

# プレス成形による熱可塑性CFRPと金属の接合技術の開発

根田崇史\* 森大介\*\* 奥村航\*\*\* 長谷部裕之\*\*\*

## 1. 緒言

近年のものづくりでは製品を単一の材料で作るのではなく、様々な材料を適材適所に組み合わせて配置するマルチマテリアル化が積極的に進められている。中でも熱可塑性CFRP板はプレス成形による製品の量産が可能であり、軽量化が求められる自動車等の輸送機器分野において期待されている。マルチマテリアル化の実現には異種材料同士を組み合わせる接合技術が重要であるが、リベットやボルトを用いた機械的締結では部材が増えることによる重量増、接着剤による接着や母材を熱で溶かし接着剤とする溶着<sup>2),3)</sup>では接着用の新規工程の増設によるコスト増が問題となる。

そこで本研究では、リベットやボルト等を用いず、かつプレス成形工程の中に組み込むことができる接合方法として、図1に示すように重ね合わせた板をパンチで変形させダイ側に突出しカシメるメカニカルクリンチングの適用可能性について検討した。

## 2. 接合実験

本研究では表1に示す短繊維を用いた熱可塑性CFRP板および表2に示すアルミニウム合金板を素材として用いた。素材形状は長さ120 mm×幅50 mm×厚さ1 mmであり、カシメのために中央にφ5.0 mmの穴が開いている。接合実験には機械式のサーボプレス機(H1F80・コマツ産機、ストローク130 mm)を用い、図2に示すパンチおよびダイを取り付けて使用した。

接合手順を次に示す。

- ①近赤外線ヒータを用いて熱可塑性CFRP板の穴周辺部を340℃に加熱する。
- ②金型に熱可塑性CFRP板とアルミニウム合金板を設置し、60 spmで成形する。
- ③下死点位置で1分間保持後に接合体を取り出す。

メカニカルクリンチングではパンチによって押し潰された素材がダイの溝部に流動した際に上側の素材が下側の素材に食込むことで接合される。そこで、パンチの下死点位置によってパンチ-ダイ間の隙間を0 mm～0.2 mmの間で調整することで素材の流動状態を変化

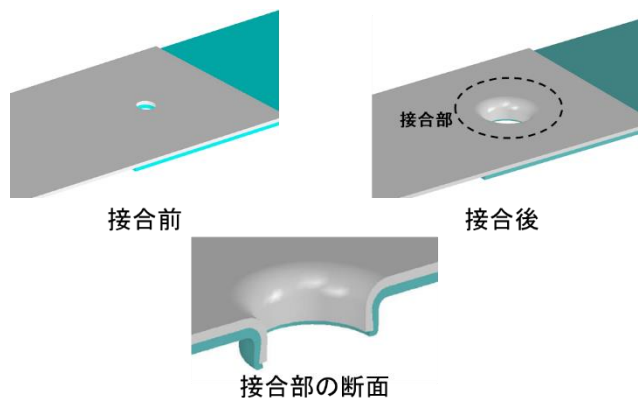


図1 メカニカルクリンチングによる板材接合

表1 熱可塑性CFRP板の仕様

樹脂の種類	PA6
繊維長	0.5 mm
炭素繊維含有率	20%
厚さ	1 mm

表2 アルミニウム合金板の仕様

合金の種類	A5052
厚さ	1 mm

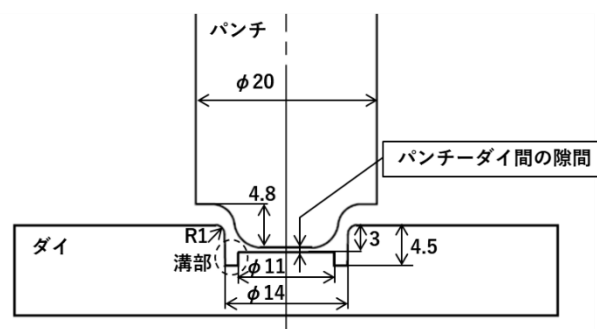


図2 金型寸法

させた。なお、成形荷重は隙間0.2 mmで約80 kN、隙間0 mmでは約140 kNであった。

## 3. 実験結果

接合体の外観写真を図3に示す。外観検査からは接合部に割れ等の欠陥は見られなかった。X線CT装置 (inspeXio SMX-225CT FPD HR・(株)島津製作所)を用いて

\*機械金属部 \*\*石川県商工労働部 \*\*\*繊維生活部

X線CT画像を取得した。図4にパンチ-ダイ間の隙間が(a)0.2 mm, (b)0 mmにおける断面画像を示す。いずれも接合部はCFRPとアルミが共に変形し、ダイ側に突出した状態になった。また、パンチ-ダイ間の隙間の違いは突出部壁面の傾きおよび突出量が異なる傾向を示した。パンチ-ダイ間の隙間が0.2 mmの場合は(a)に示すように壁面の傾きは負の値を示し、突出量は小さいが、隙間が0 mmになると(b)に示すように壁面の傾きは正の値を示し、突出量は増加した。

そこで、取得した画像より壁面の傾きおよびアルミ側の突出量を求め、パンチ-ダイ間の隙間との関係としてまとめた結果を図5に示す。隙間が小さいほど壁面の傾きは正方向に向かい、突出量は増加した。

接合部の強度は引張せん断試験で得られた最大荷重(引張せん断強度)とし、パンチ-ダイ間の隙間との関係としてまとめた結果を図6に示す。隙間が小さいほど引張せん断強度が増加しており、この傾向は図5に示した壁面の傾きおよび突出量と同じであることから、これら壁面の傾きの変化および突出量の増加によって引張せん断強度が増加したと考えられる。

#### 4. 結 言

本研究では、メカニカルクリンチングによる熱可塑性CFRP板とアルミニウム合金板の接合実験を行い、以下の知見を得た。

- (1) メカニカルクリンチングを用いて熱可塑性CFRP板とアルミニウム合金板を接合可能である。
- (2) パンチ-ダイ間の隙間を小さくすることで、引張せん断強度が増加する。

#### 参考文献

- 1) 新構造材料技術研究組合. “事業概要”. 新構造材料技術研究組合. <https://isma.jp/works/>, (参照 2018-7-30).
- 2) 川上紘平, 安田清和. 縦振動超音波による炭素繊維熱可塑性樹脂とマグネシウム合金の直接接合. 溶接学会全国大会講演概要. 愛媛, 2018-9-12/13/14, 溶接学会, 2018, p. 208-209.
- 3) 永塚公彬, 田中宏宜, 肖伯律, 土谷敦岐, 中田一博. “摩擦重ね接合によるアルミニウム合金と炭素繊維強化樹脂の異材接合特性に及ぼすシランカップリング処理の影響”. 溶接学会論文集. 2015, vol. 33, no. 4, p. 317-325.

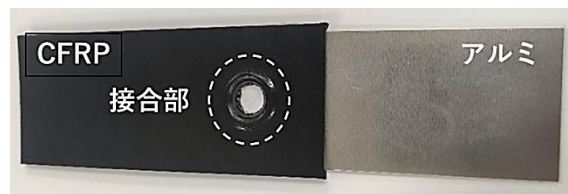
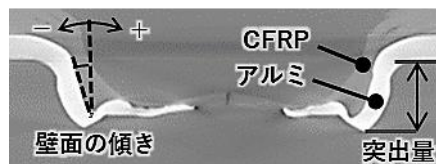


図3 接合体外観



(a) パンチ-ダイ間の隙間=0.2 mm



(b) パンチ-ダイ間の隙間=0 mm

図4 接合部の断面画像

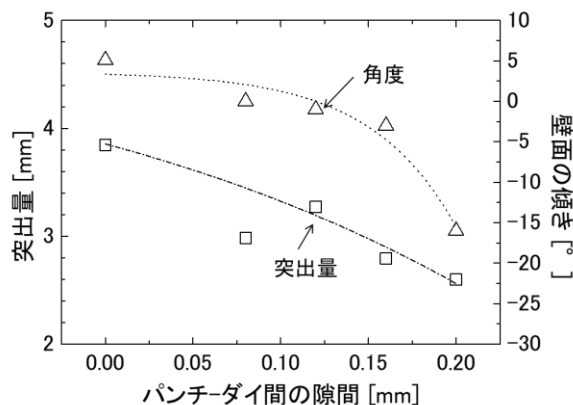


図5 壁面の傾きと引張せん断強度の関係

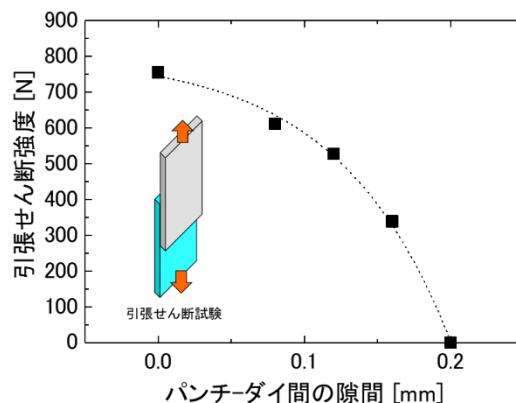


図6 パンチ-ダイ間の隙間と引張せん断強度の関係