209 木質廃棄物の再資源化による木粉成形体の製造

Production of Wood Powder Molding by Recycling Wood Waste

○ 正 今西 祐志 (産総研) 竹内 和敏 (産総研)
 金山 公三 (産総研)

Hiroshi IMANISHI, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology,
 2266-98 Anagahora, Shimoshidami, Moriyama-ku, Nagoya 463-8560

Kazutoshi TAKEUCHI, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
 Kozo KANAYAMA, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

To develop utilization technology of wood resources, production of new materials from wood powder was tried. It was confirmed that molding of wood powder was possible by using self-adhesion ability of wood without using adhesive. For improvement of strength performance of mold materials, a preparation method of wood powder was examined. Wood was broken down in various conditions of temperature and moisture content. Mold materials were produced only from wood powder under steam processing of high temperature and high pressure, and the strength performance was investigated. It was confirmed that improvement of strength performance of mold materials was possible by preparing wood powder in the state of high temperature and high moisture content.

Keywords: Wood Powder, Injection Molding, Self-adhesion Ability, Lignin, Bending Property

1. はじめに

現在、森林資源の減少は世界的に深刻な問題である。とりわけ良質の大径木の減少によりその入手が困難となっており、小径で低品質な未利用材をいかに利用するかということが重要な課題である。また、一方で、自然保護や環境問題への関心の高まりから、木質資源のリサイクルが具体的な課題として検討され始めており、この動きは今後急速に進展していくと考えられる。木材の再利用を行う場合、柱→板→チップ→木材繊維というようにエレメントは徐々に小さくなり、木粉は最終の利用形態であるといえる。この木粉は主に燃料として利用されるが、大気中から固定した炭素を地球温暖化ガスであるCO₂として大気中に放出させないためにも、木粉を原料として材料を作製し、炭素をその中に蓄積することが望ましい。

原料としての木粉を得る場合、元の木材の質はそれほど大きな問題ではない。木材の径の大小や、樹種の有用さなどとは無関係に木粉を調達することができる。例えば、年間に約500万t発生する建設廃木材のうち、比較的サイズの小さいエレメントは木粉の原料として適している。また、製材工場で大量に排出される端材や鋸屑は木粉の原料として好適であり、剪定材などの未利用材も木粉の原料として利用可能である。

また、建設廃棄物のリサイクル率が全体で約80%であるのに対し、建設廃木材のそれは約40%で、他の品目と比較してリサイクルが遅れている状況にあり、新たなリサイクル技術への期待が高まりつつある。

以上の背景から、木材の更なる可能性を追求し、かつ木材が有している生分解性などの特性を保持した木粉成形体の製造技術の開発を進めている。これまでに、木粉の圧縮成形体について、木粉の形状特性と成形体の機械的・物理的特性との関連性を検討した結果、プラスチックなどの、埋蔵資源を原料とする材料の代替材としての利用の可能性が認められた^{1, 2)}。

電化製品の筐体などの代替品として木粉成形体を利用する

ことを考える場合、任意の三次元形状を付与した成形体の製造を可能とすることが必要である。その製造方法として、射出成形に着目した。射出成形法は、原料を成形機内で加熱・溶融してノズルから金型内に圧入し、冷却・固化させる方法で、プラスチックの製造などにおいて広く用いられている成形法である。木粉の射出成形のためには木粉が流動性をもつことが重要であり、それを左右する因子として、木粉粒子の形状や大きさ、硬さ、粒子間の摩擦、それを軽減する潤滑剤の効果などが挙げられる。射出成形のための基礎的な検討として、木粉のみを原料としてFig. 1に示すような方法により水蒸気処理条件下での成形を試みたところ、Fig. 2に示すような複雑形状の成形体を得られた³⁾。しかしながら、成形体の強度は十分ではなく、実用化のためには強度性能の向上が必要である。

木粉のみを原料とした水蒸気処理条件下での成形においては、木材が適当な水熱処理によって自己接着能力を発現することが関連している。さらにこの場合、木材の主要構成成分の一つであるリグニンの存在が深く関わっている⁴⁾ため、リグニン

Fig. 1 Schematic illustration of method of molding.

Fig. 2 Photograph showing the gear molded from wood powder without using adhesive.

を有効に利用することは成形体の強度性能の向上につながると考えられる。そのためには、適当な処理によって木粉の表面にリグニンを露出させることが有効と思われる。以上のことから本研究では、木粉製造時の条件を変えて木粉を調製し、木粉調製条件と成形体の強度性能との関連について検討した。

2. 実験

供試材としてスギのチップを用意した。粉碎前のチップの含水率 (MC) を 0% または約 30% (繊維飽和状態) とし、25℃ または 100℃ の温度条件で木粉を製造した。これは、100℃ で湿潤状態にある木材が破壊する場合、リグニンを多く含む細胞間層と呼ばれる部分で選択的に破壊が生じることが知られており⁵⁾、この現象を積極的に利用する条件とそうでない条件を設定したものである。

上記の条件で調整したチップをウィレーミルにより粉碎し、ふるいによる分級を行って原料木粉を得た。用意した木粉の粒径は 150~180 μm である。Fig. 1 に示した手順と同様に、木粉 1.5 g を内径 30 mm の金型に入れ、30 min の水蒸気処理を行った後、5 min の圧縮を行って、円形断面棒 (断面直径 3 mm、長さ 30 mm) を成形した。圧縮圧力は 139 MPa である。なお、作業性や将来の環境問題への対応を考慮して接着剤は使用しなかった。

円形断面棒について中央集中負荷による 3 点曲げ試験を行って、弾性率および曲げ強度を調べた。

3. 結果

Fig. 3 は、それぞれの粉碎条件で得た木粉粒子の電子顕微鏡写真である。木材は直交異性が顕著な材料であるため、アスペクト比が大きい針状の粒子が多く存在する。Fig. 3 では、粉碎条件が異なることによる粒子形状や破壊位置の違いは判然としませんが、目視での観察で木粉の色の違いが確認できた。これは、粉碎条件の違いにより木粉の性状に差が生じたことを示唆している。

Fig. 4 は、曲げ試験結果のうち、木材の粉碎条件とかさ密度および曲げ強度との関係を示したものである。粉碎条件が異なる木粉をそれぞれ成形しても、成形体のかさ密度に大きな変動は生じず、約 1.1 であった。木材の真比重が約 1.5 であることを考えると、成形体内部には、強度低下の原因となる空隙がかなり存在すると考えられる。一方、曲げ強度は、木材を 100℃、約 30% MC の状態で粉碎した場合に最も大きい値を示した。これは、木材を高温・高含水率の状態で粉碎することにより、木材が

Fig. 3 Photographs showing wood powder broken down in various conditions.

Note: A: In condition of 25℃ and 0%MC (moisture content), B: 25℃ and about 30%MC, C: 100℃ and 0%MC, D: 100℃ and about 30%MC.

Fig. 4 Relationships between condition of breaking down of wood and bulk density, bending strength of mold material.

Legend: —●—: Bending strength, —○—: Bulk density.

Note: A, B, C, D: See Fig. 3.

本来持っている自己接着能力を高め、木粉のみを原料とした成形体の強度性能の向上を図ることができることを示している。

参考文献

- 1) 金山公三, 古田裕三, 横山操, 小畑良洋, 今西祐志, 小原光博: 日本木材学会中部支部大会講演要旨集, 長野, 1999, pp.58-59.
- 2) 今西祐志, 古田裕三, 小畑良洋, 金山公三: 第 50 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 京都, 2000, p.287.
- 3) Imanishi, H., Takeuchi, K., Kanayama, K.: 1st International Cellulose Conference, Kyoto, 2002, p.110.
- 4) 田村靖夫: 木材工業 57(7), 287-291 (2002).
- 5) 飯田生穂: 木材学会誌 35(10), 875-881 (1989).