

7. 編み型ジグの開発研究

別府産業工芸試験所 阿部 優

要 旨

竹編組製品の加工時に用いられる編み型ジグは、木製でロクロ加工で製作するのが一般的である。ここでは、自作が可能な編み型ジグの製作方法と、その製作に使用した竹粉-エポキシ樹脂複合材料の適応について研究した。最終的には、取り扱いが手軽な石膏で原型を作製し、その原型の縦半分の石膏型を起こし、この雌型に竹粉を混合したエポキシ樹脂を盛り付けてレプリカを製作する方法を開発した。また、竹粉-エポキシ樹脂複合材料も試料による曲げ試験と製作した編み型ジグでの製品試作で十分な力学特性を示し、木型に代替できる材料であることが判った。

1. はじめに

竹製品の内、花籠などの編組製品は量産や品質維持（寸法精度）のために木型になぞらえながら編むことが多い。この木型はろくろで切削され、研磨された後、数個の部分に縦分割されたものを、中心に挿入された同様にロクロで切削された木製のいれこの回りに取り付けて用いられる構造になっている。この木型の製作は専門家に依頼するのが一般的である。同一の数個の型を作製するにはろくろで一つ一つ作製することになり、高価な型となる。

ここでは、ロクロ加工技術を用いずに、自分自身で安価に、容易に作製でき、さらに何個でも容易に複製できる方法を検討した。高度な加工技術を使用することなく、手軽に加工できる石膏型と、竹材の切断加工で生じる切削屑を混合した、竹粉-エポキシ樹脂複合材料で作製することを試みた。

最終的には作品の縦半分の石膏型表面上に竹粉とエポキシ樹脂を混合したコンパウンドを盛り付けて編み型を製作した。その結果、同一の編み型を容易に複製でき、実用に十分供することが判った。

石膏を使った原型の作製から、最終的な竹粉を利用した複合材料による編み型の作製にいたるまでの製造方法について報告する。

2. 供試材料

2. 1 原型材料

陶磁器用の通常のを、編み型の原型とレプリカ作製のための石膏型（雌型）の製作に使用した。また、石膏型の補強用に1、1デニールのポリエステル繊維を長さ5mmにカットしたものをあらかじめ水中に分散して

おき使用した。

2. 2 複合材料

竹粉は竹の加工工場から排出されるノコギリ切削屑を10メシュのフルイを通過した部分を乾燥（100℃で3時間）させて使用した。その形状はフレーク状と柱状が混在したものであり、粒度は図1のような分布を示した。また、エポキシ樹脂は、ビスフェノールAタイプ（油化シェル製エピコート808）（樹脂A）とグリセロールタイプ（阪本薬品工業KK製SR-GLG）（樹脂B）の2種類を使用した。硬化剤にはトリエチレンテトラミン（和光純薬工業KK製1級試薬）を使用した。

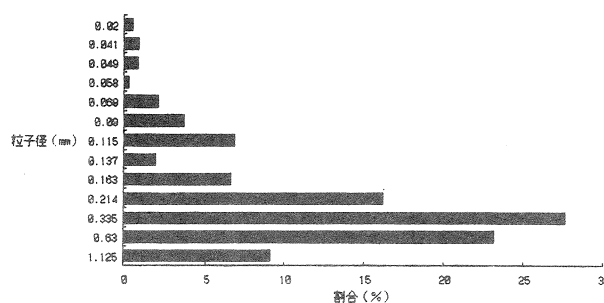


図1 竹粉の粒度分布

3. 実験及び結果

3. 1 原型の作製

金属鑄造の原型作製に用いられる横置きのリムで原型を作製することを試みた。厚さ0.5mmのブリキ板を原型の判断面の形に切り抜き、切断面を金属用ヤスリとサンドペーパーで調整して型板を作製した後、厚さ6mmの合板を型板の刃より少し後退した線で切り抜き、型板に接着して補強した。

回転軸は直径8mmの鉄棒の一端をクランク状に曲げ、合板枠に軸受けで固定した。合板で補強した型板を刃が回転軸の中心と同じ高さになるように枠に固定した後、

回転軸に水で湿らした荒縄を巻き付けて芯にした。

石膏を水に溶きマヨネーズ状になったものを、回転軸を回転させながら芯に盛り付けて大まかな形を作り、型板との間が5ミリ程度になった時点であらためてクリーム状のものを流しかけながら回転させた。最後に新しく混練したクリーム状のものを筆で型板の上に盛り上げる様にしながらか回転させて石膏表面を調整した。その後、数日間室内に放置し養生した(写真1)。

最終形状が得られた後、この形状を使って半球状の石膏レプリカを作製するため表面に離型用のワセリンを薄く塗布した。

3. 2 石膏型(雌型)の作製

石膏を流すための合板枠の表面にワセリンをすり込み回転軸を合板枠に固定した後、枠と原型との間に石膏を流し込み、雌型を作製した。

石膏型は編み型を複製するために繰り返し使用するので、補強する必要があり、ポリエステル繊維を石膏中に分散させることを試みた。使用する石膏重量の0.2%のポリエステル繊維を水中によく分散させて、篩を通して落下させた石膏と混合し、石膏の固化とともに繊維を固定して補強効果をもたせた。

30分後原型を石膏型からはずし、気泡等による表面の凹部を再度石膏によって調整し、一昼夜室内放置後約60℃の乾燥機中で8時間養生した。

その後、表面に離型用のシリコンゴムシーラントを薄く塗布し、60℃の乾燥器中で2時間硬化させ、樹脂を盛り付ける前の状態に調整した。

3. 3 樹脂型(雄型)の作製

硬化剤を含む樹脂重量100部に対して竹粉30部を混入した。作業は石膏型表面に約5mm厚でこの混練物(コンパウンド)を葉サジで盛り付けていくが、粘土の高いビスフェノールタイプの樹脂(A)を使用した場合は粉体同士の粘結性があるため、作業を垂直面で行なっても問題はなく、硬化剤を含む樹脂約100gを可使時間以内に使用することは十分可能であった(写真2)。

グリセロールタイプの樹脂(B)の場合は粘土が低く、混合は安易であるが、粉体同士の粘結性が弱く石膏の垂直面では盛り付けたコンパウンドが崩落しやすい。さらに樹脂が低粘度のため流れだして底部に集まる傾向が見

られる。

樹脂(A)は室温(22℃)で3時間後には石膏型から外すことも可能な硬さになっているが一昼夜放置した。また樹脂(B)は室温では硬貨が遅く、一昼夜放置後石膏型から取りだして熱風恒温槽中100℃に3時間放置し硬化させた。冷却後の樹脂(B)は樹脂(A)に比べてかなり軟い。

3. 4 樹脂編み型の最終調整

編み型は竹ヒゴを編み付けた後、カゴの内側で分解して部分ごとに引き出すために型は最終的に6~8分割する構造にした。完成した編み型とその型を使って編み上げた花籠を写真3と写真4に示す。竹粉-エポキシ複合材料で作製した編み型は、竹編み上げ実験の結果、表面の硬さ、表面の滑りにおいても木製の型と遜色なかった。

3. 5 竹粉-エポキシ複合材の曲げ試験

樹脂A、Bに竹粉を25、30及び35重量%で混合したコンパウンドを型枠(5×120×100)に入れて、硬化させ、曲げ試験用の平板試験片を作製した。硬化条件は樹脂型の作製条件に準じた。

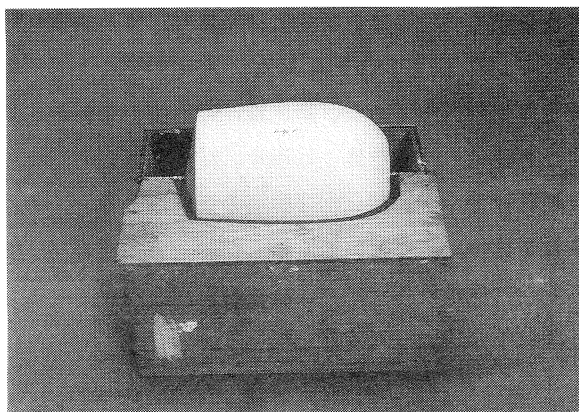


写真1. トリメの技法で作製した原型

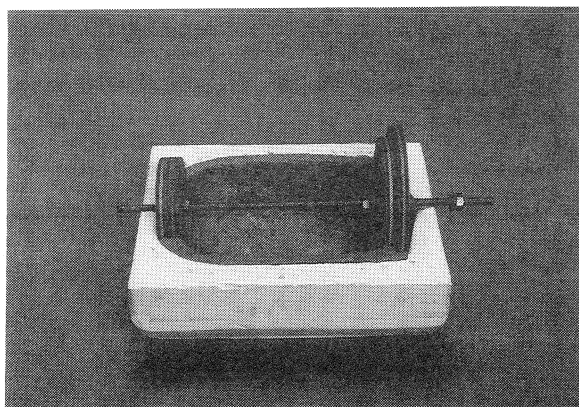


写真2. 雌型に竹粉-エポキシ樹脂複合材を盛り付けた状態

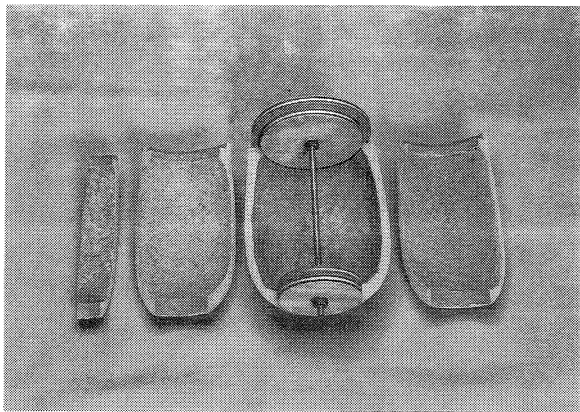


写真3. 編み型ジグの完成品

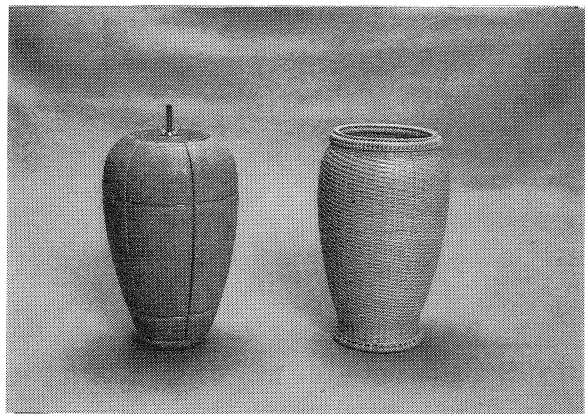


写真4. 編み型ジグで試作した花籠

外皮を除く竹材の比重は約0.59であり、また粉末状になった平均粒子径 $335\mu\text{m}$ のピクノメーターによる比重の測定結果約1.20であり、真比重に近い値と思われる。混合比と比重の関係を表1に示す。粘性の低い樹脂Bの場合粉体周囲の空孔部分への樹脂の浸透がよく、その結果、比重は推定値に近い値を示した。一方粘性の高い樹脂の場合には逆に浸透が悪く、多くの気泡を内在させるため比重は推定値より低くなっている。

表1 竹粉-エポキシ樹脂複合材の比重

試料	竹粉 混合比(重量%)	比重 (g/cm^3)
A-25	25	1.052
30	30	1.078
35	35	1.056
B-25	25	1.197
30	30	1.229
35	35	1.227

竹材そのものより約1.7~2倍くらい高い材料となるが成型体の肉厚を薄くすることで木型と同程度の重量の型の作製は可能である。

曲げ試験は3点曲げで行ない、スパン間隔100mm、曲げ速度2mm/minで行った。表2に曲げ試験結果を

示す。曲げ最大応力を図2に示す。樹脂Aの場合、充填率約30%でほぼ一定となり平均 $237\text{kg}/\text{cm}^2$ を示すのに対し、樹脂Bは軟質な樹脂であることがわかる。弾性率の変化を図3に示す。ホウノキの弾性率の変化を図3に示す。ホウノキの弾性率の約4割に相当する $290\text{kg}/\text{m}^2$ を示している。竹粉混合比30%付近のところにピークが存在した。また、曲げ強さでも約4割相当の $230\text{kg}/\text{cm}^2$ を示した。樹脂Bは軟らかく、衝撃には強いと思われるが剛性に欠ける。図4に示す破断にいたるひずみ量からも明らかなように樹脂AはBの1/5程度となり2~2.5mm程度のひずみ量(スパン100mm)で破断する硬い材料となっている。

表2 竹粉-エポキシ樹脂複合材料の曲げ試験結果

試料	竹粉 混合比(重量%)	最大応力 (kgf/cm^2)	限界応力 (kgf/cm^2)	弾性率 (kgf/cm^2)	破断ひずみ量 (cm)
A-25	最少	194.7	101.8	252	0.19
	平均	214.3	109.8	267	0.21
	最大	237.0	134.5	283	0.24
A-30	最少	219.3	106.5	282	0.20
	平均	236.6	138.5	290	0.22
	最大	255.8	159.4	295	0.24
A-35	最少	207.4	89.0	259	0.21
	平均	240.5	10.0	274	0.25
	最大	293.9	10.9	291	0.29
B-25	最少	18.3	12.9	5	1.04
	平均	20.8	14.6	5	1.14
	最大	24.5	16.4	6	1.22
B-30	最少	23.6	17.7	7	0.98
	平均	27.0	21.1	7	1.09
	最大	29.0	24.6	8	1.26
B-35	最少	33.2	14.4	9	0.89
	平均	34.5	17.6	10	1.03
	最大	35.5	23.4	11	1.14

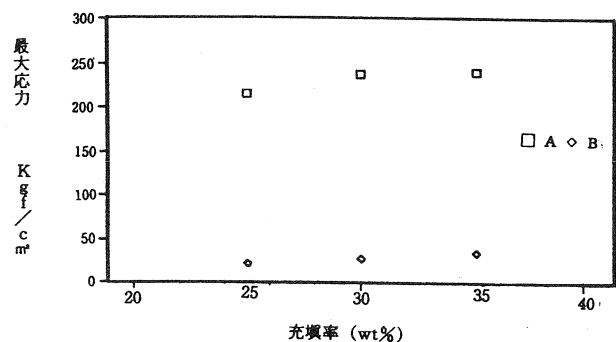


図2 最大応力

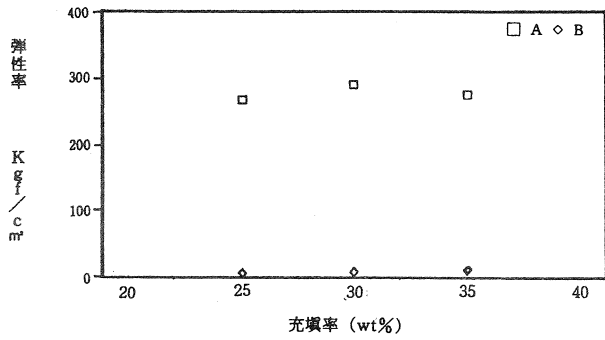


図3 弾性率

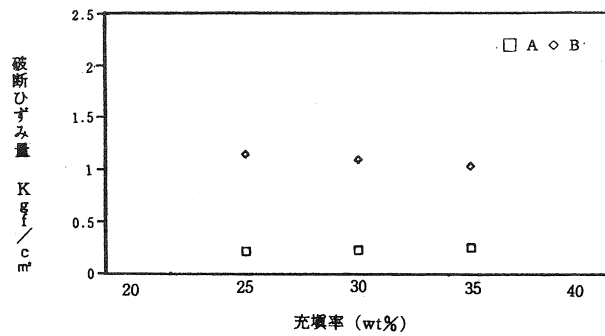


図4 破断ひずみ量

[参考文献]

- 1) 林業試験場：木材工業ハンドブック
- 2) 柳原明彦：石膏技法

4. まとめ

従来の木製の編み型ジグに替わる、新しい編み型ジグの製作方法と、竹粉-エポキシ樹脂複合材料の適応について検討した。その結果以下のことが明らかになった。

1. ノコギリ切削屑の竹粉（重量累積平均径250 μ m）をエポキシ樹脂に混合した結果、重量比30%が力学的にも、また加工作業においても最適であった。
2. この複合材料は木材より比重は大きく、強度、弾性率ともホウノキの物性値に比べて約4割程度であったが実際に肉厚約10mmの型を作製し編み上げ実験をした結果は、変形も起こらず十分な力学特性を示したことから、木製に代替できる材料となり得ることが判った。
3. 編み型ジグの原型は石膏を使ってトリメ技法により容易に作製でき、またこの原型の縦半分の石膏型を起こし、この雌型を用いて竹粉-エポキシ樹脂複合材による編み型ジグが必要な個数を容易でしかも安価に、複製できることが判った。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、工業技術院 物資工学工業技術研究所有機材料部有機機能設計研究室長熊谷八百三氏ならびに複合材料部複合材料界面工学研究室長澤長八郎氏にご指導、ご協力をいただいたことに心から感謝します。