

Weldability of SiC Fiber Reinforced Ti-6Al-4V Composite to Titanium Alloy by CO<sub>2</sub> Laser

by Shinji FUKUMOTO, Akio HIROSE and Kojiro F.KOBAYASHI

1.緒言 近年, 構造物が複雑化するにつれ複合材料の適用が必要となっている。複合材料を構造物の必要な箇所に必要な量だけ使用するためには単体金属材料との接合は不可欠である。この場合溶融法が適用できれば汎用性が高い。そこで本研究ではCO<sub>2</sub>レーザを用いてSiC/Ti-6Al-4V FRMとTi-6Al-4Vとを溶接し, その接合性および継手強度について検討を行なった。

2.実験方法 本研究で用いたFRMはSiC繊維 (SCS-6) と90 $\mu$ m厚のTi-6Al-4V合金箔を交互に積層し, 真空ホットプレス法にて加熱温度1173K, 加圧力98.0MPaで3.6ks保持して作製した。レーザ溶接はFig.1に示すようにFRMとTi-6Al-4V板を突合せて, レーザビームをTi-6Al-4V板上に照射し, その照射位置を変化させて行なった。レーザ条件は Table 1に示すような2種類を用いビード幅を変えて行なった。また溶接後, 873Kおよび1173Kで3.6ks熱処理を施し継手強度改善をはかった。

3.実験結果および考察 Fig.2にレーザビーム照射位置と継手強度の関係を示す。ビード幅の狭い (ビード中央部で約400 $\mu$ m) 条件Iよりもビード幅の広い (ビード中央部で約900 $\mu$ m) 条件IIのほうが高い継手強度が得られる範囲が広がった。繊維が溶融すれば脆弱な炭化物及び珪化物が晶出し継手強度が劣化するために, FRMを溶融溶接するには繊維を損傷させずにマトリックス金属のみを完全に溶融させることが必要である<sup>1)</sup>。本実験の場合はビード幅の広い条件IIにおいて, キーホールと溶融池の間の幅が条件Iより大きいために繊維を損傷させずにマトリックス金属のみを溶融接合できるビーム照射位置の範囲が大きくなり, そのために条件Iより安定した継手強度が得られたと考えられる。本実験においても繊維が損傷した接合材においては炭化物, 珪化物が晶出しマトリックス中に炭素, 珪素が固溶していたためにマトリックスが硬化, 延性低下を起し強度は劣化した。良好な接合がなされた接合材 (Fig.3) の継手強度は850~900MPaであり, Ti-6Al-4Vの90%程度の強度が得られた。

次に接合材に熱処理を施すことによって継手強度の改善をはかった。熱処理後の継手強度とレーザビーム照射位置の関係をFig.4に示す。1173Kで熱処理を行なった接合材は高強度の得られるビーム照射位置の範囲が広がった。繊維の損傷している接合材に熱処理を行なうと損傷繊維周りの炭素濃度が低下し, それにともない硬度も低下してマトリックスの延性が改善され強度上昇がなされた。またビーム照射位置がFRMから遠い場合はFRMマトリックスとTi-6Al-4Vの接合界面がFRM端面と同一平面上にあり, 結晶粒界が接合界面に一致していたものが熱処理によって粒界移動が生じ強度が改善されたと考えられる。

1)Akio Hirose, Yoshiyuki Matsuhira, Masahiro Kotoh, Shinji Fukumoto and Kojiro F.Kobayashi, "Laser Beam Welding of SiC Fiber-Reinforced Ti-6Al-4V Composite", J. Material Science (in press)

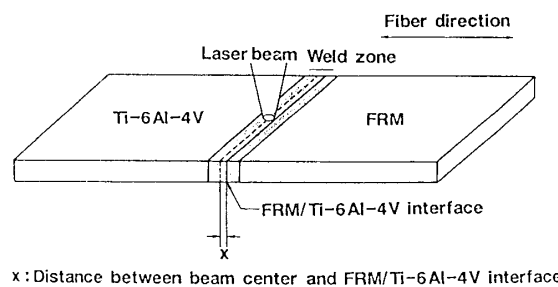


Fig.1 Schematic illustration of welding procedure

Table 1 Laser welding conditions

|              | Beam mode | Pulse frequency | Duty ratio | Laser power (kW) | Defocus (mm) | Welding speed (mm/sec) | Assist gas flow rate (m <sup>3</sup> /sec) |
|--------------|-----------|-----------------|------------|------------------|--------------|------------------------|--------------------------------------------|
| Condition I  | Single    | 300 Hz          | 80 %       | 1.12 (Average)   | -0.5         | 83.3                   | $1.67 \times 10^{-4}$                      |
| Condition II | Multi     | CW              | —          | 1.5              | $\pm 0$      | 50.0                   | $8.33 \times 10^{-5}$                      |

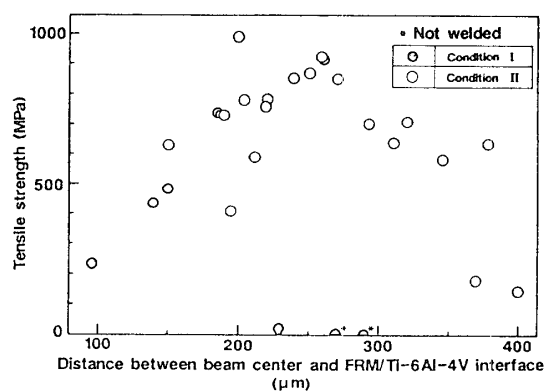
Fig.3 Macrostructure of laser weld bead ( $x=258 \mu\text{m}$ )

Fig.2 Tensile strength vs. beam position

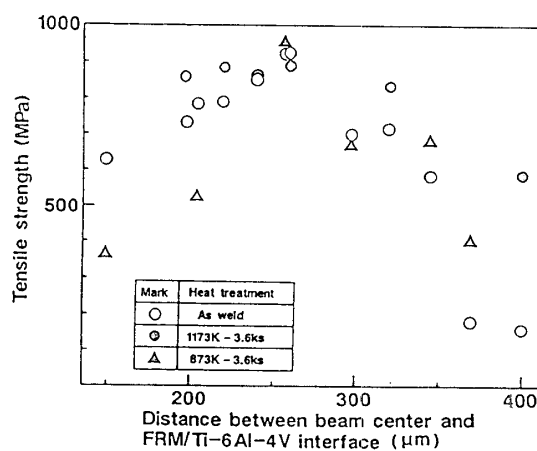


Fig.4 Effect of heat treatment on tensile strength