

愛産研 ニュース 増補版

愛産研ニュース（増補版）

平成 16 年 2 月 5 日発行

No. 6

編集・発行

愛知県産業技術研究所 企画連携部

〒448-0003 刈谷市一ツ木町西新割

TEL 0566(24)1841・FAX 0566(22)8033

URL <http://www.aichi-inst.jp/>

E-mail info@aichi-inst.jp

2 月号
2004

- 今月の内容 ●マグネシウム合金の高速超塑性
●段ボール構造体の緩衝設計技法の開発
●回路の書き込みが可能な LSI
●ポリ乳酸ゲル

マグネシウム合金の高速超塑性

マグネシウム (Mg) 合金は、21 世紀における低環境負荷社会を実現する上でリサイクル可能な超軽量材料一つとして期待されています。しかし、Mg 合金の特性は、アルミニウム合金、チタン合金に比べ熱的、機械的性質に劣るため、構造部材にはあまり利用されていないのが現状であり、そのため、携帯電話、ノートパソコン等の電子機器の筐体に用いられています。構造材料への利用拡大を図るには、機械的性質等の一層の向上や塑性加工プロセスの確立が必要です。これまで Mg 合金の塑性加工技術はあまり研究されていないのが現状です。Mg は、結晶構造が最密六方格子であるため、一般的に塑性加工性に劣ります。そのため、難加工性材料の塑性加工に有効である超塑性加工技術を Mg 合金に応用して塑性加工性を改善する必要があります。低い変形応力、高延性とし

て特徴づけられる超塑性は、組織の微細化によって得られます。超塑性加工において、材料の加工ひずみ速度の高速化は工業的に重要なポイントであり、ひずみ速度 10^{-2}s^{-1} 以上での高速超塑性発現を目指す必要があります。

当所では、実用合金 AZ91D (Mg-9%Al-1%Zn) の機能性の向上を図るため、半凝固法で作製した材料及びそれに少量の微細セラミックス粒子を添加した材料に加工熱処理を施して結晶粒の微細化を図り、高速超塑性発現を得ました。表は、これまで報告されている AZ91D 合金の各製造プロセスによる超塑性特性と開発材料の比較データを示しました。一般に、超塑性を示すひずみ速度感受性指数 m 値 ≥ 0.3 以上が必要です。これまで高速超塑性を示す Mg 合金は、粉末冶金法で作製したものの、希土類金属等を添加した合金に限られていますが、AZ91D 合金の最適ひずみ速度は 10^{-3}s^{-1} 以下であり、本材料はそれよりも一桁速いひずみ速度で超塑性発現しました。

Mg 合金の超塑性加工はまだ緒についたばかりであり、今後の進展が期待されます。

表 AZ91D マグネシウム合金の各成形プロセスと超塑性特性

成形プロセス	結晶粒径 $d (\mu\text{m})$	超塑性 発現温度 $T(\text{K})$	最適ひずみ 速度 $\dot{\epsilon} (\text{s}^{-1})$	変形応力 $\sigma (\text{MPa})$	全伸び $\delta (\%)$	ひずみ速度 感受性指数 m 値
casting・圧延	39.5	573	1.5×10^{-3}	38	604	-
"・押し出し	2.9	573	3.3×10^{-4}	9	980	0.5
"・強ひずみ加工	0.5	473	6.0×10^{-5}	25	661	0.5
粉末冶金・切削粉末固化	7.6	573	2.0×10^{-3}	3.9	310	0.5
"・切削粉末固化	4.1	523	3.3×10^{-4}	11.5	424	0.5
"・SiC5vol%	7.1	683	1.3×10^{-4}	-	-	0.58
"・急冷凝固粉末固化	1.2	573	3.3×10^{-3}	-	1480	0.5
"・ "	1.5	573	2.0×10^{-3}	8	418	0.37
"・ "	1.4	573	1.0×10^{-2}	28.8	277	0.5
実験値/半凝固・押し出し・圧延	2.5	648	4.8×10^{-2}	42.8	200	0.32
" " " SiC0.5vol%	-	698	7.0×10^{-2}	18	163	0.42



技術支援部 加工技術室 彦坂 武夫 (th-hikosaka@aichi-inst.jp)

研究テーマ：マグネシウム合金複合材料、超塑性技術

指導分野： casting 技術、金属基複合材料技術

段ボール構造体の緩衝設計技法の開発

近年、廃棄物処理問題等により包装の脱プラスチック化が急速に進み、内装・外装の両方に段ボールを使用するオール段ボール包装が顕著になっています。特に、内装材で増加しているのが段ボールの折曲げや切込みを利用した薄板状構造体の緩衝材です。しかし、このような段ボール構造体の緩衝設計技法は、過去の経験や試行錯誤に頼っており、設計の効率化や技法の確立が強く望まれています。そこで、当研究所では基本となる段ボール構造体の緩衝特性を測定し、このデータを基にした緩衝設計技法を開発しましたので概要を紹介します。

この緩衝設計技法は製品を支持する段ボールの方向、構造体の周囲長及び折曲げ構造の有無に着目しています。**写真**は緩衝特性を測定したスリーブ状構造体の実験モデルです。

折曲げなし 片側折曲げ 両側折曲げ



写真 実験モデル（寸法：100×100×35mm）

このモデルは強度の強い段ボールの縦目方向で製品を支持する場合であり、折曲げ構造は折曲げなし、片側折曲げ、両側折曲げの三種類で測定しました。緩衝特性を示したグラフが**図1**の最大加速度－単位長さ当り荷重線図、**図2**の単位長さ当り最大荷重－エネルギー密度線図になります。このグラフを利用すれば、各折曲げ構造について製品支持部での段ボール構造体の長さ及び高さを求めることが可能です。**図1**で製品の許容加速度から適切な単位長さ当り荷重を選択して段ボール構造体の長さを算出し、さらに**図2**を用いて高さを算出します。**図2**における横軸のエネルギー密度は、製品支持部の薄板状段ボールで単位体積当りの衝撃吸収エネルギーがどの程度であるのかを示しています。また、折曲げ構造が複合する場合は複合割合と最大加速度に比例関係が成り立つことが確認されていますので、グラフから推定することができます。

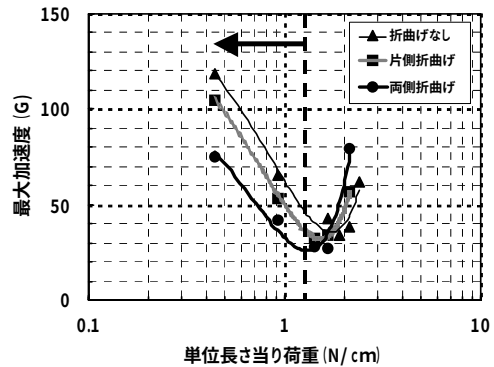


図1 最大加速度－単位長さ当り荷重線図

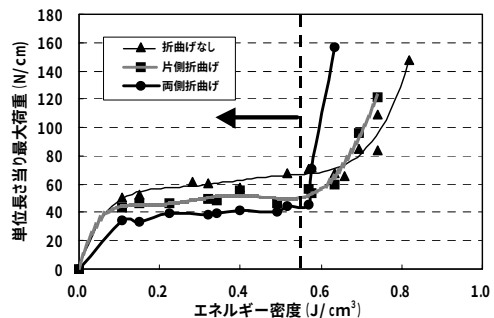


図2 エネルギー密度－単位長さ当り最大荷重線

次に、開発した緩衝設計技法の手順を示します。

手順1：製品質量(kg)、製品の許容加速度(G)、想定落下高さ(cm)を確認します。

手順2：段ボール緩衝材をどのような構造にするかあらかじめ想定します。すなわち、ここで各折曲げ構造の割合を決定します。

手順3：製品の許容加速度と最大加速度－単位長さ当り荷重線図（**図1**の矢印で示した範囲）から値を読み取り製品支持部の長さを算出します。

手順4：単位長さ当り最大荷重－エネルギー密度線図（**図2**の矢印で示した範囲）から値を読み取り製品支持部の最適高さを求めます。さらに、製品の突起物等を考慮して緩衝設計を行います。

この緩衝設計技法は、使用する段ボールの緩衝特性を最初に測定しておけば、その後はその特性値が使用でき、さらに材料データの蓄積により段ボール構造体での緩衝設計の一般化が図られ、設計の効率化に寄与することが期待できます。



技術支援部 応用技術室 佐藤 幹彦 (msato@aichi-inst.jp)

研究テーマ：段ボール構造体の緩衝設計技法の開発

指導分野：包装・物流技術

回路の書き込みが可能な LSI

デジタル回路をパソコン上で設計し、パソコンから回路の書き込みや回路の修正が容易にできる LSI が市販されるようになってきています。

このような LSI には、主に FPGA(Field Programmable Gate Array)と CPLD (Complex Programmable Logic Device)があります。図に示すように FPGA はルックアップテーブル(LUT)からできている論理ブロックを基本素子とする LSI で、論理ブロック間をメッシュ状の配線で接続したものです。配線の交点に電子的なスイッチをマトリックス状に配置して、このスイッチと論理ブロックを電氣的に設定することにより、任意のデジタル回路を構成することができるようになっています。CPLD はデジタル回路の基本素子である NOT、AND、OR 回路を規則的に配置した PLA(Programmable Logic Array)を基本ブロックとして、FPGA と同様に、メッシュ状の配線の交点に電子的なスイッチを配置して回路を構成することができる LSI のことです。一般的に、FPGA は揮発性、CPLD は不揮発性の構造になっています。最近では、FPGA の内部に 2 万もの論理ブロックを備え、メモリや高速な通信機能をもった大規模なものも製造されています。

これら LSI の回路設計には、レジスタと論理機能レベルである RTL(Register Transfer Level)で表現する HDL(ハードウェア記述言語)が良く用いられています。代表的な HDL には、VHDL (VHSIC [Very High Speed Integrated Circuit] Hardware Description Language)と Verilog-HDL があります。VHDL は米国防総省がハードウェアを記述するために標準化した言語であり、Verilog-HDL は C 言語に似せて作られた言語です。最近では、設計した回路をモジュール化した IP(Intellectual Property)というものが市販されたり、無料で配布されたりしています。このような IP を用いると、すでに設計されているプロセッサ、シリアルインタフェース、演算器、デジタルフィルタなどの回路を最初

から設計することなく LSI に取り込むことができ、これら IP 間を設計ツールによって接続することにより、さらに大規模なデジタルシステムを短時間で設計することができます。このようにデジタル回路を書き込み可能な LSI に組み込むことで、部品点数や半田の箇所を減らすことができ、デジタル機器の小型化や機器の信頼性を上げることができます。

一方、最近の動きとして、RTL による細かい記述の HDL では、大規模なデジタル回路の設計は困難であるので、通常の C 言語のプログラムに近い SystemC や SpecC などのより抽象度の高い言語が標準化されつつあります。これらを用いると、従来の HDL よりもさらに大規模なデジタル回路を容易に設計できるようになります。また、C 言語で記述されたプログラムに少し手を加え、ハードウェア化することもできます。

このような回路の書き込みが可能な LSI の利用先として、回路修正の可能性の高い試作機器、少量生産向け機器、デジタル用の LSI 設計などに利用することができます。また、応用先として、画像機器、ネットワーク接続機器、ネットワーク家電、車などの機器組み込みシステムなどが考えられます。

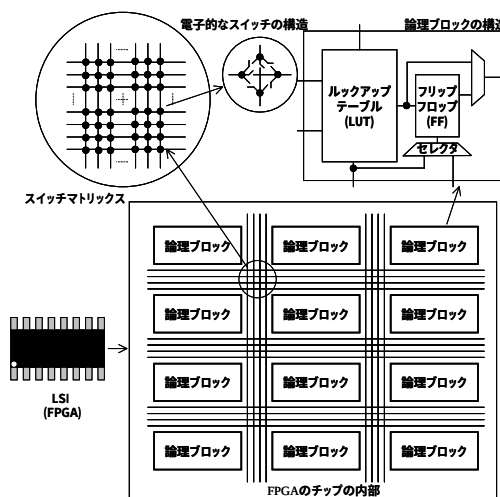


図 FPGA の構造



技術支援部 機械電子室 堀場 隆広 (horiba@aichi-inst.jp)

研究テーマ：システム LSI 設計技術を応用とした画像処理用実装デバイスの開発

指導分野：組込みシステム、デジタル回路

ポリ乳酸ゲル

近年、環境問題の高まりから、植物資源由来の生分解性プラスチックが環境負荷低減材料として注目を集めています。なかでもポリ乳酸は、生分解性プラスチックの中でも将来最も生産増が期待されており、フィルム・繊維・射出成形品など幅広い分野で使用されています。しかしながら、ポリ乳酸は、汎用プラスチックと同様、水をはじいてしまい、水となじむことが出来ないため、簡単には水を含有する柔らかいゲル状固体にすることは困難でした。

当研究所において、ポリ乳酸をポリビニルアルコール(PVA)と複合化することにより、含水ゲルにできることが見出されました。これはゲル分野におけるポリ乳酸の使用が可能となったことを意味しており、ポリ乳酸の用途拡大につながるものと期待できます。ここでは、このポリ乳酸ゲルについて紹介します。

ポリ乳酸ゲルの調製

ポリ乳酸ゲルの調製は、PVA 水溶液から反復凍結融解により PVA ゲルを作製する方法を応用して行いました。つまり、ポリ乳酸の微粒子分散液に PVA 水溶液を添加し充分混合した後、凍結と融解を数回以上繰り返すことによってゲルが作製できます。PVA の添加量により、ゴム状から豆腐状まで様々な柔らかさに制御することができ、PVA に対するポリ乳酸の組成比が 98%と成分のほとんどがポリ乳酸という配合割合でも調製可能という特徴をもっています。

ポリ乳酸ゲルの性状・特徴

本ゲルを乾燥後、走査型電子顕微鏡により表面観察した写真を図1に示します。

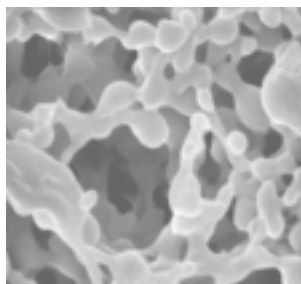


図1 ポリ乳酸乾燥ゲルの電子顕微鏡写真 (x30000)

本ゲルの構造は、球状(粒径 0.8 μ m)のポリ乳酸粒子を PVA が薄く覆い、粒子間を PVA が架橋したコアシェル型構造であることが分かりました。乾燥ゲルは多孔体であるので、様々な物質の溶液を吸収することが可能です。生分解性の有害物質や不用物質を吸収した場合にはそのままコンポスト処理することができるので、回収ごみとなる非生分解性のプラスチックゲルと異なりごみの減量化に寄与できます。なおポリ乳酸ゲルの吸水力は自重の数倍程度で市販の高吸水性材料ほど高くありませんが、水と油のいずれも吸収できるという特徴を持っています。また乾燥と吸水を何度繰り返しても、使用可能であるという利点もあります。

ポリ乳酸ゲルの応用分野

本ゲルの用途として以下のようなものが考えられます。

- (1) 肥料若しくは農薬の溶液をゲルに含浸することにより、ゲルの生分解性を利用して、土中で肥料・農薬を徐々に放出するドラッグデリバリーシステムとしての利用が期待できます(図2)。苗木が生長してもそのままにしておく肥料を吸収した苗床や、園芸用保水材としての応用が考えられます。
- (2) 香料を徐々に放出する芳香剤として、また消臭剤や猫砂などのペット用品への利用が期待できます。これらの製品はこれまで、使用後には焼却するしか処理方法がありませんでしたが、コンポスト処理が出来るようになります。

含水ポリ乳酸ゲル

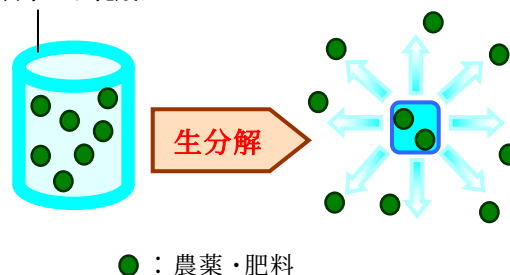


図2 農薬や肥料を徐々に放出するドラッグデリバリーシステムへのポリ乳酸ゲルの応用



基盤技術部 福田徳生 (nfukuda@aichi-inst.jp)
研究テーマ：複合化によるグリーンポリマーの生分解制御
指導分野：高分子材料