

パルス YAG レーザを用いた純チタン薄板突合せ溶接継手の機械的性質

日大生産工 (院) ○伊藤 洋介
日大生産工 朝比奈 敏勝
 時末 光

1. 緒言

純チタンは耐熱性、耐食性および比強度に優れた特性を有することから、その需要は拡大している。このため、溶接を必要とする構造物や工業製品も多様化し、近年、特に高精度の薄板溶接継手の要求が高まっている¹⁾。

本研究では、工業用純チタンをパルス YAG レーザによって突合せ溶接し、得られた継手の機械的性質を検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材には、板厚 0.6mm の工業用純チタン (TP340C) を長さ 100 mm, 幅 70 mm に機械加工し、溶接直前に供試材表面および裏面を研磨後、ブタノンで脱脂洗浄して実験に供した。供試材の機械的性質を Table 1 に示す。

溶接には最大平均出力 550W (最大パルスエネルギー70J) のパルス YAG レーザ装置を使用し、ルート間隔なしの I 型突合せ溶接とした。レーザーヘッドは母材からの反射光を避けるために前進角 20° で固定し、焦点距離 80mm の集光レンズを使用して焦点位置を供試材表面とした。アシストガスおよびバックシールドガスにはアルゴンガスを用い、レーザーヘッド内のガス置換を 20 秒以上行った。溶接条件を Table 2 に示す。

得られた継手のビード外観、組織観察、硬さ試験、引張試験および曲げ試験をいずれも室温で行った。

Table 1 Mechanical properties of base metal.

Tensile strength (MPa)	0.2% proof stress (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HK0.05)
408*	265	36	156

* GL=50mm

Table 2 Welding conditions.

Laser output	Q	(W)	300~450
Pulse width	W	(ms)	5, 10, 15
Pulse frequency	F	(Hz)	20
Welding speed	V	(mm/min)	300~1200
Assist gas flow rate	L _A	(ℓ/min)	30
Backing gas flow rate	L _B	(ℓ/min)	20

3. 実験結果および考察

ビード外観を Fig.1 に示す。全ての条件で表面割れは観察されず、チタン特有の酸化膜による変色も認められなかった。同一レーザー出力ではパルス幅を増加することにより、ビード幅がわずかに増大し溶込み深さは減少した。これは、1パルスの照射時間に対する単位時間当たりのエネルギー密度が減少するためと考える。溶接速度 1050mm/min 以上の条件では、オーバーラップ率が 50%以下となり 1パルス当りの熔融凝固部中心にくぼみが観察され、良好なビード形状の継手は

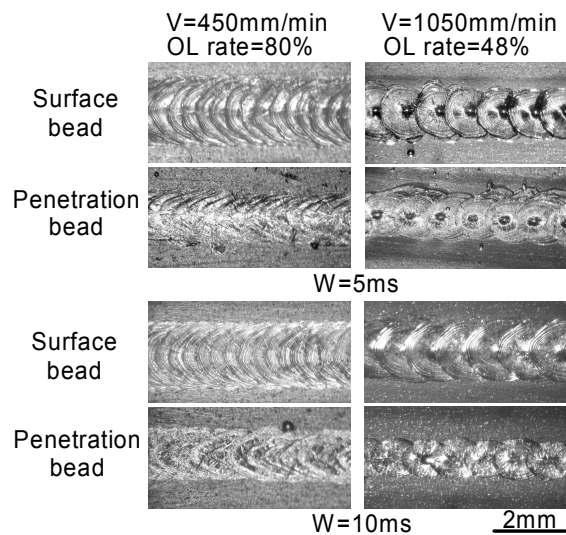


Fig.1 Bead appearances of welded joints. (Q=400W)



(a) Macrostructure



(b) Microstructure

Fig.2 Macro- and microstructures of welded joint. (Q=400W, W=5ms, V=450mm/min.)

Mechanical Properties of Butt Welded Joints with Pure Titanium Sheet using Pulsed YAG Laser.

Yosuke ITOH, Toshikatsu ASAHINA and Hiroshi TOKISUE

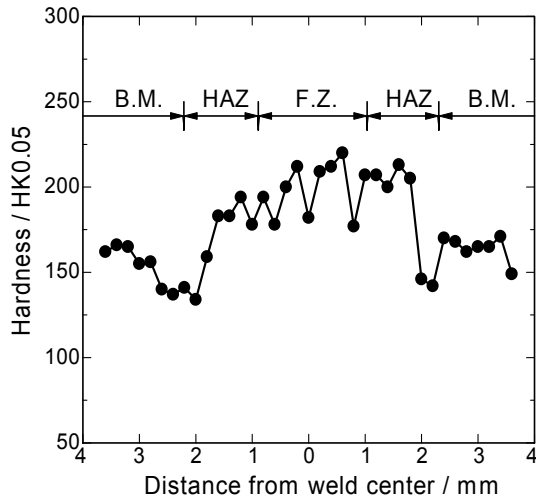


Fig.3 Hardness distributions of welded joint.
(Q=400W, W=5ms, V=450mm/min)

得られなかった。また、溶接速度が増加するのに伴いビード幅は減少する傾向が認められた。

溶接部の巨視的および微視的組織を Fig.2 に示す。全ての継手にアンダーフィル、ブローホールおよび割れの溶接欠陥は認められなかった。溶接部の結晶粒は、母材の結晶粒に比較して粗大化し、針状 α 組織が観察された。熱影響部の結晶粒は、冷却速度に大きく依存するものと考えられ、溶接速度の増加に伴い結晶粒は微細化した。このため、溶接速度が比較的低速の継手には水平方向に成長した粗大な結晶粒が観察された。

硬さ試験結果を Fig.3 に示す。溶接部の硬さは母材の硬さに比較して 30%程度硬化する傾向が認められた。熱影響部の硬さにおいては母材から溶接部にかけて徐々に硬化したが、結晶粒の大小による硬さの差異は明瞭には認められなかった。

平滑引張試験結果を Fig.4 に示す。継手はレーザー出力、パルス幅および溶接速度によらず母材で破断した。このため、引張強度に明瞭な差は認められず、全ての溶接条件で良好な結果が得られた。

Fig.5 に、切欠き付引張試験結果を示す。本試験において継手は溶融凝固部で破断し、引張強さは溶接条件によらず母材強度 (475MPa) と同等の値が得られた。このことから、溶融凝固部および熱影響部の結晶粒は母材の結晶粒に比較して粗大化した。引張強さに及ぼす影響は少ないものとする。

曲げ試験後の継手およびビード外観写真を Fig.6 に示す。曲げ試験では、溶接条件によらず曲げ半径 1mm までビード表面および裏面に割れは一切認められず表曲げ、裏曲げ試験ともに母材と同様の良好な結果が得られた。また、曲げ試験後のビード外観から溶融凝固部および熱影響部の硬度増加による影響は認められなかった。

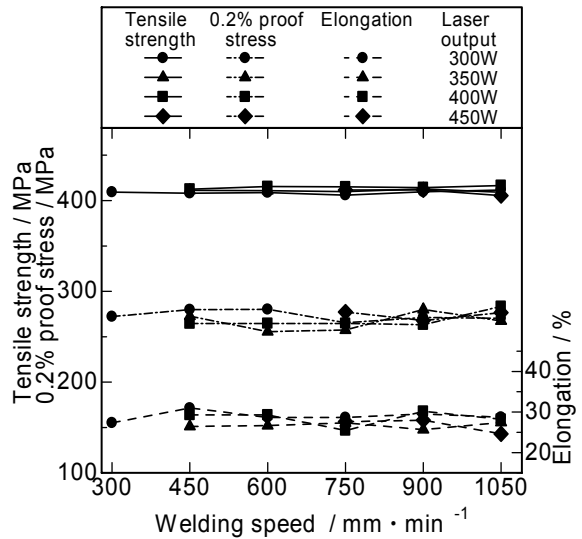


Fig.4 Results of tensile test.
(W=5ms)

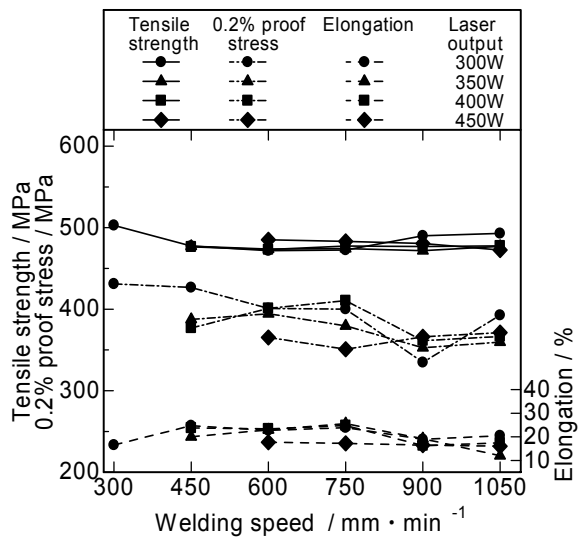


Fig.5 Results of tensile test with notch.
(W=5ms)

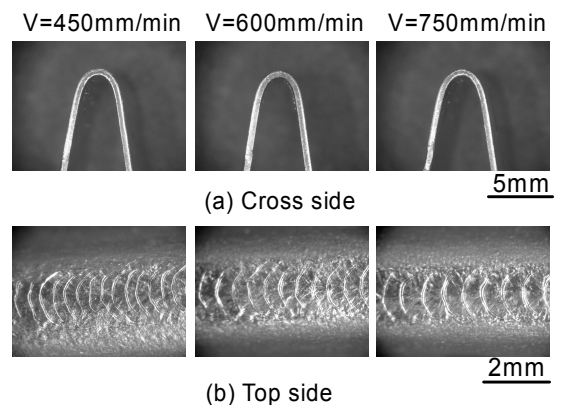


Fig.6 Appearances of specimen after bending test.
(Q=400W, W=5ms)

参考文献

- 1) 藤井信之, 福原祥雄, 日向輝彦, 安田克彦: 溶接学会論文集, 第 20 卷 (2002) 20.