

は、2000年のITバブル時を上回って過去最高となった。(2005年12月のJFCA見通し)自動車産業やデジタル家電の活況などを背景にすべての用途分野で2004年実績を上回り、総生産額が1兆9887億円(前年比3.8%増)と2兆円の大白に迫っている。生産額の6割強を占める電磁気・光学用分野では絶縁性部材で機能性パッケージが大幅に増加(前年比27.7%増)したほか、磁性部材では薄膜磁気ヘッド(同13.7%増)が2桁の伸びを記録している。また、導電性材料ではサーミスタや電池用材料が、誘電性・圧電性材料ではコンデンサ素子が増加している。機械的分野では、自動車産業の活況を反映して工具・高硬度部材がすべての用途で前年を上回り分野全体で前年比5.5%増となっている。そのほか、熱的・半導体関連分野では、原子力用途が落ち込むほかは高温耐食部材(同8.6%増)、高温高強度部材(同2.5%増)、半導体部材(同1.7%増)といずれも増加となっている。以上のように、ITバブル崩壊で2001年に大幅な市場縮小を余儀なくされたファインセラミックス産業だが、全般に順調な回復を示している。

**b. 研究** 2005年6月にアメリカシアトル市で開催された第2回JSME/ASME機械材料・材料加工国際会議(M&P2005)では、セラミックスおよびCMCのセッションで14件の講演があったほか、DLCなどコーティングに関する講演も多数見られた。また、9月に行われた年次大会におけるセラミックス関連のオーガナイズドセッションでは13件の講演があった。航空宇宙分野など特に高温における構造材料の力学的特性に関する発表が多く、また、大学・公的研究機関からの講演がほとんどである。上述のような産業動向に鑑み、機能性セラミックス分野や民間企業からの講演を増やしていくことが必要であろう。

[若山 修一 首都大学東京]

## 6.1.4 高分子材料・複合材料

**a. 高分子材料<sup>(2)</sup>** 2005年における我が国のプラスチック原材料の生産実績は前年比0.3%増の1412万tである。熱硬化性樹脂全体の生産量は約129万tで2004年の約130万tから微減した。7.4%増加したユリア樹脂(12.4万t)以外大きく増減したものはなく、フェノール樹脂(28.0万t)、メラニン樹脂(15.2万t)、不飽和ポリエステル樹脂(18.3万t)、エポキシ樹脂(21.0万t)、ウレタンフォーム(24.9万t)などとなっている。熱可塑性樹脂全体の生産量は1264万tで前年比0.5%増であり、内訳は、ポリエチレン(324万t)、ポリスチレン(110万t)、AS樹脂(13.4万t)、ABS樹脂(50.5万t)、ポリプロピレン(306万t)、メタクリル樹脂(28.8万t)、塩化ビニル樹脂(215万t)、ポリカーボネート(43.1万t)、ポリエチレンテレフタレート(68.3万t)などとなっている。

**b. 複合材料<sup>(3)</sup>** 2005年における我が国のFRP出荷量は33.7万tで前年比1%の微減である。用途別に見ると自動車・車両が2.9万tで前年比7%増が目玉を引くが、建築資材6.1万t(前年比2%減)、住宅機材9.1万t(3%減)、浄化槽4.7万t(3%減)、舟艇・船舶1.0万t(5%減)、タンク・容器2.3万t(5%減)などとなっている。なお、2005年度より、各用途の輸入ガラス分の割振りとして充てん材含有量の算定方法が変更された。上述は旧算定方法による比較である。出荷量の成形法別の割合は、ハンドレイアップ法19%(前年比+1ポイント)、スプレーアップ法12%(2004年と同じ)、モールディングコンパウンド法51%(−1ポイント)、フィラメントワインディング法7%(2004年と

同じ)、連続成形法4%(−1ポイント)などとなっている。

**c. 研究** 国内では、3月に第34回FRPシンポジウム(京都)、4月に第13回複合材料界面シンポジウム(東京)、7月に第47回構造強度に関する講演会(金沢)、9月に第50回FRP総合講演会(幕張)、10月に第30回複合材料シンポジウム(松山)が開催された。国際会議としては、3月にThe Third International Workshop on Green Composites(Kyoto)や6月にThe 2nd JSME/ASME International Conference on Materials and Processing 2005(The 13th JSME Materials and Processing Conference)(Seattle)が開催され、いずれの会議においても、複合材料の力学的特性、特に強度、変形、破壊、損傷に関する研究や、グリーンコンポジットの作製と評価、ナノコンポジットの開発、非破壊検査技術に関する検討など多くの講演がなされ、活発な議論が行われた。

[荻原 慎二 東京理科大学]

## 6.2

### 材料加工

#### 6.2.1

### 鋳造

**a. 生産** 2005年における鋳鉄、鋳鋼および非鉄を合計した鋳物の総生産量は663万tであり、2004年の総生産量639万tに対して3.8%の伸びであった。鋳鉄鋳物は430万tで前年比105%である。用途別では、自動車を含む輸送機械が287万tで前年比105%、産業機械器具用、金属工作・加工機械用を含む一般・電気機械用は123万tで前年比108%とそれぞれ若干の伸びを示した。鋳鉄管は45万tで前年比89%となり、前年度の22%減に続いて減少した。可鍛鋳鉄も7.7万tで前年比86%と2年連続の減少を示した。鋳鋼品は船舶、土建鉱山機械、鋳鋼管、破碎機・磨砕機・選別機などを中心に合計28万tが生産され、前年比107%と増加した。非鉄鋳物では、銅合金鋳物が10万tの生産量で前年比93%と減少したが、これはバルブ・コック用を主力とする一般機械用の落込み(前年比90%)によるものである。アルミニウム鋳物は41万tで前年比104%と微増したが、これは主力の自動車用(37万t)の微増(前年比104%)によるものである。ダイカストは106万tで前年比108%と増加したが、これは自動車用を主力とするアルミニウム合金ダイカストが102万tと前年比109%と伸びを示したためである。精密鋳造品では、鋼鋳物(531万t)が前年比96%と低下したが、アルミニウム合金(75万t)が前年比115%と増加したため、全体で742万tと2004年に比べて1.5%の微減にとどまった。

**b. 研究開発** 日本鋳造工学会では、オーガナイズドセッションとして「鋳物・ダイカストの高性能化を支える材料評価技術」、「日本の砲術と鋳造」、「鋳鉄の高性能化とリサイクル技術」、「セミソリッドプロセス」、「鋳鉄溶解原材料の現状と動向」、「開発された鉛フリー銅合金鋳物の現状とその特性」、「ダイカストの高機能化をささえる技術とその特徴」、「スーパーアロイ(金属系先進耐熱材料)」、「ものづくり研究部会—創製教育・地域貢献を考える」他が設けられたが、ダイカストに関するオーガナイズドセッションが春秋の講演大会で開設されており、この分野に対する関心の高さが伺われる。本学会では、機械材料・材料加工部門の年次講演会を兼ねて開催された第2回JSME/ASME機械材料・材料加工国際会議2005(6月19~22

日)がアメリカシアトルで開催されたが、その中に“Advanced Casting”のセッションが設けられた。本学会論文集では、球状黒鉛鋳鉄の疲労強度評価あるいはき裂の下限界応力拡大係数、アルミニウム合金鋳物の疲労特性あるいは硬さおよび導電率の評価、などに関する研究成果が報告されている。

[加藤 寛 埼玉大学]

## 6-2-2 塑性加工

塑性加工春季講演会(2005年5月25～27日,新潟)では講演総数176件,多かったのは板成形26件,Mg合金21件,材料20件,ハイドロフォーミング11件,接合11件,圧延10件の順で,テーマセッションとして,①最近の金型材料と表面処理12件,②先端微細加工技術の現状と動向13件も行われた。秋の第56回塑性加工連合講演会(2005年11月18～20日,沖縄)では講演総数346件と過去最多で,内訳件数で多かったのは板成形31件,鍛造28件,材料28件,接合20件,圧延19件,チューブフォーミング17件,トライボロジー16件の順で,テーマセッションとして,①スプリングバックその予測技術と対策技術の現状10件,②温・熱間精密鍛造技術の現状と将来7件,③マグネシウム合金の特性と加工技術32件であった。また第2回国際セッション15件(韓国塑性加工学会から5件と日本10件)では留学生や若い企業人が英語で発表討論する場になった。高強度軽量化のために中空材だけでなくマグネシウム合金への関心は特に高く,高張力鋼板や発泡金属の加工や,デジタルサーボプレスの開発・活用,高精度や型寿命についても先進的に取り組まれている。塑性加工シンポジウムは9回開催され,第239回「マグネシウム合金材料とその加工および応用—マグネシウム合金の材料開発やその活用の最前線に迫る—」138名,第241回「自動車産業における最先端板鍛造技術」153名が好評であった。また第8回塑性加工国際会議(8th ICTP,2005年10月9～13日)がヴェローナ(イタリア)で行われ,日本から82件(全344件中)の発表があった。

[北村 憲彦 名古屋工業大学]

## 6-2-3 プラスチック加工

a. 成形材料と用途 主要なプラスチック成形材料の生産設備能力は2004年から2005年にかけて横ばいであったが,需要増のために平均出荷販売価格はおおむね増加傾向にある。特にポリカーボネート,ABS樹脂,メタクリル樹脂の価格増加が著しく,機器部品需要が拡大しているものと推察される。ポリカーボネートは電気・電子用途や自動車のヘッドランプの大型化により車両用途が大幅に伸びている。しかし,音楽CDの売れ行きの伸び悩みなどの影響を受けて光学用途は低迷している。ABS樹脂は車両,建材住宅の分野で需要を増やしているが,生産の海外シフトにより電気機器用途での国内需要は低下傾向である。メタクリル樹脂は注型板や押出板の需要が伸び悩む中で成形材料は順調な出荷増傾向にある。これは,主として自動車を中心とした車両用途での需要増の影響によるものである。品目別生産量構成比率を見ると,「フィルム」が約35%で最も高く,引き続き「機械器具部品」と「容器」がともに約12%で2番目の高比率を示している。これまでこれらと同程度に高比率を示していた「パイプ」は若干比率が低下しているのが特徴的である。

b. 成形加工機械 成形加工機械の生産状況は台数,金額ともにここ数年ほぼ横ばいで安定している。ただし,射出成形機に関しては輸入量および輸出量が急増している。台数あたりの重量と金額から推察すると,高い生産技術を必要とする高価な大型機械が海外に輸出され,どこでも生産できるような安価な小型機械が輸入される傾向が高まっているようである。また,日本国内においては,大型機械よりも100t未満の小型機の生産台数が若干高めであることから,機器部品の需要の中心はコネクタなどの小型部品が中心であるものと推察される。

c. 技術開発動向 2005年に開催された国際プラスチックフェア(IPF2005)では最新のプラスチック加工技術のデモンストレーションを見ることができた。特に射出成形機械に焦点を絞った場合,応用分野の観点では,液晶ディスプレイ用の導光板に代表されるような「薄肉」,「高精度」,「低ひずみ」,「表面微細形状」を特徴とする製品群がもっとも重要なターゲットである。一方,ハード開発の観点では,「電動サーボ機」が目覚ましい進化を遂げている。前述の製品ターゲットに対応するために,サーボモータのハイパワー(高馬力)化とトグル式締め装置の剛性向上を主体とした技術開発が行われ,これまでの油圧機に劣らないレベルに達した感がある。また,ナノオーダーの「微細転写」成形に対応するために,超臨界炭酸ガスの可塑剤効果を利用した技術や金型の高速加熱冷却サイクルシステムが開発されており,今後の応用展開が期待される。

[泊 清隆 大阪市立工業研究所]

## 6-2-4 溶接,接合

溶接関連は,自動車,鉄車両などを対象とした報告が多い。これらの構造では軽量化のために高張力鋼あるいはアルミ合金が使われ始めているが,いずれも溶接方法,溶接部強度が問題となっている。自動車に関しては衝突安全性に絡んで溶接継手部の衝撃強度特性<sup>(4)</sup>,アンダーフィルなど溶接欠陥とウィーピングなど入熱条件の関係<sup>(5)</sup>,などが見られる。鉄道車両に関してはアルミ化に対応して依然FSWの報告が多い<sup>(6)</sup>。また鉄道車両構造溶接継手部の信頼性評価の上での注意点として,静的解析のみでなく動解析に基づく強度評価の重要性の報告がある。また近年水素脆性で問題とされているステンレス鋼の溶接に関しても報告例は多い<sup>(7)</sup>。高温機器用構造物を対象としたものでは,溶接部のクリープ挙動の解明,改善の報告がある<sup>(8)</sup>。

接合・接着関連では,依然応力特異場解析に関した報告が多く3次元問題への展開<sup>(9)</sup>,特異性消失の検討<sup>(10)</sup>など注目される成果が出ている。

機械締結関連では,まずねじ締結体のゆるみ挙動の解析が近年の接触問題FEM解析の高度化によって可能になったことが注目される。これにより従来経験的に議論されてきた座金の効果などが解析的に解明されるようになってきた<sup>(11)</sup>。フレットング疲労では,やはり接触問題FEM解析の高度化も相まって接触端部の摩擦も考慮したフレットング疲労強度・寿命予測法が提案される<sup>(12)</sup>など,純力学的アプローチの進展があった。また水素エネルギー対応機器開発という社会的ニーズに対応して,水素環境下のフレットング疲労強度の実験などがなされた<sup>(13)</sup>。

これら締結・接合部の要素設計技術を産業界全体の共通設計ツールにまとめようとする試みが行われており,機械材料・材料加工部門では,「締結・接合部のプロセスと信頼性評価研究