

レーザーによる異材樹脂溶着の高品質化に関する研究

(材料間の隙間に起因する性能低下や異材溶着時の過熱による障害を改善する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、接合部近傍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、レーザー樹脂溶着には、材料間の隙間に起因する接合強度や気密性の低下という課題がある。また、異なる種類の樹脂材料をレーザー溶着する際には、焼けやガス化といった過熱による障害が起こるといった課題があり、この解決も求められている。本研究では、多品種少量生産時にも適用可能な方法で上記課題を解決する技術を開発することを目的としている。本年度は、今後の検証実験で用いる試験片について、材料の種類や形状等を検討した。検討した材料のうち、アクリル樹脂板をレーザー透過材として用い、ポリカーボネート樹脂板または ABS 樹脂板をレーザー吸収材として用いた組み合わせに対して、光源に Yb ファイバーレーザーを用いた実験装置で溶着実験を行い、溶着可能であることを確認した。

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、加熱接合は気密性が得られやすいため、一度封止して開封する必要がないのであれば、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、使用可能な材料にはある程度制限がある。

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、水中および粉塵の多い環境下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(図1参照)として、材料間にできる隙間に起因する溶着品質の低下がある。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必要があり、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ず、多品種少量生産には不向きである。また、異なる種類の樹脂材料をレーザー溶着する際、材料間でガラス転移温度が異なることにより、焼けやガス化といった過熱による障害が起こるといった課題があり、この解決も求められている。

2. 研究内容と結果

本研究では、レーザー樹脂溶着における材料間の隙間に起因する接合強度や気密性の低下の改善および異種材料をレーザー溶着する際の過熱による障害の低減を多品種少量生産時にも適用可能な方法で実現することを目的としている。このために、以下の研究項目を実施する。①検証実験で用いる材料の種類や形状等を検討する。②接合強度や気密性の低下の改善および過熱による障害の低減に資する材料の前処理手法を検討する。③上記前処理をした材料を用いてレーザー溶着を行う際の溶着性状に影響するパラメーターを検討する。④上記検討結果をふまえて検証実験を行い、その

実験データに基づいて評価用サンプルを試作し、性能評価試験を行う。

2. 1 材料についての検討

まず、検証実験で用いる材料の種類について検討した。材料のうち、レーザー透過材には、高い透明度と耐候性を有し、光学センサーを容器内に内蔵する際の窓材としての利用が想定されるアクリル樹脂を用いる

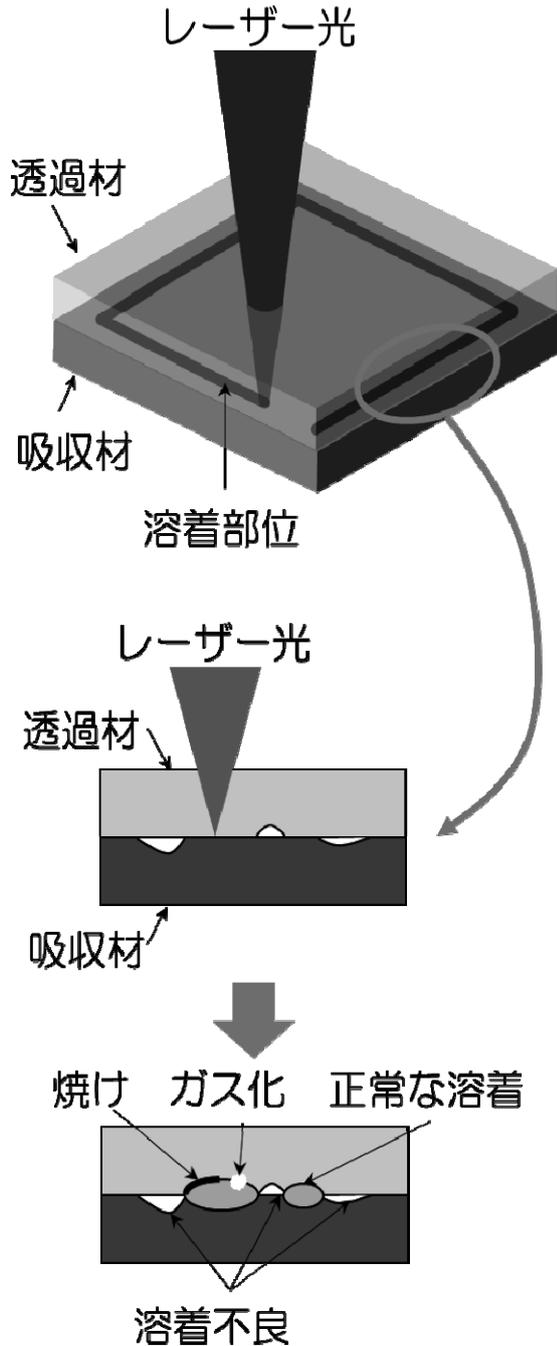


図1 レーザー樹脂溶着を行う際の課題に関する模式図

ことにした。一方で、レーザー吸収材については、検証実験に用いる材料として次の二種類を選定した。ひとつは、高強度かつ耐燃性に優れ、耐久性の高いセンサー容器として利用可能なポリカーボネート樹脂である。もうひとつは、汎用性に優れ、様々な用途に利用可能なABS樹脂である。

つぎに、材料の形状について検討した。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2のようにすることにした。

2. 2 レーザー溶着実験

検討した材料について、所有するレーザー光源で溶着が可能か確認する実験を行った。光源は Yb ファイバーレーザー（パナソニック製 LP-Z250）である。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 θ 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り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

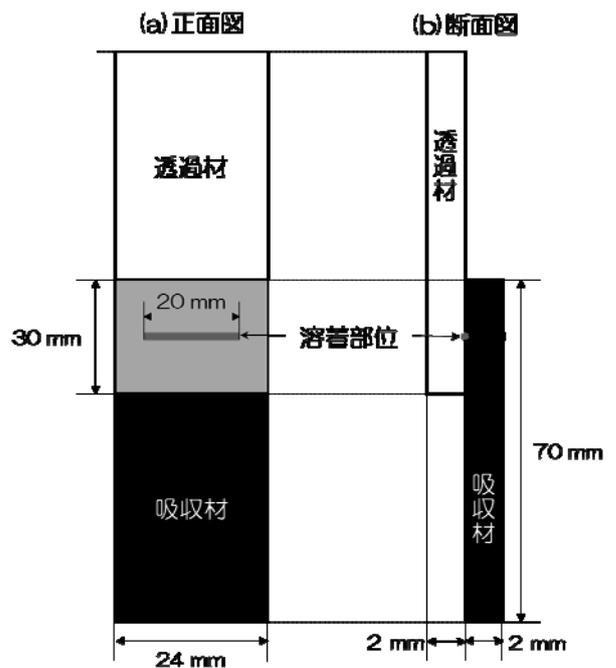


図2 樹脂材料の形状および溶着部位

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3にこのレーザー光源を組み付けた実験装置の写真を示す。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り、その加圧力を測定するためのロードセルをターゲットホルダーに組み込んでいる。図2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。

ポリカーボネート樹脂板または ABS 樹脂板をレーザー吸収材として用い、アクリル樹脂板を透過材として用いた組合せに対して、上記装置を用い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ける、材料間の隙間に起因する接合強度や気密性の低下および異種材料溶着時の過熱による障害を、多品種少量生産時にも適用可能な方法で改善する技術を開発することを目的としている。

今年度は、検証実験で用いる材料の種類や形状等を検討した。検討の結果、レーザー透過材にはアクリル樹脂を、レーザー吸収材にはポリカーボネート樹脂ま

たは ABS 樹脂をそれぞれ用いることにした。また、検証実験において、溶着後のサンプルで引張りせん断応力の測定を行うことを考慮して材料形状を決定した。

アクリル樹脂板をレーザー透過材として用い、ポリカーボネート樹脂板または ABS 樹脂板をレーザー吸収材として用いた組合せに対して、所有するレーザー光源を組み付けた実験装置で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。

次年度は、接合強度や気密性の低下の改善および過熱による障害の低減に資する材料の前処理手法を検討する。

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、株式会社エヌ・ティー・エス、pp. 126-130, 2015. 6. 8.
- [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.

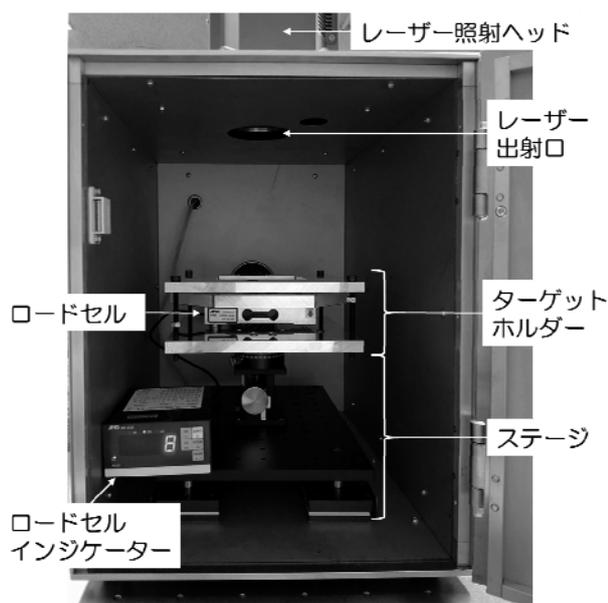


図3 実験装置の写真