

# 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<sup>[1]</sup>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、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。本年度は、専用の型を用いることなく吸収材に突起部を成形する前処理手法を考案し、その検証実験を行った。実験では数種類のパラメーターを変化させて突起部を成形したサンプルを作成し、突起部断面を顕微鏡観察して突起部の高さを測定した。その結果、成形条件によっては、安定的に70 $\mu$ m以上の高さの突起部が得られることがわかった。

## 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、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、材料間に行け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<sup>[2]</sup>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。

## 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を、多品種少量生産時にも適用可能な方法で改善する。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専用の型を用いることなく吸収材に突起部を成形する前処理手法を考案し、その検証実験を行う。③上記の装置および前処理した材料を用いて、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。④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。

本年度は、上記②の研究項目を実施したので、その結果を以下に詳述する。考案した前処理手法でアクリル樹脂板に突起部を成形する実験を行った。実験では数種類のパラメーターを変化させて突起部を成形したサンプルを作成し、突起部断面を顕微鏡観察して突起

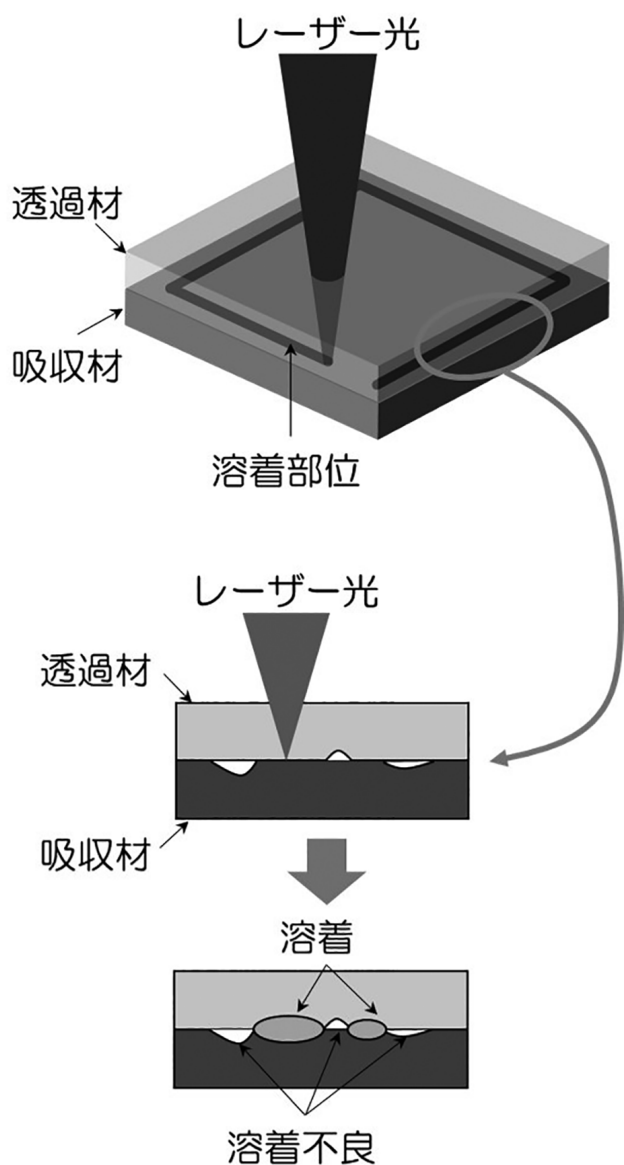


図1 レーザー樹脂溶着時の材料間の隙間に起因する溶着不良の模式図

部の高さを測定した。測定結果の一例を図2に示す。図2は、パラメーターとして成形速度を変化させた場合の突起部の高さを表すグラフである。突起部の高さは各成形速度におけるサンプル数  $n=9$  の平均値であり、エラーバーは標準偏差 $\sigma$ である。成形速度4では、高さ $90\ \mu\text{m}$ を超える突起部が得られることもあったが、ばらつきが大きく $\sigma=12\ \mu\text{m}$ であった。一方で、成形速度5では高さ $90\ \mu\text{m}$ を超える突起部は得られなかったが、平均値で成形速度4を上回り、さらに $\sigma=3.6\ \mu\text{m}$ とばらつきも小さい。成形速度5においては、平均値から $3\sigma$ を引いた数値が $71\ \mu\text{m}$ であり、この成

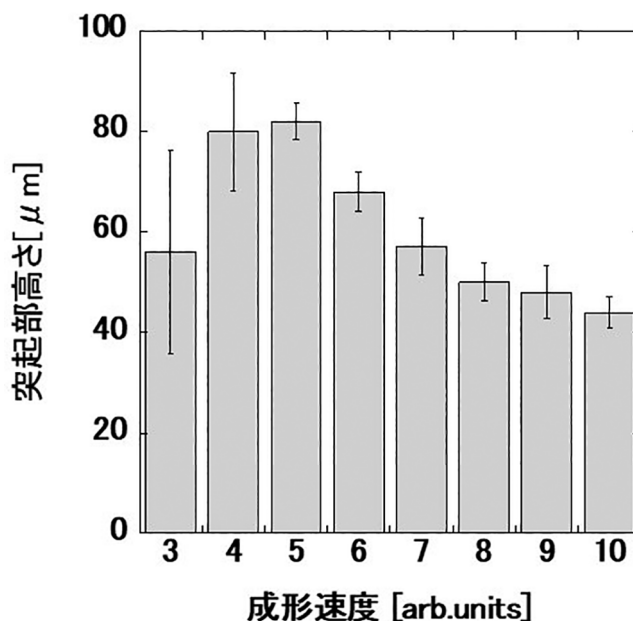


図2 成形速度を変化させた場合の突起部の高さ

形条件では、安定的に $70\ \mu\text{m}$ 以上の高さの突起部が得られることがわかった。

### 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、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。本年度は、専用の型を用いることなく吸収材に突起部を成形する前処理手法を考案し、その検証実験を行った。その結果、成形条件によっては、安定的に $70\ \mu\text{m}$ 以上の高さの突起部が得られることがわかった。

次年度以降は、溶着状態等に影響する各種パラメーター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.