

〔技術改善研究〕

## レーザー溶着における接合部品質および強度に関する研究

浜口和也, 山田直輝, 才木常正, 野崎峰男

### 1 目的

レーザー溶着による接合部の評価には、引張試験など破壊試験が適用されるが、接合状態との関連性が不明なまま実施されている。最適な接合条件の確立には、接合状態と強度との関係が必要であるが、通常は任意断面のみの部分的な観察であり、接合部全体における接合状態は明らかではない。そこで本研究では、溶着条件を変えたときの接合部全体を非破壊で観察し、その試料に対して強度評価を適用することにより、溶着条件が接合状態および強度に及ぼす影響について検討した。

### 2 実験方法

溶着実験には、ガルバノスキャニング式のレーザー溶着装置（株式会社GalWeld typeS）を用いた。試料は、長さ 50 mm、幅 20 mm、厚さ 2 mm のポリカーボネートである。レーザービーム径 2 mm、加圧力 600 N で固定し、レーザー走査速度、照射回数を変化させて溶着実験を実施した。吸収材（黒色）の試料の上に透過材（透明）の試料を長手方向に 20 mm ずつ重ね合わせ、その中央部に長さ 10 mm でレーザーを走査させた（図 1）。接合部の観察に用いたのは、超音波映像装置（インサイト(株)製 Insight-300）であり、探触子周波数は 25 MHz とした。観察後には試料の両端を掴み図 1 に示す方向に引張試験を行い、得られたせん断力から接合強度を評価した。

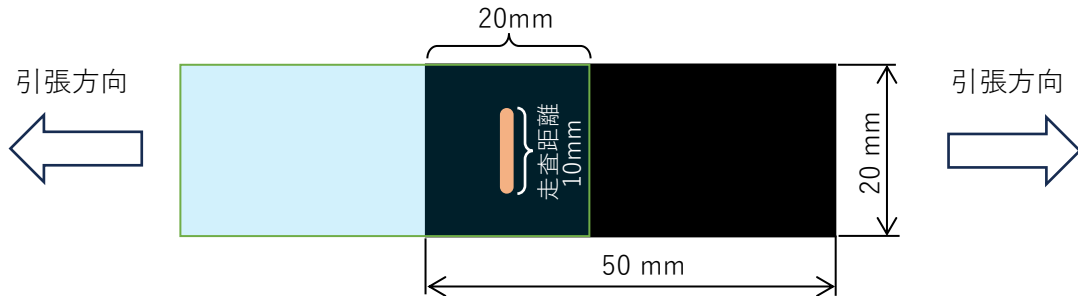


図 1 レーザ走査位置

### 3 結果と考察

#### 3.1 レーザ走査速度がせん断力に及ぼす影響

レーザー出力を 20 W、照射回数を 1 回として、走査速度を 20 mm/s から 180 mm/s まで変化させたときのせん断力を図 2 に示す。走査速度 60 mm/s までは走査速度の増加に伴いせん断力は増加しているが、走査速度が 60 mm/s を超えるとせん断力は徐々に低下することから、最適な走査速度が存在する。走査速度 40 mm/s までは外観観察にて焦げが確認できたため、接合部の温度が上昇し過ぎて透過材の表面まで熱が伝わったと考えられ、最適な走査速度より低速の領域では過加熱によりせん断力が低下することがわかった。走査速度 60 mm/s を超えると外観に焦げは確認できなかったが、加熱不足となりせん断力は低下する。走査速度 160 mm/s 以上では部分的な溶着となるだけでなく、走査速度 180 mm/s 以上でせん断力が上昇するなど再現性は得られにくくなる。走査速度 200 mm/s 以上では全領域において未溶着となった。

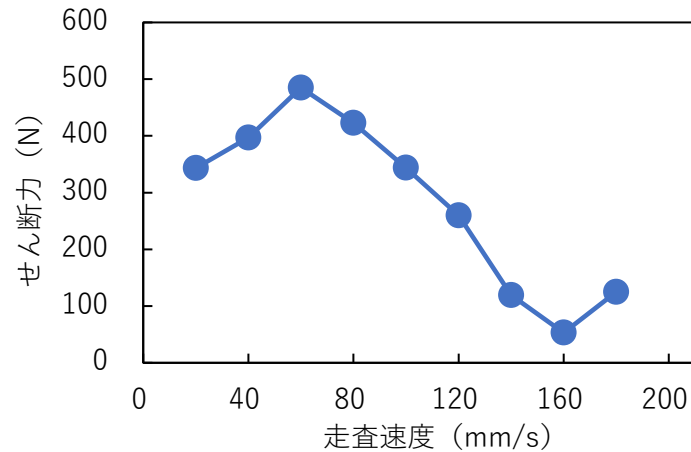


図2 走査速度とせん断力との関係

### 3.2 レーザ走査速度が接合状態に及ぼす影響

図3にレーザ走査速度を変化させたときの超音波探傷画像を示す。黒色で示した部分が接合領域であり、その周囲は試料同士を合わせたときの空隙が白色で表示されている。黒色の領域内に白色が存在すれば、接合部内の空隙であるが、図のいずれの条件でも白色の箇所がないため、空隙は存在していない。図3(a)は、図2においてせん断力が最大値となった走査速度 60 mm/s のときの探傷画像であり、図3(b)、(c)と走査速度を増加するにつれて、接合部の幅はそれぞれ約 20%、40%減少している。これよりレーザ走査速度が接合幅に影響を及ぼし、せん断力の増減につながるということがわかった。図3(d)ではレーザ走査部の中央部を過ぎたあたりから接合が開始されているが、これはレーザ走査が進むにつれて吸収材の表面温度が上昇し続け、A 点にレーザが到達したときに融点を超えて接合が始まったと考えられる。このように超音波探傷画像を利用することにより接合の様子を確認できるだけでなく、接合部におけるせん断力も予測できると考えられる。

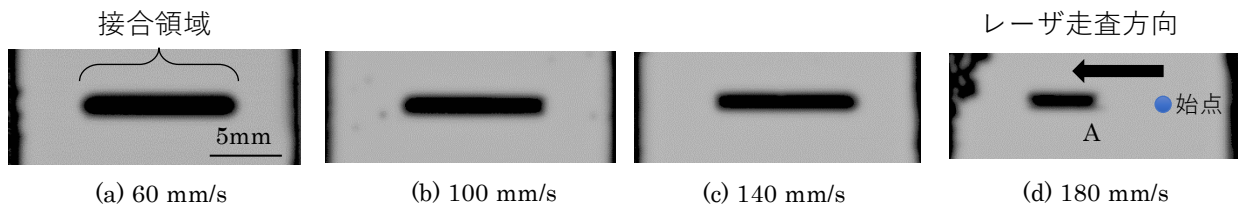


図3 走査速度が接合状態に及ぼす影響

### 3.3 照射回数がせん断力および接合状態に及ぼす影響

図2より照射回数1回では走査速度 60 mm/s が最適であったため、照射回数20回前後での実験を想定して、走査速度を20倍の 1200 mm/s にして予備実験を行った。その結果、照射時間は照射回数が1回の場合と同じであるにもかかわらず、せん断力は照射回数1回ときの半分以下まで低下した。これは走査方向を一定とするために、1回の照射が終了する度に始点に戻ることに伴う空冷時間ができたためと考えられる。このため、走査速度は 1200 mm/s で固定したまま、照射回数を30回ずつ増加させる実験を実施した。図4は照射回数30回から150回までのせん断力を示したものである。図4より照射回数が増えるにつれてせん断力は増加するが、照射回数を増加し続けるとせん断力は低下して

いる。図2においてせん断力を高くできる最適なレーザ走査速度が存在したのと同様に、せん断力を高める最適な照射回数が存在し、その前後ではせん断力が低下することがわかった。

図5に照射回数90回と150回ときの超音波探傷画像を示す。照射回数90回の図5(a)では接合領域は黒色のみであるが、照射回数150回となる図5(b)では接合領域内に白色の接合不良が認められる。照射回数が増えて過加熱になると接合部内に空隙が出現して接合不良となり、せん断力が低下することがわかった。

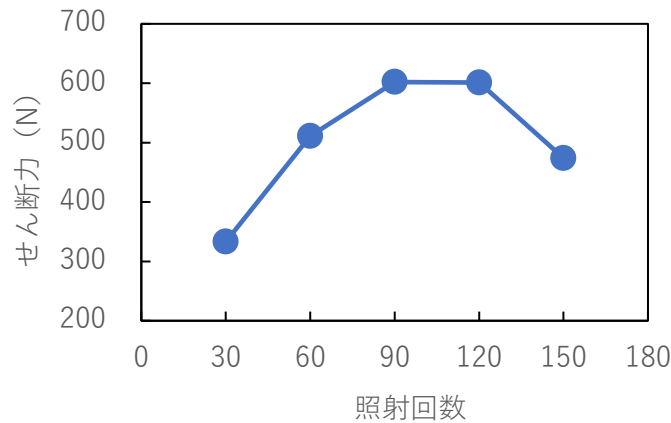


図4 照射回数とせん断力との関係

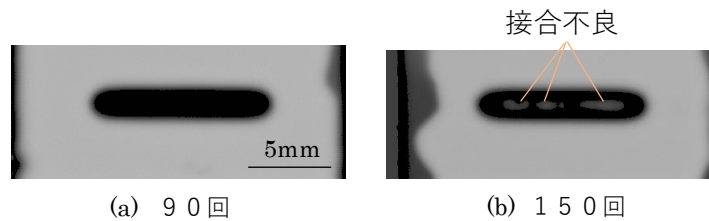


図5 照射回数が接合状態に及ぼす影響

#### 4 結論

厚さ 2mm のポリカーボネートにレーザ溶着を実施し、超音波探傷試験、引張試験を適用した結果、レーザ走査速度、照射回数によってせん断力が最大となる値が存在し、その前後ではせん断力が低下することがわかった。また、超音波探傷画像から接合状態を確認できたため、非破壊で接合状態を確認でき、せん断力の予測にも適用できる可能性を見出した。

#### 謝辞

レーザ溶着実験にご協力くださいました(株)広島、超音波探傷試験にご協力くださいました山梨県産業技術センター富士技術支援センターに深く感謝申し上げます。

(問合せ先 浜口和也)