

阿南工業高等専門学校
大阪大学 接合科学研究所

○西本 浩司, 藤井 洋郎
片山 聖二

Study of Non-Melting Joining of SPCC Steel and Pure Titanium

Laser Clad Dissimilar Welding of Belt Steel as Exceptional Promising Joining Technology (Report 3)

by NISHIMOTO Kouji, FUJII Hiroo and KATAYAMA Seiji

キーワード：レーザ，溶接，異種金属，クラッド

Keywords: Laser, Welding, Dissimilar metals, Clad

1. 緒言

第 2 報¹⁾では，面接合実験装置を用いて SPCC 鋼と純チタンとの異材接合を行い，各種接合条件における引張せん断強度と界面層に生成する金属間化合物との関係について検討した。Fig.1 は引張せん断試験で確認された破断経路を模式的に示した図で，SPCC 母材破断(Fracture at BM)，接合面から全て剥離(Peeling off at WELD)，合わせ面の Ti 側からせん断破断(Fracture at Ti-WELD)に分類できた。両金属を多く溶かすと接合界面や溶融層に TiFe_2 や TiFe が厚く生成し接合面から全て剥離するか Ti 側からせん断破断した。帯鋼に照射されるレーザのスキャン速度を速くし両金属を薄く溶かすことで，接合界面に生成する金属間化合物は薄く抑えられ，引張せん断試験においても SPCC 母材破断する良好な継手強度を得ることができたが，未溶融部分があるなど面全体を接合することはできなかった。そこで本研究では，この接合方法を用いてレーザによる入熱やローラの圧下力など，接合条件を制御することにより，溶融接合から非溶融接合へと近づけていくことで，接合界面に生成する金属間化合物を最小限またはゼロに抑え，良好な接合状態を得ることを目的に SPCC 鋼と純 Ti の接合の検討を行った。

2. 供試材料および実験方法

使用材料は板厚 1 mm×幅 13 mm×長さ 300 mm の SPCC 鋼と純チタンの帯板である。接合面は溶接前に #400 番のエメリー紙で研磨しアセトンで脱脂したのち，すぐに接合実験を行った。実験装置と接合の状況を Fig. 2 に示す。2 kW YAG レーザ (FANUC 社製 Y2000A) から出射したビームはミラーによりビームスキャナ (SCANLAB 社製 SK1020) に導光される。導光されたビームはコリメータレンズにより平行光とし，X-Y 軸の振動ミラーによりスキャンされ，f θ レンズを通り帯材の合わせ面に集光される。レーザは帯材に対して平行になるようにスキャンし，1 対のローラにより加圧され配送される。溶接条件は，レーザ出力 1800 W，レーザスキャン速度 40 ～160 Hz (72～288 m/min)，ローラ圧下力 2000～6000 N，帯鋼送り速度 0.5 m/min，レーザ照射位置は両金属の合わせ面の中心とした。シールドガスには Ar(30 L/min)を使用し，帯鋼の合わせ面へ供給した。また，EDX 法で点および面分析を行った。

3. 実験結果および考察

まず，レーザ出力 1800 W，レーザスキャン速度 40 Hz (72 m/min)，帯鋼送り速度 0.5 m/min と前回と同じ条件とし，ローラ圧下力を 6000 N と高くして前回の結果と比較検討した。その結

果前回に比べ未溶融部分は減少し、また $24\ \mu\text{m}$ 程度の溶融層が確認された。一部金属間化合物が生成していたが、引張せん断試験では SPCC 母材破断する良好な継手を得ることができた。さらに、ローラ圧下力 $6000\ \text{N}$ のもとで溶融接合から非溶融接合へと近づけていくために、レーザスキャン速度を速くした。その結果、レーザスキャン速度 $160\ \text{Hz}$ ($288\ \text{m/min}$) が接合が可能になる限界速度であった。接合面を観察したところ、両金属は非常に薄く溶融し接合していたが、面全体を接合することはできなかった。Fig.3 に SEM および面分析の結果を示し、点分析結果 (wt%) を Table 1 に示す。接合界面には、 $2\ \mu\text{m}$ 以下と非常に薄い金属間化合物 TiFe が認められた。

4. 結論

ローラ圧下力を $6000\ \text{N}$ 、レーザスキャン速度 $160\ \text{Hz}$ において接合することができた。接合界面を SEM 観察および EDX 分析を行ったところ $2\ \mu\text{m}$ 以下とわずかに溶融部が観察され、溶融接合であることが認められた。さらに、レーザスキャン速度を速くし、降伏点より十分に高い圧力を加えることで非溶融接合を試みたが、接合することはできなかった。

参考文献：1) 西本，藤井，片山：溶接学会全国大会講演概要，第 70 集(2002) p.6-7.

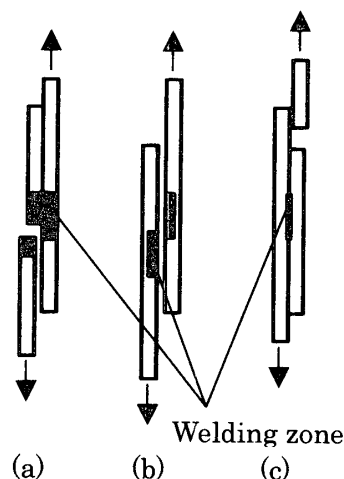


Fig. 1 Fracture patterns of test pieces.

- (a): Fracture at Ti-WELD
Laser scanning speed 10 Hz
- (b): Peeling off at WELD
Laser scanning speed 20 Hz
- (c): Fracture at BM
Laser scanning speed 40 Hz

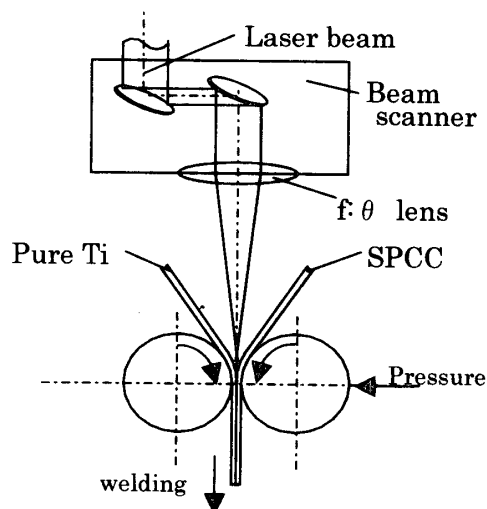


Fig. 2 Schematic representation of experimental set-up

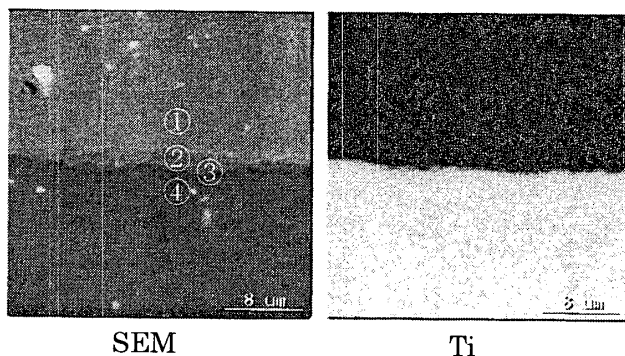


Fig.3 SEM photograph and EDX area analysis results of Titanium

Table 1 EDX spot analysis results of SPCC-Ti joint

(wt %)	Fe	Ti
①	99.1	0.9
②	92.9	7.1
③	49.4	50.6
④	2.5	97.5