

# 樹脂含浸と熱圧成形による木材の高耐久化（第2報）

## Improving durability of resin impregnation and thermo-compression molding wood

会津若松技術支援センター 産業工芸科 齋藤勇人、関澤良太、吉田智

本研究では、樹脂含浸した木材を熱圧成形した複合材の特徴である寸法安定性、強度、独特の美観を生かした応用品として、①キッチン流し台用部材、②メガネフレームの2種類の製作に取り組んだ。①キッチン流し台用部材では波型形状の部材を金型により成形した。②メガネフレームは複合材の板を切削加工して製作した。

Key words: 木材 樹脂含浸 熱圧成形 応用品の製作

### 1. 緒言

木材は他素材と比較して強度が小さいことから凹みややすく、水分を含みやすいことから寸法が狂いやすいことなどが欠点とされ、プラスチック等の材料へ置き換わってきた背景がある。一方で近年は環境配慮の観点から持続的に利用でき、CO<sub>2</sub>の固定化に寄与するとして木材を活用したいという企業ニーズが高まっている。

当所では過去に（国研）産業技術総合研究所から技術移転を受け木質流動成形による試験板の製作に取り組んだ<sup>1) 2)</sup>。水溶性の樹脂を含浸させた木材を熱圧成形し、形状を付与する方法であるが、このとき木材への樹脂含浸は組織の軟化を図るとともに成形時の形状保持に寄与している。この技術を活用したい企業ニーズはあるものの、どのような性能を有しているのか明らかでないため、製品例が少ない。そこで令和4年度の研究<sup>3)</sup>では水等の溶液に試験片を浸漬した時の寸法変化と強度変化を調査し、製作した複合材が無垢の木材と比較して液体を吸収しづらく、寸法も変化しにくい材料であることが明らかになり、液体がかかる用途でも使用可能であることが分かった。

本年度は、成果普及を目的として樹脂含浸後の木材を熱圧成形した複合材の特徴である寸法安定性、強度、独特の美観を生かした成形品、及び切削加工品の製作に取り組んだ。

### 2. 応用品の製作

#### 2. 1. 供試材

実験に使用した供試木材はサワグルミ材を選定した。また、アミディア M-3（メラミン/ホルムアルデヒド系の熱硬化性樹脂溶液、DIC(株)）およびPX-341（フェノール樹脂系の熱硬化性樹脂溶液、アイカ工業(株)）の2種類の樹脂水溶液を使用し、令和4年度の研究<sup>3)</sup>と同手順でサワグルミ材に含浸したのちに水分だけを蒸発させた。この素材を熱圧成形することで複合材が得られる。

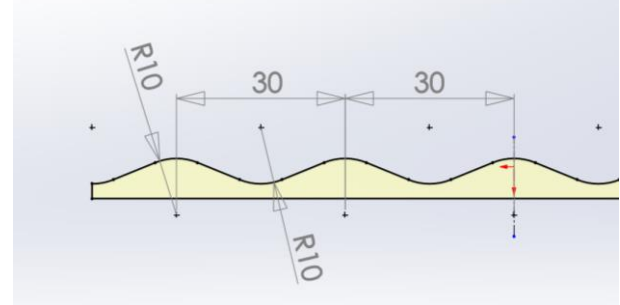
#### 2. 2. 応用品の対象

複合材の性能や外観を考慮して、本研究で製作する応用品に以下の2種類を選定した。

##### ①キッチン流し台用部材

キッチン流し台に使われる部材は水や洗剤に晒される環境であり、熱、へこみ、傷への耐性が求められる。また、キッチン流し台の意匠でしばしば見られる凹凸のある形状を製作可能であることを実証したい。以上の理由から図1に示す波板形状を考案した。キッチン流し台の部材はステンレスや人工大理石などが現在の主流であり、木質のものは耐久性等の観点から徐々に廃れてしまった背景がある。また、先行研究<sup>4)</sup>で論じられているように空間における木材使用率と“なごむ”などの人が感じる好意的な印象とは相関があり、キッチン流し台に複合材を応用すれば、見た目、性能の面で独自性の高い製品になると期待される。

#### 断面の設計



#### 製作物の意匠イメージ

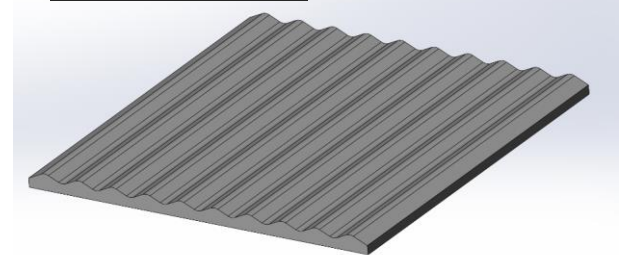


図1 波型の凹凸の形状

## ②メガネフレーム

樹脂含浸後熱圧成形した成形体は、図2のように落ち着いた色合いで高級感があるため、メガネフレーム用の素材に適していると考えた。そこで板状の複合材を製作し、切削によりメガネフレームを製作することにした。また、メガネフレーム製造業は少量多品種の業態である。特にオーダーメイド品では金型による成形よりも切削のほうがコスト面のメリットが高いと考えられる。なお、木製メガネフレームの自社製造・販売をしている(有)藪内時計店にデザイン協力を得た。この木製メガネフレームは水濡れや汚れに弱いという性質があるが、木材の風合いが好まれている。本研究で製作した複合材でメガネフレームを作れば、木質感を残しつつ耐水性や耐汚性が向上すると考えた。



図2 成形体

### 2. 3. 成形金型の製作

波板形状の成形のために図3に示す金型を製作した。表面硬度を考慮して、ダイの材質をプリハードン鋼NAC55 (40HRC) とし、そのほかの部品はすべて一般構造用圧延鋼材SS400を使用した。なお、各部の寸法は図4のとおりである。また、金型製作の工程及び使用機器を図5に示す。このときの切削仕上げ工程では表面粗さを考慮してφ3 mmの超硬ボールエンドミルを使用し、切削パス間隔を200[μm]として加工し、その後#800の耐水研磨紙で表面の突部を削り取った。以上の工程により算術平均粗さ Ra0.16[μm]、表面高さ Rz1.3[μm]の滑らかな表面を得た。

また、メガネフレームを切り出すための複合材製作用の金型を製作した。ダイ以外の金型部品は図3と同じであるが、ダイは波板形状を平板形状とした。



図3 波板成形用金型

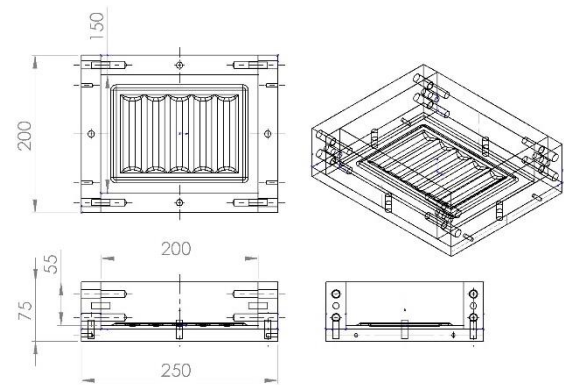


図4 金型寸法

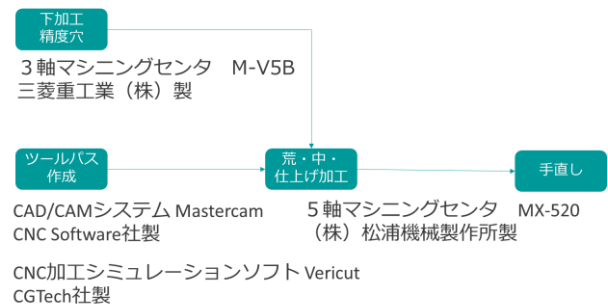


図5 工程および使用機器

## 2. 4. 樹脂含浸木材の成形

155[°C]に設定したホットプレス上に図3の成形型を設置して135[°C]以上に予熱し、離形剤としてキュアコート EP1300 (中京化成工業 (株)) を塗布したのちに、樹脂含浸した木材の粉碎チップを投入した。その後、ホットプレスにより約 480[kN]の荷重で成形を行い、温度と圧力を10分保持した後、成形型を80[°C]以下に冷却してから成形物を離形した。波形・平板形いずれも同様の方法で成形した。

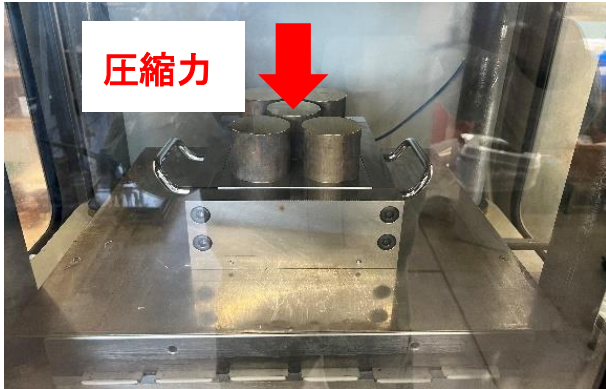


図6 成形実験

## 2. 5. 切削によるメガネフレームの製作

フルカラーハンディ 3D スキャナ (EinScan Pro 2X Plus, Shining3D 製) を使用して (有) 藪内時計店より提供を受けたメガネフレームの形状を点群データとして取得し、リバーシエンジニアリングソフトウェア (Geomagic DesignX, OQTON 社製) を使用して図7に示す 3D サーフェイスモデルを作成した。次に 3D サーフェイスモデルを基に切削用 G コードを生成し、卓上型 NC 加工機 (MODEL A MDX-40A, (株) Roland DG 製) を使用し切削加工した。このときの切削仕上げ工程では、刃数 2 枚の  $\phi 3$ [mm] 超鋼ボールエンドミルを使用し、回転数 10,000[rpm]、送り速度 455[mm/min]、切り込み量 0.1[mm]、切削パス間隔 0.1[mm]とした。このときの 1 刃当たりの送り量は約 0.014[mm]であり、一般的なアクリルやケミカルウッドの 1 刃当たりの送り量 0.05[mm]と比較して 1/3 未満に設定した。この理由は、素材が硬いことにより生じる切削抵抗の抑制及び、切削面を滑らかにしたかったことの 2 点である。

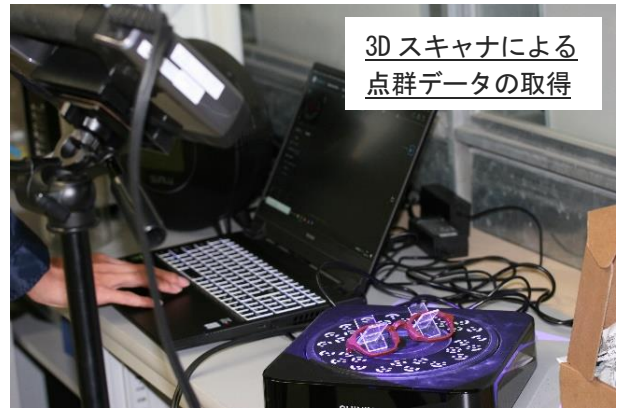


図7 3D サーフェイスモデルの作成

## 3. 結果と考察

### 3. 1. キッチン流し台部材

図8にフェノール樹脂含浸木材を成形して得られたキッチン流し台部材を示す。波形部材の表面には光沢があり金型の滑らかな表面が転写されると共に、全体がほぼ均一な見た目に成形された。また、部材の比重は約 1.37 であった。木材 (サワグルミ) の比重が約 0.4、一般のフェノール樹脂の比重が 1.24~1.32、セルロース実質の比重が 1.5であることを考慮すると、ほぼ空隙がなくなるまで圧縮されていることがわかる。

また、図9にはメラミン樹脂含浸木材を成形して得られたものを示す。同様な波形状に成形され、比重は約 1.29 であった。一般のメラミン樹脂の比重が 1.47~1.5 でありフェノール樹脂よりも高比重にもかかわらず複合材全体の比重が小さい。このことからメラミン樹脂含浸木材で成形した図9の波形部材では空隙が部材内に残っていることが示唆された。しかし、フェノール樹脂含浸木材とは対照的に表面に木質感が残り、木材の風合いを持つ製品となった。



図8 波形部材（フェノール樹脂含浸）



図9 波形部材（メラミン樹脂含浸）

### 3. 2. メガネフレーム

メガネフレームは図10に示すようにリムやテンプル等の部品に分けて切削により製作した。図11に接着及び金具締結により組み立てた成果物を示す。ボールエンドミルにより仕上げ加工した段階では表面に光沢がない状態であったが、粒子径 $3\mu\text{m}$ のコンパウンドで研磨することによって表面に光沢が得られた。



図10 切削したメガネフレーム



図11 完成したメガネフレーム

## 4. 結言

本研究では、樹脂含浸した木材を熱圧成形した複合材の特徴である寸法安定性、強度、独特の美観を生かした応用品として、①キッチン流し台用部材、②メガネフレームの2種類の製作に取り組んだ。①キッチン流し台用部材では、波型形状の部材を金型により成形した。②メガネフレームは複合材の板を切削加工して製作した。この応用品をベースにした今後の企業支援を進めていきたい。

## 謝辞

メガネフレームのデザインにご協力くださった(有)藪内時計店の藪内様に深く感謝します。

## 参考文献

- 1) 齋藤勇人, 出羽重遠. 木質流動成形技術による県産木質資源の用途開発(第1報). 令和2年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, (2020), p106-111.
- 2) 齋藤勇人. 木質流動成形技術による県産木質資源の用途開発(第2報). 令和3年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, (2021).
- 3) 齋藤勇人. 樹脂含浸と熱圧成形による木材の高耐久化. 令和4年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, (2022).
- 4) 増田稔, 山本尚美. 室内空間における木材率とイメージ. 京都大学農学部演習林報告 60, (1988), p285-298.