

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 23-89
補助事業名 平成23年度 炭素繊維複合材と軽量金属のろう付に関する補助事業
補助事業者名 池庄司敏孝

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

近年、より軽量でありながら強度、剛性のより高い自転車フレームの製作が求められている。例えば、電動機付き自転車ではバッテリーや電動機の積載により重量が増え、子供乗せ三人乗り自転車では元来積載重量が重い。これらの自転車用フレームには強度の高い鋼管が使用されている。しかし、高強度の鋼管で作られた自転車フレームは重く、操縦性が悪い。そのため、高強度、高剛性かつ軽量な材料を用いた自転車フレームの製造が求められている。そのような材料として炭素繊維強化複合材料（CFR材）が有力な候補である。

CFR材は高比強度、高比剛性などの優れた性質を持つが、金属系材料との接合は、現在、ボルト・ナット留めやリベット留め、接着剤による接合のみであり、直接接合は困難である。CFR材と金属材料の直接接合が可能になれば製品全体として一層の軽量化や製造コストの低下が期待される。そこで、本研究ではろう付によるCFR材と軽量金属の接合を実現することを目的とする。

(2) 実施内容

炭素繊維複合材料（CFR材）とチタン材のろう付方法の開発に関する研究ではCFR材と純チタン材をAg-Cu-Tiろう材を用いて真空中で接合試験をした結果、良好な接合が得られた（図1）。接合部についてせん断破壊試験を行ってせん断強度を測定した。接合部せん断強度は約10~30MPa程度の強度となった。また、CFR材の繊維配向が接合面に対して $[0^\circ/90^\circ]_S$ の時に最強となることが示された（図2）。本研究結果はCFR材を使用する際の注意点として重要であると考えられる。

この知見を日本機械学会と米国機械学会（ASME）が共催した国際会議International Conference of Materials and Processing（ICM&P2011）（平成23年6月13日—17日）にて発表した。

CFR材とアルミ合金のろう付性を明らかにする研究では、一般的なルミ合金用ろう材（Al-Siろう）のCFR材上でのぬれ試験を実施したが、ぬれ性が劣悪であることが示された。そのため、CFR材の改質をするため、真空蒸着装置を導入し、純アルミニウムをCFR材表面に蒸着した。CFR材表面のアルミ蒸着膜は極薄くぬれ性の改善には至らなかった。しかし、純アルミ材／アルミろう／CFR材の組合せで接合試験を行った

結果、保持時間1800s程度と長時間になれば接合体が形成されることがわかった（図3）。

この知見はThe 3rd Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2012)（チェンナイ市インド，平成24年8月30日—31日）において発表した。

CFC材とアルミ合金のろう付性がアルミ蒸着のみでは不十分と考え、ろう付中に超音波を印加したはんだ付を試みた。これは超音波印加がはんだ材）とCFC材の反応を促進する効果を期待しての試みである。その結果、ぬれの促進には至らなかったが、はんだがある程度CFC材表面に付着することが明らかになった。

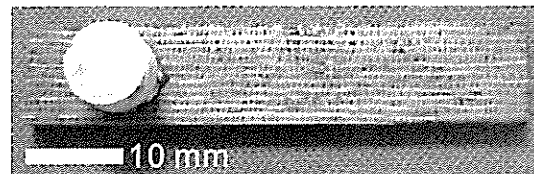


図1 チタン円板をCFC板にろう付した試験片

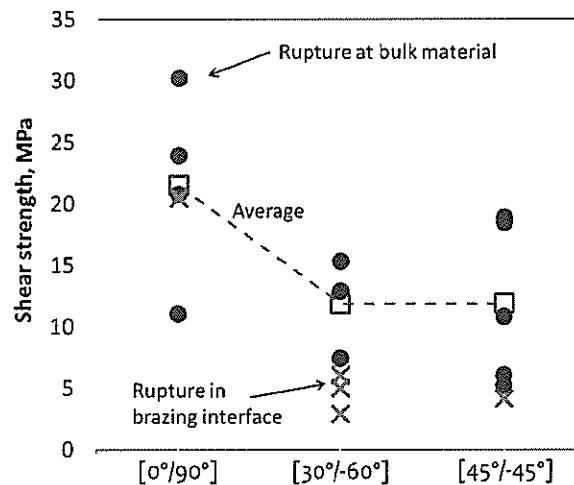


図2 チタン円板/CFC板ろう付継手の引張せん断破壊強度。CFC板のろう付面に対する繊維配向により変化する。

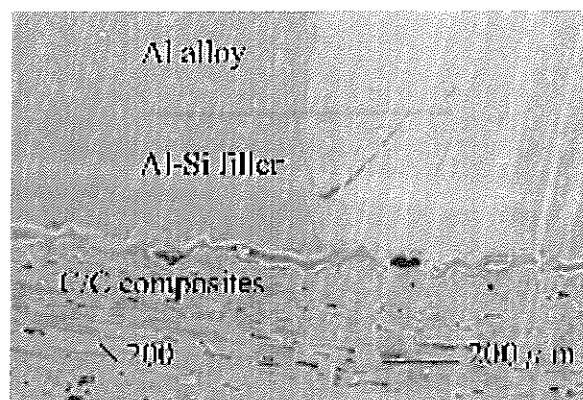


図3 CFC材（図中ではC/C Composites）にAlを蒸着した後、AlをAl-Si共晶ろうでろう付した継手の接合界面

2 予想される事業実施効果

CFC材とアルミニウム合金の接合に関する研究

従来、CFC材料で自転車フレームを製作する際にはフレームの最終的な形状をCFC材料の前駆体で製作して焼結することが必要だった。本研究によりCFC材とアルミニウム合金やチタン合金を接合することが可能であることが示されたことにより、フレームの一部をCFC材部品、他の部分をアルミ合金やチタン合金部品として接合して製作することが可能となり得る。そのため、従来よりも軽量で高剛性なフレームを製作において材料選択の自由度が増すと考えられる。また、自転車業界のみならず航空中業界にも同様な影響を及ぼすと思われる。

3 本事業により作成した印刷物等

- (1) 報告書:「平成23年度 炭素繊維複合材と軽量金属のろう付に関する研究補助事業 報告書」
- (2) 論文:Ikeshoji,T-T, Amanuma,T, Suzumura,A, Yamazaki,T, “Shear Strength of brazed joint between Titanium and C/C composites with various cross-ply angles,” *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, JSME, Vol. 5, No.12(2012)pp.1022-1028.*
- (3) 会議録:Ikeshoji,T-T, Amanuma,T, Suzumura,A, Yamazaki,T, “Brazing of C/C composites and Ni Base Alloys with Fe-base Brazing Filler Alloys,” *5th International Brazing and Soldering Conference (IBSC2012), American Welding Society, Las Vegas (2012)pp.465-469.*
- (4) 会議録:Niwaya,K, Ikeshoji,T-T, Suzumura,A, Yamazaki,T, “Brazing of carbon-fiber-reinforced carbon composites and aluminum alloy,” *The 3rd Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2012), Chennai, India (2012)*

4 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京工業大学（トウキョウコウギョウダイガク）

住 所： 〒152-8552

東京都目黒区大岡山2-12-1東京工業大学石川台1号館452号室（ポスト：11-32）

申請者： 助教 池庄司敏孝（ジョキョウ イケショウジトシタカ）

担当部署： 大学院理工学研究科機械宇宙システム専攻鈴木・山崎研究室（ダイガクインリコウガクケンキュウカキカイウチュウシステムセンコウスズムラ・ヤマザキケンキュウシツ）

E-mail： ikeshoji.t.aa@m.titech.ac.jp

URL： 補助事業者HPのトップページのURL
<http://www.mep.titech.ac.jp/~apmat>