

研究ノート

継手と接着剤を用いた CFRP の接合

石川和昌*¹、河田圭一*¹、天野和男*²

Joining of CFRP Using Butt Joint and Adhesive

Kazumasa ISHIKAWA*¹, Keiichi KAWATA*¹ and Kazuo AMANO*²Industrial Research Center*¹*²

CFRP 部材の接合技術として、継手と接着剤による接合について検討した。各種の継手を作製して引張試験を行った結果、クリスマスツリー形状の継手により接合することで、母材の半分程度の強度が得られることがわかった。さらに接合強度を向上させるため、接着剤を用いて継手の補強を行いその効果を検証した。その結果、板厚が大きいときは接着剤の効果が相対的に低いことが確認された。それに対し、継手による接合では板厚に関わらず一定の接合強度を維持できることがわかった。

1. はじめに

航空機や自動車部品等において、燃費向上や CO₂ ガス排出量削減のため、軽量・高強度材料である CFRP 部材が幅広く採用されるようになってきている。CFRP 製品の生産においては、製品サイズに合わせた成形機が必要となるため、大型部品の生産には専用設備が欠かせない。また、CFRP 部品の切削加工においては工具摩耗が激しく、高価なダイヤモンド工具が多数必要となる。現状では、これらの課題により製品が高価となっている。今後はレーザー加工機を用いた低コストかつ高精度・高速加工技術の開発や、大型の CFRP 部品作製のための高効率な接合技術の開発などが期待される。

本研究では、CFRP の接合技術の開発を目的として、レーザー加工によりモザイク継手を施した試験片を作製して引張試験を行い、継手形状と接合強度の関係について検討した。また、接着剤を用いて継手の補強を行いその効果の検討を行った。

2. 実験方法

2.1 継手の作製

幅 25mm、板厚 0.8mm 及び 1.2mm の熱硬化性 CFRP (東レ社製トレカ織物プリプレグ T300) にレーザー加工によりモザイク状の継手の加工を行い、接合試験片を作製した。作製した継手形状を図 1 に示す。

2.2 接着剤を用いた接合

継手の接合強度向上のため接着剤を用いて継手の補強を行った。接着剤は変性アクリレート系接着剤 (高压ガス工業社製ペガロック 9002) を使用した。試験片は 2.1 節と同様に幅 25mm、板厚 0.8mm 及び 1.2mm の CFRP

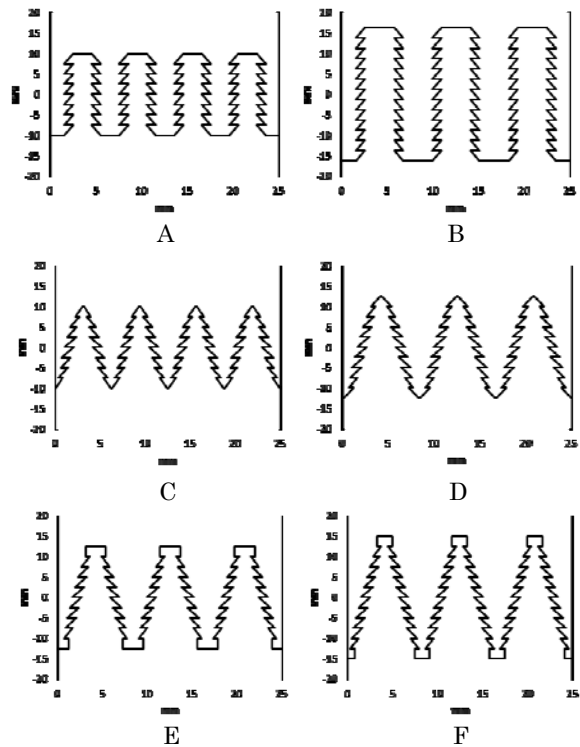


図 1 モザイク継手形状

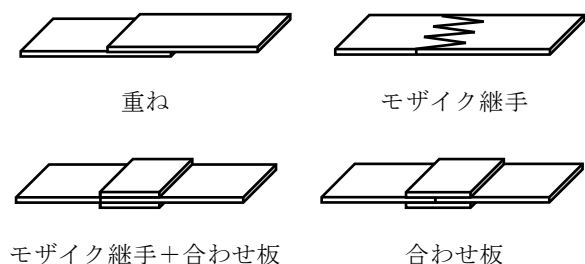


図 2 接着条件

を用いた。接着条件は図2に示す4条件として、接合面、接合断面に接着剤を塗布して接着した。また、接着面の前処理としてヤスリ掛けおよび超音波洗浄を行い、さらに大気圧プラズマ処理を施した。重ね、合わせ板の接着長さは30mm、モザイク継手形状は2.1節のFとした。

2.3 引張試験

引張試験により、各種継手の破断時の最大荷重を計測して、継手のないCFRP板破断時の最大荷重に対する割合を母材強度比として比較を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 継手形状の影響

継手形状による強度の違いを調べるため、接着剤は用いずに接合し、引張試験を行った。継手形状と母材強度比の関係を図3に示す。AとB、CとDの結果から継手本数を減らしても、かみ合い部の個数が同程度であれば接合強度が同等であることが確認できた。AとC、BとDの結果から継手形状をクリスマスツリー形状とすることで接合強度は大きく上昇することが確認できた。DとEの結果から先端形状の変更が接合強度増加に寄与していることが確認できた。EとFの結果から継手長さを伸ばしてかみ合い部の個数を増やすことで、かみ合い部の破壊が抑制され、接合強度が増加することが確認できた。本試験結果から継手形状の改良により接合強度が増加することがわかり、Aで28%であった母材強度比はFで48%まで向上した。

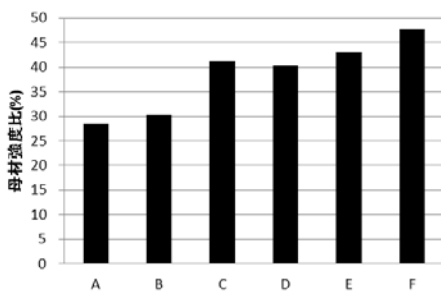


図3 継手形状と母材強度比

3.2 接着剤を用いた接合強度の検討

次に、接着剤を用いて、接着条件による強度の違いについて調べた。接着条件と母材強度比の関係を図4に示す。試験後の試験片を観察したところ、重ねと合わせ板の場合は接着面がはがれることにより破断が起きていた。このことから、接合強度は単純に接着剤の接着強度に依存すると考えられる。重ねと合わせ板の接着面積は同等だが、接着方法の違いによる荷重の加わり方の相違が接合強度の差に表れたと考えられる。モザイク継手は母材強度比46%となり、接着剤を用いずに試験を行った3.1

節の結果と同程度であった。モザイク継手同士の隙間が数十 μm と小さく、隙間へ接着剤が入りにくいこと、板厚0.8mmでは断面の接着面積が小さいことから接着剤の効果が得られなかったと考えられる。モザイク継手+合わせ板は、合わせ板の端部にあたる部分でモザイク継手が破壊しており、合わせ板のみでの接合より接合強度が低下した。

次に板厚0.8mmと1.2mmを比較した。板厚と母材強度比の関係を図5に示す。板厚1.2mmではモザイク+合わせ板の母材強度比は板厚0.8mmより低下した。合わせ板を用いた接着では、板厚に関わらず接着効果は一定であるため、板厚が大きくなり、母材強度が上がると母材強度比は低下したと考えられる。それに対して、モザイク継手による接合では、板厚が大きくなると継手の強度も同様に上がるため、一定の接合強度が得られたと考えられる。

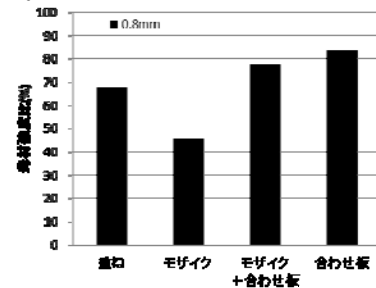


図4 接着条件と母材強度比

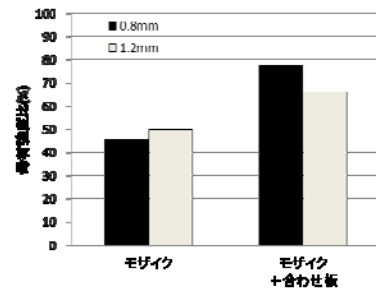


図5 板厚と母材強度比

4. 結び

モザイク継手を施したCFRP試験片を作製して引張試験を行い、継手形状と接合強度の関係について検討した。その結果、クリスマスツリー形状の継手では、接着剤を使用せずに母材強度比48%の強度が得られた。また、モザイク継手により接合することで板厚に関わらず一定の強度で接合可能であることが示された。

付記

本研究内容は、国の平成23年度戦略的基盤技術高度化支援事業（CFRP複合材料部材の新レーザー溶接技術の開発）による委託研究の成果である。