

# インサート材を用いたレーザー溶着技術の開発

## Laser Welding of Different Materials Using Insert Materials

水戸岡 豊, 村上 浩二, 日野 実, 永田 員也  
藤田 和也\*, 山田 巧作\*, 浦上 和人\*

Yutaka MITOOKA, Koji MURAKAMI, Makoto HINO, Kazuya NAGATA  
Kazuya FUJITA\*, Kousaku YAMADA\*, Kazuto URAKAMI\*

キーワード インサート材 / エラストマー / 異種材料 / レーザ溶着 / せん断強度  
KEY WORD Insert material / Elastomer / Different material / Laser welding / Shear strength

### 1. はじめに

軽量で剛性が高く、成形性に優れるエンジニアリングプラスチック（エンプラ）は、多くの分野で用いられている。特に、マトリックス中に強化繊維を複合化させることにより、高強度化が達成できることから、輸送機器の各種部品としても用いられている。これらエンプラを基材とした部品に対して、金属、セラミックスあるいは種類の異なったエンプラなどの異種材料を接合後、使用するケースが増加している。

近年、エンプラの接合法として、高速処理・精密制御・局所処理等の長を有するレーザー溶着法<sup>1)</sup>が用いられているが、適用は性質の近いエンプラ同士に限定されている<sup>2)</sup>。異種材料同士を溶着する際には、材料間の物理的性質ならびに化学的性質の差を緩和する対策が必要となる。その例として、異種のエンプラ間の溶着では、溶着材を含む混合粉末<sup>3)</sup>からなるインサート材を用いた検討がなされているが、コスト、信頼性に課題があることに加え、エンプラと無機物の組み合わせでは適用できない。

本研究では、異種材料のレーザー溶着について、エラストマーからなるインサート材を用いて検討した結果、種々の異種材料の溶着が可能となり、高い溶着力を実現できた<sup>4,5)</sup>。本報告では、まず、同種プラスチック間の溶着を例にとり、シートを用いた本開発法の長を述べる。次に、プラスチック - 金属の異種材料溶着にて、シートの極性と入熱が、溶着強度に与える影響について述べる。

表 1 レーザ溶着条件

波長	800 nm
出力 <sup>1)</sup>	100, 150, 200, 250, 300 W
照射時間	0.5, 1.0, 3.0, 5.0 sec
焦点距離	100 mm
スポット径	0.6 mm
焦点外距離	12 mm
押さえ圧力	3 kgf/cm <sup>2</sup>

\* 早川ゴム(株)

### 2. 実験方法

被溶着材としては、PP/PP および PP/ステンレス板の組み合わせを選択した。被溶着材に対して、レーザー吸収効果を向上させる処理等は施していない。インサート材として、エラストマーをシート状に熔融し、100 μm の厚さに調節したものを用いた。エラストマーは、A、B および C の 3 種類を用いた。A は未変性であるが、B と C は官能基により一部変性を行っている。極性の強さは、C>B>A の順である。また、レーザー吸収率を向上させるために、インサート材にレーザー吸収剤を 0.1 mass% 添加した。

被溶着材の間にインサート材を挟みこみ、表 1 に示す条件で溶着を行った。熱源としては、半導体レーザー (Laser Line 社製 LDF600-1000 ; 最大出力: 1 kW) を用いた。レーザーはパルス発振により、レーザー出力ならびに照射時間を変化させ、得られた溶着部について、せん断試験による溶着強度の評価を行った。

せん断試験は、図 1 に示した試料片を用い、被溶着材 1 と被溶着材 2 とを反対方向に引張ることによりインサート層にせん断応力がかかるという手法で行った。クロスヘッドスピードを 5.0 mm/min とした。試験後、はく離面より、溶着面積を測定し、せん断強度(単位面積当たりの最大荷重)を算出した。

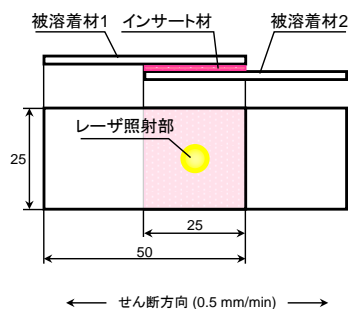


図 1 せん断試験用の試験片形状

### 3. 結果

#### 3.1 同種プラスチック溶着

B のインサート材を用いて、PP(ナチュラル；レーザ透過材)同士のレーザ溶着を行った。従来、同種のプラスチック同士であっても、レーザ透過材とレーザ非透過材の組み合わせが必要であったが、インサート材を用いることで、レーザ透過材同士の組み合わせであっても溶着可能となった。

図 2 に、せん断試験によって得られた最大荷重およびせん断強度を示す。ここでは、従来法ではレーザ透過材/レーザ非透過材の組み合わせとなるため、非透過材の熱分解を防止するために、レーザ出力は 20-80 W の間で変量した。また、開発法ではレーザ透過材/インサート材/レーザ透過材の組み合わせとなり、材料が熱分解しにくいために 100-300 W の範囲でレーザ出力を変量した。インサート材を用いた場合、従来のレーザ溶着法を比較すると、せん断強度は同等であるが、最大荷重は最大で 900 N 程度上回った。これは、溶着面積の差によるもので、インサート材を用いた場合、レーザ照射部よりもはるかに大きいエラストマー溶融部が溶着面積となる。また、インサート材を用いた場合、強固な溶着力ならびに良好な溶着状態が得られるエネルギー量領域が広いことがわかった。

#### 3.2 プラスチック-金属溶着

表 1 に示す条件でレーザ溶着を行った。従来法では、PP と SUS304 は溶着できなかったが、インサート材を用いることで溶着が可能となった。ここでは、極性の異なる A, B および C の 3 種類のインサート材を用いてレーザ溶着を行った。

図 3 は、せん断試験によって得られたせん断強度を示す。未変性の A では十分なせん断強度は得られなかったが、変性した B では 6.5 MPa 程度、C では 11 MPa 程度の高いせん断強度が得られており、インサート材の極性が、金属との溶着に強く影響していることがわかった。

#### 4. まとめ

- (1)インサート材を用いることで、PP(ナチュラル)同士、PP - SUS304 のレーザ溶着が可能となり、高い溶着力が実現できた。
- (2)インサート材の溶着性は、金属に対しては、極性が大きく影響している。被溶着材に応じたインサート材設計を行うことで、さらなる溶着力の向上が期待できる。

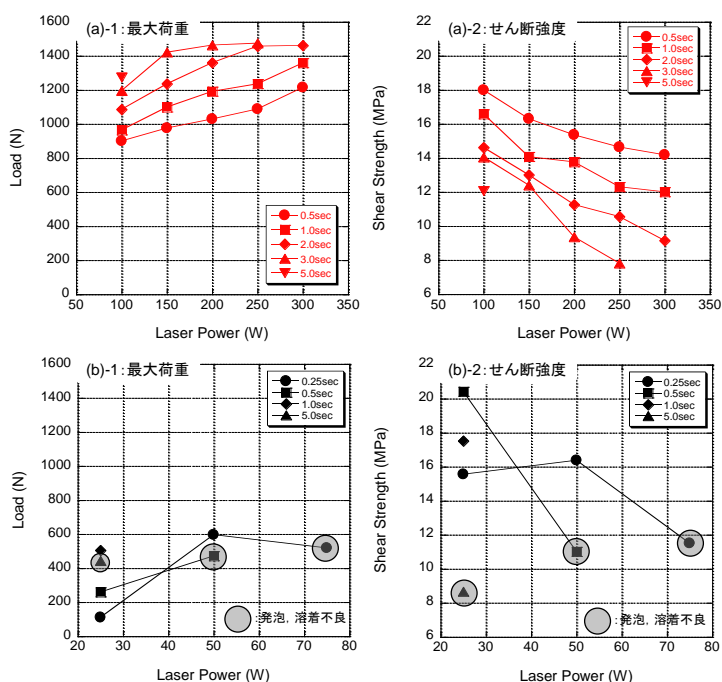


図 2 PP-PP 溶着のせん断試験結果

(a)開発法：PP(ナチュラル)-インサート材-PP(ナチュラル)  
(b)従来法：PP(ナチュラル)-PP(ブラック)

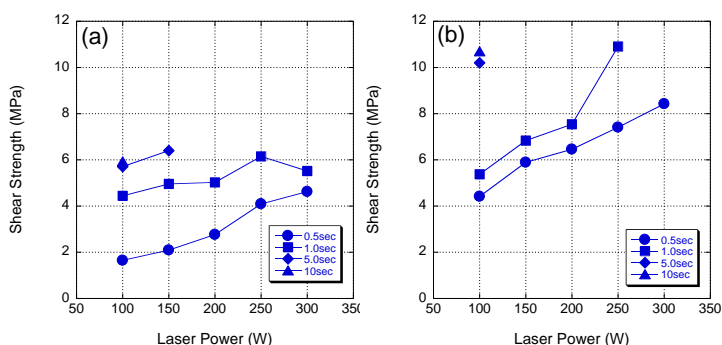


図 3 PP-SUS304 溶着のせん断試験結果

(a)B シート, (b)C シート

#### 参考文献

- 1)坪井昭彦：成形加工，18-6，380-384，(2006)。
- 2)足立和成：成形加工，12-10，598，(2000)。
- 3)寺田真樹，小川剛充：特開 2006-26974
- 4)水戸岡豊，永田員也，日野実：特願 2006-177613
- 5)水戸岡豊，永田員也，日野実，藤田和也，浦上和人：特願 2006-273540