

WPCの強度に及ぼす木粉のアセチル化の影響

今西祐志*, 伊藤国億*

Effects of Acetylated Wood Flour on Bending Properties of Wood Plastic Composites

Hiroshi IMANISHI*, Kuniyasu ITO*

木粉高充填WPCについて、原料木粉のアセチル化が押出成形性及び曲げ特性に及ぼす影響を検討した。木粉のアセチル化により、押出成形時のトルク及び樹脂圧力が低下し、押出成形性が向上した。また、木粉のアセチル化によりWPCの曲げ弾性率には大きな変化はなかったが、曲げ強度及び最大たわみは大きく向上して、アセチル化度10%で極大を示した。

1. はじめに

木材・プラスチック複合材（WPC：Wood Plastic Composite）は木粉と熱可塑性樹脂を混練して、プラスチックと同様な手法で成形した材料である。主にデッキ材のようなエクステリア用途で利用が拡大してきている¹⁾が、今後、製品形状の自由度の高さと金型による同一形状製品の大量生産により、更に幅広い用途への活用が期待されている。

原料として用いられる熱可塑性樹脂は疎水性で親水性の木粉との親和性は低く、WPCの強度等の性能を低下させる大きな原因となっている。一般的な対策として、樹脂の一部を親水性に変性させた相容化剤を添加する方法が採られる²⁾が、効果に限界があるため、木粉の一部を疎水性に変性することも有効と考えられる。また、WPCの木粉割合を高めて、再生産可能でカーボンニュートラルな資源である木材を積極的に利用し、有限な化石資源の消費を抑えることは環境に対する配慮として大きな意義を持つが、水分の影響をより強く受けるようになり耐水性等の物性が低下するため、木粉の疎水化による改質処理は有効な手段であると考えられる。

木粉の疎水化の一つにアセチル化処理がある。アセチル化処理は、例えば無水酢酸と木材を反応させることで木材中の水酸基をアセチル基に置換するもので、木材に水分が吸着しにくくなり、寸法安定性、耐朽性が向上する^{3, 4)}。また、人や環境に対する安全性が高く、木材の化学修飾で量産化、実用化されている数少ない処理方法の一つである。

本研究では、木粉の疎水化としてアセチル化に着目し、WPCの押出成形性及び曲げ特性に及ぼすアセチル化の影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 供試材

木材にはスギ (*Cryptomeria japonica*) を用いた。スギの気乾材を粉碎してφ120μmのスクリーンを通過した木粉を得た。粉碎機には超遠心粉碎機（レッチェ社製、ZM200）を使用した。木粉を乾燥して全乾状態とし、木粉100gに対して120mlのピリジン（関東化学（株）製、特級）を加えた後、800mlの無水酢酸（純正化学（株）製、特級）を加えて攪拌しながら90℃で反応させ、洗浄及び濾過を行った。これにより得られたアセチル化木粉の重量増加率は10、17、26%であった。この重量増加率をアセチル化度とした。

熱可塑性樹脂にはポリプロピレン（PP：日本ポリプロ（株）製、ノバテックPP BC6DR、ランダム系、MFR=2.5g/10min）を使用した。相容化剤にはマレイン酸変性ポリプロピレン（化薬アクゾ（株）製、カヤブリッド 006PP）を使用した。

2.2 混練及び押出成形

無処理木粉及び各アセチル化木粉を全乾状態とし、PP及び相容化剤と重量比70：27：3で混合し、室温で攪拌した。これを二軸コニカル押出機（（株）東洋精機製作所製、2D20C）を取り付けた二軸押出成形評価試験装置（（株）東洋精機製作所製、4C150）に投入し、180℃で熔融混練した。得られた固形物をハンマークラッシャー（三庄インダストリー（株）、NH-34）を用いて粉碎し、φ

* 試験研究部

6mmのスクリーンを通過したコンパウンドを得た。

先の二軸押出成形評価試験装置に成形金型（株）東洋精機製作所製、T25F）を取り付け、コンパウンドを矩形断面（25×2mm）の押出成形体に連続成形した。押出成形の様子を図1に示す。成形温度は180℃、スクリー回転速度は10rpmである。この時の吐出速度、トルク及び樹脂圧力を測定した。

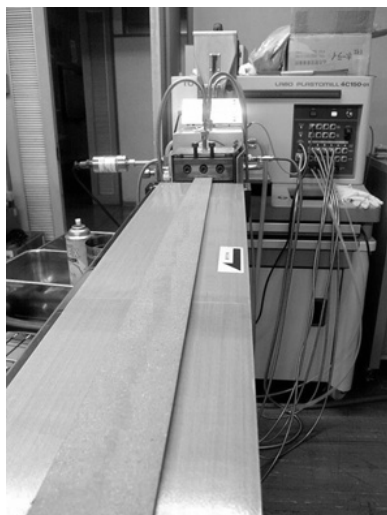


図1 WPCの押出成形の様子

2.3 曲げ性能評価

得られた押出成形体から60×10×2mmの試験体を切り出し、静的曲げ試験を行った。試験は材料試験機（株）島津製作所製、UH-100KNC）を使用し、支点間距離40mm、クロスヘッド速度1mm/minにて中央集中負荷による3点曲げ試験を行った。試験体数は各条件で6体である。

3. 結果と考察

3.1 押出成形性

押出成形体の外観を図2に示す。ここでは、無処理木粉とアセチル化度26%の木粉を原料とした成形体を例示した。いずれの成形体も表面は滑らか

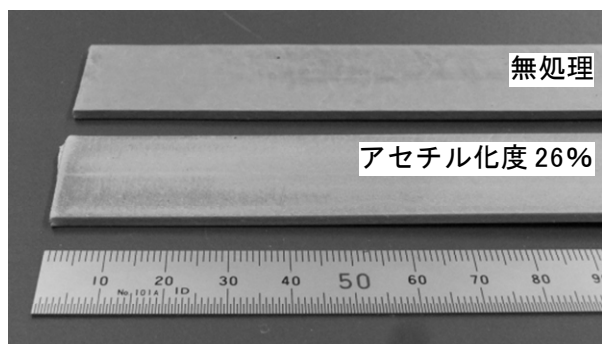


図2 押出成形体の外観

で、微細な荒れなどの成形不良は認められなかった。また、木粉の凝集に由来する白斑が見られなかったことから、良好な分散状態であったと考えられる。

押出成形時の吐出速度、トルク及び樹脂圧力と木粉のアセチル化度との関係を図3に示す。吐出速度はアセチル化の程度に関係なく、概ね一定の値を示した。これに対し、トルク及び樹脂圧力はアセチル化度の増大にともなって大きく減少し、無処理木粉と26%アセチル化木粉とで比較すると、トルクは約35%減少し、樹脂圧力は約62%減少した。これらの結果は、木粉のアセチル化によってコンパウンドの流動抵抗が低下したことを示すも

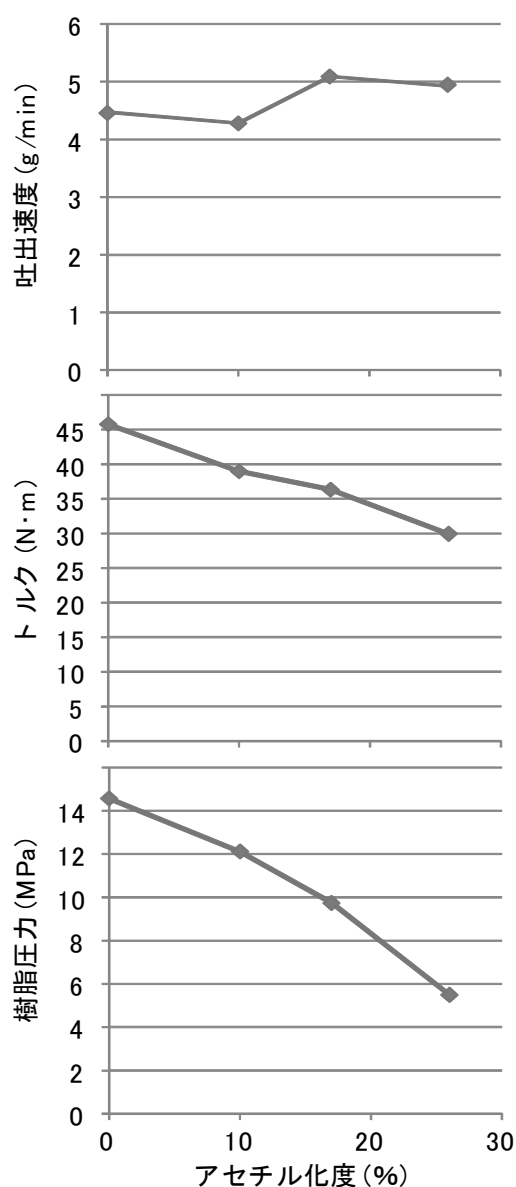


図3 押出成形性に及ぼす木粉のアセチル化の影響

のであり、押出成形機への負荷が軽減されることを意味している。コンパウンドの流動抵抗が低下した点については、原料木粉の弾性率がアセチル化によって低下した⁵⁾ことがその一因として考えられる。

3.2 曲げ特性

押出成形体の曲げ特性と木粉のアセチル化度との関係を図4に示す。曲げ弾性率は木粉のアセチル化によって高くなったものの、その影響は小さく、最大値を示したアセチル化度10%の場合でも無処理木粉に比べて16%の上昇であった。一方、曲げ強度は木粉のアセチル化によって大きく向上し、アセチル化度10%で50%の上昇を示した。さらに

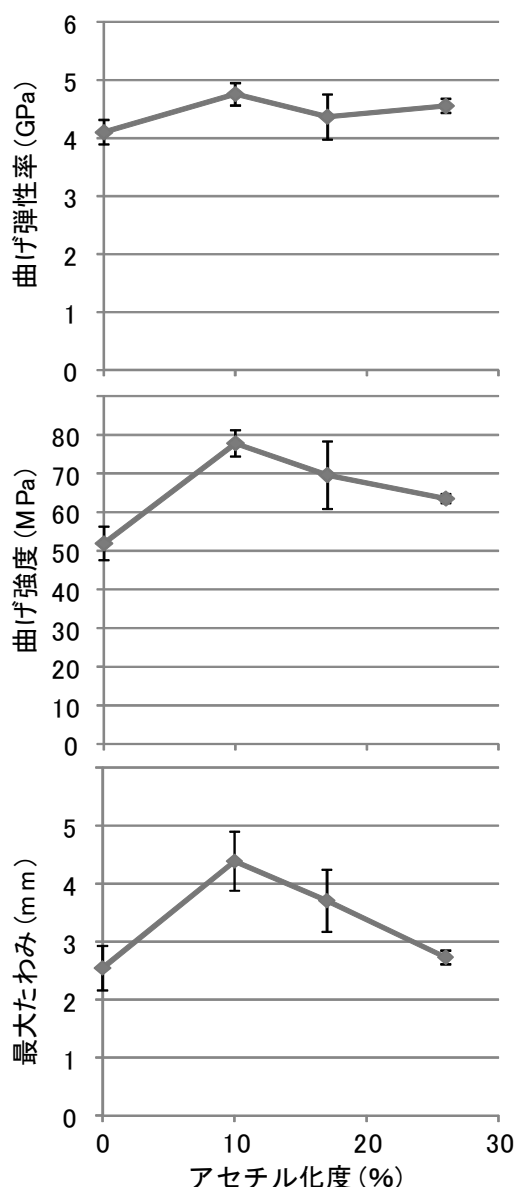


図4 曲げ特性に及ぼす木粉のアセチル化の影響

アセチル化度が増すと曲げ強度は低下して、アセチル化度10%で極大を示す結果となった。このように、木粉のアセチル化によって曲げ強度が大きく向上した原因としては、木粉とPPとの親和性が高まったことによる界面での接着強度の向上が考えられる。また、アセチル化度10%で極大を示した点については、界面での接着強度の向上に、アセチル化処理による原料木粉の弾性率低下が重なった結果であると推察される。今後、微細構造観察により、その原因を検討する必要がある。最大たわみも曲げ強度と同様な傾向を示し、アセチル化度10%で極大を示した。この時、無処理木粉に比べて最大たわみが73%増大しており、可撓性の著しい向上が見られた。

4. おわりに

WPCの押出成形性及び曲げ特性に対する原料木粉のアセチル化の影響を検討した。結果は以下のようにまとめられる。

- 1) 木粉のアセチル化により、押出成形時のトルク及び樹脂圧力が低下し、押出成形性が向上した。
- 2) 木粉のアセチル化により、WPCの曲げ弾性率には大きな変化はなかったが、曲げ強度及び最大たわみは大きく向上し、アセチル化度10%で極大を示した。

WPCの強度物性向上を考える上で、最適なアセチル化度が10%付近にあることが示唆されたが、最適なアセチル化度を明確にするためには更に詳細な検討が必要である。また、木粉のアセチル化度が10%ほどの場合には水分の影響を少なからず受けることが予想されるため、あわせて確認する必要がある。

参考文献

- 1) 週刊エクステリア, 1261号, 2010年9月28日.
- 2) Okamoto, T.:Recent developments in wood / plastic composites: Extrusion of wood-based materials, Mokuzai Gakkaishi, 49(6), pp.401-407, 2003.
- 3) Stamm, A. J. and Baechler, R. H.:Decay resistance and dimensional stability of five modified woods. Forest Products Journal, 10(1), pp.22-26, 1960.
- 4) Imamura, Y. and Nishimoto, K.:Some aspects on resistance of acetylated wood against biodeterioration. Wood Research, 74, pp.33-44, 1987.

- 5) Norimoto, M.:Acetylated wood, Wood
Research and Technical Notes, 24, pp.13-30,
1988.