

『文化財と技術』

第1号

特集 〈古代金工・木工技術の復元研究〉

新山古墳帯金具・珠城山3号墳杏葉・鏡板、新沢327号墳大刀龍文銀象嵌
石光山8号墳杏葉、ウワナベ5号墳輪鏡などの復元製作を通して

2000年7月

特定非営利活動法人 工芸文化研究所

財団法人 由良大和古代文化研究協会
研究紀要 第6集 別刷

2 古代金工・木工技術の復元研究

文化財と技術 第1号 目次

特集〈古代金工・木工技術の復元研究〉

新山古墳帯金具、珠城山3号墳杏葉・鏡板、新沢327号墳大刀龍文銀象嵌
石光山8号墳杏葉、ウワナベ5号墳輪鍔などの復元製作を通して

第一部 復元の目的

| | | |
|-------------------------|-------|-----|
| 古代金工・木工技術復元の企画 | 千賀 久 | 97 |
| 古代金工・木工技術の復元研究で何を復元するのか | 鈴木 勉 | 103 |
| 古代金工・木工技術の復元研究の計画と経過 | 依田香桃美 | 110 |

第二部 どのように復元したか

| | | |
|---|-------|-----|
| 珠城山3号墳心葉形鏡板の復元製作 | 松林 正徳 | 115 |
| 珠城山3号墳出土心葉形杏葉と 新沢327号墳出土大刀龍文銀象嵌の復元について | 黒川 浩 | 121 |
| 珠城山、新山、石光山古墳出土金工品の復元作業 | 依田香桃美 | 126 |
| 珠城山3号墳出土・心葉形鏡板、杏葉の鋳について | 山田 琢 | 195 |
| 新山古墳帯金具の鋳、及び組立てについて | 山田 琢 | 211 |
| 石光山8号墳剣菱形杏葉の鋳について | 山田 琢 | 225 |
| ウワナベ5号墳と長持山古墳の木心鉄板張輪鍔の復元製作 | 小西 一郎 | 237 |

第三部 復元研究から何が見えたか

| | | |
|--|----------|-----|
| 感性の技術史の提案 | 鈴木 勉 | 261 |
| 古代彫金技術者の感性的モノづくりについて —復元実験によって古代の技術者と技術の心を共有する— | 松林正徳 鈴木勉 | 265 |
| 古代技術の復元研究からモノづくりのヨロコビを考える (第1報) —「モノづくりの8ステップ」でヨロコビを考える(1)— | 鈴木勉 松林正徳 | 268 |
| 古代技術の復元研究からモノづくりのヨロコビを考える (第2報) —古代の彫金技術者のタガネの軌跡から喜怒哀楽を読む— | 松林正徳 鈴木勉 | 271 |
| 古代金工・木工技術の復元研究を終えて | 依田香桃美 | 275 |
| 復元研究の成果を技術史の立場で考える | 鈴木 勉 | 280 |

< 付 録 >

| | |
|--------------------------|-----|
| 1. 復元研究工程計画書 | 293 |
| 2. 復元品の制作に際して採用した工程と技法一覧 | 298 |

ウワナベ5号墳と長持山古墳の 木心鉄板張輪鐙の復元製作

小 西 一 郎

第1編 ウワナベ5号墳木心鉄板張輪鐙の再現製作実験

1. はじめに

ウワナベ古墳群は、近鉄新大宮駅より北に約1キロのところに存在する、小型古墳群である。墳形は、円または方形である。昭和20~21年アメリカ進駐軍の施設建設に先立って発掘された。方形墳である5号墳からは多くの鉄器の遺物が出土し、その中に木心鉄板張輪鐙があった。5世紀中葉の時期と想定されている。今回は、この木心鉄板張輪鐙の実測図と、出土した鉄錆化した遺物をもとに再現実験を試みた。(カラー図版2)

2. ウワナベ5号墳木心鉄板張輪鐙の観察

- (1) 全体は、鉄錆化しているが、輪鐙上部と柄の部分の形状は、鉄錆の形状から推定可能である。
- (2) 柄の部分は、側板の鉄板に上から鉄板をかぶせ、鉋留めされている。この中は中空になっていて、木質材は認められなかった。
- (3) 柄部の上部には力皮を通すための横長の貫通穴がある。
- (4) 柄部の幅は約30mmである。
- (5) 首部の鉄板の内側に、鉄錆と一体となった木目が膠着していた。この木目から、首部下部から柄にかけてくさび形の木材が嵌合された痕跡が認められる。
- (6) 柄部からの木目は、このくさび形の木目で首部で二分されている痕跡が認められる。
- (7) 首部で二分された木目は、大きく曲げられ、外側の幅にして約7mmは、木材繊維が通り、内側約8mmは、木材繊維が折れている痕跡を見ることができた。
- (8) 側板の鉄板は、輪の中程から首部を通り、柄の上部を巻いて首部から輪の中程まできている。
- (9) 首部から輪の中程にくる側板鉄板の幅は、首部で約9mm、輪の中程で約19mmで首部から輪の方向へ向かって広がっている。
- (10) X線写真では、輪鐙上部の輪郭を見ることが出来た。

輪鐙の形状は、出現当初は楕円形であるが、時代が下がるに従って楕円形の下部が平になり上部は釣鐘形状となる。また柄は細く平になり輪鐙の足を踏み入れる下部の幅は広くなる傾向があるという(千賀氏)。

3. 遺物の観察から予想される輪鏡の構造と形状

- (1) 鉄錆に膠着した木目があることから、木が心材として使われたと考えられる。
- (2) 柄部から踏み込み輪部は、木材繊維の通った一本の木を曲げて作ったと考えられる。
- (3) 踏み込み輪の大きさは、足が入る大きさを想定し決めた。
- (4) 踏み込み輪の形状は、当古墳の輪鏡の実測図と、滋賀県新開1号墳・長持山古墳・石光山古墳の木心鉄板張輪鏡の形状を参考にして決めた。(図1)
- (5) X線写真では、輪鏡上部の輪郭が釣り鐘形に現れたが、土中での経年変化や腐食のための変形が加わり、輪の大きさは小さくなったと推定されている。

4. 遺物の観察に基づく木心製作の曲げ加工予備実験

1 予備実験の条件

木心鉄板張輪鏡の木心製作の曲げ加工予備実験を試みた。

- (1) 曲げ加工し易い材料として、樹心を有する丸棒の枝材を使用する。
- (2) 加熱曲げ加工をする。
- (3) 曲げ加工をした部材を四角に削り、仕上げ加工する。
- (4) 樹種は、桑・桧・杉・松・梅・樫・オオカメノキを使用する。
- (5) 枝材の太さを3.5cmに揃えたかったが、なかなか入手出来ず、大変困ってしまった。
- (6) 太さ2.5cm-3.5cm長さ85cmの枝材を得ることができた。
- (7) 桑材は長野で、オオカメノキ(雪国で使う輪かんじきの材料)は福島で入手した。
- (8) 木材は加熱すると曲げやすいので、いくつかの加熱方法を想定した。
- (9) 直接的に加熱する方法四種類と、堆肥を使う方法を試みた。

2 曲げ加工予備実験の方法

1 直接的に加熱する方法 1

- (1) 皮を剥いた枝材を熱湯の中に浸漬し温める。
- (2) 途中温度が下がると熱湯を継ぎ足しながら50~60分間温めて曲げる。
- (3) 鉄製容器を使ったため、高い温度を維持することが難しかった。そのため、発泡スチロール容器に変えて、いくらか長い時間湯の温度を維持することができた。

方法1の結果

- a. 鉄製容器のため湯の温度が下がり、高い温度を維持できなかつた。
- b. 発泡スチロール容器を使用しても、湯の温度をいくらかは長い時間維持できたが、枝材の樹心まで十分に温めることができなかった。
- c. 曲げ加工では、折れ、割れ、裂けが生じ、最後は折れてしまった。

d. 熱湯で煮たら曲げる事が出来るのではないかと考えた。

2 直接的に加熱する方法 2

- (1) 枝材を熱湯で温める。
- (2) 枝材を塩化ビニール管の中に入れ、塩化ビニール管の周囲をバナーで再加熱し高温を得る（図 2）。
- (3) 加熱しながら曲げる。
- (4) 成形後ビニール管を切りとる。

方法 2 の結果

- a. 塩化ビニール管を曲げる方法として、管の中に砂を入れ両端を塞いで加熱しながら曲げる方法があり、この方法を利用したが、曲げ加工途中で全部折れてしまった。
- b. 折れ、割れをとめる方法として木型の利用を考える。
- c. ガスバーナーにより高い温度で加熱すると曲げ易くなると考えた

3 直接的に加熱する方法 3

- (1) 枝材を熱湯で温める。
- (2) 棒状電気ヒーターにより再加熱し曲げる（図 3）。
- (3) 電気ヒーターで再加熱し高温をえる。

方法 3 の結果

- a. 曲げ易くなると思ったが、ヒーターの接触したところが黒く焦げ、同時に乾燥してしまい、表面から簡単に折れてしまった。

4 直接的に加熱する方法 4

- (1) 枝材を熱湯で温める。
- (2) 棒状電気ヒーターと、枝材のまわりにアルミ箔を巻き付け、再加熱して曲げる（図 4）。

方法 4 の結果

- a. 水分を逃がさないために、アルミ箔を巻き付け再加熱し高温を得た。小口からは、樹液が吹き出し、樹心まで十分に加熱されたと思ったが、曲げ加工すると折れてしまった。

5 堆肥を使う方法

- (1) 堆肥の中に枝を入れておくと曲がり易くなるという。人から聞き、試してみる。

- (2) 堆肥の中で、木の細胞がどのように変化するか解らないまま、曲げ加工をする。
- (3) 堆肥の素を買い求め、落ち葉、野菜屑を入れ堆肥を作る。
- (4) 堆肥の中に枝材を4ヶ月間入れ、曲げる。

堆肥を使う方法の結果

- a. 木の皮は、つるりと簡単に剥くことが出来たが、枝材は硬く、曲げることが出来なかつた。
- b. 冬期だったので発酵が十分でなかったらしい。

3 予備実験に関わる考察

- (1) どの材種も折れ割れが起こり、まともに出来たものはなかつた。
- (2) 桑の枝材の曲げ加工で、木口の割れる方向と、曲げた枝材の外側と内側の「折れ割れ剥がれ」の方向を知ることができた。
- (3) 曲げが進むにしたがい、外側は折れ、内側は圧縮され縮む。
- (4) 曲げると外側（引張り）と内側（圧縮）の横境界面が割れる。曲げが進むと樹心部から縦におしつぶされ、大きく割れる（図5）。
- (5) 曲げ加工をすると、始めに割れる方向と、次に大きく割れる方向とがある。割れる原因としては、樹心に太さ2-3mmほどのキビガラ状のものがあるためと考えられる（図6）。
- (6) 曲げ加工の曲面外側は、木材繊維が引張られて切れてしまい、曲面内側では、木材繊維は圧縮はされるが、ある程度成形されたことが確認できた（図7）。
- (7) 加熱曲げ加工は、折れ・割れ・裂けが起こり、輪鏡形状は、どの材料も出来なかつた。
- (8) 太さ3cm長さ85cmぐらいの枝材は、非常に丈夫であり、木刀に使われるように丈夫で硬いものと思われた。
- (9) 桑材（丸棒）は樹心から半分は曲がり、半分は折れた。
- (10) 杉、松、梅、樫は折れてしまった。

以上のことから、木取り方法と加熱方法・成形方法を次のように考えることができた。

- a. 十分な加熱方法として、鍋に入れ煮る。
- b. 部材を、入れて煮る大きな鍋を用意する。
- c. 熱い湯で煮ることにより、細胞が柔らかくなり曲げられるのではないか。
- d. 水分で細胞が大きくなり曲げ易くならないか。枝材の細胞はどうなるのか。
- e. 枝材は、大変曲げにくい材料であり、年輪がパイプのような役割をしているのではないか。
- f. 木は、たわむが伸びたり縮んだりすることが出来ない材料なのか。
- g. 木材の外周（辺材）と樹心（心材）部とは、材質上の相違がある。
- h. 桑材の樹心にあるキビガラ状の部分は取り除く。

- i. 心材は折れるので使えない。辺材は曲げの引張り、圧縮に柔軟であるので使う。
- j. 角材にする事で曲げ加工の割れ・縮み・折れを少なくする。部材に余分な肉厚があると木材繊維が押しつぶされて割れが大きくなる。それを避けるために、余分な部分を削り取る、
- k. 樹皮を剥ぐ。
- l. 枝材の曲がりに沿って削る。
- m. 生木のため鉋は使えず小刀で削る。
- n. 枝材繊維と平行に削る。
- o. 枝材繊維と直角に刃傷が入ると、そこから折れ・剥がれが起きる
- p. 仕上がり寸法より1～2mm大きくする。

5. 桑材の曲げ加工実験

1 曲げ加工実験の条件

- (1) 最初の実験結果から加熱曲げ加工には熱湯で煮る加熱が必要である。
- (2) 加熱には、樹心まで加熱温度を行き渡せられる時間が必要である。
- (3) 熱湯で50～60分煮る。
- (4) 湯量が多く沸湯させる鉄鍋（鍋60cm×60cm×16cm）を特注する。
- (5) 部材を曲げ成形加工するのに、輪鑿の内側形状の木型を作る。
- (6) 皮を剥いた枝材を、樹心を境に1/2にしたものを二本用意した。
- (7) 枝材の丸みを削り、角材に加工したものを二本用意した。

2 曲げ加工実験の方法

1 桑の枝材、太さ約3cmを樹心より1/2で割ったものを使う方法

- (1) 部材を40分間熱湯で煮た。
- (2) 樹心側を内側に、皮側を外側にして木型に巻き付けるようにU字形に曲げた。
- (3) 3日間天日乾燥した。
- (4) U字形に紐で縛り、40分間熱湯で煮た。
- (5) 木型に、加熱した部材を巻き付けて紐で締めるが、湿りと勾配がつくため紐が滑り締められなかった。
- (6) 万力で締めると、片方が折れ締めることが出来なかった。
- (7) 樹心から皮のある方に繊維に沿って縦に割れてしまった。

2 桑の枝材を、外周を削り角材にしたものを使う方法

- (1) 部材を40分間熱湯で煮た。
- (2) 枝材の曲がりを見て、輪の内側と外側をきめ木型に巻き付けてU字形に曲げた。

- (3) 3日間天日乾燥した。
- (4) U字形に紐で縛り、40分間熱湯で煮た。
- (5) 部材を木型に巻き付けて、首部を紐で締めるが、部材を湯で煮てあるため湿りと、勾配があるため紐が滑り締められなかった。
- (6) 万力で締めると片方が折れ、締めることが出来なかった。
- (7) 樹心を境に輪鏡形状の外側形状は、折れ・裂け・割れを生じた。
- (8) 内側形状の輪形は折れ・裂け・割れが少なかった。
- (9) 首部の曲げ加工は、輪形から柄部にかけて逆に曲げるため折れてしまった。
- (10) 輪形と柄部の形状が、左右揃わなかった。

3 曲げ加工実験に関わる考察

- a. 外型木型・中型木型を使い、成形する必要がある。
- b. 木型で、締め込む方法で折れ・割れ・剥がれ・変形を抑える。
- c. 輪鏡首部の成形に必要な、締め付け方法がみつからず色々試みたが、木型を使い締め込む方法をとる。
- d. 木型を使いながら、部材を熱湯で煮ては木型で締め込む。
- e. 樹種は桑材を使う、木取りは辺材・板目材を使う。
- f. 加熱方法は、熱湯で50～60分煮る。
- g. 鉄鍋（60×60×16cm）使う。

<図8～15を参照>

6. 輪鏡木心の四つ割り法による製作

曲げ加工予備実験、曲げ加工実験の結果を踏まえて、桑材を1/4に割って使う方法を採用した。この方法によって初めて曲げ加工に成功した。以下に詳しく述べる。

1 桑の原木を楔にて1/4に割る（1000mm×φ120mm）

- a. 桑材の年輪幅が生育方向で違うため、南材・北材・東材・西材と4等分した。
 - a. 部材の年輪幅をできるだけ揃えることにした。
 - b. 原木の小口に4～5cmまで鋸で切り目をつけ、木槌で楔を打ち込み、かつ棒材にて楔を打ち込み割った（図16, 17, 18）。
 - c. 材質は良く、綺麗に4等分できた（図19）。
 - d. 楔の刃先の形状が直線の場合は、強い力が必要で、円弧状ものは少ない力で食い込み、割ることが出来た。

2 皮むき

- a. 4等分した4本の桑材の皮を剥いた。
- b. 4本同時に皮を剥いたため、後日成形加工する部材が乾燥しないように注意した。
- c. 水に漬け、湿った布にくるみ、ビニールでくるんだ。
- d. 黒かびによる腐れと、黒い斑点の発生をとめるため、くるむ布にアルコールを浸して保存した。

結果

- 木の皮は加工直前にむく。

3 四等分した三角形の棒材を割って角棒にする。

- a. 原木を4等分したものを、角棒に加工した。
- b. 角棒は、熱湯で煮る直前に加工する。
- c. 辺材の年輪幅3年、心材の年輪幅1年の部分を、厚さ約18mm幅22mm長さ85cmで木取った。
- d. 心材側を割り取り、削った（部材木取り）（図20）。
- e. 辺材の余分を割り取り、削った。（図21）
- g. 皮側の円弧状部分を、削った。

結果

原木が太ければ1/6または1/8に割り、辺材だけで木取ることができ、曲げ易くなったと考えられる。

4 輪鐙の柄の部分は細く、輪の下部は広く削る。中央部を広く木取る。

- a. 木取り寸法として2～3mm太く木取った。
- b. 曲げに耐える部材として辺材を使った。
- c. 心材は折れ易く使用したくなかったが、年輪幅として一年分の心材が部材に含まれた。
- d. 結果
- e. 内側曲面では、この心材が有効に働き成形性をよくした。

5 部材を、U字形に成形する。

- a. 角棒を60分間、熱湯で煮た。
- b. 円形の木型に押しつけ少しずつ曲げ、U字形にして紐をかけて固定した。（図22, 23）
- c. 4日間乾燥した。

結果

円形木型（輪鐙の踏み込み輪の形状より少し大きい型）に押しつけて曲げていった。始めは硬くて曲がらないものが、少しずつ曲がるようになり全体にしなやかな部材になった。

6 輪鏡形状に成形する。

- a. U字形部材を、首部の逆曲げと楕円形に曲げ輪鏡の形に成形した。
- b. 成形する前に、捻れ・反り・曲がりを見て、U字形部材の木取り寸法から1～2mm削り取った。
- c. U字形に紐で曲げ固定したままの半乾燥の部材を、熱湯で60分間煮る。
- d. U字形部材を、外型と中型のなかに入れ万力で締めた。
- e. 成形用に作った外型を分割木型（輪鏡の外側形状を二等分した型）とした。
- f. 中型の木型の間に入れ両側から万力で締めた。
- g. 7日間乾燥した。
- h. 乾燥した部材を、木型から取り出し反転して、再び型に入れ万力で締め7日間乾燥した。

結果

首部内側曲面に心材が通り、曲がり小さいため部材の1/3は折れた。

遺物の観察でも、折れているところがあり、実験でも同じように折れた。

反転乾燥は成形部材の左右形状バランスを良くするためである。

部材の曲がり片寄り、成形できなかった。

部材の硬さにより中型が傾斜し、締め込んでも予定した位置に戻らなくなった。(図24、左下図)

7 木型法案の見直しをする。

- a. 中型と外型とが、平行移動するように方案した。(図24)
- b. 中型に溝を付け固定棧を付けた。
- c. 固定棧を受ける溝を、外型に付けた。
- d. 固定棧を可動するようにした。

結果

棧を付けた中型により、外型の移動が正確になり、推定どおりの形状の木心輪鏡を作ることが出来た。

8 首部の曲げ成形をする。

- a. 輪鏡の形に成形された部材の首部の、角度のついた曲げ成形をした。
- b. 外型から外した輪鏡部材の首部を縄で縛り、30分間熱湯で煮た。
- c. 輪鏡部材を中型にはめ込み、首部を木型で挟んで締めた。(図25)
- d. 7日間乾燥した。
- e. 木型と輪鏡部材の接触しているところは乾燥が遅いため、形状の外側を乾燥させた。
- f. 輪鏡部材を木型から外し、反転して締め、乾燥と成形をした。
- g. 左右のバランスをよくするよう注意した。

結果

外側形状に乾燥のため割れが、起こらないように湿らせ養生した（図26）。

外型木型・中型木型では、首部の成形は不十分なため、首部の外型木型を作ることになった。

9 輪鍔の内側を乾燥させる。

- a. 外型分割木型に、部材をはめ込み輪鍔部材の内側を乾燥させた（図27）。
- b. 輪鍔部材を、木型から外し反転して締め乾燥と成形をした。
- c. 左右のバランスをよくするよう注意した。
- d. 7日間の天日乾燥をした。
- e. 内側を十分に乾燥させた。

結果

木型に接触している所は、乾燥しにくいいため、外型のみで締めて内側を乾燥させた。

10 輪鍔の外側を乾燥させる。

- a. 中型木型に部材をはめ込み、輪鍔部材の外側を乾燥させた。
- b. 輪鍔部材を反転し、乾燥させた。
- c. 中型のみで締めたまま、外側形状を乾燥し成形した。
- d. 7日間の天日乾燥をした。
- e. 外側を十分に乾燥させた。

結果

首部の曲げ成形では、曲面が小さく心材が外曲面形状になり、折れてしまう。木材の基と梢方向では、狂いが著しく途中で修正しながら製作した。

楕円形の輪の外周は、成形中と乾燥中に、折れ・裂け・はじけが部分的に生じたが補修する事で補うことが出来た。

曲げ加工は、成形の戻り現象もなく、十分な結果が出た。

11 仕上げ加工

- a. 実測図を元に、寸法測定
- b. 柄部の合わせ面の加工。
- c. 柄部の厚さ加工。
- d. 輪部の厚さ加工。
- e. 輪部の内側加工。
- f. 輪部の外側加工。
- g. 柄部の膨らみ形状加工。

h. 柄部から踏み込み輪の中間まで延びてくる膨らみの形状加工。

(図28, 29参照)

結果

首部から輪部にかけて捻れ面形状が作られていたことがわかった。これは優れたデザインだと思う。

12 楔の嵌合

- a. 首部の内側形状の外曲面側で折れた箇所を、平に削った。
- b. 折れて木材繊維がばらばらになったところを、平に削った。
- c. 輪の形状に合わせて、桑の原木から三角形の楔を木取った (図30)。
- d. なぶり合わせをした。(図31)

結果

今回の木心のみでは、くさびをたたき込むことが出来ず、なぶり合わせ嵌合した。

くさびは、たたき込む物で、鉄板を張った後に埋め込んだものと考えられる。

13 輪鐙木心四つ割り法による製作に関する考察

- a. 始めに手ごろな太さの枝材が曲げ易いと思ったが、まったく曲がらなかった。
- b. 枝材が曲がらないのは、木の年輪がパイプのような役割をしているためではないかと思う。
- c. 原木を楔で割ることで、木材繊維の通った辺材部の板目材を得ることができた。
- d. 曲げ加工で成形性が良くなり割れ・折れが少なくてすんだ。
- e. 四等分した桑の材質が良かったこと、節が残った部材があつたが、心材のみ折れて辺材部は折れなかった。
- f. 原木を細いと思ったが、心材の一部(年輪幅一年分)が残り、輪鐙の成形上、板バネのような結果をもたらしたと思う。
- g. 折れの起きた場所、折れた形、折れの量は遺物観察とほぼ同じような状況が再現出来た。
- h. 外型・中型の木型を使って型成形をすることで、輪鐙形状は推定どおり再現することが出来たが、当時はどのようにして作ったのか、他にもっと良い方法があつたのではないか。

出来上がった輪鐙を図32とカラー図版6-1に示す。

今回、木心輪鐙再現を私も千賀氏も諦めかけていたところ、桑の木を五味氏から提供していただきました。そのお陰で推定どおりの輪鐙が再現出来ましたのでご報告いたします。

提供していただいた五味氏に感謝いたします。

第2編 長持山古墳の木心鉄板張輪鍔の木心製作

1. 製作の方法

長持山古墳の木心鉄板張輪鍔は、ウナベ古墳の木心鉄張り輪鍔と踏み込み輪の大きさを同じにして、踏み込み輪の下方を平にした形状であるため、製作行程はほぼ同じで踏み込み輪の下方を平にするよう木型の形状変更をした。

2. 使用した工具

1 木心輪鍔の製作に使用した工具

木製くさび（平刃、丸刃）、小かんな、導突鋸、手突きのみ、生反り刃、くり小刃、なた、けびき、鍋

2 成形用木型の製作に使用した工具

（外型木型、中型木型、仮曲げ木型、踏み込み輪下部木型）

回しびき鋸、手突丸こてのみ、手突平のみ、かんな、小かんな、けびき

3 割り楔の製作に使用した工具

平刃、丸刃、鋸

3. 藁縄の製作

手加工

実測図面提供 橿原考古学研究所附属博物館

再現モデル常設展示 橿原考古学研究所附属博物館

参考文献

樋口隆康 「鍔の発生」 『青陵』No.19

日本馬具大鑑準備委員会 『日本馬具大鑑 古代』 吉川弘文館 1990

増田精一 「鍔考」 『史学研究』81号 東京教育大学 1971

第3編 輪鍔成形用木型の製作

ウワナベ古墳の木心鉄張り輪鍔の実側図と他の輪鍔を比較し、足の入る大きさとして踏み込み輪の形状を決めた。

1. 木型法案

- (1) 部材をU字形に曲げ加工するための円形木型は、強い力で部材を押しつけて曲げるので、堅い木が必要と考え、桜材を使用した。
- (2) 外型形状と中型形状を作り、これに熱湯で煮た部材を挟み込み、締め込んで成形した。
 - a. 見込み寸法をいれ(1.5mm)大きく作り、途中で完成寸法の大きさに修正した。
(見込み寸法とは反り、曲がり、捻れ、製作中の変形を見込んで太い部材を使うための寸法)
 - b. 外型は輪鍔の外側形状の木型で、部材を成形し易く、締め易く、外し易く、移動変形しても修正しやすく、外側から強い力で部材を押しつける型で、割型木型とした。首部の曲がるところは強い力が加わるため、木が押しつぶされ変形するので堅い木を貼った。
- (3) 中型は輪鍔の内側形状の木型で、楕円形をしており、部材が巻き付いても変形しない型とする必要があった。
 - a. 見込み寸法をいれ(1.5mm)小さく作る途中で完成寸法の大きさに修正した。
- (4) 棧木は外型が締め込まれて移動するときに、中型を正しい位置に保たせるため。
- (5) 首部の木型は曲がり小さく、ここだけの成形木型を作る、首部内側形状で楔のはいる部分を締め込んだ。

2. 原図作成

- (1) 完成寸法の図面作成
- (2) U字形に曲げるための加工用木型の図面作成
 - a. 完成寸法より20mm大きくした。
- (3) 見込み寸法の図面作成
 - a. 反り、曲がり、捻れなど、製作中の変形を見込んで作成した。
 - b. 完成寸法より大きい図面になる。

3. 木取り

- (1) U字形に曲げる木型
 - a. 見込み寸法より20mm大きい桜材を準備した。
- (2) 外型木型
 - a. 見込み寸法より大きい外型形状を成形出来る二枚の朴材を準備した。

(3) 中型木型

- a. 見込み寸法より 3 mm 大きい朴材を準備した。

(4) 棧木

- a. 外型と中型の案内棒として桧材を準備した。

(5) 首部曲げ木型

- a. 小さな外側曲面形状を作る、桧材を準備した。

4. 木型製作加工（厚さを決める、幅を決める、長さを決める）

(1) 部材を仮に曲げる木型

- a. 木型部材に見込み寸法を入れて円のけがきを入れた。
- b. 角を鋸で切り、丸のみで円外周部を切り、かんなで仕上げた。
- c. 輪鑿部材が木型の仕上がり面上でこすり合わされるため、かんなで綺麗に仕上げた。

(2) 外型

- j. 木型部材に見込み寸法を入れ、外側形状のけがき線を入れた。
- k. けがき曲線に添って直線から小さな外曲線、大きな内曲線へと、回し引き鋸で切った。
- l. 丸のみで仕上げた。
- m. また部材が強い力で締め込まれるので、加工面は平滑にした。
- n. 輪鑿部材の変形を見て修正するために、木型の厚さの $1/2$ に傾斜をつけた。
- o. 見込み寸法で成形した後、完成寸法に修正加工すると木型は小さくなった。
- p. 始めは輪鑿部材が太いため見込み寸法で木型は大きく作った。
- q. 曲げ曲面の小さいところは、押しつぶされるので堅い木で補強した。

(3) 中型

- r. 木型部材に見込み寸法を入れ、内側形状のけがき線を入れた。
- s. けがき曲線に添って内側形状曲線の外側を鋸で切り、丸のみで仕上げた。
- t. 輪鑿部材の成形を良くするため、かんなで平滑に仕上げた。
- u. 見込み寸法で成形した後、完成寸法に修正加工する。木型は小さくなる。
- v. 始めは輪鑿部材が太いため木型は大きく作る必要がある。

(4) 棧材

- w. 案内棒として中型に固定し、外型には案内として付ける四角い角棒を作る。成形中に中型がまがり移動して輪鑿部材が変形するため。

(5) 首部の曲がりを成形する木型

- x. これも当初考えには無く、外型・中型で成形中に首部の曲がりを小さく曲げる方法として、二個の木型で両側から挟む木型を作ることにした。

(6) 踏み込み輪の足を掛ける所を平にする木型

- y. 輪の下部を平にするため、曲面の一部から平面そして曲面の一部になる内型と外型をつくる。
- z. 輪鑿成形用内型・外型の一部を修正し、踏み込み輪下部を平にした。

5. 考察

木型方案のなかでは、外型で輪鑿部材を締め込み、中へ内型を入れることで、輪鑿が成形出来ると思えたが、実際は中型が片寄り予定位置に納まらないのである。

結果は、首の曲がった輪鑿が出来てしまう、これは輪鑿部材に堅いところと柔らかいところがあり、締め込み始めた初期の段階で中型が部材に巻き付かれるとそのまま片寄って締め込まれた。その後は中型を動かすことが出来なかった。そこで外型・中型・外型の三つが平行移動し中型は上下斜めに移動しないようにするため、棧木を木型に付けることにした。

中型には棧木を横に固定する

外型には中型の棧木が平行移動する固定ガイドを付ける。

このガイドと棧木を付けることにより大きな力で締め付けられるようになり成形が楽になり、推定した図面どおりに輪鑿成形が出来た。

第4編 板材切抜きによる輪鍔木心の製作

以下では、輪鍔の木心を曲げることができなかつた時に、やむなく板材を切り抜いて製作した過程を示す。

曲げ加工予備実験で枝材の加熱曲げ加工はことごとく失敗に終わった。木心輪鍔形状を作ることで、何か他の方法が見つかるかもしれないと考え、桜板材切り抜き加工を試みた。

(1) 柄部の加工

木材繊維が板の長さの方向に平行になるように木取った。

(2) 輪部の加工

木材繊維が板の長さの方向に直角になるように楕円形に木取った。

(3) 柄と輪の接合加工。

柄部と輪部の木材繊維が直角になるように接合した。

接合面は楔形とした。

(4) 力皮を通す穴。

穴加工するときに木部が割れ・欠けるので、孔加工のまえに柄の周囲に和紙を貼った。

(5) 柄と輪の接合。

柄と輪の木目を直角に交差させるのに、V形に切り込みをいれて接着した。また、輪の中側からもV形に切り込みを入れて楔形状を接着した。

結果

- a. 柄と輪の接合箇所の接着強度増すため、V形切込み方法をとった。
- b. 木部が割れ・欠けるのを止めるのに、和紙を貼った。
- c. 形状加工は、木型形状を作るうえで参考になった。
- d. 鉄部の加工は、押元信幸氏 漆部の加工は、竹永幸代氏にお願いした。
- e. 遺物測定のため、首部の木材繊維が通っているのを再現するために、二回目の加工実験にかかった。

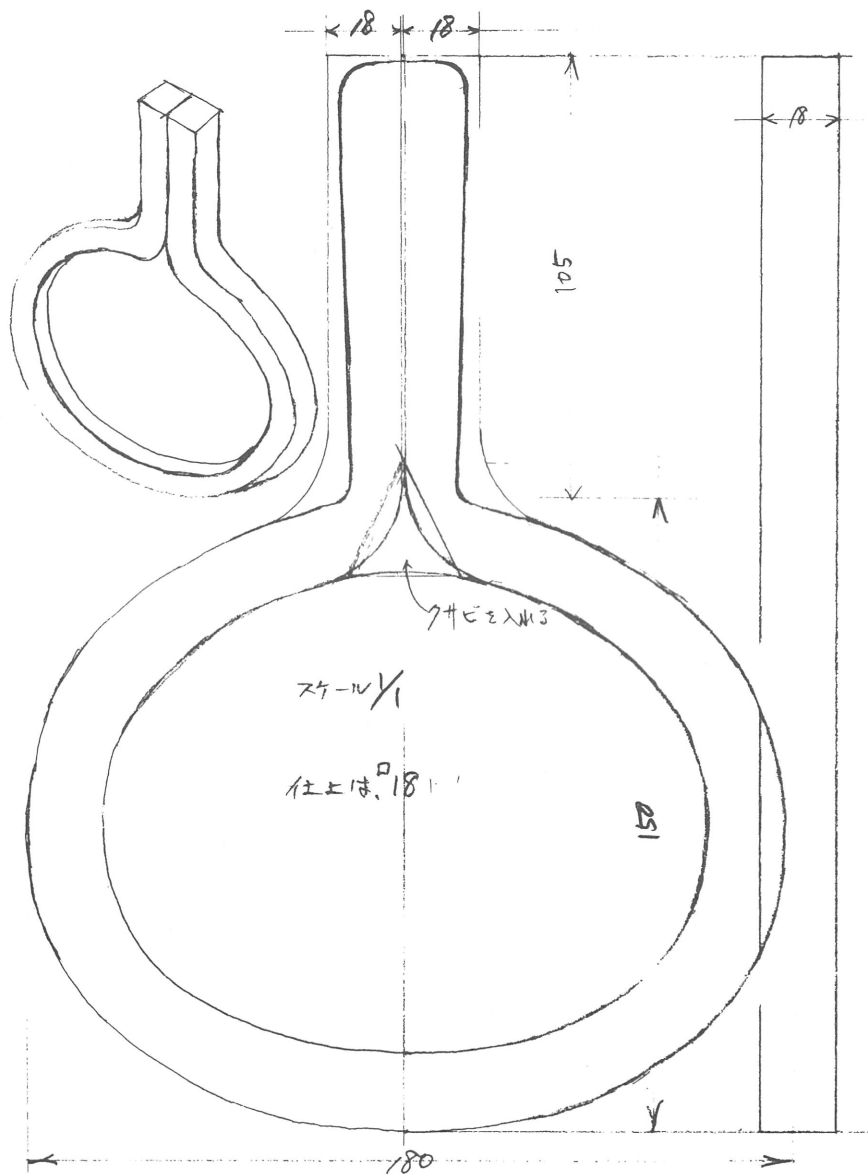


図1 復元図面

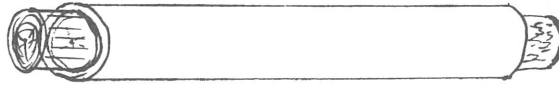


図2 枝材を塩化ビニール管の中に入れ、周囲をバナーで再加熱

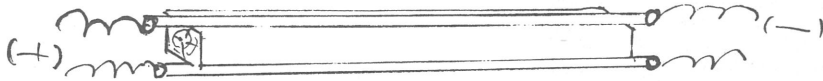


図3 棒状電気ヒーターにより再加熱し曲げる



図4 棒状電気ヒーターと枝材のまわりにアルミ箔を巻き付け再加熱

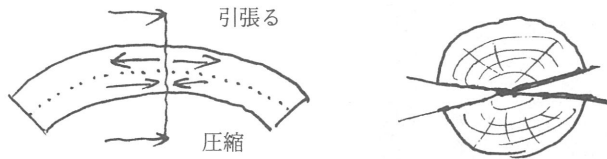


図5 外側（引張り）、内側（圧縮）横境面が割れる

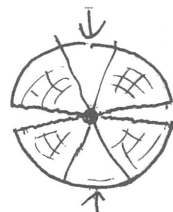


図6 割れる方向とその順序

次に縦方向に割れ、上下につぶされ大きく割れた。
樹心のキビガラ状太さ3mmが割れを大きくした。

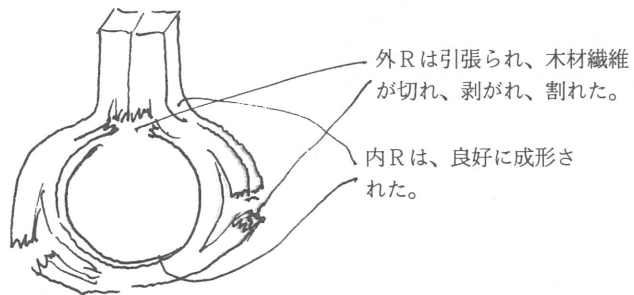


図7 曲面外側は木材繊維が引張られ、切れてしまう。

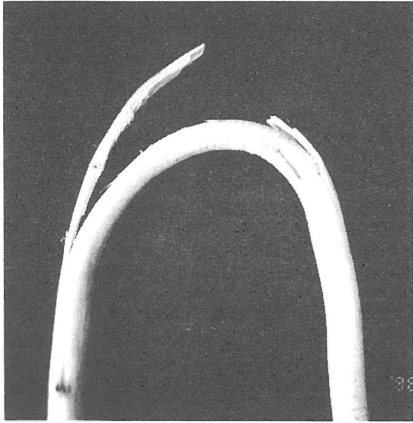


図8 「桑材（約φ30×800mm）を曲げる」

「加熱方法」

温度を下げないように熱湯を継ぎ足しながら50～60分温める。

「曲げ加工」

曲げが進むにしたがい外側は折れ内側は圧縮されちぢむ。曲げると外側（引張り）、内側（圧縮）横境目が割れる、曲げが進むと樹心部から縦におしつぶされ大きく割れる。桑材（丸棒）は樹心から半分は曲がり半分は折れた。杉、松、梅、樫は折れてしまった。

「熱湯に浸漬して温める」

バーナーで加熱

電気ヒーターで加熱

アルミ箔を巻き通電加熱

堆肥の中にいれ、6ヶ月後に曲げる。（曲がらなかった）

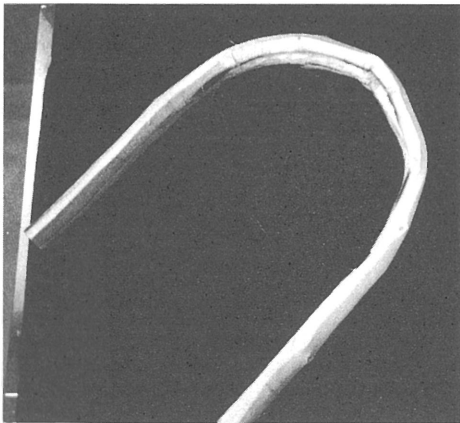


図9



曲げると
割れる



桑材（半分に割る）

15×30×800

加熱方法は上記と同じ。

曲げ加工が進むと樹心より大きく割れが生じた。

木材の外周（辺材）と樹心（心材）部の材質の相違がある。

桑材の樹心にあるキビガラ状部分は取り除く。

心材は折れるので使えない。

辺材は曲げの引張り、圧縮に柔軟であるので使う。

「桑材を角材にする」

樹皮を剥ぐ。

枝材曲がりにそって削る。

生木のため小刃で削る。

鉋は使えなかった。

角材にする。曲げ加工の割れ、ちぢみ折れを少なくするため余分な部分を削り取る。部材に余分な肉圧があると木材繊維が押しつぶされ割れが大きく起こる。



図10



図11 「桑材を角材にする」

偏平角材にする。
枝材の反りに合わせて削る。
小刀で削り仕上げる。
仕上がり寸法より1~2mm大きく削る。

木材繊維と並行に削る。横に刃を入れると曲げ加工の時折れてしまう。

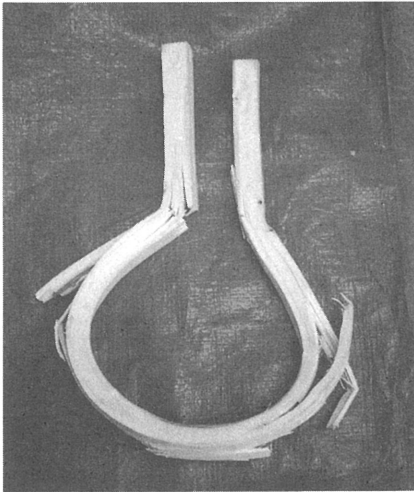


図12

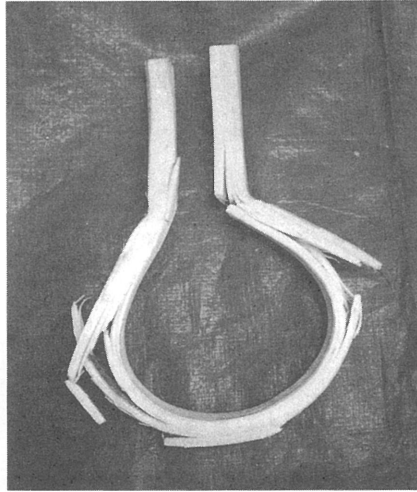


図15

「曲げ成形加工」

桑材偏平角棒を予想形状の太さの丸太に押しつけ巻き付けて曲げ加工する。
樹心部から外周は大きく折れ、割れが発生した。
内周（内R）は折れがなく良好な形状が得られた。



図13

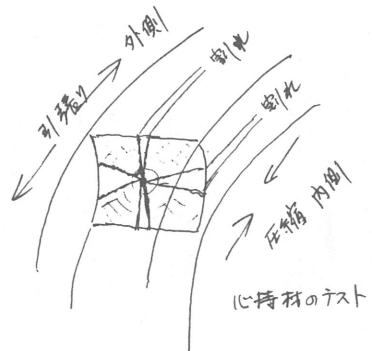


図14

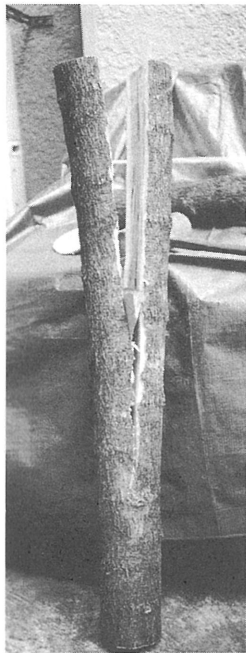


図16

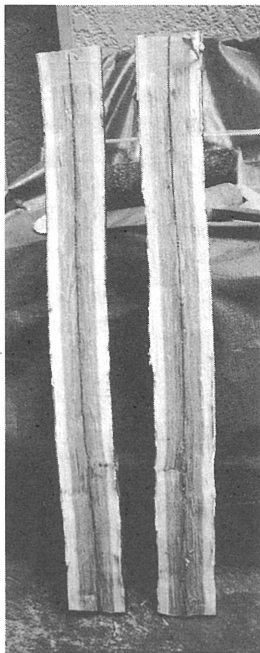


図17

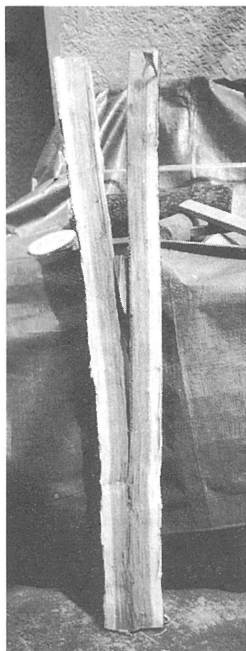
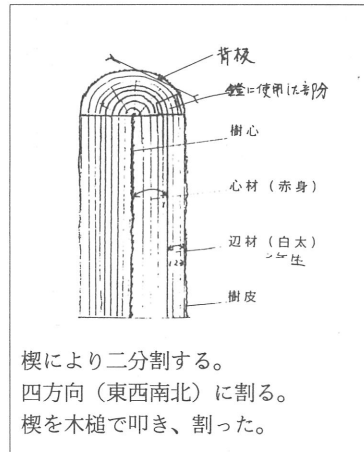


図18

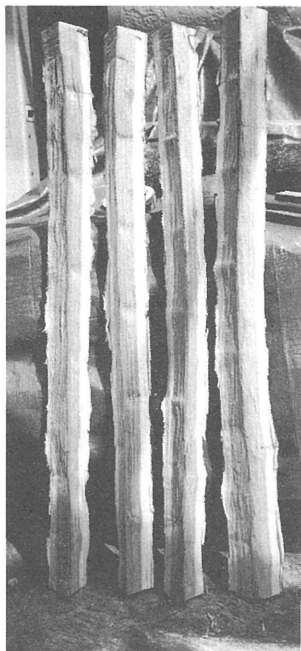
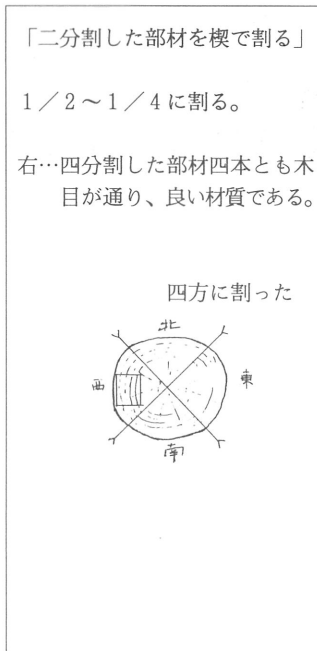
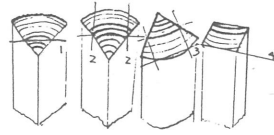
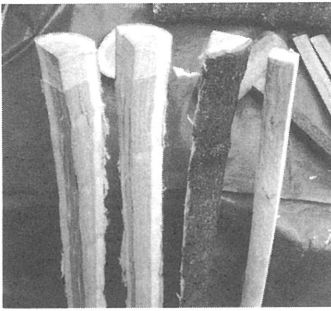


図19





心材割る 皮剥ぐ
辺材割る 背削る

図20 「皮を剥ぐ」

心材を割り、削る。
辺材と割り、削る。
仕上げしろを残して削る。
三角形から角棒にした。

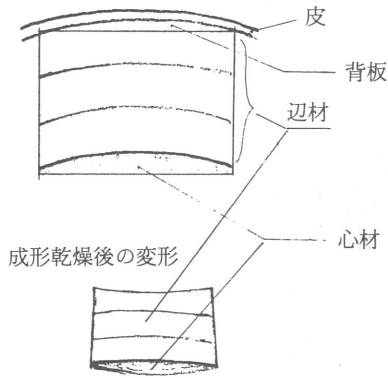
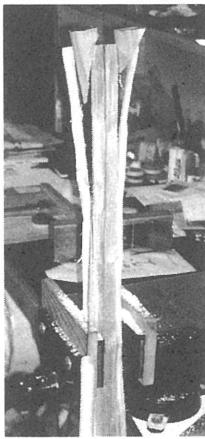
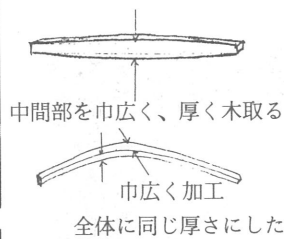
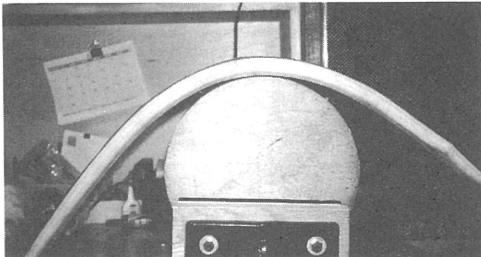


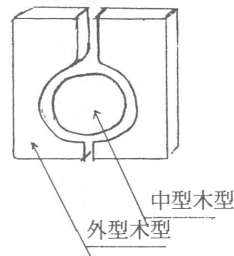
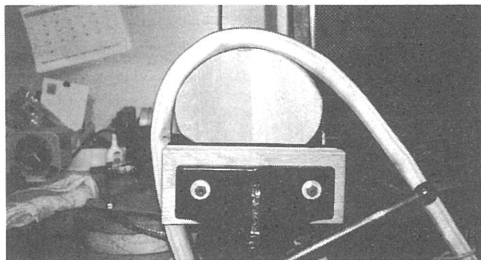
図21 「辺材を割る」

分割した部材四本の皮を全部剥がしたため、後に加工した。部材は乾燥して堅くなった。



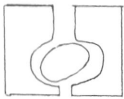
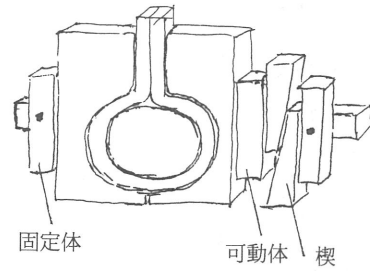
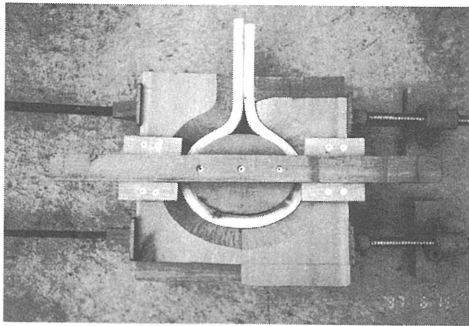
「熱湯で60分煮て曲げる」
中型形状より曲率の大きい木型を使う。割れ折れ、剥がれが生じるため少しずつ曲げた。

「U字形に曲げる」
中型木型（仕上がり形状と同じ形）を使った。
U字形に固定して布でくるみ、湿気を与えて7日間置く。



上 図22

下 図23



鑊部材を外型、中型にて成型
締めするときに、部材の曲が
り方で中型が変形移動するた
め、棧を用い、外型、中型が
平行移動するようにした。

図24 「U字形部材を60分間熱湯で煮る」
外型、中型木型に入れて万力で締め込み成
型した。
楔で締める方法と縄で締める方法を使った。

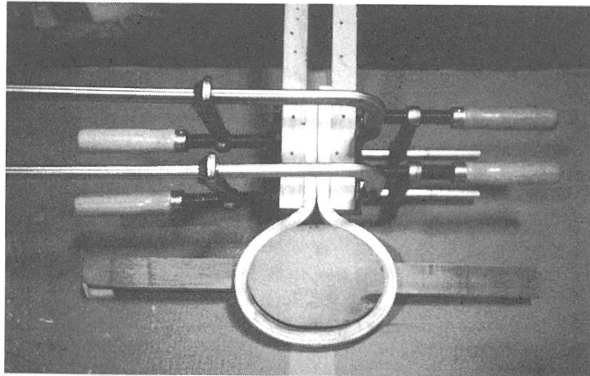


図25 「首部を締める」
部材を40分熱湯で煮る。
首部の外R木型で締め付け成型した。
外R木型の間を測定し、締め付け力と平行度
を見た。

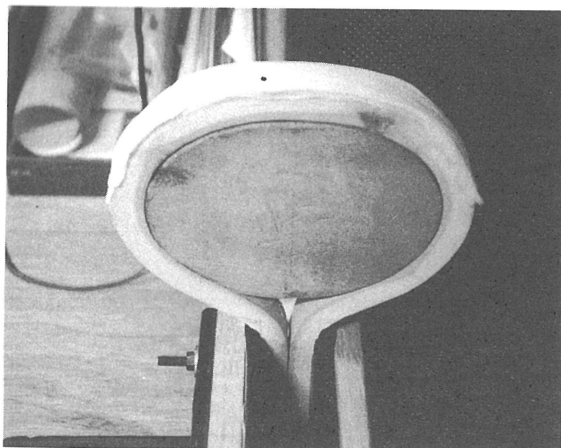


図26 「割れ折れ剥がれを起こさせ
ないため湿気を与える」
首部の締め込みをする。
外側に湿った布を巻く。
内側に心材部が帯状に残り、形状が
きれいにできた。
序々に外側の乾燥をする。

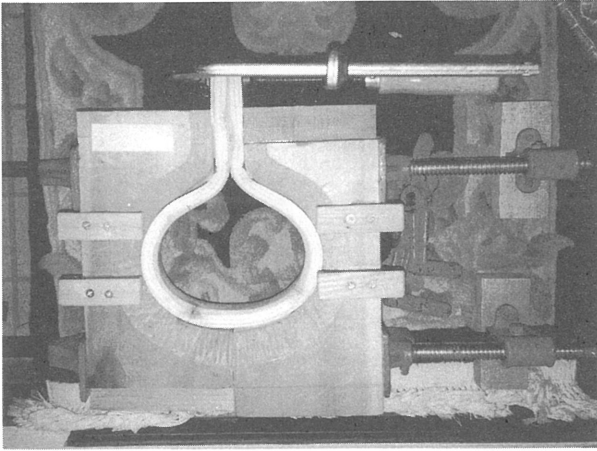
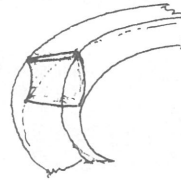


図27 「外型木型に入れて乾燥する」
部材の入れ替えをした。
序々に内側の乾燥をさせる。



図28 「仕上げ加工」(側面加工)
厚さを決める。
丸鑿で荒取り、平鑿で加工。



角材が曲加工で変形した

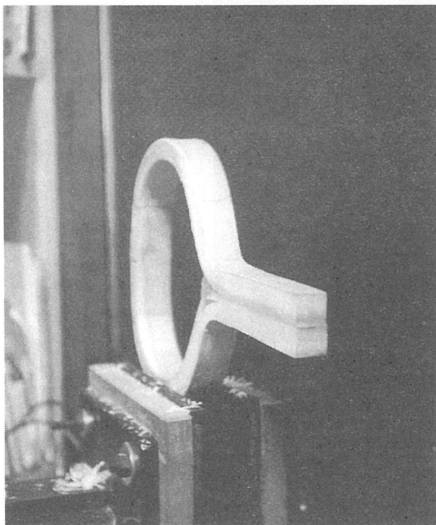
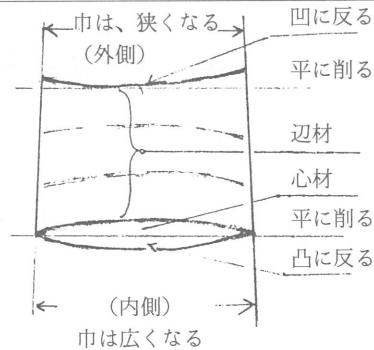


図29 「内形形状仕上げ加工」(1)
「内形形状仕上げ加工」(2)

切削る形成加工。
内型では中央が盛り上がり外形は中央が窪んでしまった。
丸鑿で荒取り、平鑿で加工。
柄の曲面、首部から踏み込み輪の間での3次元曲面加工は、繰り小刀で加工。



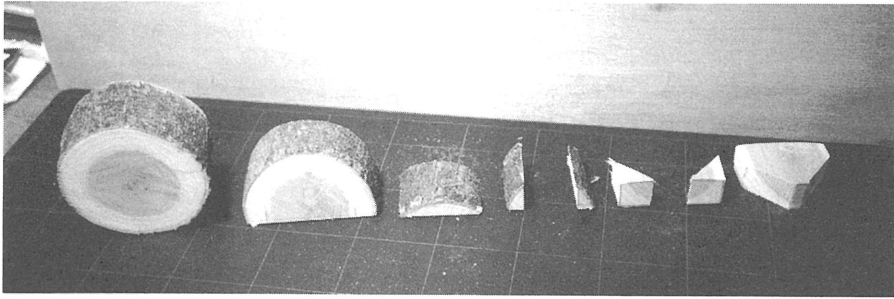


図30 「楔の加工」

上 部材の木取り

左 嵌合形状にする。



図31 主型形状に合わせて曲面加工をする。

すくい鑿で曲面加工。

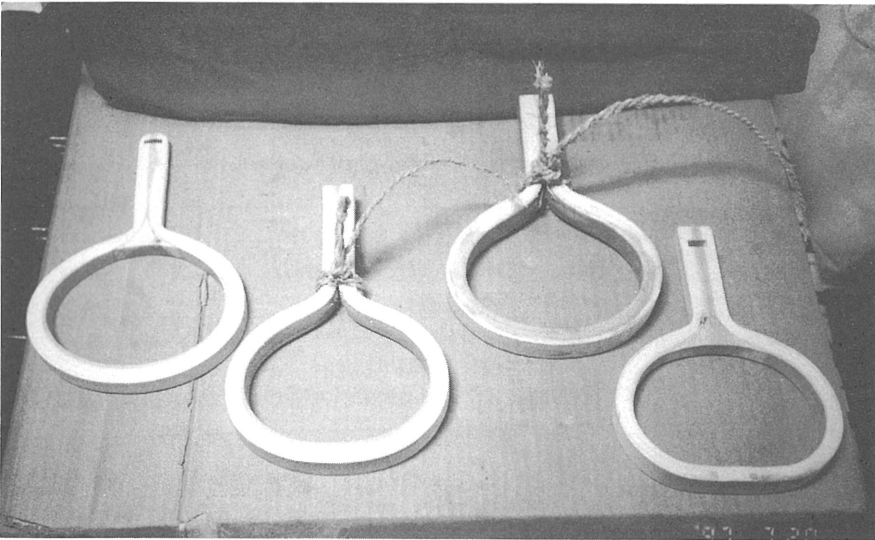
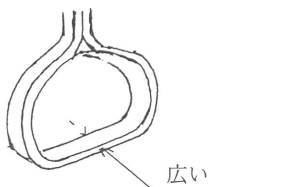


図32 「燈木芯完成品」

左3点はウツナベ5号墳、右端は長持山古墳復元完成品
長持山古墳出土品は踏み込み下部が平らで幅が広い。



文化財と技術 第1号

2000年7月10日 印刷

2000年7月15日 発行

2004年7月15日 第2刷

| | |
|-----|----------------------------|
| 編集 | 鈴木 勉 |
| 発行 | 特定非営利活動法人 工芸文化研究所 |
| 代表 | 鈴木 勉 |
| 発行所 | 特定非営利活動法人 工芸文化研究所 |
| 理事長 | 鈴木 勉 |
| | 東京都品川区上大崎1-9-4 (〒141-0021) |
| 印刷所 | 有限会社 平電子印刷所 |
| | いわき市平北白土字西ノ内13番地 |