置し、サンプリング周波数を約 20kHz とした。尚、パラメータはピークレーザパワー 2～5kW、溶接速度 0.3～1.5m/min とした。

3.結果・考察

3.1 全発光強度

観察角度と発光強度との関係を **Fig.3** に示す。プルームは 5° センサーにより、また全発光強度は 90° センサーにより検出できる。**Fig.3** より、プルームの発光強度はキーホールからの全発光強度に比べて非常に小さいことが分かる。マルチフォトセンサーにより、θ=90° から全発光強度が検出でき、また開口部とフィンガー部の 2 つの領域の発光を区別して検出することもできる（**Fig.4** 参照）。ピークレーザパワー（v=0.5m/min 一定）、溶接速度（W=5kW 一定）をそれぞれ変化させた時の全発光強度と溶け込み深さとの関係を **Fig.5(a)**に示す。ピークレーザパワーを変化させた時、溶け込み深さは全発光強度にほぼ比例するが、溶接速度の減少に伴って、溶け込み深さは深くなるが、全発光強度は増加せず、わずかに減少している。このことは全発光強度が必ずしも溶け込み深さに比例しないことを意味する。それ故に、90° センサーのみでは溶接条件の広い範囲に渡って溶け込み深さを推定するのに十分ではない。

3.2 キーホール開口部とレーザの相互作用

Fig.6 はパルスレーザとキーホールの相互作用を模式的に示している。パルスオフの間にレーザビームはΔだけ前方へ移動してキーホールの前方に当たる。そのため、開口部はより強く加熱され、開口部の発光が増大する。溶接速度に比例してΔは大きくなるので、開口部の発光強度は溶接速度の増加に伴い増加すると予想され、実験結果もそれを示している（**Fig.5(b)**参照）。この現象は **Fig.5(a)**に示した 90° センサーによる測定結果に深く影響を及ぼす。

溶接学会全国大会講演概要　第66集(2000-4)

NII-Electronic Library Service

Japan Welding Society

3.3 溶け込み深さの推定

90 ° センサーで検出される全発光強度から開口部の発光強度を除き、フィンガー部における発光強度を抽出した。ピークレーザパワーと溶接速度の両パラメータの変化に対して、フィンガー部からの発光は溶け込み深さの増加に伴い比例的に増加することが分かった（**Fig.5(c)**参照）。

4.まとめ

パルス YAG レーザ溶接において開口部とフィンガー部の発光強度を区別して検出した。その結果、ピークレーザパワー、溶接速度を変化させた場合、フィンガー部からの発光から溶け込み深さを推定できた。

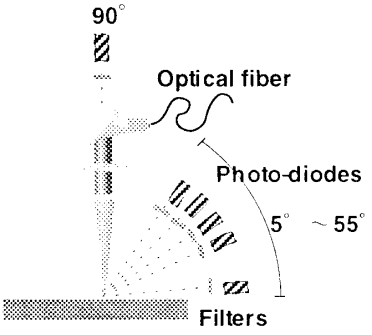

Fig.1 Experimental setup for sensing.

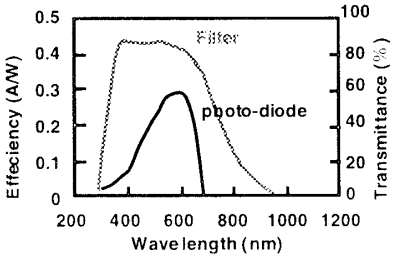

Fig.2 Spectral sensitivities of photo-diodes and filters.

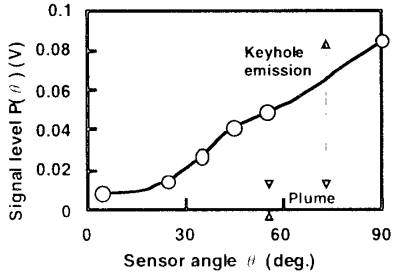

Fig.3 Typical relationship between sensor angle and signal level (W:5kW,v:0.5m/min,t=22mm).

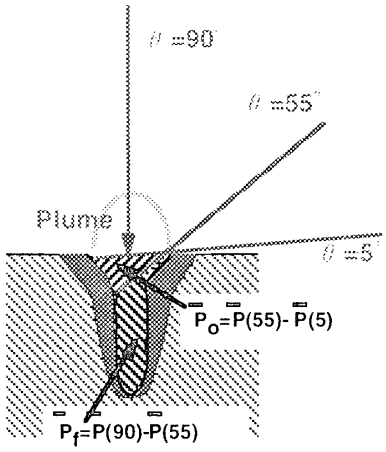

Fig.4 Multi photo-sensor system.

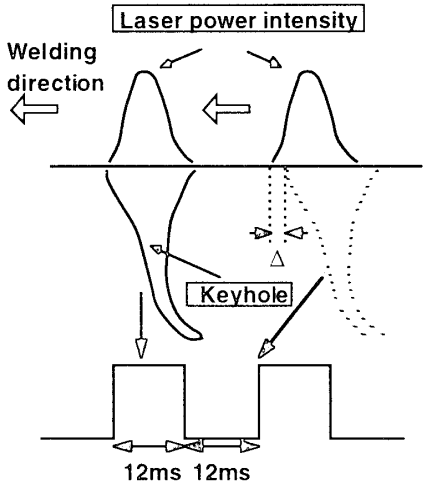

Fig.6 Laser-keyhole opening interaction.

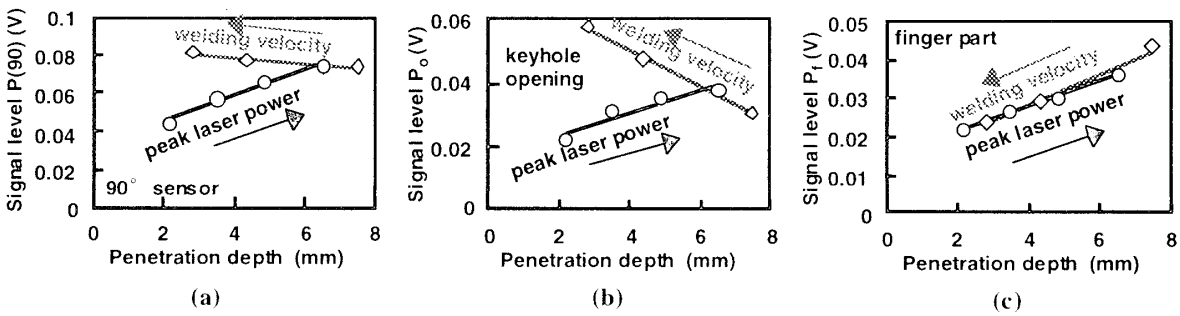

Fig.5 Estimation of penetration depth (t=22mm).

NII-Electronic Library Service