

バイオマスプラスチックへの取り組み

Application of Biomass Plastics to Industrial Control Product Housings

株式会社 山武

浜野 裕之

Hiroyuki Hamano

株式会社 山武

石塚 保夫

ビルシステムカンパニー

Yasuo Ishizuka

株式会社 山武

宇田川 良吉

Ryookichi Udagawa

キーワード

バイオマス, プラスチック, ポリ乳酸, 二酸化炭素, 地球環境, カーボンニュートラル, 色差, 温湿度試験, 流動解析, ウェルドライン

「バイオマスプラスチック」とは、トウモロコシのでんぷんなどのバイオマスによって作られる樹脂のことである。成長時にCO₂を吸収する植物を主な原料とするので従来のプラスチックよりもCO₂の排出量が少なく、各社において開発と利用が進められているが、耐環境性をより厳しく求められる工業製品への適用事例はまだほとんど見られていない。筆者らは、当社理念である「地球環境への貢献」と低炭素社会へのニーズを踏まえ、これらバイオマスプラスチックによる当社製品への適用を東レ株式会社(以下 東レ と称す)と共同して取り組み、用途を限定すれば従来の樹脂への代替として使用可能な結果が得られたので報告する。

Biomass plastics refer to resin made from corn flour and other biomass. Because the primary raw material of biomass plastics uses plants that absorb CO₂ during their growth, these plastics have lower CO₂ emissions than conventional plastics. Although many companies are moving ahead with development and usage, there are still few instances of application in industrial products where a high level of resistance to environmental conditions is required. Drawing on the need for a low-carbon society and our company's principles of contributing to the global environment, we have taken steps to use biomass plastics with our company's products in cooperation with Toray Industries, Inc. (called "Toray" below). The authors report on the results of how biomass plastics can be used to replace conventional resins for limited applications.

1. はじめに

図1に示す通り、光合成によって、CO₂を吸収して育った植物から樹脂を作れば、その樹脂を使用後に焼却しても、地球上のCO₂は増加しない。これがカーボンニュートラルの考え方である。今後は、このようなCO₂排出の抑制や資源循環型社会の実現をさらに加速する必要がある。

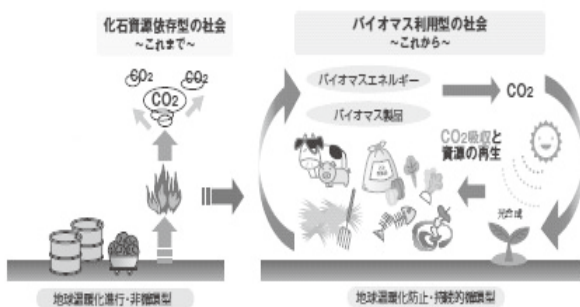


図1 CO₂の循環する社会(農林水産省HPより)

実際には運搬や製造過程を経ることにより、CO₂排出量はゼロにはならないが、排出量削減の手段の1つとして、民生品の分野ではバイオマスプラスチックの利用が各社で進められている。しかしながら工業分野では、製品の使用環境や耐久性などの観点から耐熱性、強度、素材価格において満足できるバイオマスプラスチックは少なく、各樹脂メーカーにおいては従来のエンジニアリングプラスチックの性能に近づけるべく開発が継続されている状況にある。筆者らは現在提供されている各社の樹脂材料の特性調査を行い、最終的に選定された樹脂メーカーの東レとともにバイオマスプラスチックの材料特性を改良しながら部品を試作し、従来部品との性能比較評価を行うことで適用の可能性を明らかにした。また、流動解析と実験よりバイオマスプラスチックと従来樹脂との成形性の違いを明らかにし、従来樹脂金型の流用及び生産性の検討も行ったので併せて報告を行う。

2. 樹脂材料の選定

高度経済成長期においては、埋立て廃棄による公害発生や埋立地不足の観点より、バイオマスプラスチックには地中での生分解性が求められていたが、今日では、地球温暖化対策としてCO₂排出量削減が緊急な課題として取り上げられている。本研究においても、当初は生分解が可能な樹脂への代替を目標として調査を開始したが、今日の地球環境を守る観点よりバイオマスの樹脂材料全体に範囲を広げて選定を行った。当社製品への適用の可能性が高いとして候補に上げた各メーカーの樹脂材料を表1に示す。

最終的には強度、難燃性、収縮率などが従来樹脂に最も近い東レのバイオマス樹脂を選定し、試作成形を進めることに決定した。同樹脂の難燃剤には非ハロゲン系材料が使用されており、また難燃性としてもUL規格94-5Vが認定されている。安全性とともに環境保全からも好ましいことも選定の要因となった。

選定した樹脂のバイオマス成分はポリ乳酸が使用されており、従来樹脂に比べCO₂排出量が約30%、化石資源消費量は約25%の削減が見込まれる。

メーカー	高分子名称	用途
J社	PLA (ポリ乳酸)	乾電池プリスタバック 部品トレイ、キャリアテープ 窓付封筒、CDケース包装
C社	PBS (ポリブチレンサクシネート)	農業マルチフィルム ごみ袋、シャンプーボトル、 食品トレイ 他
S社	PBS (ポリブチレンサクシネート)	フィルム、シート、フィラメント、 不織布、ラミネート、 発泡成形品、射出成形品
M社	PLA (ポリ乳酸)	包装フィルム、化粧容器 農業用シート、 コンポストゴミ袋
U社	PLA (ポリ乳酸)	包装資材、農業資材、 電子機器筐体(携帯ケース)、 事務用資材
東レ	PLA (ポリ乳酸)	包装資材、農業資材、 電子機器筐体(ノートPC 筐体、TVリモコン筐体)

表1 樹脂材料候補一覧

3. 評価対象と成形品の試作

3.1 対象部品の選定

前述の樹脂材料選定の結果及び現在のバイオマス樹脂の強度や耐熱性の水準を踏まえ、当社製品において耐環境性に求められる性能が比較的緩やかな室内設置型の製品である空調用センサ「ネオスタット」(図2)のカバーへの適用を試みた。

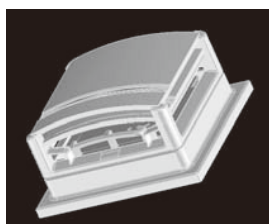


図2 ネオスタットセンサ(中央部)とそのカバー

3.2 金型製作

成形試作にあたり当社試作部門で簡易金型を製作した。簡易金型はアルミ材料を使用し、中子による簡易構造(図3)としている。また、3次元CADデータを直接CAD/CAM変換する加工法を用いることにより、短納期を実現している。

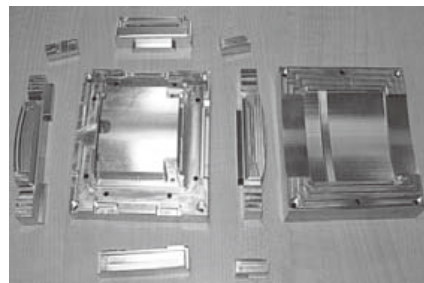


図3 試作した金型

3.3 成形

今回の研究開発の目的がバイオマス樹脂の製品への適用の可能性を探ることから、バイオマス樹脂と従来樹脂による部品を各々成形して両部品を比較することでバイオマス樹脂の評価を行うこととした。両材料の収縮率はほぼ同じであり、従来樹脂の金型が使用できれば新たな投資が削減できる。このことから両材料を同じ金型を使用し成形条件の変更で試作成形することも目標とした。図4は試作例である。



図4 試作した部品

評価は部品形状における強度や耐環境性を比較するため、サンプルとして両材料により各々50個程度を試作した。今回選定したバイオマス樹脂は融点や流動性が従来樹脂材料に対して異なっている。このことから、成形時間、成形転写性及びウェルドの発生等にも注目して成形を行った。

3.4 流動解析

成形の試作過程では、バイオマス樹脂において成形転写性の不足、ウェルドラインの発生などが明らかになった。図5に示す流動解析により問題点を明確にして射出条件を求めた。修正後の条件では、不適合なく成形が可能となっている。今回の成形条件での差によるコストへの影響は、既存の成形工程、及び現在の生産数レベルからほとんどないことも確認された。試作環境において適切と思われた成形条件を表2に示す。

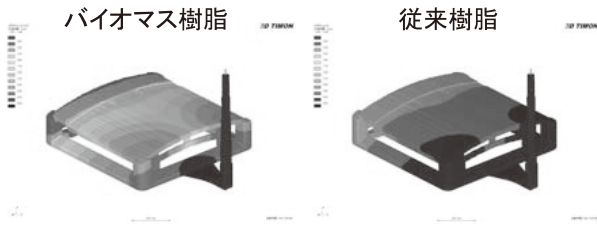


図5 流動解析

材料	射出充填時間[s]	射出ピーク圧[MPa]	シリンダー温度[℃]	型温度[℃]
従来樹脂	0.65	128	270-280	100
バイオマス樹脂	3.21	123	170-240	70

表2 成形条件

4. 成形試作品の評価

バイオマス樹脂及び従来樹脂により成形試作された部品を使用して行った評価及び課題の対応を以下に述べる。

4.1 耐光性試験

今回選定した部品は太陽光による変色も懸念される。このことからキセノン光を両者へ連続照射して、耐光性を比較した。図6に試験状況を示す。

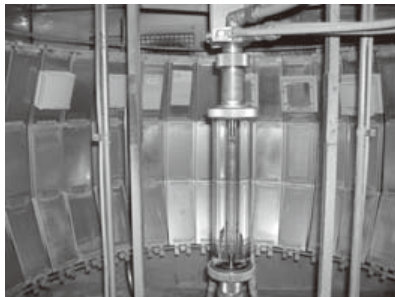


図6 キセノン光照射試験

照射強度は製品に求められる屋外暴露に相当する値で試験し、変色の程度を色差測定法で評価した。

色差は色の知覚的な違いを定量的にあらわしたもので、 ΔE^*ab の次式で定義される数値で表される。

$$\Delta E^*ab = \sqrt{\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2} \dots \dots \text{式(1)}$$

(L*:明度 a*:赤み b*:青み)

実験の結果、従来樹脂に比較してバイオマス樹脂に黄色への変化が確認された。このことから紫外線を吸収する光安定剤の使用などによる改質を材料メーカー 東レに行なった。再試験による結果を表3、表4に示す。

改質樹脂と従来樹脂の色差値は差がほとんどなくなり、同等以上の耐光性能が得られた。

	L*	a*	b*	ΔE^*ab
試験前	65.4	0.1	-0.5	7.0
300Hr後	63.6	-1.7	6.5	

表3 試料名:従来樹脂

	L*	a*	b*	ΔE^*ab
試験前	66.2	-0.2	-0.8	6.5
300Hr後	65.2	-1.2	5.5	

表4 試料名:バイオマス樹脂(改質品)

4.2 温湿度試験

ポリ乳酸の耐熱温度は一般的に55℃近辺であり、これを成分とするバイオマス樹脂の耐熱性は従来樹脂より劣ることが予想された。このことから製品の使用環境を考慮した試験条件で従来樹脂との性能比較を実施した。

試験条件と結果を表5に示す。

各試験の前後において、割れ、変形、膨れなどの外観上の変化は観察されなかった(変形は定盤の上で平面状から4隅の指触により確認した)。また高温放置試験では従来樹脂の部品に僅かに焼けたような色合い変化が認められ、バイオマス樹脂が従来樹脂より優っていた。

試料	高温放置試験	低温放置試験	高湿放置試験	温湿度サイクル試験
	60℃/96Hr	-20℃/96Hr	40℃・95%RH/96Hr	-20~50 95%RH 24Hr 5cycle
従来樹脂	○	○	△	○
バイオマス樹脂	○	○	○	○

表5 試験条件と結果 ○:差異無し △:やや劣る

4.3 強度試験

バイオマス成分であるポリ乳酸は可撓性においても従来樹脂より劣ることから図7に示すとおり、部品の中心部に集中加重を加え、降伏点荷重と撓み量を比較した。試験結果を図8に示す。

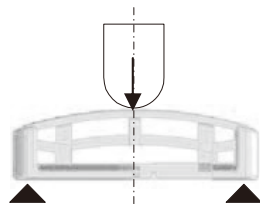


図7 強度試験概念図

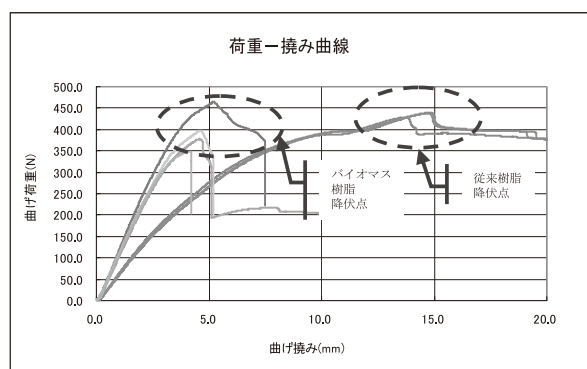


図8 強度試験結果

バイオマス樹脂の降伏点荷重は約400N前後を示しており、従来樹脂とほぼ同等であった。降伏点の撓み量は従来部品と比較して30-50%低かったが4-7.5mmの撓み量を有していた。撓み量をさらに要求される場合は設計上の配慮が必要である。

5. おわりに

地球環境負荷の低減を可能とするバイオマス樹脂は、用途を限定すれば工業市場製品に使用されている従来樹脂への代替が可能なが確認できた。

最後に、選定したバイオマス樹脂の耐光性の課題に対して改質に尽力を頂いた 東レ株式会社 植田氏に感謝を申し上げます。

参考文献

- (1) 高田:ポリカーボネートの改質, プラスチックスエージ, pp.89-96(2004)
- (2) 草川:自動車のプラスチック化の現状と今後の展望, 工業材料, Vol.52, No.9(2004)
- (3) 岩田:近未来に向けたバイオベースの新産業, 化学経済, pp.70-75(2007)
- (4) ミノルタ株式会社, 計測事業部編:色を読む話

商標

「ネオスタット」は株式会社 山武の登録商標です。

著者所属

浜野 裕之	材料技術部
石塚 保夫	ビルシステムカンパニー 開発本部開発2部
宇田川 良吉	生産技術開発部