

# 混練型 WPC の高木質化について

利用部 マテリアルグループ 長谷川祐

## ■ はじめに

混練型 WPC (Wood Plastic Composite: 木材 - プラスチック複合材) は、木粉とプラスチックを主原料に、これらを加熱しながら練り混ぜて成形した材料で、「ウッドプラスチック」「再生木材」などとも呼ばれます。製品への木粉の使用比率(木質含有率)は、50%前後(重量比)が一般的です。高い木質感とプラスチック由来の成形性を併せ持った材料として、近年エクステリア部材を中心に需要が増加しています(写真1)。

今回は、この材料の特徴と課題、林産試験場での取り組みについて紹介します。



写真1 混練型 WPC を使った屋外製品事例  
(上: 函館競馬場, 下: 東急プラザ表参道原宿)  
(提供: エア・ウォーター (株))

## ■ 混練型 WPC の特徴

混練型 WPC には以下のような特徴があります。

### (1) プラスチック由来の高い成形加工性

無垢の木材は、ある程度折り曲げたり湾曲させたりすることはできますが、プラスチックや金属のように熱によって溶かして、自由な形に3次元成形することはできません。この点においては、木材はプラスチックや金属に比べ用途範囲に制限を受けることとなります。

これに対して混練型 WPC は、押出成形や射出成形、圧縮成形といった、プラスチックと同様の成形手法をとることが可能です(写真2)。これにより、複雑な中空製品や金型による単工程での製品製造など、従来の木材加工では考えられなかったデザインや意匠性の高い製品の製造が可能となります。

- ・ 自由度の高い製品形状
- ・ 金型による均一生産



(WPC 普及部会 HP より) (提供: バッテンフェルト・シンシナティ日本支社)

押出成形体

射出成形体

圧縮成形体

写真2 様々な成形手法による混練型 WPC

### (2) 耐久性や寸法安定性に優れる

通常、木材は吸放湿による伸び縮みや、紫外線による成分の分解が生じます。特に屋外使用の場合は、雨風や太陽光に繰り返しさらされることによって干割れや歪みが発生しやすくなるほか、干割れや雨だまりを起点に腐朽が進む場合もあります。

混練型 WPC の場合は、木粉とプラスチックを練り混ぜる段階で、両者が複合化しやすくなるよう添加剤を加えます(相溶化剤と呼ばれます)。この添加剤の働きによって、プラスチックが木粉を包み込むように密着するため、一般的な木材に比べて水分による伸び縮みや腐朽が出にくくなります。ただし、その一方で、

プラスチックの経年劣化によって材料が破断したり、練り込んでいた顔料が表面に浮き出てくる場合があるなど、この材料特有の課題も見られるようです。まだ使用実績が浅い材料であることから、耐久性については長期的な評価も必要と考えられます。

### ■ 混練型 WPC の高木質化への期待

重量比で 50% 前後である木粉の使用比率（木質含有率）を高めることができれば、①木粉の使用量が増えることで端材や枝葉など低利用木質資源の有効活用につながる、②木材特有の質感や精油香が製品に反映される、③化石資源由来であるプラスチックの節減となる、といった多方面からのメリットが期待されます（図 1）。

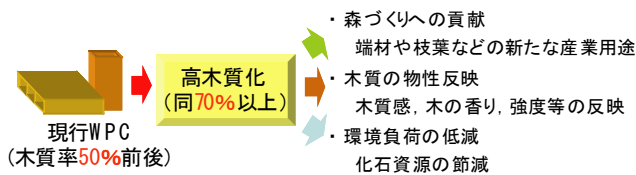


図 1 混練型 WPC の高木質化によるメリット

しかし、混練型 WPC の成形性や耐久性、寸法安定性といったメリットの多くは、混ぜるプラスチックの性能に依存しているため、単純に木質含有率を高くするだけではこれらの諸性能が低下してしまいます。

そこで林産試験場では、必要な成形性や材料性能を確保しつつ木粉の使用比率を高める方法について検討しました。

### ■ 原料木粉の改質処理

混練型 WPC の高木質化や性能向上を図る方法として、今回は原料となる木粉自体に改質処理を施すことを検討しました。つまり、木粉自体をプラスチックと馴染みやすい性質に変化させたり、耐久性や寸法安定性を高める処理をしておくことで、たくさん混ぜても性能低下を起こさないようにするという考え方です。具体的には改質処理として、アセチル化、および熱処理という 2 種類の処理を行いました。

アセチル化とは、木材に食酢の成分でもある酢酸を化学的に結合させる処理です。安全無害である上、耐久性も寸法安定性も大きく改善することができます。さらに、アセチル化された木材は、やや疎水性になるため、プラスチックとも混ざりやすくなることが期待されます。

熱処理は、木材を加熱して改質する処理です。処理

温度や処理雰囲気調整（空气中、窒素ガス中、あるいは水蒸気中など）することで、耐久性や寸法安定性、疎水性など、様々な性質を加えることができます。この処理も安全無害であり、薬剤を使用せずに処理できるメリットがあります。

### ■ 改質処理の効果

以下、改質処理を施したトドマツ木粉を原料とした混練型 WPC の試作について紹介します。

まずトドマツチップにアセチル化や熱処理を施し、これをミルで粉砕して原料木粉としました。アセチル化は 120℃・48 時間の常圧気相処理（薬剤蒸気中で蒸して処理する方法）で行い、熱処理は空气中で 200℃・6 時間の加熱条件で行いました。

改質処理した木粉は、プラスチック（ポリプロピレン、以下 PP と略）や相溶化剤と加熱・混練して押出成形を行いました。木質含有率は 70% としました。

プラスチックの押出成形の場合、通常まず主材となるプラスチックに可塑剤や顔料などの添加剤を加えて加熱・混練し、ハンドリングしやすいようペレット状にします。次いで、改めてこのペレットを金型から押出成形して様々な製品へ加工します。今回の混練型 WPC でも、まず二軸押出成形機でペレットを作り、次いでこれを一軸押出成形機で連続成形しました（写真 3）。なお、これらの混練作業や押出成形については、道総研工業試験場の協力・支援のもとに実施しました。



写真 3 混練型 WPC が押出成形機から押し出される様子

その結果、無処理木粉、アセチル化木粉、熱処理木粉のいずれでも木質含有率 70% の混練型 WPC を連続的に成形できました（写真 4・上）。

しかし、無処理木粉では金型から押し出すときに端

の部分にササクレのような割れが発生したほか、所々に凹凸があり、成形加工性が劣る傾向が見られました。これに対して、熱処理木粉を使うとかなり改善され、さらにアセチル化木粉では均一で滑らかな仕上がりととなりました。

得られた混練型 WPC の密度は、どの木粉を使用した場合でも  $1.1 \sim 1.2 \text{g/cm}^3$  となりました。いずれも通常の木材同様、木工機械による切削加工が可能で、プレーナー仕上げによってシタン材など輸入銘木にも似た緻密で重厚な外観と木質感を示しました（写真 4・下）。また、高木質含有率になったことで、成形体には木材特有の色調や香りがより強く反映され、特に熱処理木粉の場合、熱分解由来の香ばしい香りとなりました。

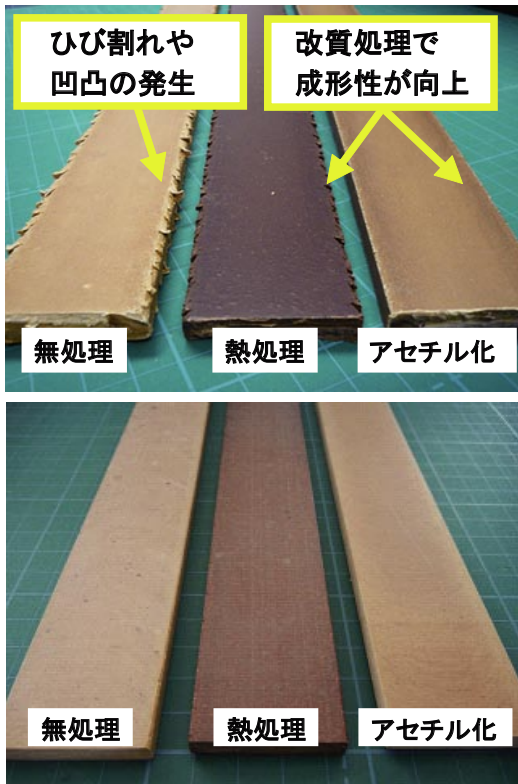


写真 4 各木粉を原料とした木質含有率 70%混練型 WPC (上：表面切削前、下：表面切削後)

#### ■ 高木質混練型 WPC の材料性能試験

改質処理の効果を調べるため、得られた成形体の曲げ強さと吸水時の体積膨潤率を測定しました。比較として、市販 WPC 製品（木粉：PP=55：45 重量比）も同条件で試験しました（図 2）。

曲げ強さは、無処理木粉に比べて改質処理木粉で向上が見られましたが、市販 WPC 製品に比べると低い値であり、これは PP の量が少なくなったことが一因と

して考えられました。

また、無処理木粉では吸水によって体積が膨潤しますが、改質処理木粉では大きく抑制され、体積膨潤率は高木質であっても市販 WPC 製品と同等の値となりました。

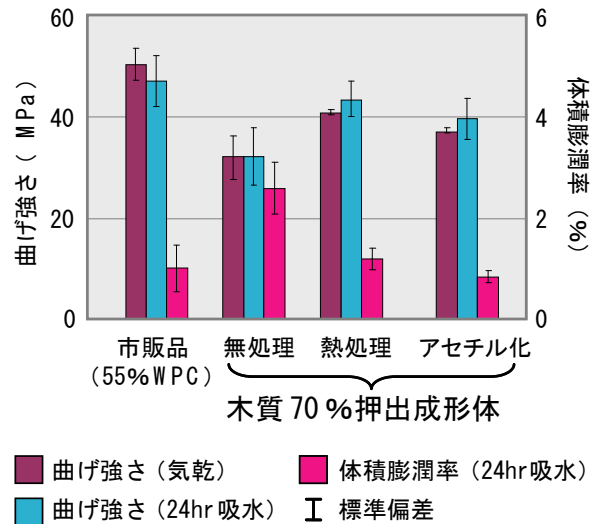


図 3 各改質処理による曲げ強さ(気乾及び 24 時間吸水時)と体積膨潤率 (24 時間吸水時)

#### ■ まとめ

今回は、近年需要が増加している混練型 WPC の特徴とその高木質化に向けた取り組みについて紹介しました。原料となる木粉に改質処理を施すことで、成形性や材料性能を保持しつつ高木質化を図れる可能性が見出されました。

混練型 WPC は、木材を主原料としていますが、原料木粉の段階で木材本来の組織構造自体は大部分失われています。そのため、この材料を木質材料として扱うべきなのかという意見もあります。

しかし、最近では木質含有率が 8 割や 9 割といったものや、プラスチックを使用せずに全て天然成分で構成することを目指した報告もされており、これまでのエクステリア材中心の用途に加えて、プラスチックに替わる天然材料由来の新たな 3 次元成形材料として、さらには構造材料としての用途への展開も期待されています。

今回得られた成果をベースに、さらなる高木質化や材料性能の向上を進め、混練型 WPC の需要拡大と新たな用途分野への展開を目指します。