

樹脂シート用レーザー溶着装置の開発

光電子科 光スタッフ 渥美博安
株式会社ニチワ 阿部留松

Development of Laser Welding System for Transparent Plastic Sheets

Hiroyasu Atsumi and Tomematsu Abe

Generally, plastic sheets have been joined using hotplate welding. However, hotplate welding has some drawbacks, such as high power consumption and distortion of the hot plate. To solve these problems, we carried out studies on applying laser welding to join plastic sheets. In this study, we developed the laser welding system using the semiconductor laser for transparent plastic sheets, and tried to weld low-density polyethylene (LDPE) sheets, and evaluated the processing speed.

1. はじめに

樹脂シート同士を溶着する手法として、熱板溶着法が普及している。加熱した鋼材を樹脂シートに押し付けて溶着するため、大きな鋼材を使用すれば、一度に広い面積を高速に加工することが可能である。一方、大きな鋼材を使用すると熱による変形や温度分布が不均一になる等の問題が発生し、溶着品質を安定させることが難しくなる。また、絶えず鋼材を加熱しているため、消費電力が大きいことも問題となっている。

我々は、樹脂シートの溶着にレーザー溶着法の適用を検討してきた^{1),2)}。レーザー溶着法は、照射エネルギーを定量的に制御でき、かつ安定性も高いため、溶着品質の安定性の向上や、加工を開始するまでのセットアップ時間の短縮が期待できる。また、レーザーを走査して溶着するため、熱板溶着法のように、溶着線の形状に合わせた鋼板を用意する必要が無く、他品種少量生産に向いている。

本報では、半導体レーザーを光源とした溶着装置を試作して樹脂シート溶着試験を行い、加工速度の評価を行った結果を報告する。

2. 方法

2. 1 溶着方法

図1に、樹脂シートの溶着原理を示す。溶着する樹脂シート2枚を透明なガラス板と試料固定台に挟んで固定する。ガラス板の下側には、黒色塗装されたアルミニウムシートをレーザー光の吸収体として貼り付けてある。レーザー光は、ガラスを透過した後、黒色吸収体を加熱して樹脂シートを溶着する。黒色吸収体は幅を2mmとし、レーザー光は、黒色吸収体全体に照射されるようにビームの径を調整した。

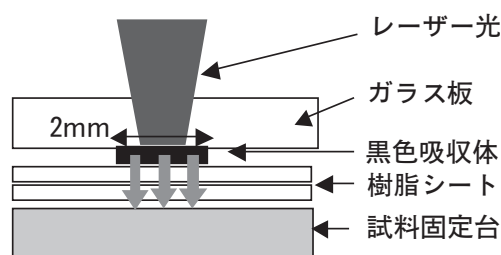


図1 溶着の原理

2. 2 溶着装置

図2に、試作したレーザー溶着装置の概要を示す。光源は、光ファイバー出力型の半導体レーザー（スペクトラ・フィジクス社製、波長808nm、出力40W）を使用した。

照射ヘッドは、電動アクチュエータに固定されてお

り、指定した速度でレーザー光を走査することができる。また、図3に示す様に、光ファイバーから導いたレーザー光を2枚のレンズを用いて、約2mmのビーム径に集光している。

図4に、照射ヘッドからの距離とビームの直径を測定したグラフを示す。今回の溶着試験では、黑色吸収体の損傷を抑えるために、ビームの中心部なるべく平らになる約90mmの位置でレーザー光を試料に照射した。

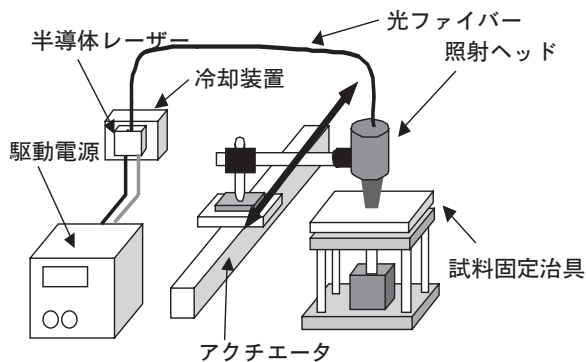


図2 レーザー溶着装置の概要

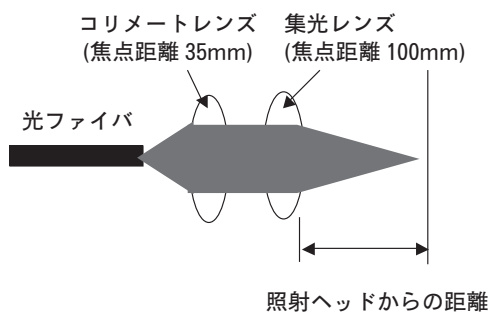


図3 照射ヘッド

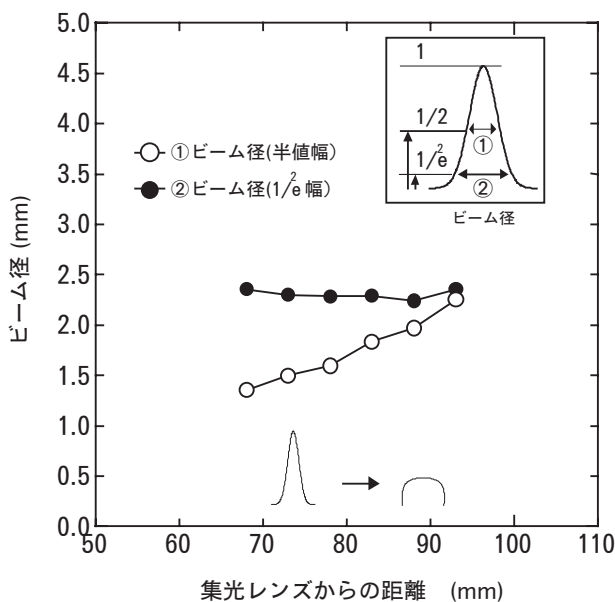


図4 照射ヘッドからの距離とビーム径

2. 3 黑色吸収体の温度試験

溶着加工時に、レーザー光が黑色吸収体を通じた時の温度変化を調べるために、図5の様に、黑色吸収体の下側に熱電対を挟んで温度を測定した。使用した熱電対の詳細を下表に示す。

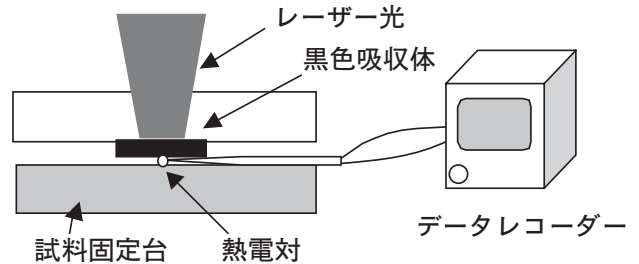


図5 温度測定試験
表 熱電対の仕様

項目	仕様
型名	ST-50B 理化学工業(株)
種類	K型
線径	50 μ m
測定範囲	最大300度
応答速度	0.4秒 (95%)、0.04秒 (65%)

2. 4 溶着試験

透明な低密度ポリエチレン(LDPE)シートを2枚重ねて溶着実験の試料として使用した。LDPEシートの厚さは、50 μ m、100 μ mの2種類を使用した。図6に示す様に、縦100mm、横50mmの大きさのLDPEシートを2枚、試料固定台とガラス板の間に置く。試料固定台は、エアシリンダーにより上側に移動し、LDPEシートを加圧しながら固定する。幅2mm、長さ80mmの黑色吸収体を樹脂シートの短軸方向に配置し、ガラス板の上側からレーザー光を照射する。

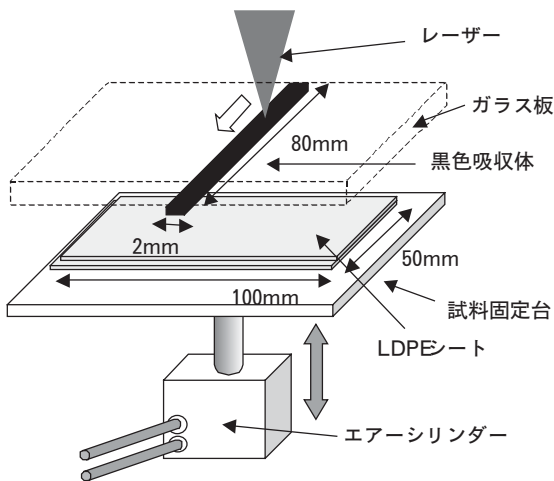


図6 溶着試験

2. 5 評価方法

溶着したLDPEシートを幅15mmに切り取り、図7の様に両端を引っ張って強度を測定した。引張強度の最大値を溶着強度とした。

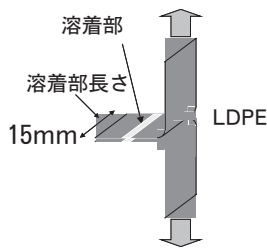
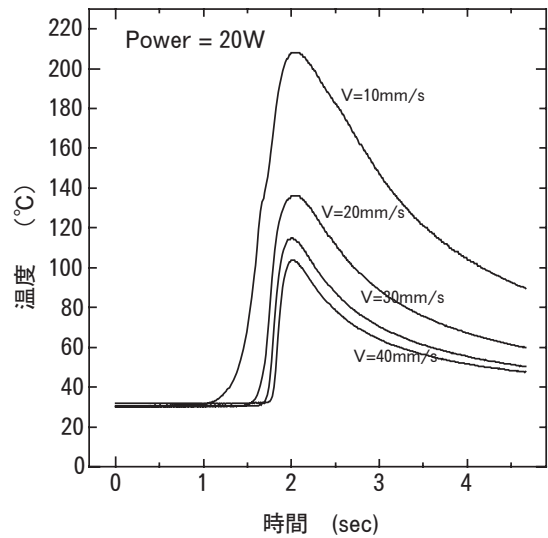


図7 溶着強度試験

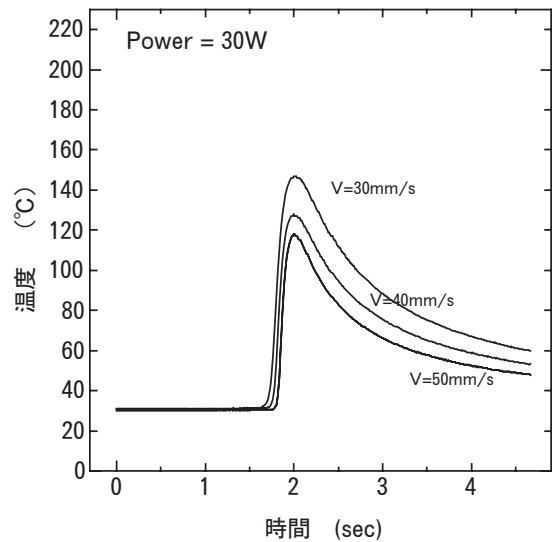
3 結果

3. 1 温度試験結果

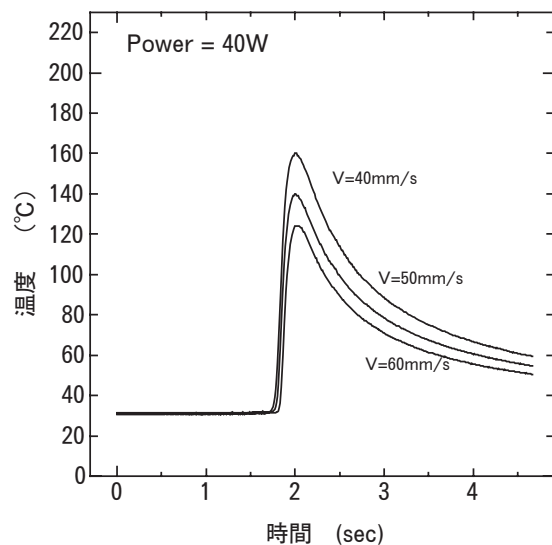
図8にレーザー光の照射パワーと走査速度を変えて、黒色吸収体の温度を測定した結果を示す。レーザー光の走査速度を遅くするにつれて、黒色吸収体の温度が上昇していく様子が分かる。溶着試料であるLDPEシートの融点近傍の百数十度に達するためには、出力20Wでは20mm/s、出力30Wでは30mm/s、出力40Wでは40mm/s程度の走査速度が上限であることが分かる。



(a) レーザー出力20W



(b) レーザー出力30W



(c) レーザー出力40W

図8 温度測定結果

3. 2 溶着試験結果

図9に、2枚のLDPEシートを溶着した試料に対して強度試験を行った結果を示す。強度試験の際、シートが変形、伸張し始める強度（厚さ50 μm で約8N、厚さ100 μm で約14N）を溶着可能な強度とした。

厚さ50 μm のLDPEシートでは、出力20Wでは、走査速度25mm/s、出力30Wでは、走査速度35mm/s、出力40Wでは、走査速度50mm/s以下で溶着できることが分かった。また、厚さ100 μm のLDPEシートでは、出力20Wでは、走査速度15mm/s、出力30Wでは、走査速度25mm/s、出力40Wでは、走査速度30mm/s以下で溶着できることが分かった。

この結果は、3.1項の温度試験結果から推定される加工速度を超えてしまう。これは、使用した熱電対がレーザー通過時の温度変化に追従できず、実際の温度より低めの値が計測されたためと考えられる。

4 まとめ

半導体レーザーを光源とした樹脂シート溶着装置を試作してLDPEシートの溶着試験を行った結果、レーザー光の出力を40W、溶着幅を2mmとした時、シート厚50 μm では、走査速度50mm/s、シート厚100 μm では走査速度30mm/sで溶着できることが分かった。

今後は、本研究で得られた知見を生かして、産業分野への応用を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 山下清光：静岡県浜松工業技術支援センター研究報告，17，42-43（2007）
- 2) 山下清光：静岡県工業技術研究所研究報告，1，121-122（2008）

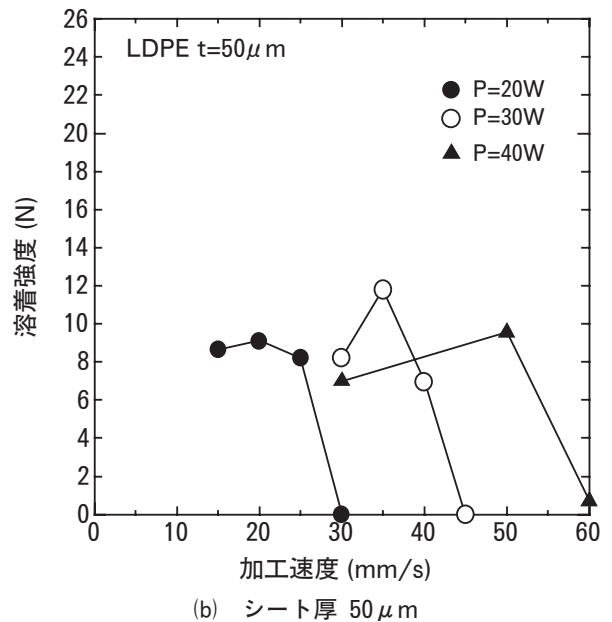
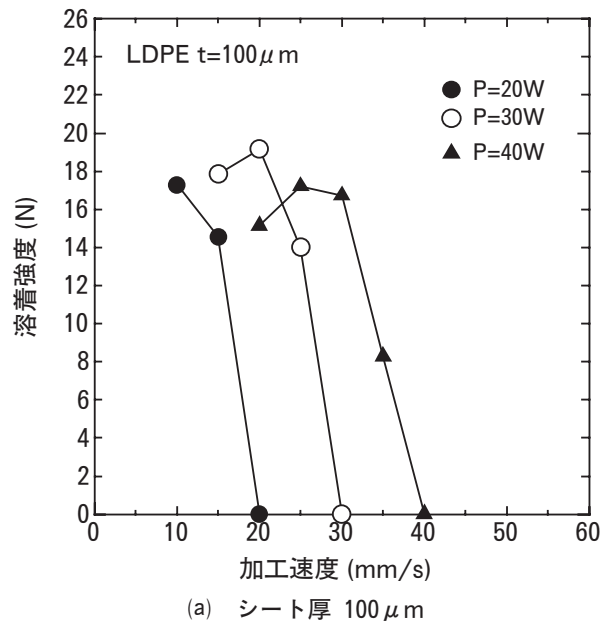


図9 強度試験結果