



# MATERIALS and PROCESSING

NO. 30

日本機械学会 機械材料・材料加工部門ニュースレター

## 部門マークが決定！

この度、当部門の部門マークが決まりましたのでお知らせします。以後どうぞお見知りおき下さい。

### 機械材料・材料加工部門 部門マーク



なお、この部門マークは、部門登録会員の皆様によるネット投票を基に決定されました。本年8月末日までにて投票を締め切らせていただいたところ、“329票”ものご投票をいただきました。ご投票いただきました皆様にはここに厚く御礼申し上げます。

(社)日本機械学会 機械材料・材料加工部門  
広報委員会

## ニュースレター特集

機械材料・材料加工部門(M&P部門)より春と秋の2回発行されている部門ニュースレターのうちの秋号(No. 30)をお届けします。

本号では、特集「複合材料に関する最近のいくつかのトピックス」を企画し、本テーマにおいて第一線でご活躍中の6名の方々にご執筆いただきました。

複合材料に深く携わっている方のみならず、機械材料・材料加工一般の読者を想定した特集といたしましたので、どうぞお楽しみください。

### ◆ 特集

#### 「複合材料に関する最近のいくつかのトピックス」

- 1 複合材料の製造技術－航空機分野における革新的複合材構造へのアプローチ  
廣瀬康夫(川崎重工業(株))
- 2 複合材料の製造技術～大型構造“物作り”への挑戦～  
川節 望(三菱重工業(株))
- 3 航空宇宙分野におけるナノコンポジットの展望  
小笠原俊夫((独)宇宙航空研究開発機構)
- 4 金属基複合材料に関する最近の話題  
佐々木 元(広島大学)
- 5 高分子基複合材料の耐久性・長期寿命の予測  
中田政之(金沢工業大学)
- 6 グリーンコンポジットの現状と今後の課題  
合田公一(山口大学)

## ■特集 “複合材料に関する最近のいくつかのトピックス”

### □ 特集1 複合材料の製造技術—航空機分野における革新的複合材構造へのアプローチ □

川崎重工業株式会社

航空宇宙カンパニー技術本部

民間航空機設計部 廣瀬康夫

#### 1. はじめに

複合材料とは、いろいろな材料を組み合わせ、個々の材料よりも優れた性質を持たせるものを総称している。航空機ではエポキシ樹脂をガラス繊維や炭素繊維で強化した繊維強化プラスチックが主として機体構造に適用されている。航空機に適用されている複合材料には金属材料と比較して次のような特長がある。

- ①比強度、比剛性が高い。
- ②疲労強度が高い。
- ③力学的性質が異方性である。
- ④衝撃による損傷を受けやすく、損傷による強度低下が大きい。
- ⑤環境条件(高温、吸湿等)により力学的性質が低下する。
- ⑥複雑な形状の部品の成形に適している。その反面、穴あけ/切削等の加工が困難である。

①、②のような特長があるため、軽量化が強く求められる航空機の構造材料に関しては、特に比強度、比剛性が優れている炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の適用が進んでいる。また、航空機構造への適用に当たっては、③、④、⑤のような金属材料とは異なる条件を考慮して構造設計を行わなければならない。また、⑥のような特長を踏まえて複合材料の長所を活かせるような構造様式を考案する必要がある。

航空機への繊維強化プラスチック複合材料の適用は、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)が第2次大戦中の軍用機のレドームに適用された例に遡る。民間旅客機の尾翼等の主構造への炭素繊維強化プラスチックの適用は1980年代から本格的に始まり、近年では、主翼や胴体への適用も計画されている。たとえば、ボーイング社が開発中の中型民間旅客機B787では、主翼及び胴体にCFRPを適用する計画で、材料別の重量比率が、複合材料：50%、アルミ合金：20%、チタン合金：15%、スチール：10%、その他：5%といわれている。[1] なお、CFRPを多用した航空機構造では、電解腐食対策と熱応力対策のためチタン合金の適用比率が高くなっている。

実機への適用例としてCFRPを適用したB777の尾部構造(外板を省略したもの)を図1[2]に、エアバス社の垂直尾翼構造へのCFRP適用研究の例を図2[3]に示す。B777はボーイング社が初めて民間旅客機の主構造にCFRPを適用して型式証明を取得した機体であり、エアバス社の研究成果は、A300-600、A310-200/300、A320の尾翼構造へのCFRPの適用へと発展している。しかしながら、民間機の

一次構造への適用状況は、図1、図2に示す初期の段階から現在に至るまで、金属材料の構造様式を踏襲して材料をCFRPで置き換え補強材と外板等を一体化した事例がほとんどある。筆者らの研究[4]では、金属構造を踏襲した構造様式で材料を複合材料に置き換えても複合材料の特長を十分に引き出しているとはいえないとの結果を得ている。実績がある構造様式を採用するのは、高い安全性を要求される航空機としては当然であるが、一方では、複合材料に適した構造様式の研究も必要と考える。

次章では、複合材料の特性を引き出すための革新的構造様式として発泡コアサンドイッチパネルを航空機構造に適用した研究事例を紹介する。

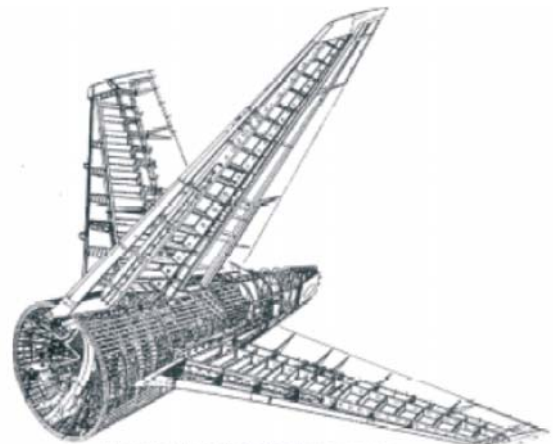


Figure 4: 777-200 Empennage  
(cover panels not shown)

図1 B777 尾翼構造へのCFRPの適用



図2 旅客機の垂直尾翼桁間パネルへの適用研究

## 2. 機体構造への CFRP 複合材料の適用研究事例

川崎重工(株)が新エネルギー・産業技術総合開発機構:NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization)の委託研究「革新的軽量構造設計製造基盤技術開発(以下、「複合材機首構造の研究」と略す.)」として実施した適用研究[5]の事例を以下に紹介する。本研究では、E4系新幹線先頭車両[6]やスウェーデン海軍のコルベット艦の船体[7]で適用実績がある発泡コアサンドイッチパネルを航空機の機首構造に適用する研究を実施した。E4系新幹線先頭車両とスウェーデン海軍のコルベット艦の適用事例を図3、図4に示す。複合材機首構造の研究は、板金組立構造が主体の従来構造様式の機首外板パネルを一体成形の発泡コアサンドイッチパネルで置き換えることにより大幅な構造重量低減、部品点数低減を目指したものであった。なお、金属構造を対象とした一体化技術としては「薄肉大型精密 casting 技術」及び「摩擦攪拌接合技術」を適用した。



図3 E4系新幹線先頭車両への適用例



図4 スウェーデン海軍のコルベット艦 Visby

### 2-1 適用技術について

機首構造に適用した新技術について以下に示す。

#### 2-1-1 発泡コアサンドイッチパネル技術

発泡コアサンドイッチパネル技術とは、スキン/ストリンガー/フレームによって構成される板金組立構造をサンドイッチパネルで一体化することを目指した技術である。本構造様式は、従来構造と比較して単純で、疲労に強く、断熱性、遮音性にも優れ、従来のハニカムサンドイッチパ

ネルに見られるような水浸入問題も無いので外板パネルに適した構造様式である。発泡コアサンドイッチパネル外板構造の概要を図5に示す。

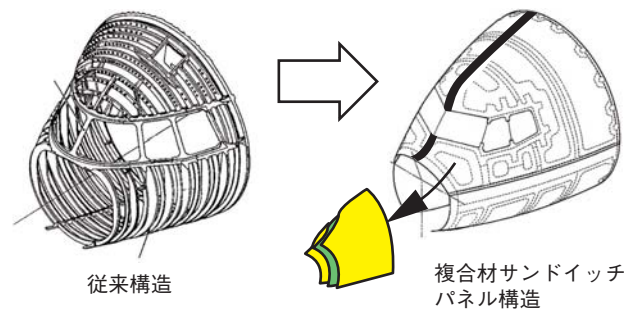


図5 構造様式比較

#### 2-1-2 薄肉大型精密 casting 技術

casting 品は多数の部品からなる組立品を、一気に溶湯から一体で製造できるので複雑で部品点数が多い構造の低コスト化には非常に有効な手段である。近年の新材料の開発と製造技術の進歩により薄肉で大型の casting 部品を軽量で製作することが可能になった。本研究では、コクピットの下部に位置する耐圧床支持構造に適用し部品点数低減を図った。

#### 2-1-3 摩擦攪拌接合技術

摩擦攪拌接合とは2種の金属の間にピンを差し込んで回転させることで発生する摩擦熱により融点以下の温度で金属を接合する技術で、その原理と接合試験結果を図6に示す。この接合法により従来溶接ができないアルミ合金(2024, 7075等)の接合が可能になるので金属構造の一体化の促進が期待される。本研究では、機首の前方与圧隔壁に適用して重量軽減・部品点数低減を図った。

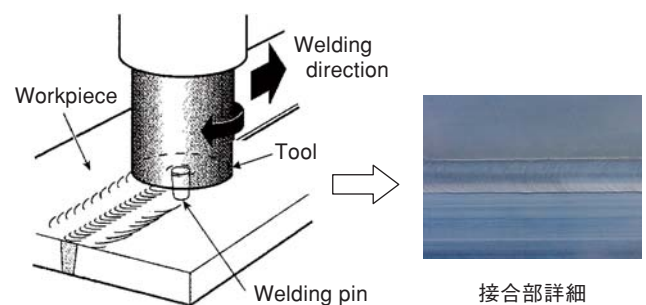


図6 摩擦攪拌接合の原理

### 2-2 研究成果

研究の実施に当たっては図7に示すビルディングブロックアプローチの手法を採用した。ビルディングブロックアプローチとは、航空機の構造安全性確認についての重要な概念の1つで、クーボンレベルの試験データから順次データを積み上げていって最終的に実機レベルの試験に至るように階層的に試験データを取得していく方法である。発泡コアサンドイッチパネルについては、運用中の損傷を対象とした損傷評価試験や損傷後の強度を評価するための静強度/疲労強度試験により設計データを取得すると共に、鳥衝突模擬試験により面板の板厚の妥当性を確認した。また、

クリティカルな部位のひとつである継ぎ手部については構造要素試験、部分構造試験を実施して継ぎ手部の強度と破壊モードを確認した。これらの結果により新技術実用化の目途を得ると共に設計・解析作業に反映して実大機首構造の試作を行い、機首構造全体で従来の金属構造と比較して構造重量軽減10%、部品点数低減83%の成果を得た。複合材料適用部位については、重量軽減23%、部品点数低減98%であった。機首構造全体で重量軽減率が低下したのは、結合部や開口部周辺の補強構造が従来構造より重量が増加したためである。また、発泡コアサンドイッチパネルに対するエアラインでの使用を想定した非破壊検査法の確立が実用化へ向けての課題であったので、検査要領の設定、検査手法の実用性評価試験を実施した。本研究で試作した機首構造供試体を図8に示す。

大型精密铸造技術については、従来と比較して薄板でしかも大型化した铸造品の開発を狙った。具体的には、D367-T6材を用いて砂型铸造により1.85m×1.55m×0.34mの耐压床支持構造供試体を最小板厚2mm±0.3mmで試作することに成功した。供試体から切り出した試験片により内部品質、強度には問題ないことを確認した。この結果、従来構造と比較して、部品点数低減99%、重量軽減10%の成果を得た。耐压床支持構造供試体の試作結果を図9に示す。

摩擦攪拌接合技術については、クーボンレベルの試験により、接合条件を設定し、接合後の強度特性を取得して問題ないことを確認した。また、摩擦攪拌接合技術を適用して前方与圧隔壁の一部を試作し、切り出し試験により内部品質等に問題のないことを確認した。前方与圧隔壁全体では、部品点数低減74%、重量軽減13%の成果を得た。

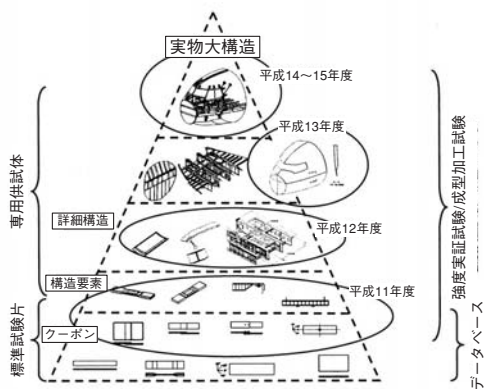


図7 ビルディングブロック図



図8 実物大機首構造供試体の試作結果

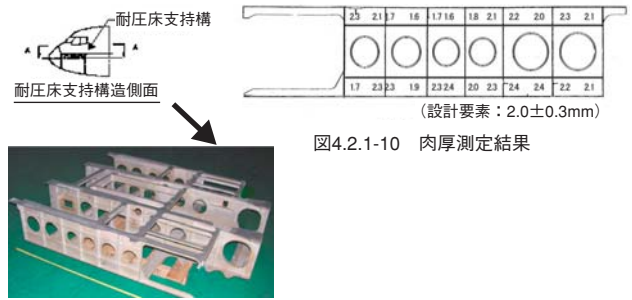


図4.2.1-10 肉厚測定結果

図9 耐压床支持構造供試体の試作結果

### 3 今後の課題

結合部や開口部周辺構造の更なる軽量化に加えて、複合材一体構造を実用化するためには、発泡コアサンドイッチパネル一体構造に生じた損傷を起点とするき裂の発生／進展を抑制する手法が不可欠である。発泡コアサンドイッチパネルはコア材と面板を積層して一体成形する構成なので、コア材と面板の間にはく離が生じた場合、そのはく離が全体に進展してしまうおそれがある。従って、このような発泡コアサンドイッチパネルにおけるはく離の進展を防止する簡便で実用的な構造を考案する必要がある。

なお、本研究の成果の詳細並びに関連の技術動向については、(財)航空機国際共同開発促進基金の「航空機等の機械工業動向調査—設計技術」([http://www.iadf.or.jp/8361/LIBRARY/MEDIA/H14\\_doukochosa/h14\\_3-2.pdf](http://www.iadf.or.jp/8361/LIBRARY/MEDIA/H14_doukochosa/h14_3-2.pdf))を参考にされたい。

### 参考文献

- 1) ボーイング社ホームページ (<http://www.boeing.com/flash.html>)
- 2) Fawcett A., Trostle J., Ward S., "777 empennage certification approach", Proc. ICCM11, Gold Coast, Australia, pp178 - 199, 1997
- 3) Schulz D., "Structural certification of Airbus fin box in composite fiber construction", Proc 14th International Congress of Aerospace Sciences, Toulouse, France, pp427 - 438, 1984
- 4) Hirose Y, Taki T, Mizusaki Y, and Fujita T, "Low cost structural concept for composite trailing edge flap", Adv. Composite Mater., Vol. 12, No. 4, pp. 281 - 300 (2004)
- 5) 廣瀬康夫他, 革新的機首構造の開発, 航空宇宙学会誌, 53 (2005), pp. 43 - 51
- 6) Hirose Y, Konishi M, Kosugi K, Imuta M, Kikukawa H, "Industrial application of CFRP sandwich panel for Aircraft structure", Proc Conference ICCM/8, Tenerife, Canary Island, Spain, pp355 - 356, 2001
- 7) Kockums社ホームページ (<http://www.kockums.se/SurfaceVessels/visby.html#visby>)

## □ 特集2 複合材料の製造技術 ～大型構造“物作り”への挑戦～ □

三菱重工業株式会社  
長崎研究所  
川節 望

## 1. はじめに

軽量化メリットが大きい樹脂系複合材料（以下FRPと呼ぶ）は、近年、省エネの観点から特に大型構造部材への適用が急速に進みつつある。三菱重工（MHI）製品においても同様であり、発電用風車ブレード、航空機構造部材、プラント部材などの多くの製品に適用されている。このような大型構造部材にFRPを用いる場合、引張強度、疲労強度などの材料物性や長期耐久性は勿論のこと、品質の安定したものをいかに安く作り上げるかが大きな課題である。

FRPの成形方法にはハンドレイアップ、ワインディング、オートクレーブ（プリプレグ）、RTM（Resin Transfer Molding）など従来から様々な方法が用いられてきた。その中で、ここ数年大型FRP構造体の製法として注目され、MHI製の風車用FRPブレードにも適用されているVaRTM（Vacuum assisted Resin Transfer Molding:真空含浸工法）について紹介する。

## 2. VaRTM工法の特徴

図1にVaRTMの模式図を示す。VaRTMは、成形型の上に強化基材（ガラス繊維織物など）を積層し、プラスチックフィルム等でバギングして真空吸引した後に、樹脂を注入・含浸して硬化させる成形手法である。強化繊維基材と成形型あるいはバッグフィルムの間には、樹脂を拡散しやすくするための多孔質フィルム（パスメディア）や表面性状を整えるための離型層（ピールプライ）を適宜使用する。

VaRTMの特徴としては、オートクレーブ（圧力釜）などの大掛かりな設備が不要であること、大型構造物の一体成形が容易であること、及び作業環境の改善が挙げられる。

3. 風力発電装置ブレード<sup>1)</sup>

三菱重工では、1982年に初の商用風車（300kW機）を開発して以来、450kW機、600kW機と継続して大型機を市場投入し、2003年には世界トップクラスの性能を誇るMWT-1000Aを開発した。2004年度末現在、世界中で1800台の三菱風車が運転されており、2006年には、2400kWクラスの超大型・高性能機種が市場投入が予定されている。

ブレードには、軽量化の観点からガラス繊維強化プラスチック（GFRP）が使われている。代表的なブレードは、機種に合わせて長さ12m（250～300kW機用）、18～20m（450～600kW機用）、27～30m（1000kW機用）、36m（2000kW機用）の3種類があり、2005年末には2400kW機用として長さ40mを超える超大型ブレードが完成する予定である（図3）。



図2 米国カリフォルニア州のウインドファーム



図3 FRP ブレードの外形

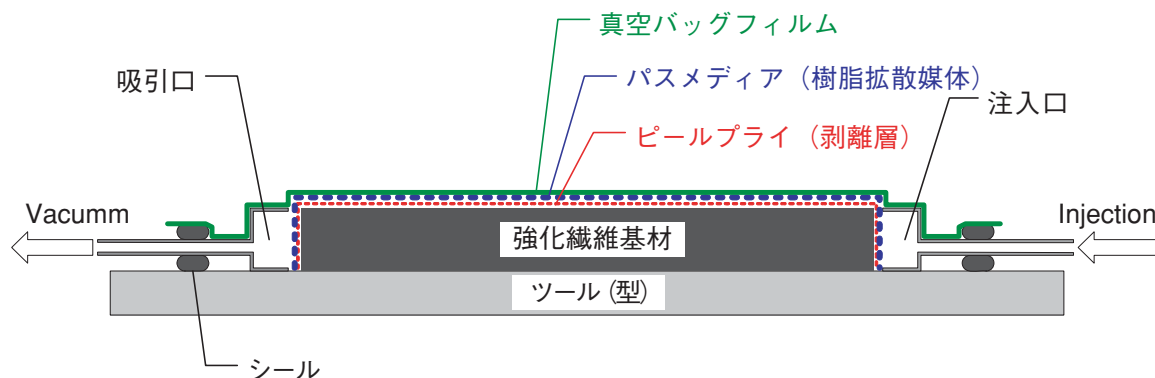


図1 VaRTMの模式図

風車が出力を発生している時、ブレードは風によるスラスト力と遠心力を同時に受ける。ブレードは、種々の運転状態（定格運転、強風時等）を想定し十分な強度を持たせなければならない。最新の1000kW風車用ブレードの断面構造を図4に示す。軽量化と低コスト化の観点から中空構造と発泡体サンドイッチ構造を採用している。

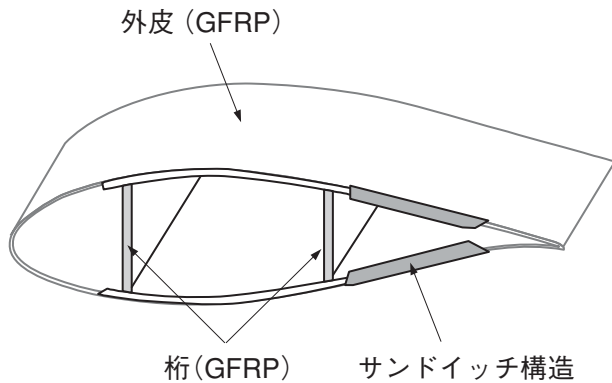


図4 30 mブレードの断面構造

ブレードの製造は、比較的小型のブレードはコスト優先の観点からハンドレイアップ工法で製造される場合が多い。一方大型のブレードは、高い強度と剛性が要求されるためプリプレグ工法またはVaRTMが積極的に採用されており、大面積、厚肉製造という観点からVaRTMを適用するメーカーが多くなってきた。

三菱重工の風車ブレードにおいても同様であり、長さが20mを超える大型ブレードはVaRTMで製造されている。図5にVaRTMによるFRPブレードの製造状況を示す。本製法によれば、長さ30m、幅2.5m、最大肉厚120mmのブレード外皮が、1ショットの樹脂含浸工程で成形可能である。

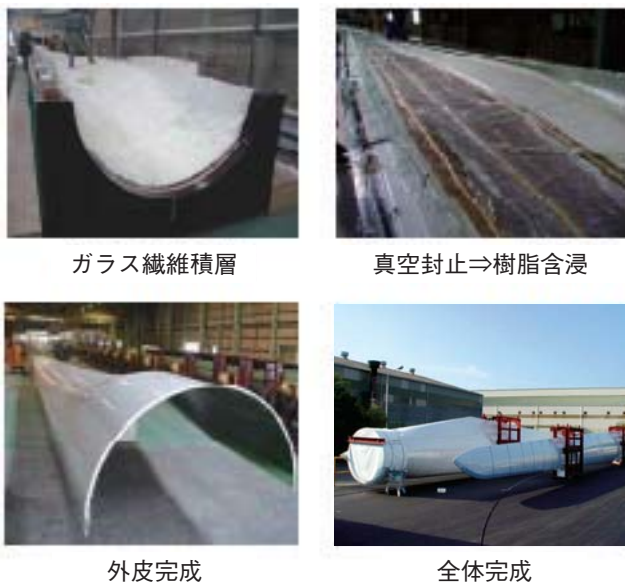


図5 VaRTMによる大型FRPブレードの製造状況

マトリックス樹脂は、経済性、作業性、生産性、使用実績等の総合的観点から、汎用の不飽和ポリエステル樹脂を採用しているが、大型化にともない圧縮強度および疲労強度の要求がきびしくなっており、20mを超える大型ブレードには延性を改善した樹脂を採用している。

強化繊維は、現状は経済性の観点からガラス繊維を用いている。繊維織物の形態は、図6に示すスティッチ・ファブリックが主体である。スティッチ・ファブリックは、繊維の蛇行（うねり）が小さく、特に圧縮強度の向上に効果がある。また0°、90°、±45°およびマット基材を組み合わせた多層織物（マルチ化）の製造が可能であることから、それぞれの製品にあった最適な基材の選択ができる。

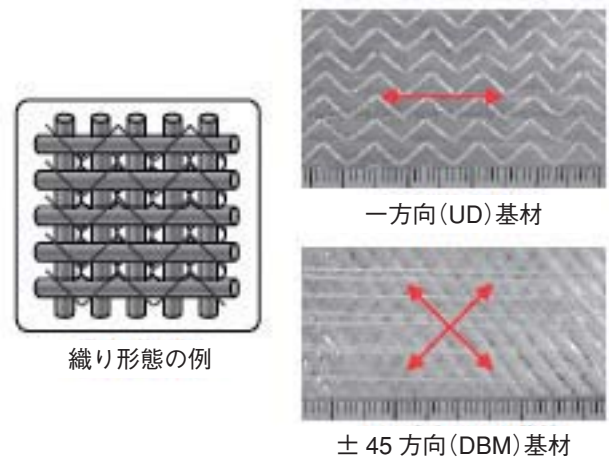


図6 スティッチ・ファブリックの形態

#### 4. まとめ

複合材料の製造において大型化、低コスト化の傾向は、汎用製品はもとより航空・宇宙機器用の高性能CFRPの分野でも同じである。

VaRTMは、大規模な設備投資が不要で、かつ大型品の製造が安価にできるため、欧米を中心に急速に普及しつつある。しかしながら品質と性能の観点からまだ課題が多く残されており、航空・宇宙機器向けとして本格的に採用されるには、更なる技術開発が必要である。ただし複合材料の“物作り”において、今後のキー技術であることに間違いはなく、今後の開発動向に注目したい。

#### 参考文献

- 1) 藤川卓爾ほか、三菱高性能大形風力発電設備、三菱重工技報 vol. 39 No. 3 (2002)

## □ 特集3 航空宇宙分野におけるナノコンポジットの展望 □

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

総合技術研究本部

複合材技術開発センター 小笠原俊夫

## 1. はじめに

近年、大型の民間航空機の構造材料として、炭素繊維強化複合材料 (CFRP) を代表とする先進複合材料が積極的に採用されるようになってきている。先進複合材の適用率は、エアバス社が開発中の超大型民間機 A-380 では全構造重量の約 20%、またボーイング社の大型民間機 B-787 では、驚くべきことに空虚重量の約 50% となることが公表されている [1]。先進複合材料がこのような発展を遂げている根幹の理由は、強化繊維として最も一般に使用される炭素繊維が非常に軽量かつ高強度の素材である、ということに他ならない。これ以外にも炭素繊維あるいはその複合材のいろいろな得失が挙げられているが、根幹はこの軽量・高強度に行き着くと理解される。ただ、実用的な面では適用先を広げている先進複合材料 (そのほとんどは CFRP) であるが、細かく見てみると、繊維強度を上げて部品としての許容応力は上がらないような領域に近づいており、最近では、高靱性要求・低コスト要求の激しさが増す中で、それぞれに適した樹脂系の開発、あるいは樹脂注入型成形法の開発に意が注がれている時代を向え、繊維自体の高強度化への意欲はやや停滞している状況にある。

このような全体状況の中、物理・化学分野の研究者のナノテクノロジー (ナノテク) への傾斜を受けて、またナノテク適用の複合材分野と言う観点からは炭素繊維を凌ぐ高強度・高弾性のカーボンナノチューブ (CNT) の発見という刺激を受けて、ナノテク適用複合材料の研究機運の盛り上がり非常に強くなっている [2]。もちろん、複合材料の技術を見直してみると、強化体として CNT を使用する以外にも、繊維-基材界面のナノスケールによる制御あるいは改質や、樹脂そのものの高分子設計をナノスケールで行うことなど、複合材分野でのナノ技術適用の発想を誘発する項目には枚挙に暇が無く、先進複合材料とナノテクは非常に相性のよい技術分野であるといえる。

ところで、ナノテクが大きくクローズアップされたのは、2000年に米国が5つの重要テーマからなる National Nanotechnology Initiative (NNI) を策定し、積極的な政策を推進したことに端を発している。このプログラムには当初より、航空宇宙局 (NASA) と国防総省 (DOD) が積極的に参加しており、航空宇宙分野でのナノテク適用による技術革新への期待が極めて高いことが読み取れる。

一般にナノテクノロジーとは、「物質の特性を決定する構造 (例えば、結晶の大きさ、膜の厚さ、粒子の直径など) の少なくとも一つが、ナノメートル (nm: 1メートルの10億分の1) で定義できる大きさを持った物質を創製すること、及びそれらの物質を組み合わせ、コンピューターや

通信装置、微小機械、材料などを創製する技術」と定義されている。これを複合材料に当てはめてみると、サブミクロン ( $10^{-7}$ m) からナノメートル ( $10^{-9}$ m) といった従来よりも微細なスケールで複合化もしくは構造制御された材料が、ナノ複合材料となる。

本記事では「航空宇宙分野におけるナノコンポジットの展望」と題して、これまで筆者らが行ってきたナノ複合材料の研究を簡単に紹介するとともに [3]、ナノ複合材料の将来展望について簡単に言及したい。

## 2. CNT / ポリイミド複合材料

CNTに関する詳細な説明については省略するが、ナノ複合材料への適用を考える上で特筆すべきことは、CNTの供給体制が急速に整ってきたことである。近年、多くの企業がCNTビジネスに参入し、多層CNT (MWNT)の大量合成技術が確立されたことが最も大きな理由である。現在ではMWNTの入手は容易で、コストも下がっており、もはや特別な素材ではなくなっている。近い将来には、ごく普通に利用されるポリマーの改質素材になることが期待される。

さて、CNTを複合材料のフィラーとして適用する研究は、この数年間に著しい進展が遂げられている。なかでも熱可塑性樹脂であるポリプロピレン、ポリスチレン、ポリメタアクリル樹脂 (PMMA)、ポリエーテルエーテルケトン、ナイロン12などを対象とした研究例はたいへん多く、強度や弾性率の向上、電気伝導性の向上などが報告されている。熱硬化性樹脂を対象とした研究としてはエポキシ樹脂を対象としたものがほとんどで、弾性率の増大やガラス転移温度の上昇、更にはCNT分散エポキシ樹脂適用した炭素繊維複合材料における圧縮強度の向上 [4] などが報告されている。

ここでは、著者らが行ったCNT / 熱硬化型ポリイミド複合材料に関する結果について紹介する [5]。使用したCNTは、CVD法によって合成された多層CNT (MWNT、直径20~80nm)と、これよりも直径が大きい気相成長カーボン繊維 (VGCF、直径150~200 nm) の2種類である。図1はMWNT / ポリイミド複合材料に対する動的粘弾性 (DMA) の測定結果である。CNT分散による弾性率とガラス転移温度 ( $T_g$ 、熱変形温度) の向上が認められる。図2はCNT添加量と  $T_g$  の関係を示したもので、直径の小さいMWNT分散の方が、VGCF分散よりも  $T_g$  の上昇効果が著しく大きかった。  $T_g$  の上昇は、高温におけるポリイミドの分子運動をCNTが阻害することによってもたらされていると考えられている。

図3は、引張り試験によって得られた初期弾性率  $E$  とナノチューブ添加量の関係を示したものである。弾性率の増

加率は14. 3wt%のCNTを添加した複合材料でも37%に過ぎず、CNT添加による弾性率の増加は顕著ではない。不連続繊維の二次元ランダム配向を仮定したモデルによってCNTの弾性率を推定すると、CNTの弾性率を20GPa程度まで低くしないと実験値と計算値が一致せず、単純な二次元ランダム配向モデルは適用できないことが示唆された。多くのCNTが丸まっていること、互いに絡み合っていることなど、CNTの三次元的な幾何形状や配向状態の影響も無視はできないが、最近では、CNTによる荷重分担が界面もしくはCNT内部で、本質的に十分になされていないという説の方が主流となっている [6]。CNT分散によるナノ複合材料の弾性率上昇が期待したほど大きくないという現象は、高分子系ナノ複合材料における大きな課題のひとつとなっている。

図4は、周波数1kHzにおける電気インピーダンスの測定を行った結果である。電導性フィラーを分散した絶縁体の電気抵抗は、一般にパーコレーションモデルで近似される。図中にパーコレーションモデルによる計算結果を示すが、実験値と計算値は良い相関を示している。わずかな量のCNT分散により樹脂の電気伝導度を大きく制御できることが理解される。

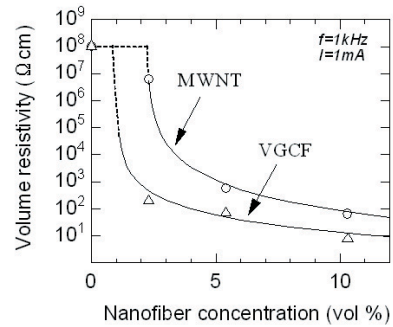


図4 CNT/ポリイミド複合材料の電気インピーダンスとCNT添加量の関係

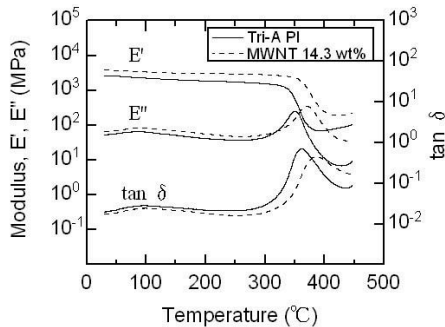


図1 MWNT/ポリイミド複合材料の動的粘弾性挙動(MWNT 14.3wt%)

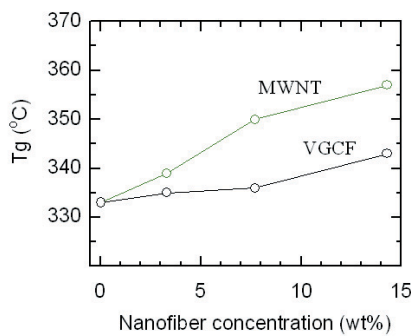


図2 CNT/ポリイミド複合材料のガラス転移温度とCNT添加量の関係

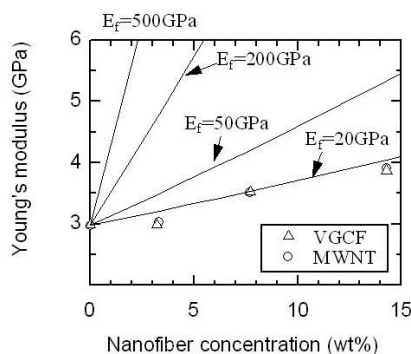


図3 CNT/ポリイミド複合材料の弾性率(実験結果と計算結果)

### 3. ナノクレイ分散/エポキシ複合材料

モンモリロナイト(MMT)のような粘土鉱物(クレイ)は、厚さ1nm程度のシリケート層がファンデルワールス力によって結合した層状化合物である。この層間が容易に剥離するように層間を調整したクレイを樹脂に分散すると、厚さ1nm、一辺の大きさが数百nmのシート状フィラーが分散したナノクレイ分散複合材料が得られる。ナノクレイは、従来のポリマー用フィラーと比較すると厚さで1/10000、長さでも1/1000程度と極めて小さく、そのため少量の添加でも効果が大きい。例えば、ナイロン6では、クレイを5%添加するだけで、強度、弾性率がベースポリマーの1.5倍以上、熱変形温度は65°Cから150°Cまで向上することが報告されている [7]。

ナノクレイ分散は、強度・弾性率、熱変形温度、難燃性向上に加えて、ガスバリア性の向上ももたらすことが知られている。図5は、ナノクレイ/エポキシ複合材料におけるHeガス透過量と時間との関係を示した結果である [8]。ナノクレイの添加によりガス透過量が大きく低下している。得られた時間/透過量データから、Fick則に基づいて実験結果の整理を行って、拡散係数Dとナノクレイ添加量の関係を調べた結果を図6に示す。ナノクレイの分散によりHeガスの拡散が著しく抑制されることがわかる。図中の曲線は、Eshelbyの等価介在物理論を拡散方程式に適用

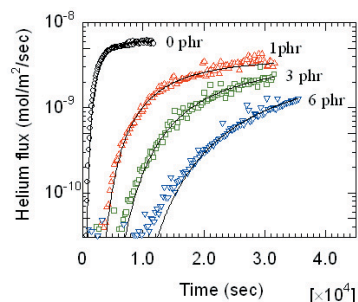


図5 ナノクレイ/エポキシ複合材料のヘリウムガス透過特性(phr: 外割 (%))

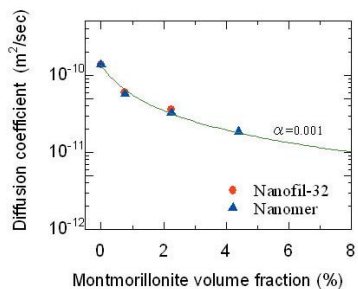


図6 ナノクレイ/エポキシ複合材料のヘリウムガス拡散係数 (α: ナノクレイのアスペクト比)



したHatta - Taya理論による計算結果であり、実験結果と良好対応を示している。

#### 4. 航空宇宙分野におけるナノ複合材料の展望

NIIによるナノテク研究プログラムが開始されて5年目となる本年7月に、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と新エネルギー産業技術総合開発機構 (NEDO) の共催による「航空宇宙用マイクロ・ナノ技術ワークショップ」が開催され、NASA ナノテク研究センターのMeyya Meyyappan博士、およびボーイングのRussel Maguire博士による「航空宇宙分野におけるナノテク適用の現状と期待」に関する基調講演が行われた。いずれの講演においても、ナノ複合材料は航空宇宙分野における有望な将来技術であること、また、ナノ複合材料に期待している性能は単なる力学特性向上だけではなく多機能化 (Multi-functionality) にもあることが強調されていた。ナノ複合材料に対しては力学的特性の向上に留まらず、光学的、電磁氣的、化学的といった様々な機能にも注目すべきであるという主張であり、これまでナノ複合材料を若干手がけていた著者にとっても大いに賛同できるコンセプトである。

上述したようにナノ複合材料は、耐熱性の向上、電気伝導率の制御、強度・弾性率の向上、ガスバリア性の向上など、様々な特性の改善や、新たな機能の付与をもたらす可能性を有している。これらの機能を利用することで、図9に示すように、単なる構造材料に留まらない「機能を有する構造」を実現できる可能性がある。

カーボンナノチューブやナノファイバーは、従来の無機系フィラーと比較して、格段にサイズが小さいことが最も大きな特徴である。これらのフィラーをポリマーに分散しても、実際のユーザはフィラーの存在を意識する必要がない。このことは、ナノチューブやナノファイバー分散樹脂は、実用上では単相ポリマーとして取り扱うことができることを意味する。ナノチューブやナノファイバーの分散により、ベースポリマーの弾性率や熱変形温度が著しく向上させ、また電気伝導率や熱伝導率などの特性制御することができることから、これをFRPのマトリクス樹脂として適用

することによって、FRPの力学特性を飛躍的に改善し、また新しい機能を付与できる可能性がある。上述したようにCFRPの特性向上は限界に達しており、樹脂特性の大幅な改善が見込まれない限り、繊維強度を上げても、部品としての許容応力は上がらないような領域に近づきつつある。ナノ複合材料はこのような現状に対するブレークスルーをもたらす高い可能性を秘めている。例えばCNTやクレイの分散により強度や弾性率が10%以上改善できるとすれば、航空機、ロケット、人工衛星等に用いられている複合材構造の重量を大幅に低減することが可能となる。また、ナノ複合化により樹脂の耐熱性を向上させることができれば、従来、チタンが使われているような部位にもFRPを適用することが可能となり、システムの軽量化と低コスト化に大きく貢献する。

ナノ複合材料の研究は緒に付いたばかりであり、そのポテンシャルについては未知の部分も多い。しかしながら、ナノ複合材料に対する米国・欧州・アジア諸国、日本などにおける研究投資を考えると、この数年の間に飛躍的な技術の進展が達成され、近い将来には本格的な実用にも耐えうるような優れたシーズが見いだされることが予想される。

我が国は、カーボンナノチューブやナノファイバー、ナノクレイ、ナノ高分子など、多くの要素技術において優れた技術を有しており、国際的にも高い位置づけにあると考えられる。ナノ複合材料が、航空宇宙システムの飛躍的な性能向上に大きく貢献することを期待しつつ本記事のまとめとしたい。

#### 参考文献

- 1) 石川隆司, 航空技術, 605, 22 - 32 (2005).
- 2) E. T. Thostenson, C. Li, T - W. Chou, Comp. Sci. Technol., 65 (2005) 491 - 516.
- 3) 小笠原俊夫, 計算力学, 9 (2004), 1032 - 1035.
- 4) Y. Iwahori, et al., Composite Part A, 36 (2005), 1430 - 1439.
- 5) T. Ogasawara, et al., Composites Part A, 35 (2004), 67 - 74.
- 6) K. Lau, et al., Composite part B, 35 (2004), 95 - 101.
- 7) 白杵有光, 高分子, 43 (1994), 360.
- 8) T. Ogasawara, et al., ISTS 2004 - c - 25, 24th Int. Symp. Space Technology and Science (2004)

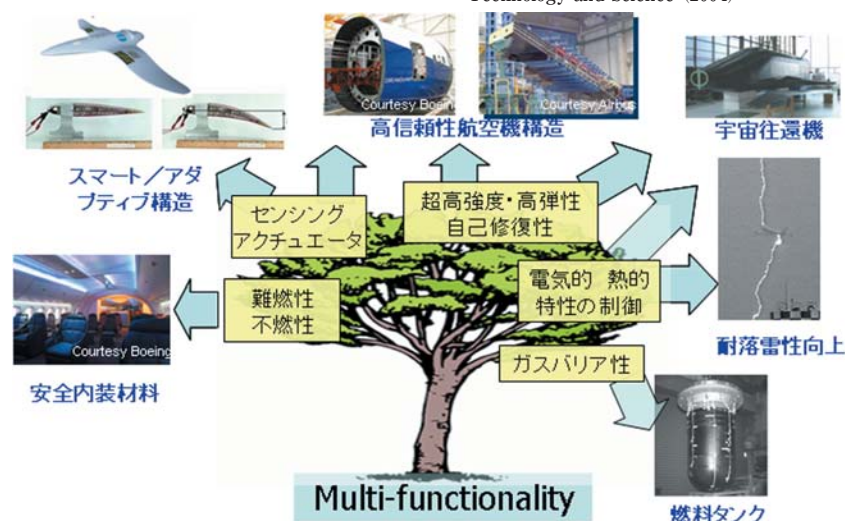


図7 ナノ複合材料における多機能化と具体的な応用例

## □ 特集 4 金属基複合材料に関する最近の話題 □

広島大学大学院  
機械システム工学専攻  
佐々木 元

## 1. はじめに

金属基複合材料の研究、開発はおよそ30年以上に渡り、盛んに行われてきた。そのため、多くの優れた性質を有する複合材料を提案できたが、実用化に至ったものは少ない。その問題点は、競合技術との優位性であり、具体的には、コスト、加工およびその製品の形状自由度にある。実際、合金単体の機械的性質は、飛躍的に向上し、既存の製品を複合材料化する意義は次第に薄れて行った。しかしながら、近年、環境問題や省エネルギー問題のたかまりにより、多くの機械部品の軽量化や高機能化、高信頼性が重要問題となってきた。実際にここ数年、自動車用部材、精密機器、ロボット関連、熱交換器、放熱板などで次第に利用されるようになってきた。特に、アルミニウム合金基複合材料については、飛躍的な需要の伸びはないものの、着実に増加傾向を示している。なお、ここでは、筆者が、従来より携わっている、アルミニウムやマグネシウム合金を母材とした軽金属基複合材料に関する開発・研究に関する最近の話題を示したい。

## 2. 近年の開発動向

近年の金属基複合材料の開発状況を示した文献はほとんどないが、平成15年に工業所有権総合情報館から発行された「特許流通支援チャート、軽金属基複合材料」と題した報告書(CD-ROM)がある。これは、ここ十年程の出願特許の内容を整理したものであり、近年の日本における研究開発動向を詳しく見ることができる<sup>1)</sup>。これによると軽金属基複合材料の最近の主要な課題は、強度、耐熱性、耐磨耗性などの機械的性質の向上、強化材分散特性の改善および含浸不良や界面密着性、界面反応などの欠陥防止である。また、二次加工についても、切削性や割れ防止、接合性などが重要視されている。これらの解決手法として、強化材の種類や、組成、形状の検討、マトリックス金属の組成、成形プロセスの最適化等があり、多岐に渡っている。その中で、近年、特に注目されているのが、自発浸透法、低圧浸透法などの複合化技術であり、特許件数は年とともに大きく増える傾向にある。一方、材料の特性では、高強度、耐磨耗などの機械的性質に関するものが依然多く、用途としては内燃機関が多い。しかしながら、伝熱、放熱、導電性などの機能的性質が注目されており、放熱板、熱交換器への応用に注目が集まっている。そこで、次に、新規製造プロセスおよび応用分野について述べる。

## 3. 自発浸透法

自発浸透法は、強化材プリフォームに自発的に熔融金属

を含浸させる方法である。しかしながら、多くの強化材と熔融金属は、濡れにくい系である場合が多く、添加剤の使用が一般的である。最も有名な方法は、アメリカのランクサイド社が開発したプリメックス法である。図1にその手法を示す。窒素雰囲気中でマグネシウムを含むアルミニウム合金溶湯をプリフォームに接触させ、プリフォーム表面に窒化マグネシウム( $Mg_2N_3$ )を形成させる。すると $Mg_2N_3$ とアルミニウム合金は濡れやすいため、プリフォーム中に熔融アルミニウム合金が自発的に含浸する。更に、プリフォーム中にあらかじめ、金属窒化物を混入させる方法もある。この手法では大きな圧力が不要なため、大型あるいは複雑形状の複合材料を作製可能である。一方で反応を利用するため、一般に含浸に時間がかかるという欠点を有する。本手法の実用化は、曙ブレーキ、太平洋セメントが合同で進め、子会社であるセラックスで多くの製品が実用化されており、特に少量多品種の製品に応用されているようである。

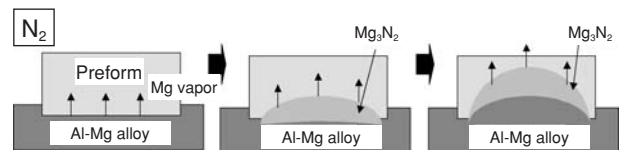
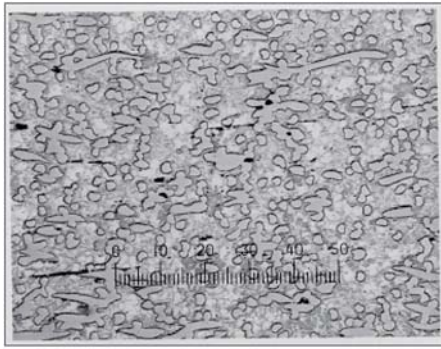


図1 ランクサイド社が開発したプリメックス法の模式図

## 4. 低圧浸透法

鋳造では、成形体を製造する時、重力鋳造や、砂型鋳造、ダイカスト法など、製造時に溶湯に若干の圧力を引加する手法が一般的である。これらの技術を利用して複合材料を作製することが可能であれば、大型、複雑形状物の製造が可能になるばかりでなく、中小企業においても複合材料の製造が可能となり、生産性も向上する。このためには、プリフォームに、濡れやすいプリフォームを製造することが重要である。近年、日本発条(株)より熔融金属を急冷した回転ドラムに接触させて糸引きをした金属繊維が開発された。本繊維は、結晶粒が細かいため、機械的性質に優れる。また、価格も従来の金属繊維に比べ安価である。この繊維でプリフォームを作製し、数気圧の圧力引加のみでアルミニウム溶湯が簡単にプリフォーム中に含浸する。図2に実際にFeCrSi繊維にアルミニウム合金(AC8A合金)を含浸させた組織を示す。気孔はほとんど見られない。ただ、強化材が金属である為、比強度、比剛性が低くなるが、一方で疲労特性は高い。また、機械的性質のばらつきは小さく、信頼性が高い材料である。製造コストも従来のものに比べ低くなるので、複合材料の需要拡大が期待できる。



気孔率: 0.3%

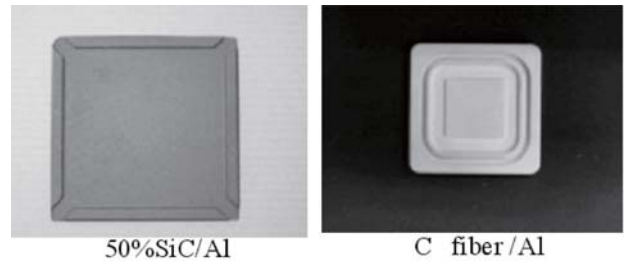
図2 低圧含浸法で作製した  
FeCrSi 繊維強化 AC8A 複合材料の組織

## 5. 応用分野

従来は、自動車用の内燃機関への応用に限られていたが、形状の自由度、コストの低減化により、さまざまな需要が生まれてきている。ここで、近年、誕生した部材をいくつか紹介する。

図3<sup>2)</sup>は、半導体基盤に用いられる放熱板である。このような、放熱板、熱交換器などの需要は大きい。現在、金属基複合材料の需要の半分を占めているといわれる。また、複合材料の特徴で繊維の配列を制御することにより、熱の伝播方向を制御することができるという特徴を有する。

また、図4<sup>2)</sup>は、ロボットハンドである。これらは、1mを越える大型の複合材料である。複合材料の特徴として剛性が高く、重さも少ないため、自重による変形が少ないという特徴を有する。そのため、大型でありながら、精密な寸法制度を持つことが可能となる。



SiC/Al 合金複合材料および炭素繊維 /Al 合金複合材料放熱板

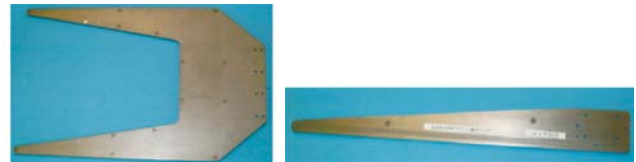


図4 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al 複合材料で作製した幅 530mm および 660mm の搬送用ロボットハンド

## 6. おわりに

金属基複合材料の開発には、派手さはないが確実にその需要が拡大している。現在、材料には多機能性が求められてきている。複合材料の基本的設計思想は、異なった優れた性質をもつ材料を重ね合わせることにより単体の材料では実現できないような機能を有した材料を創生できることにある。その為、金属基複合材料の需要の拡大は今後とも着実に続いていくと確信している。

- 1) (独)工業所有権総合情報館編：平成 15 年度 特許流通支援チャート 軽金属基複合材料(2004) (CD - ROM)
- 2) カタログ：エー・エム・テクノロジー(株)

## □ 特集 5 高分子基複合材料の耐久性・長期寿命の予測 □

金沢工業大学  
材料システム研究所  
中田 政之

### 1. はじめに

力学挙動に著しい時間および温度依存性を示す高分子材料をマトリックスとするFRPは、その変形のみならず強度においても時間および温度依存性を示す。FRPの疲労強度はマトリックス樹脂のガラス転移点以下の温度であっても著しい時間および温度依存性を示し、疲労強度の時間や温度による低下は負荷繰返し数による低下を超えることもあることが著者らによって見出されている。したがって、鉄鋼材料のように実際の負荷繰返し周波数よりも高い周波数で疲労試験の加速試験を行うことはFRPの場合は不可能である。

FRPのマトリックスとして通常用いられているエポキシ樹脂に代表される無定形の高分子材料について、その力学

挙動の時間依存性と温度依存性の間には時間-温度換算則が成立することは良く知られている。FRPの疲労強度についても同じ時間-温度換算則が成立すれば、この法則を基盤とする加速試験方法の構築により、長期疲労寿命の予測が可能になると考える。本稿では、著者らが提案したFRPの長期疲労寿命予測のための加速試験方法1) について紹介する。

### 2. 加速試験方法の概要

著者らが提案した加速試験方法は、FRPの任意の一定温度、一定周波数および一定応力比における疲労強度を種々の一定温度における静的(ここではconstant strain rateとし、以下CSRと略称する)試験と疲労試験の結果より予測

する方法であり、次の前提条件のもとに成立する。

- (A) CSR, クリープおよび疲労の強度にはマトリックス樹脂の力学挙動に成立するものと同じ時間-温度換算則が成立する。
- (B) CSR 強度に線形累積損傷則を適用してクリープ強度を求めることができる。
- (C) 疲労強度と応力比の関係には線形性がある。

これらの前提条件が成立すれば、図1に示す方法により長期疲労強度を予測することができる。まず、マトリックス樹脂の粘弾性特性の時間および温度依存性を求め、そのマスター曲線を構成することにより時間-温度移動因子(加速率)を求める。次いで、FRPに対して二つの試験、すなわち種々の一定温度の下でCSR試験および片振疲労試験(応力比 $R=0$ )を行い、条件Aを適用してCSR強度および疲労強度のマスター曲線を求める。CSR強度のマスター曲線に条件Bを適用してクリープ強度( $R=1$ の疲労強度)のマスター曲線を求める。これと $R=0$ の疲労強度のマスター曲線に条件Cを適用して任意の温度、周波数および応力比における疲労強度を求める。

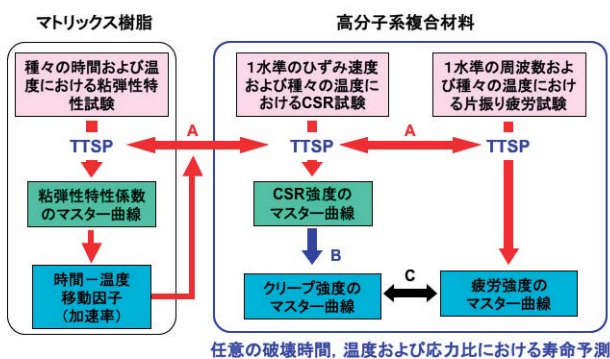


図1 加速試験方法

### 3. 疲労強度のマスター曲線

通常のS-N曲線は、応力と破断繰返し数の関係を表すものであるが、FRPのように疲労強度が時間(周波数)および温度依存性を示すような材料にとって、周波数と温度の組合せの1条件での評価でしかない。したがって、設計上考慮すべき全ての周波数および温度の組合せ条件におけるS-N曲線を取得してはじめて耐久性設計が可能となる。

著者らの提案した加速試験方法の最大の特徴は、時間-温度換算則を基盤として、FRPの疲労強度のマスター曲線を構成することにある。一例として、PAN系炭素繊維とエポキシ樹脂の組合せになる一方向CFRPの繊維方向の引張、繊維方向の曲げおよび繊維直角方向の曲げの疲労強度のマスター曲線を図2に示す。これらのマスター曲線より、任意の一定温度および周波数における長期疲労強度を求めることができる。また、これらの疲労強度は負荷方向によって特徴的な時間、温度および破断繰返し数依存性を示すことも分かる。すなわち、繊維方向の引張と言えども、その疲労強度は破断繰返し数ばかりでなく時間の経過や温度の上昇によってかなり低下する。繊維方向の曲げの破

壊は圧子直下の圧縮側表面からの圧縮破壊である。この疲労強度は時間の経過と温度の上昇によって著しく低下するが、破断繰返し数の影響はほとんど受けない。つまり疲労現象を示さない。繊維直角方向の曲げ破壊は圧子の反対側表面からの引張破壊であるが、この疲労強度は破断繰返し数の増加、時間経過および温度上昇によって著しく低下する。

### 4. 加速試験方法の適用範囲

これまでに、PAN系炭素繊維およびピッチ系炭素繊維、ガラス繊維とエポキシ樹脂の組合せ、PAN系炭素繊維とPEEKの組合せなどの種々のFRPを取り上げ、種々の負荷方向・方法の静的、クリープ、疲労強度の時間および温度依存性を評価し、上述の前提条件A, B, Cの妥当性について検討してきた。ここでは、前提条件Aである時間-温度換算則成立の機構について説明する。

FRPの破壊は繊維方向の引張破壊および圧縮破壊、繊維直角方向の引張破壊の3つに大別される。それぞれの破壊の機構は、繊維の累積破壊、繊維のマイクロバックリングおよびマトリックスクラックであり、これらはすべてマトリックス樹脂の粘弾性および強度に支配されるものである。したがって、変形や強度に対して時間-温度換算則が成立する樹脂を用いたFRPでは、基本的には本加速試験方法が適用可能である。上述のPAN系炭素繊維とエポキシ樹脂の組合せのFRPについては、エポキシ樹脂の変形や強度に対して時間-温度換算則が成立するため、負荷方向および負荷方法を問わず、前提条件Aが成立する。ところが、高弾性のピッチ系炭素繊維やガラス繊維を用いたFRPでは前提条件Aが成立しない場合がある。すなわち、高弾性のピッチ系炭素繊維の力学挙動は時間依存性を示すことが指摘されており、これを用いたFRPの破壊機構が繊維の引張破壊および繊維のマイクロバックリングとなる場合には条件Aが成立しない。ガラス繊維も強度の時間依存性(遅れ破壊)を示すため、FRPの破壊機構が繊維の引張破壊となる場合には条件Aが成立しない。また、結晶性ポリマーであるPEEKは変形と強度に対して時間-温度換算則が成立しないため、これを用いたFRPではすべての負荷方向、負荷方法に対して条件Aが成立しない。

### 5. おわりに

FRPの任意の温度、周波数および応力比の疲労強度を推定するための加速試験方法を提案し、その適用範囲について検討した。その結果、変形や強度に時間および温度依存性を示さない強化繊維と変形や強度に時間および温度依存性を示し、かつ時間-温度換算則が成立するマトリックスの組合せになるFRPの疲労強度には本加速試験方法が適用可能である。時間-温度換算則がFRPの変形は言うに及ばず、静的強度および疲労やクリープといった動的強度にまで適用可能であったとした前提条件Aの妥当性は多くの実験事実によって裏付けられているが、この機構について理論

的に解明を一層進めることが必要である。なお、前提条件BおよびCについては特に物理的な意味を持つ法則ではなく、実験事実に適する新たな法則を用いることにならば障害はない。

FRPの中でもとりわけ過酷な環境に曝されて長期にわたって構造物の部材として用いられるCFRPを対象に、その長期耐久性評価法を確立して信頼性のある耐久性設計を

可能にすることは、CFRPの軽量構造材としての期待が今後ますます高まることの予想されるが故に必要な不可欠と考える。

#### 参考文献

- 1) 中田政之, 関根尚之, 宮野 靖, 複合材料の耐久性加速試験方法, 材料システム, Vol. 22, pp. 13 - 19 (2004).

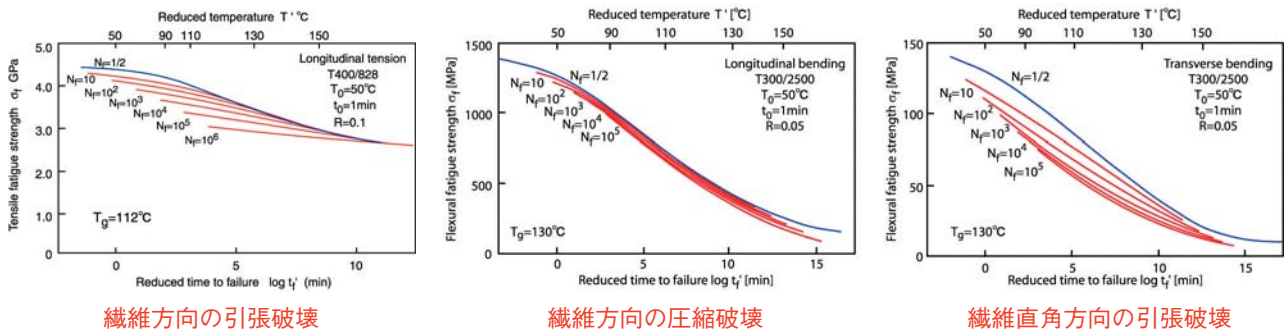


図2 疲労強度のマスター曲線

## □ 特集6 グリーンコンポジットの現状と今後の課題 □

山口大学  
工学部機械工学科  
合田 公一

### 1. はじめに

近年の地球温暖化現象を始めとする環境問題は、21世紀の材料開発の在り方に大きな転機を投じようとしている。周知のように、温暖化の原因である化石資源はこれをベースとする工業製品やエネルギー物資等の大量生産を通して我々の生活の利便性を向上させた反面、大量消費・大量廃棄を通して地球環境悪化をもたらした。このため、自然再生可能な資源、すなわち天然素材や生分解性樹脂等のバイオマス(生物資源)を利用した材料創製の動きが活発になり<sup>1)</sup>、とりわけ、ガラス繊維を強化材とする複合材料(Glass Fiber Reinforced Plastics, 以下GFRPと記す)の代替材の開発に注目が集まっている。

GFRPは、優れた熱的・機械的性質を有しているものの、そのことが逆に廃棄される際の適切な処理・処分を困難にしている。例えば廃GFRPの焼却処分は、ガラス繊維の溶融による焼却炉内の損傷等のため通常の焼却炉では処理できない。また、埋立て処理においても自然に分解されないために環境負荷が大きい。それ故、ガラス繊維の代替材として、亜麻、大麻、ラミー、ジュート、ケナフ等の高強度天然繊維を用いた複合材料(天然繊維強化合成プラスチック)が欧州を中心に自動車の内装材に使用され始め、この種の材料の構造材料化の可能性が現実味を帯び始めている。天然繊維は、ガラス繊維の強度には及ばないものの、比強度・比剛性に優れ、安価であり、焼却、埋立てのどち

らの処理をとっても環境に負荷を与えないからである。現在、欧州で生産されるベンツ(Eクラス)の内装材の90%は亜麻を用いた天然繊維強化合成プラスチックが使われている。ブラジル、南アフリカで生産されるベンツ車内装材にもサイザル麻やココナッツが使われている。

さらに最近の動向として、材料内のマトリックス素材を石油由来の合成プラスチックに頼るのではなく、こちらも生分解性樹脂を用いてすべてを天然素材構成とする複合材料、すなわち天然繊維強化生分解性樹脂基複合材料(以下、グリーンコンポジット<sup>2)</sup>と呼ぶ)の開発に期待が寄せられている。NECのパソコン筐体の一部やトヨタ車のスペアタイヤカバーに使われていることは周知のとおりである。本稿では、グリーンコンポジットの開発・評価に関わる著者の考えを著者の研究室で得られた結果に基づき紹介する。

### 2 天然繊維の強度

本来、“グリーン”は環境にやさしいという意味を持つので、グリーンコンポジットを広義に解釈するとして天然素材を一部でも含んだ複合材料、さらにリサイクル可能な複合材料まで指すようである。したがって、強化材、マトリックス材すべてを天然素材にすることで究極の環境対応材料になり得るであろう。しかしながら、ガラス繊維を単に天然繊維に置き換えた材料ではGFRPの代替材になり得ず、広範な応用展開を期待することはできない。その理由を以

下に示す。表1は著者の研究室で得られた各種天然繊維の引張試験結果である。用いた繊維はラミー（トスコ(株)製）、ケナフ（ベトナム産）、クラフ（ブラジル産）、竹繊維（中国産）である。これから強度はガラス繊維に比べて大きく劣ることがわかる。一方、比強度で比較すると、クラフはガラス繊維にいくらか近づく。クラフはあまり知られていない天然繊維であるが、世界最強との呼び声が高く<sup>1)</sup>、その潜在力に今後注目したい。一方、ケナフは環境にやさしいネームバリューから、しばしば熱可塑性樹脂やポリ乳酸の強化用繊維に用いられるものの、強度的にはさほど優れてはいない。ラミーはリネン（亜麻）と並んで衣服に使用される、製法の確立されている麻繊維であり、優れた強度特性を有する。竹繊維は本研究室で測定した結果、最も低強度であった。しかし、直径が他の繊維に比べて極端に大きく、寸法効果の観点から再整理の必要がある。また、全般的に強度の変動係数が大きいことが今一つの特徴である。これは、天然材料であるがゆえに、人工繊維に比べて組織の均質性が劣ること、さらに繊維の軸方向に沿った断面寸法・形状の変動が大きく、強度のばらつきが助長されるからである。いずれにしても、天然繊維の強度はその絶対値がガラス繊維と比べてかなり低く、単なる代替材として使うことの限界が知れよう。

Table 1. Tensile strength properties of various natural fibers

Natural fibers	Sample no.	Average diameter (mm)	C.V.	Tensile strength (MPa)	C.V.	Specific strength (10 <sup>3</sup> mm)
Bamboo	52	0.140	—	368	0.436	46.9
Ramie	20	0.034	0.291	560	0.461	49.3
Kenaf	20	0.078	0.150	448	0.268	44.1
Curaua	20	0.066	—	913	0.432	67.6
E-glass	—	0.013	—	2000	—	80.3

All of the natural fibers were tensile-tested at 10mm gage length.

C.V. : Coefficient of variation.

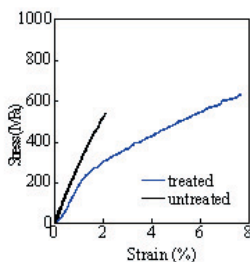


Fig.1. Stress-strain diagrams of untreated and alkali-treated ramie fibers.

### 3 グリーンコンポジット研究の課題

それでは、天然繊維を用いたグリーンコンポジットはGFRPの代替材として使うことはできないのであろうか？著者の研究室では天然繊維に高濃度アルカリ処理を施し、天然繊維に可塑性を付与している。通常、天然繊維へのアルカリ処理は樹脂との接着性確保のために繊維表面の不純物除去を目的とするが、ラミー繊維を15wt% NaOH溶液中で処理すると破断ひずみが大きく増加することが見出された（天然繊維の高濃度アルカリ処理はしばしば“マーセル化”処理と呼ばれる）。図1にその応力-ひずみ線図を示す。なお、本実験ではNaOH溶液中で処理する際に強度低下を防ぐために、繊維に引張負荷を与えながら処理している。これから、未処理ラミーはほぼ線形的にふるまうのに

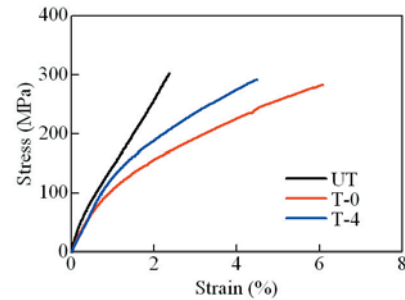


Fig.2. Stress-strain diagrams of green composites reinforced by untreated ramie (UT), alkali-treated ramie without load application (T-0) and alkali-treated ramie with load application (T-4).

対し、アルカリ処理ラミーはひずみ1%を越えた辺りから非線形的にふるまい、8%近くまで大きく変形する。ガラス繊維ではこのような大きな破断ひずみを与えることはできない。著者らはこのようなアルカリ処理による引張性質の変化を繊維の内部構造の変化と対応付けたモデルを提案している<sup>3)</sup>。すなわち、繊維軸方向における引張負荷は、この方向に螺旋状に配置されているマイクロフィブリルセルロースの配向角を低下させ、強度低下を防止する。さらに、アルカリ処理はマイクロフィブリル内のヘミセルロースを部分的に除去するので、非結晶部セルロースの変形を助長するとともにマイクロフィブリルセルロース間ですべりを生じる。このため、塑性変形して破断伸びの増加がもたらされる。さらに、この処理によって強度の変動係数が改善されることも判明した。

さて、このような大きな伸びの変化は樹脂との複合後もそのまま発揮される。図2に未処理ラミー繊維およびアルカリ処理ラミー繊維を使ったグリーンコンポジット（一方材料）の応力-ひずみ線図を示す。これから、未処理材に対して処理材は大きく変形し、6%辺りまで変形することがわかる。このような大きな伸びはGFRPでは達成されない。これより、この材料の破壊靱性や耐衝撃性の改善、さらに塑性加工の可能性を予想することができる。実際にアルカリ処理ラミー繊維を使ったグリーンコンポジットの落錘型衝撃試験を実施したところ、GFRPと同等以上の衝撃吸収エネルギーを発揮することを確認している<sup>4)</sup>。GFRPを上回る性質としてその他にも高制振特性など<sup>5)</sup>、種々報告され始めている。以上のように、“環境にやさしい”だけのイメージから早く脱却し、新しい特性発現性を見出すことがグリーンコンポジットの広範な実用化の近道である。

### 参考文献

- 1) 原後・泊, バイオマス産業社会(2002)築地書館.
- 2) Netravali A. N. and Chabba S., Materials Today, (April 2003) 22.
- 3) K. Goda・他4名, 11th US - Japan Conf. Compo. Mater., Bio1 (2004), 加治・他4名, FRP シンポジウム講演論文集 pp. 43 - 45 (2004)
- 4) T. Uno, N. Suizu, K. Goda and J. Ohgi, Proceedings of China - Japan Joint Seminar on Green Composites, pp. G4 - 6 (2005)
- 5) 高木・他3名, 日本機械学会講演論文集 No. 045 - 2 (I) pp. 5 - 6 (2004)

## 機械材料・材料加工部門 「部門賞・一般表彰」公募のお知らせ

機械材料・材料加工部門では、第83期部門賞および部門一般表彰候補を下記の要領で公募します。自薦他薦を問わず奮ってご応募ください。

- \* 公募締切：平成 17 年 12 月 16 日(金)厳守
- \* 推薦書類：日本機械学会・各賞推薦書に準じます。  
(学会(担当：桑原)から取り寄せてください。)
- \* 被推薦者資格：各賞とも日本機械学会会員であることが受賞資格となります。
- \* 書類提出先：部門長 堂田邦明

501 - 1193 岐阜市柳戸 1 - 1  
岐阜大学工学部機械システム工学科  
Tel/Fax : 058 - 293 - 2519  
Email : dohda@mech. gifu - u. ac. jp

推薦された候補者は第3技術委員会で審査され、部門運営委員会で決定します。結果は、今年度中に本人に連絡し、次期(平成18年度)のニューズレターに掲載します。また、受賞者は、M & P2006 講演会時に表彰する予定です。

なお、本件に関するご質問・お問合せ等は、第3技術委員長(武藤睦治, Tel: 0258 - 47 - 9735, Email: mutoh@mech. nagaokaut. ac. jp)までお願いします。

### 各賞の概要

- (1) 功績賞：機械材料・材料加工分野に関する学術、教育、出版など諸般の活動において、本部門の発展と進歩に積極的な貢献または顕著な業績のあった者に授与する。
- (2) 業績賞：機械材料・材料加工分野に関する研究または技術開発において、顕著な業績のあった者に授与する。
- (3) 国際賞(新規)：機械材料・材料加工分野における学術、教育、出版などに関する国際的な活動を通し、本部門の発展と進歩に積極的な貢献または顕著な業績のあった者に授与する。
- (4) 部門表彰(優秀講演論文部門)：当該年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発表された機械材料・材料加工分野の講演論文中、学術・技術の進歩発展に寄与し、特に優秀と認められる論文の著者を対象とする。
- (5) 部門表彰(新技術開発部門)：機械材料・材料加工分野において本部門規格、担当、主催または共催の集会、出版物等において発表された新技術、新製品の開発者中、工業技術の進歩発展に特に貢献した者を対象とする。
- (6) 部門表彰(優秀ポスター発表部門)(新規)：当該年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発表された機械材料・材料加工分野のポスター発表中、学術・技術の進歩発展に寄与し、特に優秀と認められるポスター発表の著者を対象とする。

## “M&P 2005 報告”

### (第2回 JSME/ASME 機械材料・材料加工国際会議)

M&P 2005 実行委員長  
武田 展雄(東京大学)

第2回 JSME/ASME 機械材料・材料加工国際会議2005(第13回機械材料・材料加工技術講演会, M & P2005)が、2005年6月19日(日)~22日(水)に、米国ワシントン州シアトル市のクラウンプラザホテル・シアトルにて開催され、皆様の積極的な参加を得て、無事に終了いたしました。第1回は2002年10月にハワイで、米国機械学会の全面的な協力を得て開催し成功を収めました。今回もその伝統を引き継ぎ、国際的な機械材料・材料加工に関する最新の研究成果の発表と活発な議論の場として、また機械材料・材料加工部門が主体となる国際的活動の一つとしての役割を果たせたものと考えます。

今回は米国本土で開催することもあり、日本からの参加者数が少ないのではないかと不安でしたが、部門関係者の献身的なご努力も得て、参加者総数：254(国別参加者内訳：日本217、米国19、英国2、オーストラリア2、韓国2、イタリア2、シンガポール2、台湾2、マレーシア1、タイ1、中国1、チェコ1、ロシア1、オランダ1)となりました。また、論文総数は250で、うち口頭発表215件(招待講演18件

を含む)、ポスター35件で、それ以外に、全体プレナリー講演3件、キーノート講演4件がありました。なお、発表キャンセル数は10件でした。

内容は、国内でのM & Pと類似の形式ですが、グループA(材料・加工)：高分子・高分子基複合材/金属・金属基複合材/セラミック・セラミック基複合材/塑性加工の新技術/鑄造/粉末成形技術/溶接・接合技術/コーティング/溶射/超精密加工とマイクロ加工/高エネルギー加工/超塑性加工/機械加工/その他の材料・加工技術、など。および、グループB(特性・応用)：力学特性評価と測定技術/インテリジェント材料成形・検査システム/接着・接合界面のプロセスと力学/接触・締結の力学およびフレッキング問題/表面改質技術・摩擦・磨耗/スマート材料と構造/材料の衝撃特性評価/非破壊評価技術/その他の特性・応用技術など、に分けて論文を配置しました。国内でのM & Pに比べ、米国の研究者も多い機械加工セッションが入っていること、超塑性加工、スマート材料と構造、材料の衝撃特性評価、などのセッションで多くの論文を集められたことに特徴があるように思います。

全体プレナリー講演は、東京大学の塩谷義教授による、材料力学特性の巨視的側面と微視的側面に関する系統的な研究、ボーイング社のStickler博士による、新規開発中のボーイング787旅客機の複合材構造に関する最新情報、ノースウェスタン大学Cao教授による、マルチスケールでの製

造技術，であり，本会議ならではの材料特性と材料加工とが融合された充実した発表となり，活発な議論がなされました。

また，キーノート講演4件は，バージニア工科大のLeo教授による，高ひずみ高分子エネルギー変換素子開発，オハイオ州立大のGilet教授による，高分子材料の高速引張り・ねじり特性評価，ボーイング社Sanders博士による，米国での超塑性加工技術の現状，英国シェフィールド大学のKapranos博士による，耐熱合金の半固体成形技術の現状，であり，引続く一般講演での活発な議論を引き起こす有意義な発表となりました。

今回の会議では，会期中に見やすいProgram付きAbstract集とCD-ROM Proceedingsの両方を用意しました。また，昼食も用意して参加者同士の交流の機会を増やしました。21日のバンケットはDinner Cruiseとして，雰囲気盛り上げました。

会議の内容も含め，何とか無事に終了することができました。会議を盛り上げて下さった部門関係者に厚く御礼申し上げます。また，日本機械学会の高橋正彦氏には事務上の問題点をいくつも解決していただきました。ツアー企画を依頼しましたワールドクリエーション社の満田氏，湯口

氏には細かい点まで配慮いただきました。研究室秘書の平野さんには，ほとんどすべての運営業務を任せましたが，的確に処理していただき，皆様のご協力のもとに会議を成功させることができました。厚く感謝する次第です。

M & P国内会議の国際版である機械材料・材料加工国際会議は，今後も継続的に運営され，機械材料・材料加工部門が主体となる，国際的な機械材料・材料加工分野の研究者，技術者間の研究・技術交流や情報交換ができる場を引き続き提供すべきと考えます。部門の皆様の積極的な企画・運営・参加を期待する次第です。



Cao 教授によるプレナリー講演



会議受付



Dinner Cruise 風景

## 2005 年度日本機械学会年次大会が終了

年次大会実行委員会

久保木 孝(電気通信大学)

2005年度年次大会は，2005年9月19日(月)～9月22日(木)の期間，電気通信大学にて開催されました。機械材料・材料加工部門では，例年通りに盛会に賜り，以下の企画などを開催することができました。皆様のご協力に感謝申し上げますとともに，無事に終了致しましたことをご報告致します。

### ●オーガナイズドセッション

- ① グリーンコンポジットの最前線
- ② 高機能・高付加価値の棒線管材の加工技術
- ③ 軽量化・高強度化材料とその加工
- ④ 非破壊評価とモニタリング
- ⑤ 複合材料の加工と評価

- ⑥ 粉末成形とその評価
- ⑦ マイクロ／ナノ加工の動向と可能性
- ⑧ 半溶融・半凝固加工の最先端
- ⑨ 最新のチューブフォーミングとその動向
- ⑩ セラミックスおよびセラミックス系複合材料
- ⑪ 締結・接合部の力学とプロセス(材料力学部門、計算力学部門との共同企画)

### ●先端技術フォーラム

- ① スマートマテリアルの最新動向
- ② バイオマス資源を用いた工業製品化の現状と将来展望(材料力学部門との共同企画)

### ●ワークショップ

Requirements and Solutions to Realize the Dreams of Active Material Systems

### ●一般セッション



## 部門所属「分科会・研究会」活動報告

第5技術委員会(分科会・研究会関係)  
委員長 沖 善成(三協アルミニウム工業(株))

## 「PD ( Particle Deposition ) プロセス研究会」

主 査：福本昌宏(豊橋技術科学大学)

E-mail : fukumoto @ tutpse.tut.ac.jp

熱プラズマや燃焼炎により加熱加速された数十ミクロンサイズの粉末粒子の堆積により、基材上にmmオーダーの厚膜を形成する「溶射プロセス」が、各種産業分野における基幹技術として重要な役割を果たしつつある。ただし同プロセスの制御性・信頼性は未だ十分に確立されたとは言えず、プロセスの一層の適用拡大に向け、信頼性保証・制御性確立などが求められている。本研究では、既存溶射プロセスの高信頼・制御化を目指し、プロセス解析ひいては制御化への指針確立に向けた幅広い学術交流を行っている。

一方近年、厚膜創製プロセス分野における新たな潮流として、超高速性の付与により、ほとんど加熱することなく粒子を堆積させる新規プロセスの台頭が目覚ましい。具体的にはCold Spray法およびAero-Sol Deposition法である。これは材料の溶融が、本来必要悪であることへの反動による。本研究では、これら新プロセスにおける成膜原理の把握、プロセス解析等についても情報交換するとともに、溶射を含むこれら新旧両プロセスに共通する、粒子積層による成膜プロセス：PD (Particle Deposition) 法としての基盤構築、ならびに発展拡大の可能性を追究している。

現構成員は32名であるが、興味をお持ちの方は上記まで連絡されたい。次回研究会は、平成17年10月28、29日に、つくば市物質・材料研究機構での開催予定である。

## 「締結・接合部のプロセスと信頼性評価研究会」

主 査：服部敏雄(岐阜大学)

E-mail : hattori @ cc.gifu-u.ac.jp

締結・接合部は機器、構造物の信頼性を考える上で非常に重要な部位であるとの認識から、その信頼性技術を、力学とプロセス両面から見直そうという趣旨で、2002年11月に標記研究会が設立され、これまでの3年間で9回の研究会を開催し、さらに、毎年度のM&P講演会および年次大会講演会でのOS、また、1回のWSを企画・開催いたしました。今年度は最後の年ということで、これまで議論されてきた技術課題、解決策を要素毎に整理し、10月28日(金) ばるるプラザ岐阜(岐阜市)で機械材料・材料加工部門主催の講習会「締結・接合・接着部のプロセス・強度・設計の実際と今後の展開」を開催させて頂きました。

上述の行事を進める中で、各要素技術における成果を、実際の産業界のものづくり現場(機器の開発・設計、生産技術、品質保証)で使いやすい形にして欲しいという要求が高まり、その要求に対応すべく、来年度からさらに、分

科会「締結・接合・接着部のCAE用モデリングおよび評価技術の構築」として展開すべく提案させて頂いています。具体的には以下の表に示すように締結・接合・接着の分野で当面重要性の高い3つのテーマです、

WG名	CAE用DB構築		標準試験法
	モデル化(プリ)	結果評価(ポスト)	
ねじ締結	内力係数 等価剛性等 価減衰率	疲労強度 ゆるみ限界すべり	軸方向負荷 軸直角方向負荷 熱サイクル
接着・接合	接着層界面要素 接着端要素 接着層材料定数	多軸応力 界面エネルギー 応力特異場 破壊力学	標準試験片 重ね継手、割裂 はく離進展 熱サイクル
フレットング	接触問題 陽解法、陰解法 ABAQUS,DYNA	さ裂発生 摩耗 き裂進展	JSME SO15

①ねじ締結、②接着・接合、③フレットング、に的を絞ったWGを構成し、一貫通CAE設計ツール作成を最終ゴールに掲げ、それぞれの分野でのデータベース構築、標準試験法の確立を目指します。

この分野は、機械材料・材料加工部門のみでなく、材料力学部門、計算力学部門、機素潤滑設計部門、設計工学・システム部門、等他の部門、他の学協会の方々との連携も不可欠であり、今後の行事等ではこれらの部門、学協会との共同企画テーマとしても提案・展開させて頂きたいと考えております。

本研究では、ものづくりの現場で真に役に立つ技術の確立を目指しております。この主旨にご賛同願える方々の積極的なご参加・ご意見を期待しております。

## 「マグネシウム合金の加工技術研究分科会・2」

主 査：松岡信一(富山県立大学)

E-mail : matsuo @ pu-toyama.ac.jp

本分科会は、軽量で比強度の高いマグネシウム合金の用途拡大を目指し、種々の加工技術および周辺技術について調査研究している。平成17年度は年3回(4・8・12月)の定例研究会を開催した。具体的には、素材の特性を活かした利用分野の検討をはじめ、圧延、引抜き、プレス成形、粉末成形などの諸加工を通じた加工技術の確立と実用化への推進が主流である。平成17年度の定例研究会は、下記の通りです。

第7回研究会(平成17年4月22日、富山県立大学)

第8回研究会(平成17年8月26日、東工大)

第9回研究会(平成17年12月2日、東工大)

定例研究会では、マグネシウム合金の諸加工に伴う種々の課題について、多くの分野から事例や研究報告を行い、和やかな雰囲気のもとで情報交換と意見の開陳を図っている。

また、第9回は技術フォーラム「マグネシウム合金の成形加工技術の最先端」を企画し、塑性加工技術を中心とする実用的な加工技術とその事例を紹介し、用途拡大のための情報交換を行う。興味のある方あるいは関係する方々のご参加をお勧めします。

## 「ナノ・マイクロ P/M プロセッシング技術研究分科会」

主 査：三浦秀士(九州大学)

E-mail : miura @ mech.kyushu-u.ac.jp

日本のこれからの科学技術の進展のための重要分野として、ライフサイエンス、IT、環境および材料・ナノテクノロジーの4つが挙げられていますが、粉末冶金(P/M)においてもナノテクノロジーに関与した技術(ナノ粉末の製造から、ナノ・マイクロサイズの製品製造まで)が着実に開発されつつあることから、本研究分科会では、ナノ・マイクロに関連する各種P/M技術の研究と情報を産学官に渡って行うとともに会員の親睦を図るものとして、平成15年9月より活動を行っております。

## 第8 技術委員会報告

第8 技術委員会(企画・産学交流関係)

委員長 三浦 秀士(九州大学)

本委員会は従来、産学交流関連の仕事に携わるものでしたが、本年度より新たに部門の企画も担当することになり、本委員会の委員長には副部門長を充てることで重要な役割を演じるよう改変されたばかりのものです。幸い、本年度においては既に下記の2つの本部門主催による講習会ならびに協催での1つシンポジウムが企画・開催されておまして、盛況でありましたことから、ご協力頂きましたご担当の先生方には、深く感謝する次第であります。特に浅川先生ご担当の講習会は人材育成という最近のキーワードも手伝って、予想以上の応募者が集まりまして、本部門へのご協力(金)も相当なものがあり、本紙をお借りして厚くお礼申し上げる次第です。

本年度はもう1つシンポジウムが予定されていますが、いずれにしましても第8技術委員会におきましては、皆様からのご協力によりまして、多くのシンポジウムや講習会が企画・開催されましたこと大変有難く存じている次第であります。今後ともよろしく願い申し上げます。

## 1 シンポジウム

「棒線材増強生産における高品質維持の最新技術とトレンド」

日時：平成17年7月15日(金) 13:00～17:00

## 第4 技術委員会報告

第4 技術委員会(国際交流関係)

委員長 前川 克廣(茨城大学)

第4技術委員会は国際交流関係の委員会として、M&P部門の国際的な活動を牽引する役を担っています。今年度は次の3項目を活動方針に掲げていますので、その取組みと

現在、企業や大学関係者を含めて委員数26名で、年2回程度の研究分科会の開催を予定しています。平成17年度は2回の幹事会と2回の研究会を開催ならびに予定しており、それぞれの日程等は次の通りです。

第5回研究会(平成17年8月26日、日本材料学会・会議室)

塑性加工学会・粉体加工成形プロセス分科会と共催

第6回研究会(平成18年1月予定 九州大学)

ならびに新キャンパス見学

ナノ・マイクロに限らずP/M加工技術の種々の課題について、企業あるいは大学サイドからの事例報告や研究報告を行っておりますので、是非興味のある方あるいは関係する方々の積極的なご参加をお待ちしております。

場所：東海大学校友会館(千代田区霞ヶ関3-2-5 霞ヶ関ビル33階)

主催：日本鉄鋼協会棒線工学フォーラム

協賛：日本機械学会 機械材料・材料加工部門

(担当：吉田一也 東海大学教授)

## 2. 講習会「やり直し金属・鉄鋼材料」

日時：平成17年9月9日(金)～10日(土)

場所：早稲田大学理工学部

(大久保キャンパス55号館1階大会議室)

主催：日本機械学会 機械材料・材料加工部門

(担当：浅川基男 早稲田大学教授)

## 3. 講習会

「締結・接合・接着部のプロセス・強度・設計の実際と今後の展開」

日時：平成17年10月28日(金)9:30～18:15(含懇親会)

場所：ばるるプラザ岐阜 揖斐室(岐阜市橋本町1-10-11)

主催：日本機械学会 機械材料・材料加工部門

(担当：服部敏雄 岐阜大学教授)

委員長 三浦 秀士(九州大学 教授)

miura@mech.kyushu-u.ac.jp

幹事 森 謙一郎(豊橋技術科学大学 教授)

委員 上坂 美治(サンエツ金属(株)技術・開発部長)

服部 敏夫(岐阜大学 教授)

浅沼 博 (千葉大学 助教授)

高辻 則夫(富山大学 助教授)

進捗状況を報告します。

(1) 国際会議等の共催・協賛を積極的に進める。

(2) M&amp;P 国際会議を発展的に継続させるための方策を講じる。

(3) M&amp;P 部門の国際的認知度を向上させる。

項目(1)は他の学会や団体と連携を深め、共催や協賛の形で国際的な活動を積極的に進めようとするものです。今年度は、The 28th Japan Rapid Prototyping Symposium (6

月、東京、共催)、4th International Conference on Porous Metals and Metal Foaming Technology (9月、京都、協賛)などを実施しました。また、年次大会併催国際シンポジウム Synergistic Effects of Materials and Processing (2006年9月、熊本、共催、講演募集中)を予定しています。

項目(2)は、部門長挨拶(ニュースレター No. 29)でも強調されていますが、堂田部門長がもっとも力を注いでいる部門の国際化に向けた方針を具体的に示すことです。M & P 国際会議、正確には“JSME/ASME International Conference on Materials and Processing”ですが、これは2002年と2005年にASMEとの共催で、当部門が主催してきました。前はホノルル(川田委員長)、今回はシアトル(武田委員長)で開催され、いずれも発表が200件以上、参加者も250名以上と、大盛況でした。次回は堂田部門長を委員長として2008年に開催されることが決定しています。この国際会議は部門設立10周年記念行事として始まった訳ですが、2回の実績を踏まえて、機械材料・材料加工の分野で世界をリードする国際会議に成長させる時期にきてい

ます。当部門が主導権を発揮しながら、ASMEとの実質的な共同開催を如何に進めるか、ASME/MED(生産工学部門)と熱い交渉を進めています。

項目(3)は、アメリカだけではなく全世界に目を向けて、しかも中長期的な視点に立って部門の存在感や国際的活動をPRしていこうとするものです。例えば、アジアの発展途上でワークショップ等を開催することによって環太平洋ネットワーク作りを進める、英語で研究発表する機会を増やし国際会議論文や新部門 Journal 論文を質的・量的に底上げする、部門 Web ホームページの英語版を充実させ海外からのアクセス数を増やす、などです。これらは、関連する他の技術委員会と合同で検討中です。

M & P 部門の役割が、本流である機械材料・材料加工分野の学術の進展と関連産業の振興であることを見失うことなく、国際感覚を身につけた30歳代、40歳代の若い会員層が育っていきけるような施策の提言や環境づくりに努めていきたいと考えています。皆様のご意見、ご協力をお願い申し上げます。

## 第7技術委員会報告 (部門英文 journal(電子ジャーナル)発行について)

第7技術委員会(Journal 関係)  
委員長 森 敏彦(名古屋大学)

第7技術委員会においては主に当部門の英文ジャーナル創刊に向けて年度当初より活動した。日本機械学会の英文誌である現行の JSME International Journal (冊子体)は購読者も少なく、財政的に厳しい状況にあり、また、読者も少なく、したがって、impact factor も低い。このような状況に対して日本機械学会では編集委員会を中心にして改革案がまとめられた。その骨子は、発行部数が少なく無駄な諸経費がかかる冊子体を取り止め、電子ジャーナルにすることによって印刷、発行の経費を削減することである。さらに、部門に対しては自助努力によって impact factor を上げるよう部門独自の発行とすることが課せられた。それも、2007年1月をもって全部門において英文の電子ジャーナルに移行するタイムスケジュールを組むようにとの説明がなされた。

部門英文 journal (電子ジャーナル)の主要点は以下である。

1. 2007/1 を目標に部門英文 Journal に移行し、冊子体は廃止する。電子ジャーナルは J-STAGE に掲載し、著作権は本会にある。分冊名称、内容は移行状況に応じて検討する。「オープンアクセス方式：公開無料」が望ましいとして検討する。
2. Series 名称は分野または部門名を示すものとする。
3. 内容：原著論文を主体とし、Review 論文、招待論文、本会和文論文誌からの再録論文も掲載することが出来る。
4. 編集委員会：Series 毎に編集委員会を設置し、運営す

る。また、Series 毎の代表者を委員とした委員長会議を設置し、共通規定等の整備・制定を行う。

5. 編集体制：Editor 制として Editor が校閲者選定、校閲の催促、著者への照会等の事務を行う。
  - ・ Series 毎に編集委員長(Editor in Chief) 1名および編集委員(Editor) 20名以内を部門より選出する。編集委員長の任期は原則2箇年、最大3箇年とする。委員の任期は2箇年とし重任は妨げないが、最大4箇年とする。
  - ・ 各編集委員会は論文の編集に関する業務(校閲、判定など)を行う。
  - ・ 事務局は各編集委員会をサポートし、掲載可となった論文の掲載および投稿料の請求・管理を行う。
  - ・ 発行は日本機械学会とし、各 Journal の発行の会計は学会全体の管理とする。ただし、Series 毎の編集委員会の経費は部門が負担する。
  - ・ 部門英文 Journal 発行に関わる事業は部門活動として評価する。
6. 投稿サーバ：投稿・校閲・編集・公開まですべて電子媒体で行う。J-STAGE のシステムを利用する。
7. 運営経費：直接経費は掲載料(1~4万円)で賄う。

このような課題に対して、当委員会は部門長および部門長経験者、長い経歴の運営委員の方々も諮問グループに当たっていただき、数度のインターネット検討委員会を開き、当面下記の事項をまとめました。

- (1) 発行形態：材力部門と共同発行
- (2) Journal 名称：Journal of Mechanics, Materials and Processing
- (3) 編集委員会構成：委員は半数ずつとし、委員長と副委員長を各部門から出す。

## 第14回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2006)開催のお知らせ

第2技術委員会(M & P 関係)  
委員長 浅沼 博(千葉大学)

今年6月のシアトルでの盛大な国際会議M & P2005に続き、来年度は通常の講演会を千葉大学(西千葉キャンパス, JR西千葉駅前)で開催させていただきます。会期は平成18(2006)年11月25(土), 26(日)の予定です。まだ1年近く先のことですが、宜しくお申し込み申し上げます。本講演会では、従来のオーガナイズドセッションを継承させていただきますと共に、

皆様からの斬新なセッションやワークショップ、技術フォーラムなどの御提案を期待しております。全体の雰囲気と致しましては、「国際性、独創性、実用性」などを強く意識した味付けをし、またそのための出会いの場を提供できればと考えております。特に、成田空港からの大変良いアクセスを生かし、会期前後の日程も利用した国際的な企画などを御提案頂けると幸いです。休日ですと参加しにくい企業の皆様も居られることと存じますので、会期前日のサテライトワークショップなども大歓迎です。会場の確保など柔軟に対応させていただきますので、是非、楽しく感動的で有意義な企画を浅沼(asanuma@faculty.chiba-u.jp)まで御提案下さいますよう宜しくお申し込み申し上げます。

## 2006年度年次大会

第1技術委員会(年次大会関係)  
委員長 里中 忍(熊本大学)

来年度の年次大会は下記の日程で開催されます。

■ 開催日：2006年度9月18日(月)～22日(金)

18日 : 市民開放行事  
19～21日 : 講演会  
22日 : 見学会

■ 会場：熊本大学 黒髪キャンパス

実行委員会では、九州の魅力と自然を肌で感じながら「もの作り」の基礎、応用、先端技術についての活発な議論、情報交換の場を提供できるよう、様々な企画を計画しています。本部門に関しては、2004年の機械材料・材料加工技術講演会(M & P2004)に続いての開催となり、現在、年次大会企画としてご提案のあった国際シンポジウム(9月20日, 会議名称: Synergistic Effects of Materials and Processing (材料と加工の相乗効果))のほかに、オーガナイズドセッション14件を第一技術委員会が中心になって計画、調整中です。M & P2004では多くの皆様にご参加いただきましたが、来年の年次大会も予定に入れていただき、奮ってご参加くださるようお願いいたします。なお、テーマ名やオーガナイザーが決定しましたらお知らせしますが、年次大会についての情報は機械学会のホームページをご参照ください。URL:<http://www.jsme.or.jp/2006am/>

### 編集後記

ニュースレターNo.30をお届けします。特集「複合材料に関する最近のいくつかのトピックス」はいかがでしたでしょうか? 本号は、前年号(No.28)と同様に電子媒体のみで発行いたしました。部門の皆様に興味を持って読んでいただけるように、今後とも努力を重ねてまいりたいと思いますので、ニュースレターへのご意見やお問い合わせなどありましたら、広報委員会幹事(鈴木:kjsuzuki@pf.it-chiba.ac.jp)まで是非ご連絡ください。(K. K)

発行 発行日 2005年11月30日  
〒160-0016 東京都新宿区信濃町35信濃町煉瓦館  
(社)日本機械学会 機械材料・材料加工部門  
第83期部門長 堂田 邦明  
広報委員会委員長 金沢 憲一  
Tel. 03-5360-3500 Fax. 03-5360-3508