

# ウッドプラスチックの材料強度に関する研究

築山健一, 橋本寿之, 塚脇 聡, 横山詔常<sup>\*1</sup>, 山本 健<sup>\*1</sup>, 花ヶ崎裕洋<sup>\*2</sup>, 古山安之<sup>\*3</sup>

## Study on Mechanical Properties of Wood Plastic Composite

TSUKIYAMA Kenichi, HASHIMOTO Toshiyuki, TSUKAWAKI Satoshi, YOKOYAMA Noritsune<sup>\*1</sup>,  
YAMAMOTO Ken<sup>\*1</sup>, HANAGASAKI Hiromi<sup>\*2</sup> and FURUYAMA Yasuyuki<sup>\*3</sup>

Evaluation of wood powders was performed as one of the factors which was influenced the properties of wood plastic composite. Two species of wood were separated into sapwood, heartwood and bark. They were crashed to powders and classed by grain size. Wood plastic composite composed of polypropylene (PP), maleic anhydride modified PP and each wood powder were molded. Then the tensile strength and the modulus of rupture were measured. As a result, sapwood was appropriate material compared with heartwood and bark. As the grain size of wood powder was small, the strengths tended to be strong.

木材・プラスチック複合材の物性を左右する因子の一つとして、原料である木粉に着目し評価を試みた。木粉の樹種や辺・心材及び樹皮の別、木粉の粒径を変えて複合材を成形し材料強度を測定した。その結果、樹種や辺・心材等の違いにより材料強度に違いが見られた。木粉の粒径が小さいほど、引張・曲げ強度が強くなる傾向が把握できた。

キーワード：ウッドプラスチック、木粉、樹種、材料強度

### 1. 緒 言

木材・プラスチック複合材（以下 WPC）は、木質原料として廃材、未利用材を利用することができ、プラスチック原料にも廃プラスチックが利用できることから、環境資材として注目され、その生産量は、屋外におけるデッキ材等の外構材を中心に、年々増加している<sup>1)</sup>。

WPC の物性を決定する因子は、原料やその前処理法、混練方法や成形条件等多数存在し、木粉の差異もその一つである。

本研究では、木粉の樹種や辺・心材及び樹皮の別、粒径の違いが WPC の材料強度に及ぼす影響について調べた結果を報告する。なお、木粉として使用する木材の樹種については、製材量が多く安定した供給が期待できるダグラスファー（ベイマツ、*Pseudotsuga menziesii*）と、広島県で植栽面積が大きいヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）を選定した。

### 2. 実験方法

木粉種別や粒径の異なる木粉により混練・成形された WPC の材料強度の違いについて検証した。

#### 2.1 樹種等の違いによる比較

木粉としてダグラスファーの辺材（樹幹の外側の部分

で、特異な着色がなく含水率が一般に高い部分<sup>2)</sup>）・心材（樹幹の内側に存在する濃色で一般に含水率の低い部分、樹種固有の心材成分を含む場合が多い<sup>2)</sup>）、ヒノキの辺材・心材・樹皮を 150~300 μm に分級したものを用意した。木粉の調製は、木材を薪割り機で分割、部位別に分類、木材破砕機によるチップ化、衝撃式の粉砕機による粉砕、ふるいによる分級の手順で行った。プラスチックは射出グレードのポリプロピレン（以下 PP）であるノバテック SA04C（日本ポリプロ(株)）を用いた。相容化剤はマレイン酸変性の PP（以下 MAPP）であるユーメックス 1010（三洋化成工業(株)）を用いた。

混練は、ラボプラストミル（(株)東洋精機製作所、MODEL30C150）ミキサタイプ R60 を使用した（図 1）。PP の融点が約 170℃であるため、ミキサ温度を 180℃に設定し、設定温度となった後、容量 60ml のチャンバ内に PP49.5wt.%・木粉 49.5wt.%・MAPP1.0wt.%、合計量 50.5g の原料を、PP・MAPP の混合物-木粉の順で投入した。

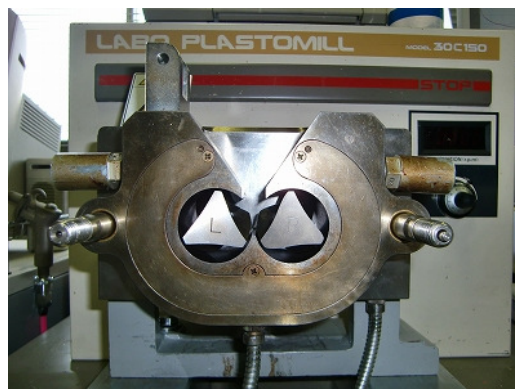


図1 ラボプラストミル

2010. 5. 14 受理 材料技術研究部

\*1 西部工業技術センター 生産技術アカデミー

\*2 林業技術センター

\*3 広島県産業科学技術研究所

投入開始から10分間を予熱時間として5rpmで混練した後、回転速度45rpmで15分間混練した。

成形は、混練した試料をポリイミドフィルムを敷いたステンレス板中央に置き、0.4mm厚のスペーサーを左右に配置し、その上にポリイミドフィルム、ステンレス板の順で重ね、熱板温度200℃に設定した手動式ホットプレス上に設置した。プレス機に設置後、4.9MPaの圧力で5分間予熱を行い、予熱後30秒間14.7MPaに加圧してシート状に成形した。成形後ステンレス板ごとプレス機から取り出し冷却した(図2)。



図2 成形前(左)成形後(右)

成形したシートを試験片打抜刀(高分子計器㈱ 引張2号形ダンベル状)で試験片を作製し、つかみ具間距離30mm、試験速度10mm/minで引張試験を行った。試験片の数量は各3体ずつとした。

## 2.2 粒径の違いによる比較

木粉としてダグラスファーの辺材で150μm以下、150~300μm、300~500μm、500~1000μmのものを用意した。PP及びMAPPは2.1と同様のものを用いた。

混練及び押出しには二軸混練押出機(㈱日本製鋼所, LABOTEX30)を使用した。木粉・PPを同重量、MAPPを木粉及びPPの総重量に対して1.0wt.%配合し、シリンダー温度180℃とした。ストランド水槽で冷却後ストランドカッターで裁断WPCペレット作製した。

作成したWPCペレットを十分乾燥した後、射出成形機(東芝機械㈱, IS80G-2AV)により試験片を作製した。

JIS K7162 引張特性の試験方法, JIS K7171 曲げ特性の試験方法, JIS K7110 アイゾット衝撃強さの試験方法に準じて強度試験を行った。試験片の数量は各5体ずつとした。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 樹種等の違いによる比較

図3に樹種等木粉種別の異なるWPC成形物と引張強度の関係を示す。ダグラスファー・ヒノキとも辺材が心材より引張強度は強い傾向がみられ、心材の有する成分の影響があるものと推定される。PP100%の試験片と比較すると木部を使用したものでは、引張強度の大きな低下は見られなかったが、ヒノキ樹皮を使用したものでは、1/3弱に引張強度が大きく低下した。また、MAPPの添加の有無についてダグラスファー辺材で比較すると、MAPPを添加したものは添加しないものより約2.5倍強度が強くなっ

ている。混練中にMAPPが木粉表面へグラフトした結果、木粉とマトリックスとの界面接着性が向上した<sup>3)</sup>ためと考えられる。

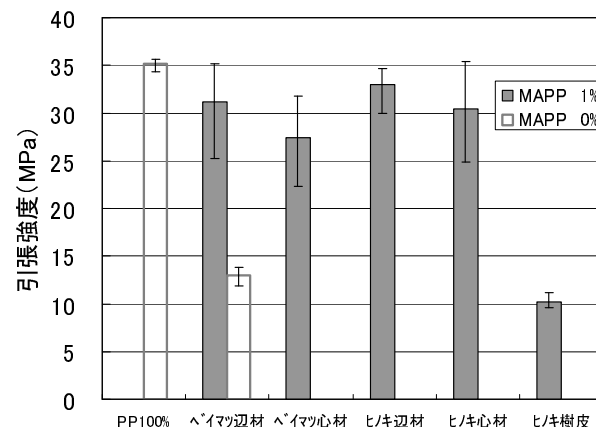


図3 木粉樹種等の違いと引張強度

図4に混合した木粉を使用したWPC成形物と引張強度の関係を示す。木粉はヒノキ辺材と樹皮をそれぞれ10:0, 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, 0:10の質量割合で混合したものである。辺材の割合が多いほど引張強度が強くなった。樹皮をWPCのフィラーとして使用する場合は、木部:樹皮を8:2程度に混合して用いることで、PP100%のものに対し強度の低下のそれほど大きくない材料として利用できるとと思われる。

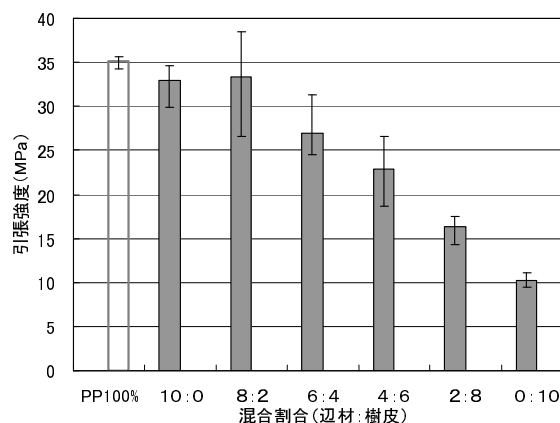


図4 木粉の混合割合の違いと引張強度

### 3.2 粒径の違いによる比較

図5に粒径の異なる木粉によるWPC成形物と引張強度、図6に曲げ強度の関係を示す。引張強度・曲げ強度ともに木粉粒径が小さいほど強度が強くなった。MAPPのグラフトにより木粉とPPの界面剪断強度が向上し<sup>3)</sup>、界面の総面積が大きい粒径の小さなものが強くなったと考えられる。また、PP100%のものよりも強度が強くなった。二軸混練押出機による混練の結果、MAPPの木粉表面へのグラフトが良好であったこと、射出成形時の流れにより木粉がある程度配向され、繊維による補強効果が現れたこと、等が原因であると推定される。

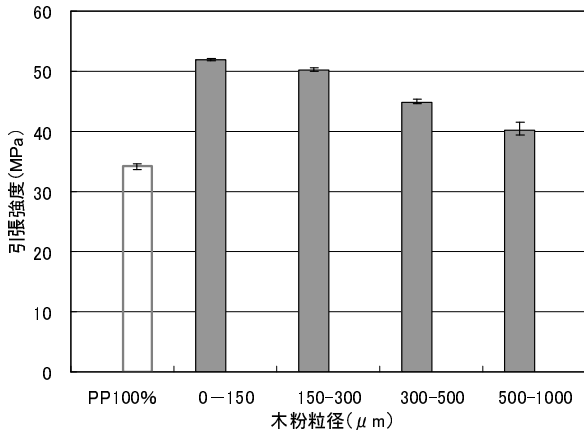


図5 木粉の粒径の違いと引張強度

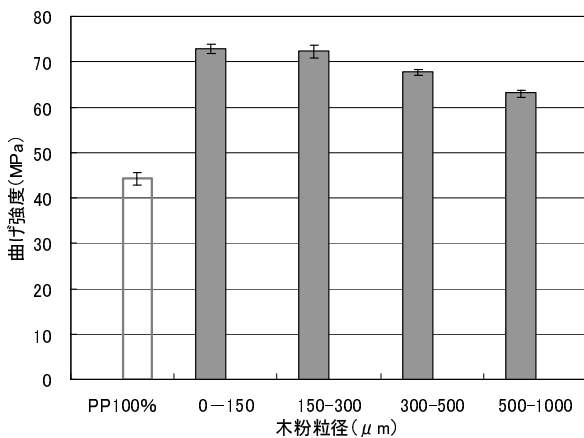


図6 木粉の粒径の違いと曲げ強度

図7に木粉粒径の違いと衝撃強さ（ノッチあり）の関係を示す。木粉粒径が大きい方が衝撃強さが強くなった。粒径の大きい木粉では、ふるいによる分級過程で比較的長い形状のものが多く残り、射出成形による配向の結果、衝撃を木粉の剪断の形で多く受け止めたためと推測される。

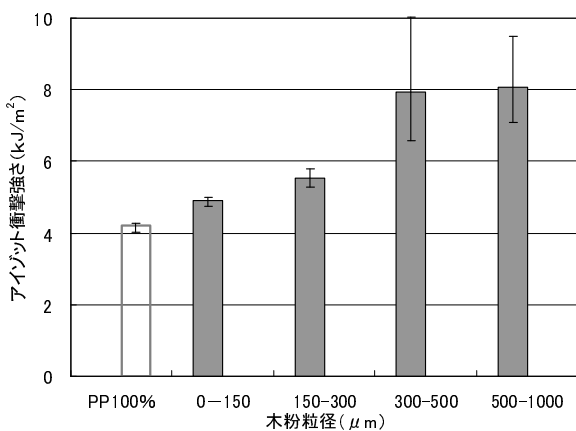


図7 木粉の粒径の違いと衝撃強さ（ノッチあり）

図8に木粉粒径の違いと衝撃強さ（ノッチなし）の関係を示す。ノッチ有りの場合と逆に粒径が小さい方が、

衝撃強さが強くなった。WPCの表面では木粉粒径の大きいものほど、木粉が破壊の起点として作用し、打撃刃先が試験体表面を破壊する際のエネルギーに影響を及ぼしたためと推測される。

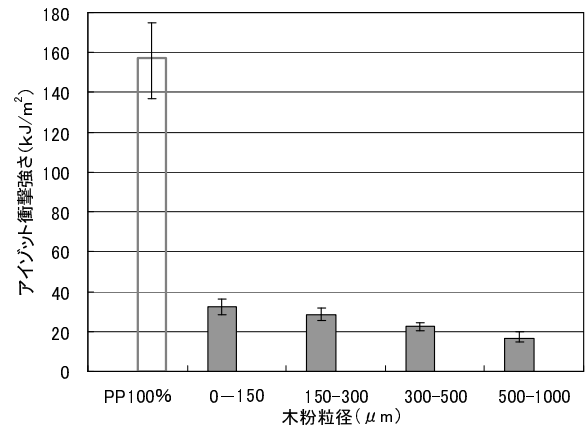


図8 木粉の粒径の違いと衝撃強さ（ノッチなし）

木粉割合が50wt.%程度のWPCでは、PPに対する引張・曲げ・衝撃（ノッチあり）強度や粉砕コストを考慮すると、300～1000 μmの木粉の使用が適していると思われる。

#### 4. 結 言

樹種等や粒径の異なる木粉を用いてWPCを成形し、材料強度に及ぼす影響を検証した結果、次の結論を得た。

- 1) 木材の樹種や辺・心材の別等の違いにより、WPCの材料強度は異なる。また、それらの木粉を混合して使用した場合、混合割合に応じて材料強度が変化することが分かった。
- 2) 木粉の粒度が小さいほど引張・曲げ強度は強くなる。衝撃強さについては、ノッチがある場合には木粉粒径が大きい方が衝撃強さは強くなるが、ノッチがない場合には逆の傾向を示すことが分かった。

#### 謝 辞

本研究を推進するにあたり、樹種等の違いが強度性能に及ぼす影響について、平成20年度地域産業活性化支援事業を活用した。実験装置の提供と助言を頂いた産業技術研究所中国センターバイオマス研究センター水熱・成分分離チームの皆様に謝意を表す。

#### 文 献

- 1) 木口 実：第25回木質ボード・木質複合材料シンポジウム 木材・プラスチック複合材部会第6回定期講演会要旨集，京都市，2009，p.61.
- 2) 独立行政法人森林総合研究所監修：木材工業ハンドブック，丸善，2004，p.95.
- 3) 白石信夫ほか3名：実用化進む生分解性プラスチック，工業調査会，2000，p.115.