

## 研究論文

## 樹脂との複合化による木質系材料の成形技術の開発

杉本貴紀\*<sup>1</sup>、高橋勤子\*<sup>2</sup>、山口知宏\*<sup>2</sup>

## Development of Molding Technique of Wood Biomass-Polymer Composite

Takanori SUGIMOTO\*<sup>1</sup>, Isoko TAKAHASHI\*<sup>2</sup> and Tomohiro YAMAGUCHI\*<sup>2</sup>Industrial Technology Division, AITEC\*<sup>1\*2</sup>

蒸気処理を施した植物原料を用いて、工業的に利用できる成形部材の創製を目指して、本研究では、熱可塑性エラストマーと蒸気処理ブナ木粉を複合化し、得られた成形体の物性と成形技術を検討した。熱可塑性エラストマーの添加割合が多いほど、成形体の曲げ強さは低下するものの、アイゾット衝撃値が大きくなることが分かった。また、蒸気処理した木質系材料と熱可塑性エラストマーとを2軸押出機を用いて混練し、ペレット化と射出成形を試みた。熱可塑性エラストマーを30%以上添加すると、汎用の射出成形機による成形が可能であった。ブナ材の他、蒸気処理したスギ材や竹繊維を主原料とした場合も同様に射出成形できた。

## 1. はじめに

化石資源の枯渇、地球温暖化などの問題が深刻化する中、二酸化炭素固定能を有し、再生産可能な循環型資源である木質系材料の有効活用が強く望まれている。当研究所では、木質系材料の利活用促進を目指して、木質系材料に蒸気処理を施すことによって様々な成形部材の原料に適用する一連の研究開発に取り組んできた<sup>1) 2)</sup>。その中で、蒸気処理木粉が加熱加圧下で熱流動することを細管式レオメータを用いて明らかにし、熱流動性に及ぼす蒸気処理条件の影響を調べてきた<sup>3)</sup>。また、この熱流動性を利用して、蒸気処理木粉を加熱加圧することによりプラスチック状の強固な自己接着成形体(木質成形体)を作製し、その物性を明らかにした<sup>4) 5)</sup>。このような木質系材料のみによるプラスチック状成形体は、近い将来、石油由来樹脂に代わる材料として有望視されている。

しかしながら、現開発段階では、蒸気処理木粉のみでは一般的な樹脂に比べて流動性が低く、汎用的な射出成形が容易ではないことが分かってきた。また、汎用プラスチックに比べて耐衝撃性がやや低いため、成形体の用途が限られる。

そこで、本研究では、蒸気処理木粉と熱可塑性エラストマーとを複合化し、成形体の物性と射出成形による成形性を検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 ブナ木粉と熱可塑性エラストマーの複合化

## 2.1.1 原料

木粉の原料として、ブナ材のプレーナ屑を用いた。これをオートクレーブを用いて蒸気処理温度 200℃、処理時間 20 分で蒸気処理し、自然乾燥した後、ウィレー式ミルで粉砕して 0.5mm 以下の蒸気処理ブナ木粉を得た。また、未蒸気処理のブナプレーナ屑を同様に粉砕し、0.5mm 以下の未処理ブナ木粉を得た。添加樹脂材料には、市販のポリスチレン-*b*ポリ(エチレン-*co*-ブチレン)-*b*ポリスチレントリブロック共重合体 (SEBS) の粉末を用いた。SEBS はプラスチックとゴムの中間の性質を示す熱可塑性エラストマーの一種である。ゴム弾性を有する SEBS を添加することによって、成形体の耐衝撃性が向上することを想定した。

## 2.1.2 成形体作製

図 1 に成形体作製工程を示す。気乾の蒸気処理ブナ木粉と SEBS 粉末の重量割合を 90:10、80:20、70:30、60:40、50:50 として混合した後、180℃・20~30rpm・5 分の条件でラボプラストミルを用いて混練した。混練した材料を 180℃で 5 分間予熱した後、180℃・10MPa・5 分の条件で金型を用いて熱プレス成形し、100mm 角の板状の成形複合材を作製した。厚さは約 4~5mm 程度であった。また、同様に未処理ブナ木粉を用いて 90:10、70:30、50:50 の重量割合で SEBS と複合化した場合についても成形体の作製を行った。

## 2.1.3 物性試験

得られた成形複合材から試験片を切り出し、吸水試験、曲げ試験及びアイゾット衝撃試験を行った。

吸水試験は、水槽に 50mm 角の試験片を 24 時間浸漬

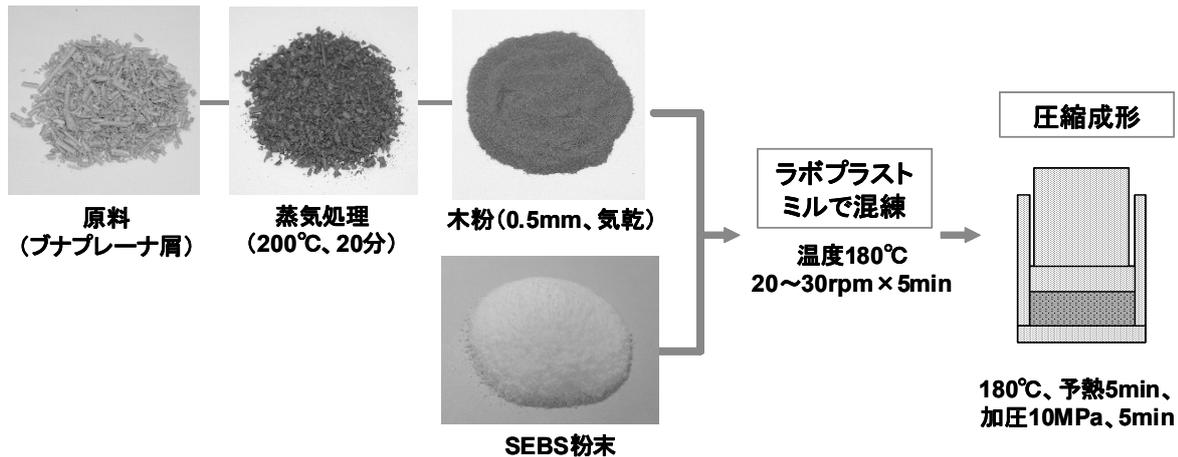


図1 蒸気処理ブナ木粉と SEBS 粉末を複合化した成形体の作製工程

し、浸漬前の試験片重量に対する浸漬後の重量増分を吸水率 (%) として算出した。

曲げ試験は、成形複合材から幅 10mm、厚さ 4~5mm の試験片を作製し、中央集中負荷法により、スパン 64mm、試験速度 2mm/min で行った。

アイゾット衝撃試験は、JIS K 7110 に基づき、ノッチ付き試験片を用いて行った。

## 2.2 木質材料-SEBS 複合材のペレット化と射出成形

木質材料に SEBS を添加して、2 軸押出機 (株式会社テクノ製、φ20) を用いて 180~190°C で混練し、ペレット化を試みた。得られたペレットを用いて、射出成形機 (株式会社製作所製、型締め圧 20t) による成形を試みた。成形条件は、熔融温度 180~190°C、金型温度 90°C とした。ここでは、蒸気処理した木質材料として、前節で述べた蒸気処理ブナ材に加えて、200°C で蒸気処理を行ったスギおが屑及び市販の爆砕タケ繊維を用いた。ブナ材と SEBS は 80:20、70:30、50:50 の割合で、スギおが屑、爆砕タケ繊維と SEBS は 70:30 の割合で混練した。

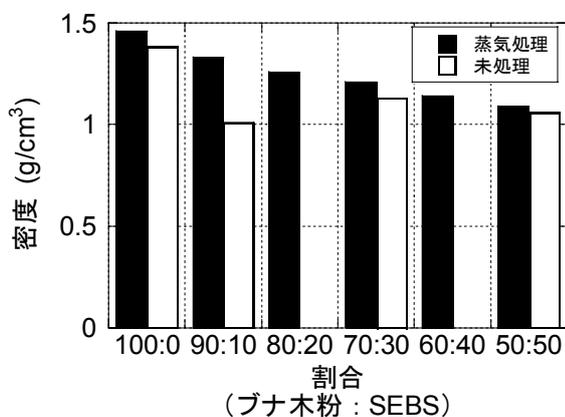


図2 樹脂と複合化した木質成形体の密度

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 ブナ木粉-SEBS 粉末複合材の物性

図2に、成形体の密度を示す。成形体の密度は、蒸気処理ブナ木粉-SEBS の場合は、SEBS の添加割合が多いほど小さくなる傾向を示した。従って、樹脂の添加割合が大きいほど軽量な成形体を得ることができる。未処理木粉を用いた場合は、少しばらつきが見られたが、蒸気処理木粉と同様の傾向であった。

図3に、成形体の吸水率を示す。木粉 100% の場合、蒸気処理木粉で作製した成形体の方が未処理木粉の成形体に比べて吸水率は極めて小さかった。これは、蒸気処理木粉が加熱加圧下で熱流動し、十分に自己接着したためであると考えられる。これと同様に、SEBS を添加した場合でも、蒸気処理木粉の成形体の吸水率は未処理木粉の成形体よりも小さかった。また、蒸気処理の有無に依らず、SEBS の添加割合が増えるにつれて成形体の吸水率は小さくなる傾向を示した。

図4に、成形体の曲げ強さを示す。木粉 100% の場合では、蒸気処理によって発現する熱流動性と自己接着性

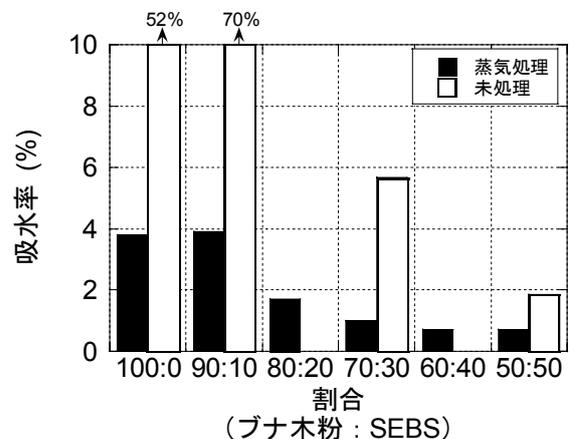


図3 樹脂と複合化した木質成形体の吸水率

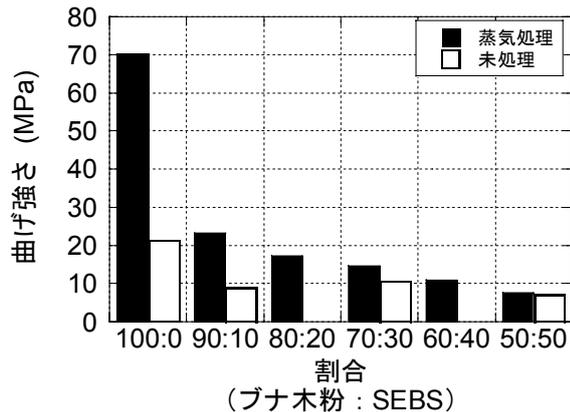


図4 樹脂と複合化した木質成形体の曲げ強さ

により、蒸気処理木粉の成形体の曲げ強さは、未処理木粉の場合に比べて約3倍以上の大きな値を示した。SEBSを添加すると、成形体の曲げ強さは小さくなるものの、SEBSが30%程度まででは、蒸気処理木粉を用いた成形体の方が曲げ強さは大きかった。従って、SEBSと複合化しても、樹脂の添加割合が少ない場合には木粉の蒸気処理が成形体の曲げ強さの向上に効果があることが分かった。なお、SEBSの添加割合が50%になると、蒸気処理木粉を用いた成形体と未処理木粉を用いた成形体の曲げ強さが同程度であり、蒸気処理の効果は見られなかった。

図5に、成形体のアイゾット衝撃値を示す。成形体のアイゾット衝撃値は、SEBSの添加割合とともに高くなる傾向を示した。しかしながら、蒸気処理木粉と未処理木粉を用いた場合の衝撃値に大きな差はみられなかった。

これらのことから、木粉とSEBSを複合化すると、耐水性と耐衝撃性の高い木質成形体を得られることが明らかとなった。また、木質100%の場合に比べて成形体が軽量化されることも分かった。现阶段では、耐衝撃性に効果が現れるには多量のSEBSが必要であり、それによって成形体の曲げ強さが低下することから、これらを改善することが今後の課題である。また、蒸気処理木粉を用いると、未処理木粉の場合に比べ、耐水性のさらなる向上と曲げ強さの低下抑制に効果があることが分かった。

### 3.2 木質材料-SEBS複合材のペレット化と射出成形

ペレット化に先立ってラボプラストミルによる混練試験を予備的に行ったところ、蒸気処理したブナ材は粉末にする前のプレーナ屑の状態、またSEBSはペレット状でも十分に混練できることが分かった。どちらも粉末に比べてハンドリングが容易なことから、これらの材料を用いてペレット化を試みた。SEBSを50%加えた場合は、ダイから混練物が連なって押し出され、ペレット化は容易であった(図6)。また、得られたペレットの大

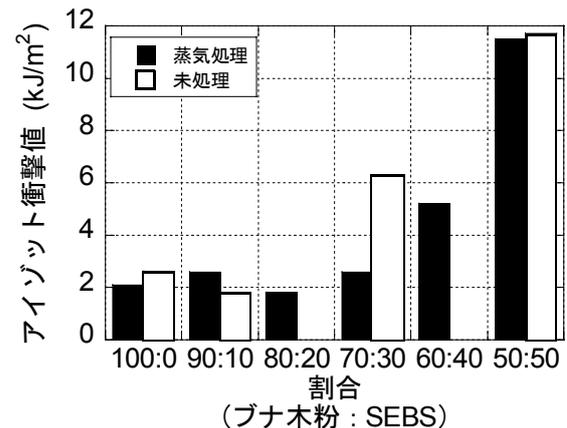


図5 樹脂と複合化した木質成形体のアイゾット衝撃値

きさもほぼ均一であった。SEBSが30%の場合では、樹脂成分が少ないために混練物が20~30cmで切れてしまったものの、連続的に押し出すことができ、ペレット化が可能であった。SEBSが20%では、図7に見られるように混練物がダイに詰まり、押し出されなかった。SEBSの割合が少なく、混練物の流動性が低いためであると考えられる。しかしながら、ダイを取り外したところ、フレック状の混練物が押し出され、射出成形に用いることが可能であることが推察された。

また、ブナ材のプレーナ屑以外に、蒸気処理したスギおが屑および爆砕タケ繊維でも同様にペレット化することができた。一般的に行われている木材と樹脂の複合化では、木粉を微粉末にしているが、蒸気処理をするとプレーナ屑やおが屑、繊維状のままでも混練でき、粉碎の工程を省くことができると考えられた。

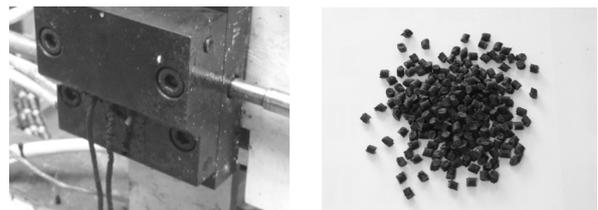


図6 ブナ : SEBS=50:50でのペレット化

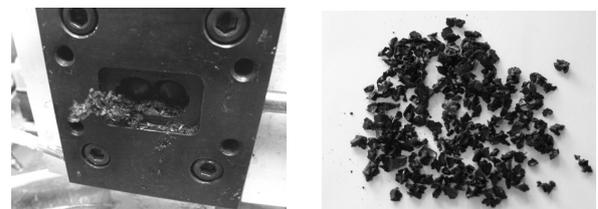


図7 ブナ : SEBS=80:20でのペレット化

次に、得られたペレットおよびフレック状混練物を材料として射出成形を試みた。蒸気処理したブナ木粉にSEBSを30%以上添加したペレットでは、射出成形を行

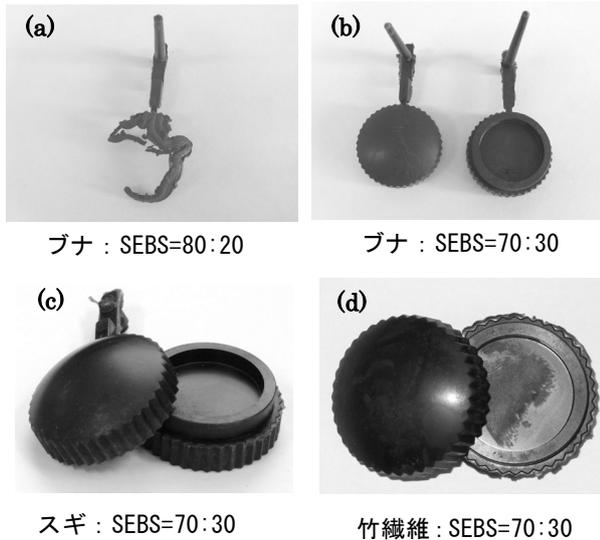


図8 射出成形品の外観

うことができた (図8b)。SEBS 20%のフレイクでは、金型に注入されず、成形は困難であった。しかしながら、金型のゲートまでは材料が充填されていた (図8a)。従って、成形圧を高圧化したり、材料が充填されやすいように金型を改良することなどによって、射出成形を可能にできると考えられる。また、スギおが屑、タケ繊維にSEBSを30%添加して調製したペレットからも同様に射出成形が可能であった (図8c、d)。

#### 4. 結び

本研究では、熱可塑性エラストマーと蒸気処理ブナ木粉を複合化し、得られた成形体の物性を検討した。その結果、木粉とSEBSを複合化すると、木質100%の成形体に比べ、軽量かつ耐水性・耐衝撃性の高い成形体を得られることが明らかとなった。しかしながら、耐衝撃性に効果が現れるには多量のSEBSが必要であり、それに

よって成形体の曲げ強さが低下することから、曲げ強さと耐衝撃性の両立が今後の課題である。また、木粉を蒸気処理することによって、耐水性のさらなる向上と曲げ強さの低下抑制に効果があることが分かった。また、熱可塑性エラストマーを30%以上添加すると、2軸押出機によるペレット化と射出成形機による成形が可能であった。

現在、木粉と熱可塑性樹脂を複合化した木材・プラスチック成形複合材については、主に押出成形によって角柱や棒状のものが生産され、建材などに使用されている。しかしながら、射出成形によって3次元の複雑形状を付与した木材・プラスチック成形複合材はまだ市場で主流となっていない。このような研究開発を通して、木質資源の用途を拡げ、石油由来樹脂の使用を徐々に低減していくことによって、石油資源枯渇や地球温暖化問題の解決に寄与できるものと考えられる。

#### 文献

- 1)高須, 酒井, 福田, 森川, 木方: 愛知県産業技術研究所研究報告, **1**, 47(2002)
- 2)酒井, 福田, 高須, 木方: 愛知県産業技術研究所研究報告, **2**, 20(2003)
- 3)Takahashi, I., Takasu, Y., Sugimoto, T., Kikata, Y., Sasaki, Y.: *Wood Sci. Technol.* (accepted for publication)
- 4)高橋, 高須, 福田, 木方: 愛知県産業技術研究所研究報告, **3**, 2(2004)
- 5)Takahashi, I., Sugimoto, T., Takasu, Y., Yamasaki, M., Sasaki, Y., Kikata, Y.: *Holzforschung* (accepted for publication)