Osaka University Knowledge Archive

Title	Joining of Continuous SiC Fiber Reinforced Ti-6A1-4V Composites
Author(s)	福本, 信次
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39156
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【25】

氏　　名	福（ふく）　本（もと）　信（しん）　次（じ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　11871　号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科溶接工学専攻
学　位　論　文　名	Joining of Continuous SiC Fiber Reinforced Ti-6A1-4V Composites （SiC連続繊維強化Ti－6A1－4V複合材料の接合）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　小林紘二郎 （副査） 教　授　永井　宏　　教　授　豊田　政男

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は，現在の構造材料に求められている特性，すなわち軽量，高強度，優れた高温特性をすべて兼ね備えた長繊維系金属基複合材料（MMC）の実用化に向けてその接合法の確立を目的としたものである。MMCの継手は接合部でセラミックス，金属の複合界面が存在するために接合は非常に困難である。そこで接合プロセス，インサート材，継手形状を最適化することによりMMCの接合法の確立をめざしたものである。

第1章では，本論文の研究目的，背景，動機および各章の概要を述べている。

第2章では，本研究で用いたMMCの材料特性を明らかにしている。用いたMMCはSiC繊維強化Ti－6A1－4Vであり真空ホットプレス法によって作製している。そのMMCを高温で熱処理した結果，繊維／マトリックス界面で反応層が成長し，その厚さが1μm以上となるとMMCの機械的特性が劣化することを明らかにしている。そしてMMCを劣化させない臨界条件を求め，劣化が生じないその条件内で以下の各種接合法を用いて接合を行っている。

第3章では，MMCとTi－6A1－4V板をレーザビーム溶接，拡散接合，TLP（Transient Liquid Phase）接合の3プロセスを用いて突合せ接合し，それらの接合プロセスを明らかにし，その継手強度を評価している。レーザビーム溶接では，ビームを直接MMCに照射するとSiC繊維が損傷し接合部に脆弱な化合物が多数晶出して高強度は得られていない。しかし，ビーム位置を適正範囲に制御することによって繊維を損傷させずにマトリックス金属のみを溶融接合することが可能となり，それによって継手効率90%以上が得られている。拡散接合ではMMCを劣化させない接合条件内で接合が完了しており，継手強度は繊維含有率に依存することを明らかにしている。TLP接合では接合時に接合部で液相が生成するために繊維との反応が懸念されるがその反応は局所的であり，生成物の量も微量であったため継手強度には影響を与えないことを確認している。

第4章では，MMC同士を上の3プロセスで接合している。どの場合もMMCを直接接合することは困難であるがインサート材を最適化することにより，50%程度の継手効率を得ることに成功している。

第5章では，有限要素法を用いて継手における応力・歪状態を解析している。繊維端部近傍のマトリックス部では3軸引張応力場となっており，破壊ネット応力が塑性拘束によってマトリックス材料の本来の強度以上になることを示している。

第6章では，拡散接合にスカーフ継手を採用することによって突合せ継手ではなし得なかった母材破断する継手の作製を可能としている。これによってこれまでには実用例の殆どなかったチタンマトリックス系MMCの構造物への

適用の可能性を示している。

第７章では，本研究で得られた主な結論を総括し，結論としている。

論文審査の結果の要旨

宇宙開発が進む現在，航空宇宙産業界における軽量，高強度の耐熱材料開発への要望は日増しに大きくなっている。金属基複合材料（ＭＭＣ）はその要求に応え得る期待の材料である。しかし，その２次加工の困難さのためにＭＭＣの実用例は殆どない。本論文はＭＭＣの中でも特に優れた高温特性，機械的特性を有するSiC／Ti－6A1－4Vを作製し，その材料特性をふまえた上でその接合法の確立を目指したものである。その成果を要約すると次の通りである。

(1) SiC／Ti－6A1－4V MMCは高温に長時間保持されると繊維／マトリックス界面で主成分がTiCである反応層が成長し，その厚さが１μm以上となると繊維の強度が低下し，それに伴いＭＭＣの強度が著しく劣化することを示している。また，反応層厚さと時間，温度の関係の実験式を提示し，ＭＭＣを劣化させない臨界条件をを明確にしている。それに従い適切な接合条件を選定できることを示している。

(2) 一般にセラミックスと金属の接合強度は，その接合が完全であっても極めて小さいため，ＭＭＣの接合においてはマトリックス金属どうしの接合の可能性を検討している。まず，汎用性のある溶融溶接として熱源制御が容易なレーザビーム溶接によってＭＭＣと金属を接合している。このとき継手強度がレーザビームの照射位置に大きく依存することが明らかとされ，ビームを最適位置に制御することによって繊維を溶融損傷させずに継手効率90％以上が得られることが示されている。次に繊維損傷を最小限にできる拡散接合，および拡散接合よりも低温，短時間，低加圧力で接合可能なＴＬＰ接合を用いてＭＭＣ－金属の接合を行っている。その結果，継手強度は繊維含有率（あるいはマトリックス面積率）に依存することを明らかにし，繊維含有率30％以下では継手効率が90％以上が得られることを示している。

(3) ＭＭＣ同士の接合では最適厚さのインサートメタルを用いることによって継手効率50％程度を得ることを可能としている。

(4) 有限要素法を用いて継手部における応力・歪状態を解析しており，その結果，継手部のマトリックス部は繊維／マトリックス間の剥離によって３軸引張応力状態となっており，破壊ネット応力は塑性拘束によってマトリックス材の強度以上が得られることを示している。

(5) スカーフ継手を用いてＭＭＣ同士あるいはＭＭＣと金属を拡散接合することにより母材破断する優れた継手を作製することが可能であることを示している。

以上のように本論文は航空宇宙産業界などで注目されている金属基複合材料の接合を行い，その接合プロセスや接合部の応力・歪状態を解明し，機械的特性の非常に優れた継手を作製することに成功している。構造物に要求される性能に対して適切な接合法，継手形状などを考慮することによってＭＭＣを用いた構造物の製造が可能であることを示した。これは材料構造化の科学と技術の確立のための重要なステップであり，その成果は生産加工工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。