

レーザー樹脂溶着の高品質化に関する研究

(汎用の材料であっても接合強度や気密性の低下が起きないレーザー樹脂溶着技術の開発)

電子情報科 主任研究員 田中博樹

工業製品の製造工程において、樹脂同士を接合する方法の一つにレーザー樹脂溶着¹⁾がある。レーザー樹脂溶着には、バリが発生しない、接合部内部への熱影響が少ない等のメリットがあり、近年注目を集めている。しかし、レーザー樹脂溶着では材料間の隙間に起因する接合強度や気密性の低下が問題となる。本研究では、使用する材料を専用の型で成形する前処理を行うことなく、上記課題を解決する技術を開発する。本年度は、レーザー樹脂溶着用の実験装置を作製した。装置は加工用光源にYbファイバーレーザーを用い、対向するステージ上に設置されたターゲットの樹脂材料にレーザー光を照射して溶着する。溶着は樹脂材料を加圧しながら行う必要があるが、この加圧力も溶着状態に影響する。そこで、ターゲットホルダーにロードセルを組み込み、加圧力の調整を可能とした。また、溶着後の樹脂材料の引張りせん断応力の測定が行えるように材料形状の検討を行い、その形状に合わせた固定治具を作製した。上記装置を用いてアクリル樹脂板にレーザー照射し、溶着が可能なることを確認した。

1. 緒言

工業製品の製造工程において、樹脂同士を接合する場合、接着剤を利用するのが最も一般的である。しかし接着剤には、ランニングコストがかかる、接着剤の管理が煩雑、硬化時間が必要、経年劣化により気密性が失われる、といったデメリットがある。このようなデメリットが問題となる場合、熱を加えて接合する技術が用いられる。また、加熱接合は気密性を確保しやすいため、一度封止して開封する必要がないものであれば、パッキンを用いたネジ止めの代替となり、ネジコストの削減、製造工程の簡素化、製品の小型化が可能、といったメリットが得られる。

樹脂の加熱接合では、熱源として熱板や超音波を利用する方法がある。熱板を熱源とする接合には、サイクルタイムが遅い、バリや糸引きの発生といったデメリットがある。超音波を熱源とする接合には、振動による内部部品へのダメージ、バリや粉塵の発生といったデメリットがある。これらより新しい技術として、熱源にレーザー光を利用する方法(レーザー樹脂溶着)もあり、この方法では上記のようなデメリットはない。ただし、接合する材料の一方がレーザー光を透過し、もう一方はレーザー光を吸収する必要があるため、材料に工夫が必要である。

今後IoTが進展すると、様々な場所にセンサーが設置されることになるが、風雨にさらされる環境下、高湿度環境下、水中等で用いるセンサーには容器の気密性が要求される。バリや部材内部への影響がなく、小

型の容器を封止できるレーザー樹脂溶着は、そのようなセンサーの製造と相性がよく、今後ますます活用されると考えられる。

レーザー樹脂溶着を行う際の課題として、材料間に行える隙間に起因する溶着品質の低下がある(図1参照)。一般的に調達できる樹脂材の表面には、ひげや傷等による凹みがあるため、材料を重ねた際に隙間ができる。その状態でレーザー照射を行うと、隙間部分がうまく溶着されず、接合強度や気密性の低下を引き起こす。この対策として、吸収側の材料のレーザー照射部分に予め突起を成形しておく方法²⁾が提案されている。しかし、この方法では専用の型で突起部を成形するなどの前処理が必要で、汎用の板材等をそのまま使用してレーザー樹脂溶着を行うことはできない。

2. 研究内容と結果

本研究では、専用の型で突起部を成形する前処理を行うことなく、レーザー光の照射方法を工夫することにより、上記課題を解決する技術を開発する。このために、以下の研究項目を実施する。①レーザー樹脂溶着用の実験装置を作製する。②作製した装置を用いて、溶着状態や加工時間等に影響する複数のパラメーターの最適化とその検証実験を行う。③上記の実験データに基づいて評価用サンプルを試作し、そのサンプルを用いて接合強度や気密性を評価する。

令和2年度は、上記①の研究項目を実施したので、その内容を以下に詳述する。加工用光源にはYbファ

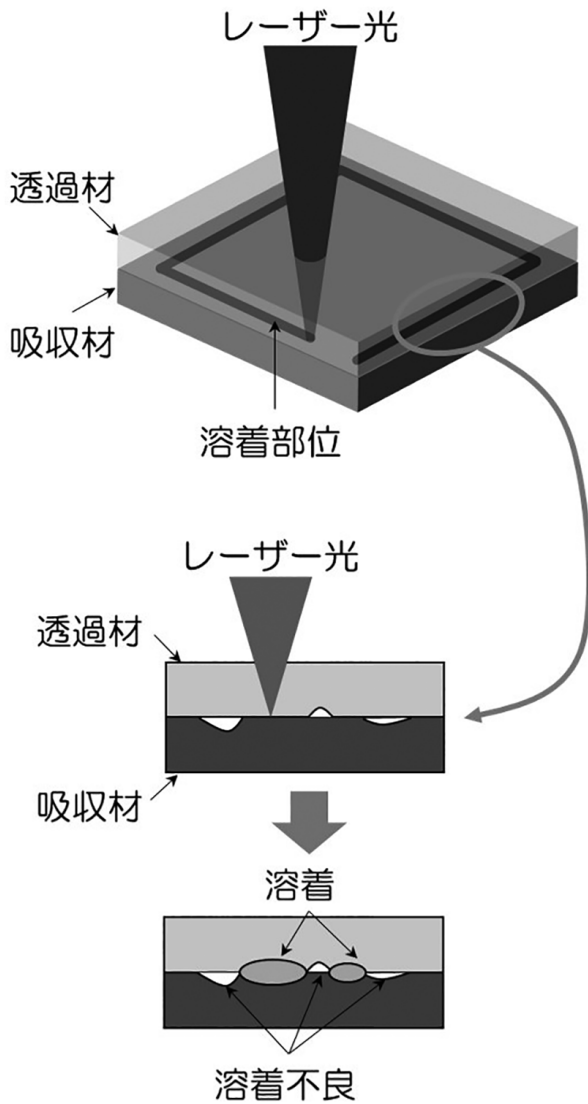


図1 レーザー樹脂溶着時の材料間の隙間に起因する溶着不良の模式図

イパーレーザー（パナソニック製 LP-Z250）を用いた。このレーザーの照射ヘッド内には、ガルバノモーターに取り付けられたX軸ミラーおよびY軸ミラー、ならびに集光用 $f \theta$ レンズが内蔵されており、X軸ミラーおよびY軸ミラーはガルバノモーターにより反射角を変えることができ、その反射角の組み合わせによって加工対象面の任意の場所に集光スポットを移動させることができる。この集光スポットの位置、移動軌跡および移動速度は装置制御用のコンピューターによって設定できる。また、レーザー出力等も同様に設定できる。

図2に作製した装置の写真を示す。レーザー照射ヘッドの下部には、照射ターゲットとなる樹脂材料を設置するターゲットホルダー、ならびに高さおよび水平

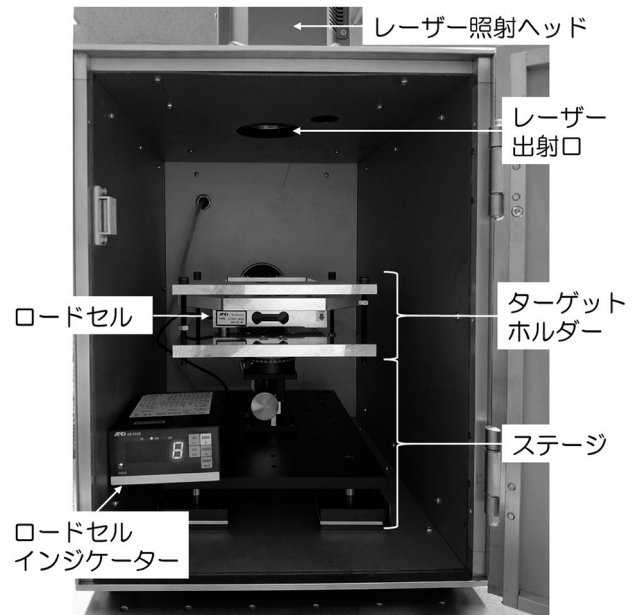


図2 作製した装置の写真

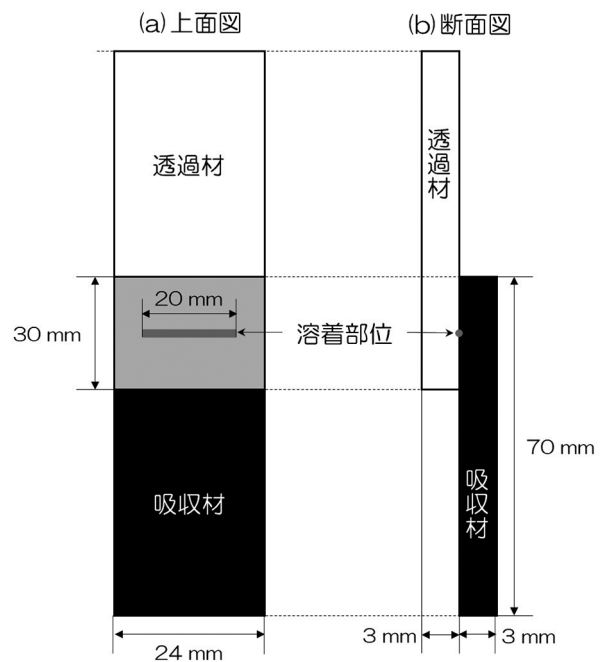


図3 樹脂材料の形状および溶着部位

回転の可動軸を有する移動ステージがある。ターゲットホルダーには重ね合わせて設置した樹脂材料を加圧する機構がある。この加圧力も溶着状態に影響するパラメーターと考えられる。そこで、ターゲットホルダーにロードセルを組み込み、加圧力の調整を可能とした。

一方、検証実験では加圧力やレーザー出力等のパラメーターを変えながら溶着を行い、溶着後のサンプルの性能を評価する。重要な性能の一つに溶着時の接合

強度があるが、その評価方法として引張りせん断応力の測定を考えている。そこで、検証実験で用いる樹脂材料の形状および溶着部位は図3のようにした。

図3に示した形状の樹脂材料は、別途作製した専用の固定治具を用いてターゲットホルダーに取り付けた。上記装置を用い、アクリル樹脂板をターゲットとしてレーザー照射を行ったところ、条件によっては樹脂板を溶着可能であることが確認できた。

3. 結 言

本研究は、レーザー樹脂溶着において、材料間の隙間に起因する接合強度や気密性の低下を、樹脂材表面に専用の型で突起部を成形する前処理を行うことなく防止する技術を開発することを目的としている。今年度は、その検証実験を行うための装置の作製を行った。

装置の加工用光源には Yb ファイバーレーザーを用い、そのレーザー照射ヘッドの下部には、移動ステージおよびターゲット材料を加圧する機能を有するターゲットホルダーを設置した。ターゲットホルダーにはロードセルが組み込まれており、加圧力を調整可能である。

溶着後のサンプルで引張りせん断応力の測定を行いやすいようにサンプル形状を検討し、その形状に応じた固定治具を作製した。上記の装置および治具を用い、アクリル樹脂板に対してレーザー照射を行い、溶着が可能であることを確認した。

次年度以降は、溶着状態に影響する各種パラメータを変えながら溶着実験を行い、最適な加工条件を明らかにしていく。

参考文献

- [1] 本間 精一：実践 二次加工によるプラスチック製品の高機能化技術，エヌ・ティー・エス，2015.
- [2] 早河 毅、河本 保典：樹脂材のレーザー溶着方法，特開 2008-302700，2008. 12. 18.