

三菱重工業(株) 高砂研究所 ○坪田 秀峰, 橋本 義男, 石出 孝

Improvement of YAG Laser Welding Allowance  
by TSUBOTA Shuho, HASHIMOTO Yoshio, ISHIDE Takashi

キーワード : レーザ, 溶接, ギャップ, ポロシティ

Keywords : laser, welding, gap, porosity

### 1. はじめに

レーザ溶接は、高速・高能率な施工が可能である反面、開先ギャップが存在した場合にはアンダーフィルやアンダーカットといったビード形状欠陥が発生する懸念がある上、目外れ防止のために狙い位置を高精度に調整する必要がある。さらにキーホール各部の不安定現象によりポロシティが発生しやすい問題点がある。今後、重工業において対象とする厚板分野でもレーザ溶接の適用をさらに推進していくためには、これらの問題点を解決し、広い施工裕度を確保することが重要である。本研究では簡便な機構にてビームをウェービングさせることで上述の問題点解決を試み、実用技術の開発を行った。ここではその成果について報告する。

### 2. 試験装置及び供試体

簡便な機構とすることを目的として光ファイバを直接駆動させてビームウェービングさせた。偏芯軸を有するモータとファイバ出射端を固定したベースプレートを連結し、ベースプレートをリニアレール上に配置した。モータの回転に伴う偏芯軸の回転運動がリニアレール上のベースプレートの直線運動に変換される機構とした。ファイバ駆動は最大幅 1.0mm、周波数 60Hz とし、その際の加工面上のビーム駆動量は 1.7mm であった。溶接は、最大出力 10kW のランプ励起 YAG レーザを使用し、ガントリーに装着した溶接用光学系を駆動させて行った。試験材料には板厚 5~25mm の SUS304 を用いた。

### 3. ビームウェービングによる開先ギャップ吸収法の検討

ビードオン溶接にてウェービングビームによる溶接特性を調査した結果を Fig. 1 に示す。いずれの振幅においてもウェービング周波数の増大とともに溶込み深さは減少するが、ビード幅は増大傾向を示した。また振幅の増加とともにその程度は大きくなった。これらを基に開先 Gap を有する部材の突合せ溶接試験を実施した。Fig. 2 に示す通り、開先 Gap が 0.6mm 存在した場合においてウェービング無ではビームが透過し溶接不可能であったのに対し、ウェービングにより良好な裏波を形成することができた。さらに十分な余盛り形成を狙い、フィラワイヤを添加し同様の溶接を行った。Fig. 3 には Gap 1.5mm 存在時の突合せ溶接結果を示す。ウェービング+フィラワイヤ添加により表裏面ともに良好なビード外観を有する継手が得られた。また RT 検査により欠陥のないことも確認された。

### 4. ビームウェービングによるポロシティ低減法の検討

SUS304 材の Ar シールド下でのビードオン非貫通溶接にてウェービングによりポロシティ低減を試みた。試験は出力 4kW、速度 0.4m/min の条件にて行った (Fig. 4)。ウェービング無で RT 検査結果 JIS1 種 2 級であり、幅 0.2mm のウェービングでも同等で低減効果は認められなかった。一方、ウェービング幅 0.5mm の場合 60Hz で欠陥無しの結果が得られ、ポロシティ低減効果が認められた。次にこれらの効果がウェービングによるものかビード形状によるものかを確認するため、出力を 6kW に増加させた溶接試験を実施した。結果を Fig. 5 に示す。アスペクト比は高くなつたが、依然としてポロシティ低減効果を有しており、速度

等の溶接条件に対応したウィービングパラメータ選定によりボロシティを防止しうることが確認できた。

## 5. 総まとめ

簡単な機構によるウィーピングによりギャップ吸収とポロシティ低減を試み、以下の成果を得た。

- ・0.5mm程度のウィービングにより開先Gap 1.5mmの場合にも良好な表裏面ビード形成が可能であった。
  - ・0.5mm×60Hzのウィービングによりポロシティが防止可能であった。

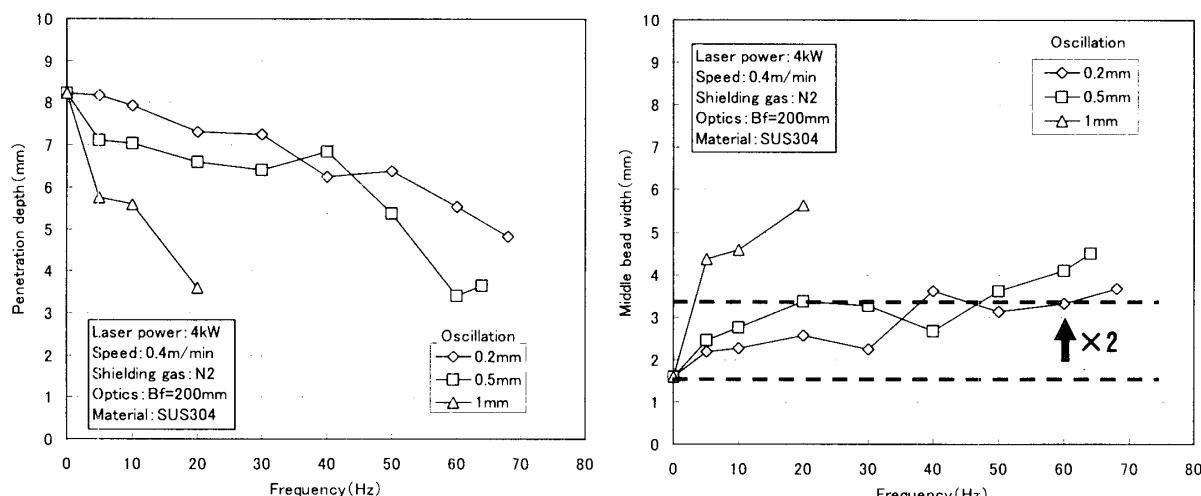


Fig. 1 Weaving beam welding ability

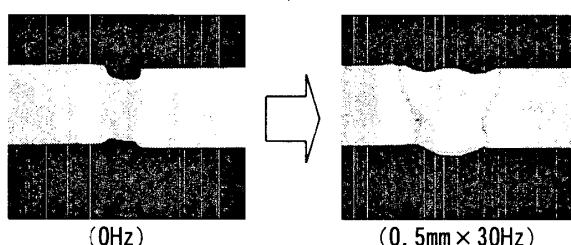


Fig. 2 Effect of beam weaving (Gap0.6mm)  
(without filler wire feeding)

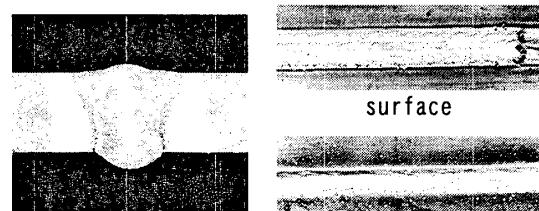


Fig. 3 Effect of beam weaving (Gap 1.5 mm)  
(with filler wire feeding)

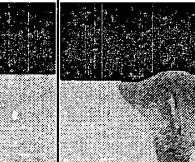
Cross section			
	1.0mm <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black;"></div>	1.0mm <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black;"></div>	1.0mm <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black;"></div>
RT	JIS 1-2	JIS 1-2	JIS 1-1
	0Hz	0.2mm × 60Hz	0.5mm × 60Hz

Fig. 4 Welding result

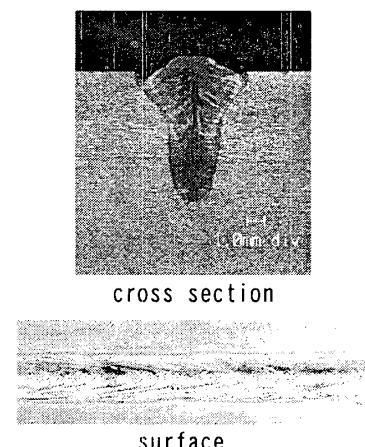


Fig. 5 Welding result