

未利用バイオマスの資源有効利用 (第3報) 木材・プラスチック複合材の曲げ性能に及ぼす ディスクミルによる木粉調製条件の影響

今西祐志*, 中島梓*

Effective Utilization of Wood Biomass as Material Resource (III) Influence of the wood flour preparation condition by a disk mill on bending properties of wood/plastic composite

Hiroshi IMANISHI*, Azusa NAKASHIMA*

ディスクミルを用いて調製した繊維状木粉を原料として木材・プラスチック複合材の押出成形を実施し、磨砕条件（砥石のクリアランス設定、砥石の選択）が押出成形及び曲げ性能に与える影響について検討した。砥石のクリアランスが大きいほど押出成形が困難になる一方で、曲げ弾性率及び曲げ強さは大きくなる傾向が認められた。また、表面が比較的滑らかな砥石で調製した木粉の方が押出成形は困難であったが、曲げ性能は高い値を示した。

1. 緒言

現在、混練型WPCは主にエクステリアでの建築資材用途で利用が拡大しており、特にウッドデッキ市場に関しては約8割が混練型WPC製となっている¹⁾。森林資源の有効利用、地球温暖化対策などの観点からさらなる利用拡大が期待されている混練型WPCであるが、そのためには自動車や家電製品の部品のような新たな市場への展開を推し進める必要があり、強度など様々な物性の向上が求められている。

混練型WPCの強度物性向上については、原料である木粉をディスクミルで調製することによって、木材繊維による補強効果をさらに高めることができる^{2, 3)}。しかしながら、ディスクミルによる磨砕条件が補強効果に及ぼす影響については十分な検討がなされていない。

本研究では、ディスクミルを用いた原料木粉の調製について、湿式磨砕におけるクリアランスの設定や砥石の選択が混練型WPCの押出成形挙動や曲げ性能に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 木粉の調製

スギ (*Cryptomeria japonica*) の気乾材 (含水率約12%) を、φ2mmのスクリーンを取り付けたカッターミル (株) ホーライ, BO-210) で粉砕して一次粉砕物を作製した。これを5wt%の水懸濁液として、ディスクミル (増幸産業 (株), MKCA6-2) により湿式磨砕を行った。クリアランスは100, 300, 500, 700μmとした。砥石は微粉砕用 (増幸産業 (株), MKE6-46, 砥石Eと称す) と超微粉砕用 (増幸産業 (株), MKGA6-80, 砥石GAと称す) の2種類を使用した。砥石Eは炭化ケイ素質を主体とする砥石で、表面は比較的粗い。砥石GAはアルミナ質が主体の焼成砥石で、表面は比較的滑らかである。ディスク回転速度は1800rpmとして繊維状木粉を得た⁴⁾。

2.2 押出成形

木粉割合が60, 70, 80wt%となるようプラスチックおよび相容化剤と混合した。プラスチックはポリプロピレン (日本ポリプロ (株), ノバテック PP BC6DR, MFR=2.5g/10min) を使用した。また、木粉とプラスチックの相容性を高めるための相容化剤は無水マレイン酸変性ポリプロピレン (化薬アクゾ (株), カヤブリッド 006PP) を使用した。混合物を180℃で押出成形して、断面寸法が幅25×厚さ2mmの板材を作製した。押出成形には混練押出試験装置 (株) 東洋精機製作所, 4C150, 2軸押

* 試験研究部

出装置, 2D25S) を使用した。スクリー回転速度は15rpmとした。

2.3 曲げ試験

試験は中央集中負荷により行った。支点間距離は60mmで、試験速度は3mm/minである。試験には材料試験機 (株) 島津製作所, AG-50kN) を使用した。試験体寸法は幅20×厚さ2×長さ75mmで、試験体数は各条件で6体である。

3. 結果と考察

3.1 押出成形時の挙動

図1に、押出成形時の比エネルギーに及ぼす砥石のクリアランスの影響を示す。比エネルギーは、原料に対し押出機で行った仕事を単位押出質量当たりで表した値である。全体的な傾向として、磨砕時のクリアランスが大きいほど、また、木粉割合が大きいほど、押出成形に要するエネルギーは大きくなっている。とくに、クリアランスが300～500 μm のあたりで比エネルギーの変動が大きい。砥石の影響については、比較的表面が滑らかな砥石GAで調製した木粉の方が比エネルギーは大きい。これは、砥石GAでの磨砕では比較的繊維が切れにくく、また、フィブリル化が進んだことにより、より大きいエネルギーを混練に要したものと推察される。

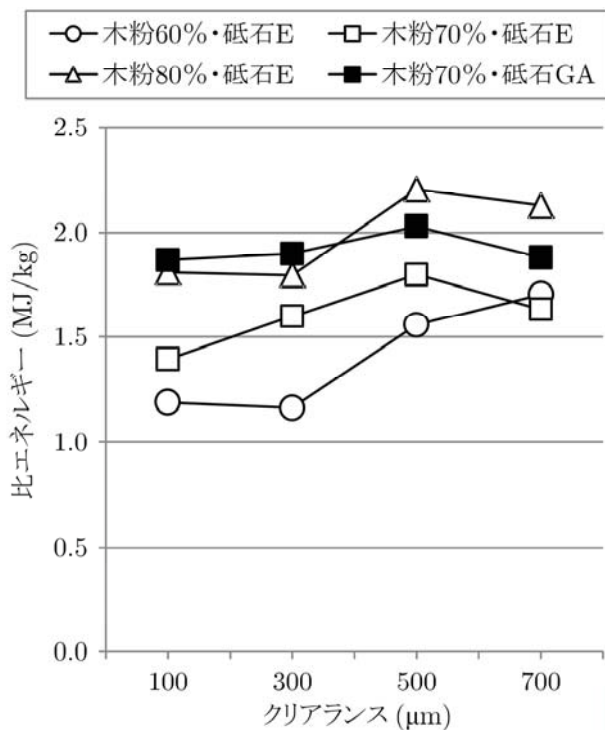


図1 押出成形時の比エネルギーに及ぼす砥石のクリアランスの影響

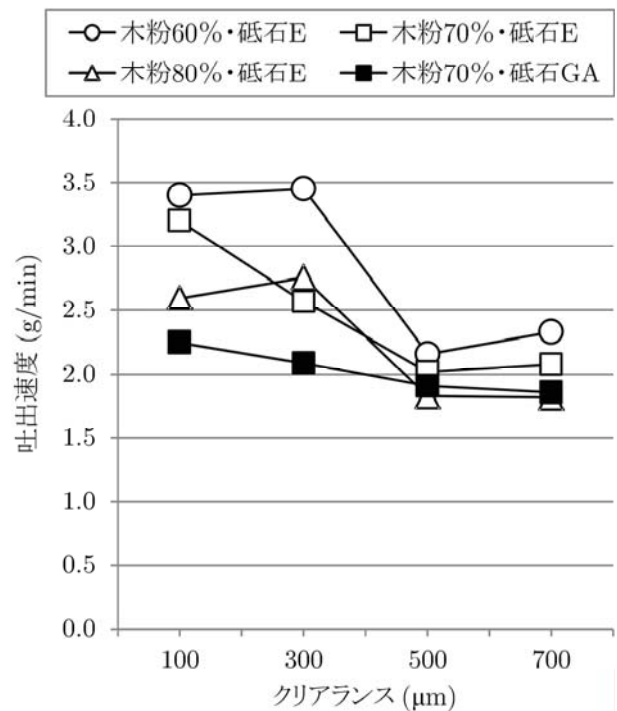


図2 押出成形時の吐出速度に及ぼす砥石のクリアランスの影響

図2に、押出成形時の吐出速度に及ぼす砥石のクリアランスの影響を示す。全体的には、磨砕時のクリアランスが大きいほど、また、木粉割合が大きいほど、吐出速度は低下する傾向が見られる。特に、クリアランスが300 μm を超えるあたりでの速度低下が大きい。砥石の選択の影響については、砥石GAにより調製した木粉を用いた方が吐出速度は小さくなっており、その差はクリアランス100 μm において最大であった。

3.2 曲げ特性

図3に、押出成形体の曲げ弾性率を示す。砥石Eにより調製した木粉を用いた場合について見ると、いずれのクリアランスにおいても木粉割合が大きいほど曲げ弾性率は大きい。また、砥石のクリアランスが大きいほど曲げ弾性率は大きくなる傾向が認められるが、それとともに標準偏差が増大しており、物性のばらつきが大きくなっている。砥石の選択の影響については、砥石GAにより調製した木粉を用いた方がやや大きい値を示している。

図4に、押出成形体の曲げ強さを示す。木粉割合と曲げ強さの関係は、曲げ弾性率とは逆の傾向を示しており、いずれのクリアランスにおいても木

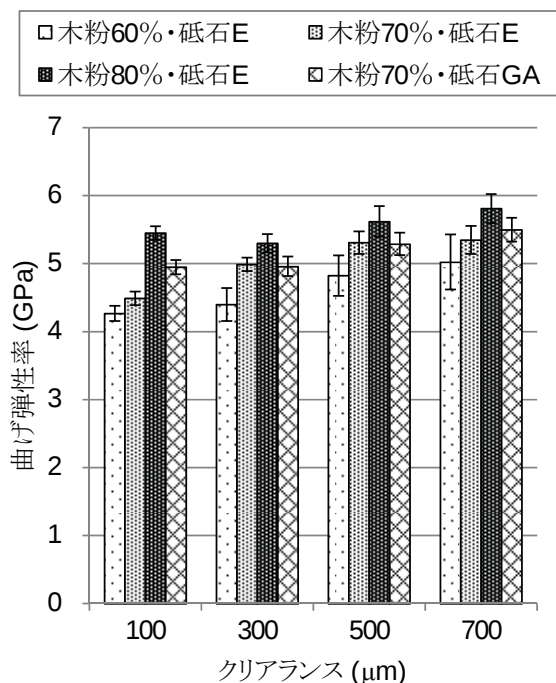


図3 押出成形体の曲げ弾性率

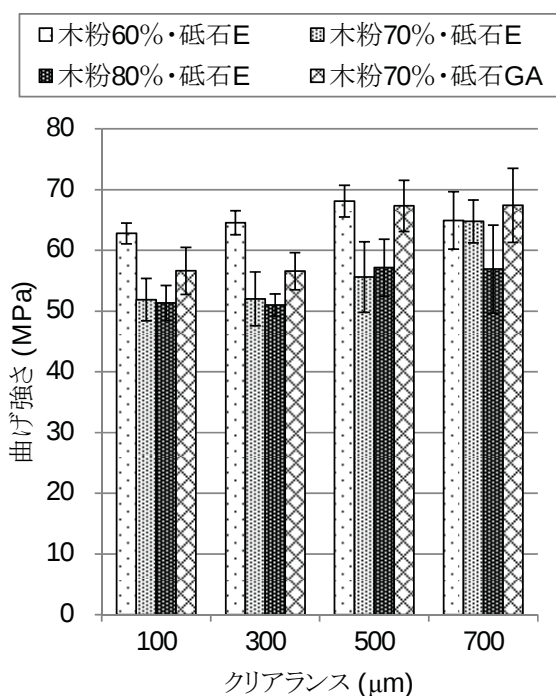


図4 押出成形体の曲げ強さ

粉割合が小さい方が曲げ強さは大きい。砥石のクリアランスが大きいほど曲げ強さ及びその標準偏差が大きくなる傾向は、曲げ弾性率と同様である。砥石の選択の影響については、砥石GAにより調製

した木粉を用いた方が大きい値を示しており、クリアランス700μmにおいては木粉割合60%の成形体の値を上回っている。

今回の検討の中では、砥石のクリアランスが大きいほど曲げ弾性率及び曲げ強さが大きくなる一方で、押出成形は困難になる（比エネルギーは増大、吐出速度は低下）傾向にあることが明らかとなった。砥石の選択の影響については、表面が比較的滑らかな砥石で調製した木粉を用いた方が高い強度値が得られたが、押出成形は困難になる傾向が認められた。

4. 結言

ディスクミルを用いた湿式磨砕により繊維状木粉を調製し、これを原料として木材・プラスチック複合材の押出成形を実施した。湿式磨砕におけるクリアランス設定及び砥石の選択が押出成形時の挙動、曲げ特性に及ぼす影響について検討した。得られた知見は次のようにまとめられる。

- 1) 砥石のクリアランスが大きいほど押出成形時の比エネルギーは増大、吐出速度は低下し、押出成形が困難になる傾向が認められた。砥石の選択の影響については、表面が比較的滑らかな砥石で調製した場合の方が押出成形は困難であった。
- 2) 砥石のクリアランスが大きいほど曲げ弾性率及び曲げ強さは大きくなる傾向が認められた。砥石は、表面が比較的滑らかな砥石で調製した場合の方が高い物性値を示した。

参考文献

- 1) 週刊エクステリア, 1261号, 2010年9月28日.
- 2) R. Kumari, H. Ito, M. Takatani, M. Uchiyama, T. Okamoto, J. Wood Sci., 53, 470 (2007).
- 3) 伊藤 弘和, 服部 英広, 岡本 忠, 遠藤 貴士, 李 承桓, 藤 正督, 寺本 好邦, 吾郷万里子, 今西 祐志, 高谷 政広, 繊維学会誌, 67(1), 1-7 (2010).
- 4) 今西祐志, 足立隆浩, 岐阜県生活技術研究所研究報告, No. 12, 22-26 (2011).