

# 『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

# 珠城山3号墳出土・心葉形鏡板、杏葉の鋌について

山 田 琢

## 1 復元にあたって

まずはじめに出土品の全体写真、鋌部分の拡大写真を見せられたとき、古墳時代には、どのようにしてこれを製作していたのだろうか、今の時代においての鋌の製作技法とどのような差異があるのだろうかと疑問が頭のなかをよぎっていった。それと同時に自分ならどのようにして製作するのだろうか、どこまで古墳時代の技術に近づくことができるのだろうかとワクワクしたことも確かであった。実際に出土品を前にしたとき、その疑問と興奮は増すばかりであった。当時の製作工程を考えるとということが、まるで現場の状況から犯人を探りあてる推理小説の主人公になった気分であった。

鋌の復元にあたっては、現在同じ様な鋌を作る際にどのような工具で行っているかを基盤として考えていくこととした。はたして出土品が作られたときに、現在と同じ働きをする工具が存在していたのか。大量生産に適した製作工程はなんだろうか。現在とは比較にならない高度な工芸技術が存在したのであろうか、と自分の持てる技術、考え方を当時の工人（職人？）に重ねあわせて復元を行うこととした。

## 2 出土品の観察より得られたデータ。またその結果考えられる工法。

平成9年1月22日 榎原考古学研究所においてデジタルノギス、竹定規、トレース用のマットフィルム等を使用して、計測及び観察を行った。またX線フィルムからの情報も参考にして、出土品の観察を行い、鋌の製作法に関して仮説をたててみる事とした。

### 1 肉眼、ルーペ等による観察

最も興味を持ったことが鋌頭の破損状態で、大まかに分けて6種類あることがわかった。

[タイプA] 縁金具に鋌とおもわれる円状の痕跡があり、その一部には縁金具に鋌芯を通した孔の痕跡が微かに確認出来るもの（図C14）

[タイプB] 鋌頭は欠損しているが、縁金具に鋌芯のみがしっかりと残っているもの（図C9、10）

[タイプC] 鋌頭部分は崩れているが、中身は詰まっているもの（図C12右、13）

[タイプD] 鋌頭部分の表面の鍍金のみが残っており内部は空洞になっているもの（図C11）

[タイプE] クリーニングは必要と思われるが鋌頭には変形が見られないもの（図C15）



[タイプF] 表面の鍍金も含め鋌頭が完全なもの (図C12中央)

出土品の鋌の中で、A及びBの状態にある鋌の痕跡から、縁金具に開いた鋌孔の縁まで鍍金が残っていることが見つけられた。このことから、鍍金は鋌をかしめる以前に行われていたことが推測された。

破損状態で最も特徴的なものがAとBである。どちらも鋌頭は原型をとどめない状態、もしくは欠損しているのだが、その鋌芯部分の痕跡があまりにも違う事である。Aは鋌芯が、鋌頭の根元の部分から引きちぎれてしまった様に見える状態であるのに対して、Bは芯の部分縁金具よりもはみ出て残っている事である。ここで注目したのはB鋌の痕跡において縁金具に残っている芯の先端部は四角錐の形をしていたことであった。それはあたかもペンチやニッパーなどで切断したかのような形状をしていたのだ。これは鋌頭がちぎれたり腐食が原因で欠落したとは考えにくい形状であった。またA鋌の痕跡にはそのような状態は発見できなかった。これまでの経験から考えると現在使われているネジ、ボルトも必要以上に強い力で締め付けると破損してしまう。この場合破損する部分はネジ山が始まるネジ頭部の根元の部分から破断するが多い。つまり必要以上の力を加えた場合、頭部のみをねじ切る状態となるのである。これはネジなどの製造方法が関係していると思われる。一つの棒材から切削、プレス等の方法で製造するため頭部とネジ軸部は一体成形されているため頭部の破断が起こるのであろう。もし、当時の鋌も鋌頭と鋌芯が一体成形されたのであれば、頭部が欠損する際に、鋌軸部分を残した状態で頭部のみが無くなるということはまずあり得ないのではないだろうか。この事から鋌頭、鋌芯が一体成形のものと、鋌頭、鋌芯が別々になっている鋌があるのではないかという仮定が成り立つのではないかと考えた。

次に鋌の数について。杏葉は本体部分で71個、鏡板は51個、それにそれぞれの吊り金具部分の3個を合わせた数が使用されていた。当時、鏡板2枚、杏葉3枚が1セットで使用されたと考えられていることから、1セットあたり330個の鋌が必要になる。出土品を実測した結果から、鋌頭の直径は3.1mm～3.3mm、鋌芯の断面形状はほぼ正方形であり一辺が約1.4mm (鋌頭が欠損し芯部分のみが残っているものを計測した平均値) であった。計測した鋌128個のなかで極端に寸法の違うものは見られないことから、ある一定の品質を維持した状態で大量生産が可能な方法をとっていた事が考えられる。

## 2 X線フィルムとの照合

鋌の役割は、別々の部品をつなぎ合わせることにある。出土品は縁金具、透かし板、金銅製裏板、鉄製裏板の4つの部品から成っている。鏡板、杏葉ともに大まかに分類すれば外見は楕円形である。楕円形の縁金具と3枚の板金を固定する場合、均等に固定するためには8カ所もあれば十分であろう。

1. 全ての鋌 (杏葉は71個、鏡板は51個) を使って4つの部品を固定するためには、4つ全ての部品に多数の貫通孔をあけなければならない。鏡板であれば51箇所である。現代のドリルとは違い当時金

属に孔を開けるのは大変なことだったのではないだろうか。孔位置の微妙なズレが全部品に影響を及ぼし、全ての孔に鉋が入らないことも有り得るだろう。鉋孔がズレることなく、4つの部品全てにすべて同じ位置へ開けるのは困難だと考えた。

2. 4つの部品の組み立てを考えると50本もの鉋は必要とは思えない。まずは上下左右を固定しその方向へのズレを抑えてから対角となる場所を固定する。そのようにして8箇所を固定することでズレを最小限に抑さえ、効率的に4つの部品を均等な力で固定できるからである

この2点からすべての鉋が固定に使用されたのではないかと考えた。

固定する事を考えた場合、鉋にはある程度の強度が必要となる。そうなれば鉋頭が外れてしまう可能性のあるものは使用できない。鉋芯と鉋頭は一体成形であれば強度に問題は無いはずである。このため、固定には必要最小限の位置に一体型の鉋を使用し、他の鉋は装飾的な扱いになっているのではないかと推測した。固定用の鉋が使用されている位置についてはX線フィルムを元に考察していくこととした。固定用の鉋は縁金具を含めた4つの部品をカシメ留めするために、鑿、金鎚などの工具で打ちつけたであろう。その際に鉋芯の部分は上下から圧縮され鉋を通す孔いっぱい膨らんでいるのではないだろうかと考えた。装飾用の鉋は、はずれない程度にカシメてあれば問題はないため、必要以上に強くは叩かないであろう。そのため鉋芯の変形も少ないと仮定した。また固定鉋が一体成形となっているのであれば、鉋頭の破損状態も他の装飾鉋とは異なっているのではないかと考えた。これらをもとに出土品の鉋の観察を行うことで、固定に使用された鉋の位置が解るのではないかと感じた。

### 3 固定鉋の取り付け位置の特定を試みる

先述の2点と、製作する工人の立場から考え、固定する必要性のある箇所を探すこととした。鉋孔と鉋芯の具合から、固定用鉋の取り付け位置を特定できないかと考え、まずはX線フィルムの分析からはいることとした。撮影された鉋の痕跡すべての中から、鉋芯が鉋孔いっぱい膨らんでいる部分を選択していった。(図版5-4 参照) 選択した鉋の中に、出土品の最下部の鉄製裏板の表面に鉋芯の痕跡を確認出来れば、固定鉋だという断定ができると考え、出土品の観察を行った。しかし裏板の腐食はかなり激しく容易に鉋の痕跡は発見できなかった。拡大顕微鏡を用いてさらに観察を行っていった。すると肉眼でははっきり確認できなかった鏡板中央部分から緑青らしき痕跡を確認することができた。さらにその周辺部分、鉋芯がカシメられたのではないかとと思われる部分を観察すると、鏡板の中央部縦4箇所のうち3箇所に微量ながらも緑青の痕跡を確認することができた。これには一緒に観察を続けた依田さんとともに声をあげて喜びあった。製作に携わる工人として推測した位置に鉋の痕跡を発見できたのである。この痕跡発見は半信半疑だった仮説に自信がもてる瞬間であった。この後も観察を続けたが他の場所からの痕跡発見には至らなかった。杏葉裏板の観察からも新たな発見はできなかった。鉋頭の破損具合からの位置の特定と、X線フィルムの鉋孔の状態、組み立て時の強度、効率の良さなど工人として考えられる固定鉋の位置、鏡板においては発見した3カ所の痕跡を含め、

鏡板は中央の4個と外周部に11箇所、杏葉には15箇所の固定位置が推測できた。これらの数については本体の形状の違い、吊り金具取り付け用の長方形の孔の付近の補強を考慮し判断している。

(依田文中 図11、12、14-a、14-b、19、20 参照)

## 4 鋳の製作方法について

### 1 計測値から推測できることについて

出土品の計測から、鋳頭の直径の最大寸法差は0.2mm程であった。この差は同じ寸法の凹型を用いた型抜きによる大量生産を行った場合にあらわれる寸法差と考えても良いと判断した。鋳の寸法だが、復元では全ての鋳の計測値の平均を基に製作を行うことにした。鋳頭部分の直径は3.2mm、高さ1.7mm、鋳芯は、断面が1.4mm角という寸法とした。これは固定鋳、装飾鋳ともに同じ寸法値である。杏葉、鏡板ともに使用されている鋳の計測値に大差は認められないため、すべての鋳は同じ型を使用し製作された可能性が高かった。全ての装飾に同じ鋳を使用しているということは、当時には、鋳のみを製作していた工人の集団が存在していたと推測できるかもしれない。今回の復元製作でも同じ型で製作された鋳を、鏡板、杏葉ともに使用する事とした。

### 2 工具について

まず考えなければいけないことは、同じものを均一な品質で且つ大量生産しなければならない事である。少量であればヤスリ等で削りだしても良いのだが、1セット300個をこえる数量を製作しなければならない事を考えればとても大変な事である。また一定の品質(寸法を含む)を維持するには手作業で切削する事はあまりにも不安定な方法である。現代の金属加工における大量生産方法はプレス型(型抜き)を使用した製作方法が一般的である。加工する材料よりも強度のある材質で型を作り、動力を用いて加工材料を型に沿わせて成型を行う。これは金型が破損しない限り同じものを作ることが可能である。古代においても、現代の大量生産と同じ方法をとっていたのではないかと思った。魚天子鑿に似た金型を使用すれば鋳頭の大量生産も可能であろうと考えた。鋳の材質は銅であることから金型は鋼材を使用すれば問題は無かった。今回の復元ではS45C(炭素を約0.45%含んだ鋼材)という鋼材を使用し金型を製作することにした。(図1)

また型抜きを行った後、ヤスリによる成形、研磨による外観の仕上げも不可欠と考えた。

### 3 鋳の製作について

計測等からの仮定より、鏡板、杏葉に使用された鋳は固定用、装飾用の2種類だと仮定した。一つは鋳芯、鋳頭が一体成形のもの、もう一つは別々に作られたものを組み合わせたものである。固定用鋳については、金鋸での鍛造成形と凹金型の使用で製作は出来るであろう。しかし装飾用鋳については、鋳頭と鋳芯の接合方法について、この時点では全く想像がつかなかった。接合方法については十

二分に実験を行わなければならなかった。出土品の観察から、鋳頭は直径3.2mm、高さ1.7mmで復元することとした。また、金型を製作するために、マットフィルムを切り抜いて鋳頭部の曲面部分のテンプレートを製作した。

#### 4 一体成形（固定用鋳）の製作

##### 1 鋳の鍛造方法について

固定用鋳は、一つの材料を鍛造して製作したものと思われた。復元では、鋳芯部分は金鋸による手作業で、鋳頭部分は金型を用いた型鍛造で製作を行った。鋳の製作行程は、まずは板材から材料取りを行い、原材料として角棒を鍛造成形する。材料の先端（鋳頭になる部分）を残して、鋳芯となる部分を1.4mm角になる様に金鋸を使って打ち延べ、万力へ固定し、凹型の鑿で鋳頭を形成するという工程で試作を行うこととした。

上記の行程で、鋳頭を製作する為には、まず金型の製作が重要である。必要となる金型は魚々子鑿のように半球状のくぼみを持つものだが、たとえ鋼製であっても破損の可能性はゼロではない。再度金型を製作しなければならない時、くぼみを研磨などの方法で作ったのでは同じ形にすることは困難である。これらの理由から凹金型と比べ加工が楽であり、寸法、アウトラインの確認が容易である凸金型を製作し、この金型を使って凹金型を製作した。凸金型は鋳頭形状の原型にもなり、これさえしっかり保存されていれば凹金型が破損した場合でも再度同じくぼみの金型を製作可能である。今回の復元では、万一の破損を考え、予備として同じ凸金型を複数本製作することにした。凹金型、凸金型共に、材質は鑿用の鋼材（S45C）を使用し製作した。

##### 2 金型の製作

金型の原型となる凸金型は、5mm角の鑿用鋼材を使用して製作した。鋳頭の寸法と同じ大きさになる様に製作しなければならないため、マットフィルムを切り抜いて製作した型紙を使い、何度も形の調整を行った。破損した場合を考え、全く同じ凸金型を2本製作した。凸金型の製作は以下の工程で行った。

1. 5mm角の鑿用鋼材を先端部分で3.3mmの円柱になる様にヤスリで成形する
2. 先端を半球状にヤスリがけを行った
3. マットフィルムのテンプレートの形と一致するまで半球部分のアウトライン調整を行った
4. ヤスリによる整形後に、サンドペーパー#800で研磨していった
5. バフがけを行い、鏡面仕上げにした

この凸金型の段階での微妙な曲面の違いが、最終的な大量生産に影響を及ぼすであろう。そう考えると凸金型の製作は慎重に行わなければならなかった。先端部分は、凹金型の鍛造成形を行う際に、

変形しないように、ガスバーナーを用いて焼き入れを行った。(図2)

次に、実際に使用するための凹金型を製作した。素材は、10mm角の鋳用の鋼材を使用した。鋳頭の直径よりもかなり大きめの材料を使用したのは、鍛造時の強度を維持するという理由からである。

1. 鋼料の先端をアセチレンバーナーを使用して加熱、凸金型で打刻し半球状のくぼみを作った。
2. 打刻を行った面を、ヤスリで平らに削った
3. くぼみの深さが、鋳頭の高さと同じになるまで2までの工程を繰り返した
4. くぼみの面はキズが無くなるまで、研磨剤で磨き上げた
5. アセチレンバーナーを用いて先端部分の焼き入れを行った

凹金型は、なるべく同じになる様に注意しながら複数本の金型を製作した。なぜなら、加熱後に打刻という工程上、出来上がったくぼみには多少の歪みが現れる事が推測されたからである。そこで銅材を使って実際に鍛造して、最適な寸法の鋳を製作出来るように全ての型を調整し、さらに、その中からより良い凹金型を選定する方法で製作した。金型の調整には、かなりの時間を費やすこととなってしまった。(図3)

### 3 銅材の材料取りについて

出来上がった凹金型を用いて鋳の試作を行うことにした。まずは鍛造前の原材料の製作を行った。鋳の材質は、分析の結果から、銅製であることが解っていた。精錬技術の問題などから当時の銅とは細かな成分の違いはあると思われるが、復元には現在入手可能な銅を使用した。鋳製作を行うための原材料の太さについては、鋳頭の型鍛造を考えると、凹金型に納まる寸法でなければならない。凹金型のくぼみの直径は3.2mmであり、もとの材料の太さが2.3mm角以上では、凹金型にはまりきらず、鍛造時に金型のくぼみに材料を沿わせ難いであろう。だが細い場合では、材料の金型鍛造自体が困難になってしまうと予測できた。そのため、原材料は、凹金型にはまる最大の太さで製作することにした。復元では2mm厚の銅板を幅2mm前後に細長く切断し、金鋸で叩いて2mm角の棒材として使用した。切断にはシャーリングを使用したのが、当時は刃鋳を用いて切断を行った事も考えられる。板金鋏で切断した場合は、材料がねじれてしまい、2mm角に叩くことが難しく、板材からの材料取りには不向きであると感じた。(図4) また、板材を切断したため、材料取りの寸法に若干の誤差が見られたが、当時にも同様な誤差があったのではないかと考えられた。作業効率を考えると、棒材として歪みが少ない方が効率的だと感じ、曲がり、ねじれがない様に丁寧に修正を行った。2mm角に仕上がった後、バーナーで焼鈍を行い、酸洗をしておいた。この材料を用いて、鋳の試作を行い、金型鍛造における材料取りの寸法を考えていった。

#### 4 固定用鋳の試作を行う

鋳頭を金型鍛造するには、鋳芯部分を先に製作しなくてはならなかった。製作工程は、まず先端に鋳頭部分の材料が残った状態まで鋳芯を鍛造し、細い鋳頭部分を万力に固定して金型鍛造で鋳頭を成形したのではないかと考えた。この鋳の鍛造加工の基本形はちょうどマッチの様な形状となった。マッチの頭の部分が鋳頭部分の材料になる部分である。その段階までは金鋸を使用した手仕事で製作をした。

鋳芯の長さは約15mm前後必要なため、2mm角の材料の先10mmを打ち延べて1.4mm角にしていった。鋳芯の鍛造は、2mm角の棒材のまま、先端を叩いて行った。(図5) これは、短く切断してしまうと、鋳芯を叩く時に材料を持つことが出来なくなるためであった。鋳芯は2mm角の棒材を、1.4mm角になるまで打ち延べていかなければならなかった。(図6) 棒材を細長く打ち延べるには断面が四角形の状態を保ちながら行うことが重要であった。なぜなら、断面が丸くなるように打っていくと、ねじれてしまったり、均一なサイズを成形し難いためである。原材料の先端に鋳芯部分を鍛造した後、鋳頭となる材料部分を残してニッパーで切断し、凹金型で鋳頭の鍛造を行った。(図7)

鋳頭部分は凹金型を用いた型鍛造で製作した。先に鋳芯部分を鍛造した材料をある程度の長さで切断し、万力の口金部分より上に突き出した材料に、凹金型を当てて鍛造を行った。(図8 a、b)

鋳頭部分をかたち作るには、直径3mmの鋳頭になるために必要な体積量で材料取りをしなければならぬ。鋳頭の材料取りは、原材料を切断する「長さ」で調節する事が出来ると考えた。鋳頭部分の高さは、出土品の計測からほぼ1.7mmであることがわかっている。鋳芯を鍛造で作る際、叩き始めの部分から急に細く鍛造することは困難であった。鋳頭底部に当たる部分が緩やかに傾斜し、やや太くなってしまうのだった。(図9) この太くなった部分の材料の量を考慮し、鋳頭部分の材料取りを決めなくてはならなかった。

そこで様々な長さで切断した材料で鍛造実験を行い、材料取りの寸法を断定することにした。実験では、鋳頭部分の長さを2mm以上にすると金型よりもはみ出す量が多く、打ち抜き後の鋳頭の形をヤスリで大きく修正しなければならなかった。また出来上がりの鋳の高さにも極端な差が現れ、品質が一定にならなかった。逆に2mm以下の場合は材料の容積が不足して、鋳頭の一部分が欠損してしまう場合が多かった。鋳芯部分をなるべく階段状に鍛造し、2mm角の部分、長さ2mmで切断した材料取りが、最も良い結果であった。(図10)

材料取りの寸法は断定できたが、製作の上では毎回きっちりと計って行うことはなかった。ある程度、鋳製作に慣れてくると、製作時に全ての鋳芯の寸法を定規などで正確に計らなくなっていた。何度も失敗を重ねるうちに、最適な寸法を感覚で覚え、目分量で材料取りをする事が出来るようになってきたのだった。この感覚に正確さがプラスされていくことが、名人技と呼ばれるのではないだろうか。だが私の場合、気分の良い時には、きれいな鋳が出来たがそうでない時には失敗も多かった。

## 5 材料の固定について

凹金型を用いて鋌頭部分を鍛造成形する場合、材料を確実に固定する必要があった。しかし鋌頭のかたちは成形されるのだが、万力の口金には鋌芯の太さだけの隙間が有ったため、鍛造された鋌頭の裏側に、大きなバリが出来てしまった。また金型を打ちつけて成形するため、鋌芯にも歪みが出てしまった。しっかりと固定しようと万力を強く締めた為に、鋌芯部分が平らに変形してしまうことも解った。

そこで対策として万力の口金に加工を行った。(図11) 1.4mm角の鋌芯を曲がらない様に完全に固定するには、相対する2面を挟み込むより対角方向で挟み4面全てを固定する方法がいいのではないかと考えた。口金に相対するV字の溝をヤスリで切り込み、鋌芯の対角を挟み込んでみることにした。V字の一辺は1.3mm程度、角度は90度にした。なぜなら、一辺の長さが1.4mm以上では鍛造された鋌芯部分の寸法にバラツキがあり、完全に固定することは不可能であることが解ったからである。鍛造時の鋌頭との角度の歪みを減らすため、V字溝は口金の上面に対して垂直に作ることにした。口金は閉じた時に段差が生じないこと、完全な平面であることが鋌頭下部の歪みをなくするために必要であるため、フライス盤を用いて平面精度を重視しながら制作を行った。

V字溝付きの口金を用いて金型鍛造を行った場合では芯の歪みも少なく鋌頭下部も平面が確実に成形されるようになった。しかし芯部分の中心が正しく成形されたものは10%にも満たない状態であり効率的な製作方法とはいえなかった。当時にしても同じものを大量に製造する場合、やはり効率的な方法を模索したのではないだろうか。

## 6 より効率的に製作するために

試作を行った中で、鋌の大量生産を考える上で非効率と思われる部分を考えてみた。凹金型による鋌頭の鍛造では、鋌芯と、鋌頭を中心にずれが生じる場合が多かった。一本の鋌に時間をかけ、慎重に鍛造を行えば、ずれることは少なくなるが、大量生産には不向きだと感じた。鍛造の際に凹金型(鋌頭部分)と鋌芯の中心を簡単に合わせられる治具があれば、このズレは抑えられるのではないかと考えた。そこで、凹金型と万力の口金に改良を加えることにした。凹金型は先端をヤスリで、半球状のくぼみの中心から半径5mmの円柱形にした。万力の口金には芯材をくわえるV字溝を中心とした半径5.5mm、深さ4mmの合わせ溝を、フライス盤を使って切削加工した。こうすることで金型鍛造の際にも位置合わせなどの余計な神経を使わずに鋌の形状のことにのみ集中できるようになった。さらにより確実に金型鍛造を行うためV字溝へ底面を設けることにした。この底面により、鍛造時に材料が下方にずれなくなり、凹金型を押しつける力が分散してしまうことがなくなった。

また、鋌製作の方法には、直接関係がなかったのだが、万力の口金自体が、材料の固定の時に左右に動かない方がいいと思えたのだ。そこで万力の口金に、閉じ合わせた状態で1.3mm角の隙間ができる位置(対角が真っ直ぐに向かい合う状態)を維持出来るように、合わせを作ることにした。材料を固定する場合、万力の口金が左右にずれなければV字溝に材料を差し込むだけで、素早く、しっ

かりと固定出来るであろう。同じ工程を何度も繰り返す場合、この「素早く」が大切な場合もある。大量に同じ物を作る場合には、一つの工程を何度も行っていく事となる。この鉸であれば、材料を固定し、金型鍛造、完成品を外して新たな材料を固定するという動作の繰り返しである。工人としては、この一連の工程を一つのリズムとして認識している事が多い。このリズムに狂いが出ると、生産量はもちろん、製品の出来具合にまで影響することもあるのではないだろうか。今回の復元でも万力に材料を固定する時にこのリズムを崩され、集中力が途切れてしまったことから、口金の合わせ溝加工を行う事にしたのだった。(図12)

## 7 固定用鉸の製作

試作で得られたデータをもとに、固定鉸の製作を行った。

1. 厚さ2mmの銅板を、約2mmの幅でシャーリングで切断した
2. 金鋸で叩いて、2mm角の棒材にした
3. 棒材の先端10mm程を叩き延ばし、1.4mm角の鉸芯を製作した
4. 鉸芯の叩き始めの部分から2mmほど長い部分で、材料をニッパーで切断した
5. 鉸芯部分のみを万力に挟んで固定した
6. 凹金型を被せて鉸頭を鍛造した(図13)
7. 鉸頭底部のバリをヤスリで削り取った
8. 鉸頭表面は#800のサンドペーパーで仕上げを行った

試作の段階での金型の加工によって、鉸の品質は良い状態を保つことが出来た。鉸を数多く製作していく間に、出来上がる鉸に、バリが目立つ様になってきた。(図14)これは凹金型や、固定用万力が微妙に変形したことが原因であった。その為、凹金型の焼き入れ直しなどの、工具のメンテナンスを行わなければならなかった。

## 5 装飾用鉸の製作

### 1 材料取りについて

装飾用鉸は鉸頭部分と芯部分の2つの部品を組み合わせて作られたのではないかと推測したことは前文に示した通りである。固定用の鉸とは全く異なる方法で製作されたであろう。だが鉸芯部分の形状は同じであり、その材料取りもまた同一だと判断した。鉸芯部分については2mm角の銅材を使用して鍛造成形をおこなうことにした。鉸頭部分は固定鉸と同じ2mm角の棒材を切断した物と1.5mm厚の板材を5mm角に切断したもの2種類を用意した。これらの材料を使って試作をおこなっていった。



## 2 金型について

鋌頭の製作方法について仮説をたてる事とした。装飾用の鋌の存在を考えた時から、鋌頭の寸法は、固定用鋌と全く同じだと考えていた。これは装飾用鋌の鋌頭部分の製作にも、固定用鋌の為の凹金型が使用できるという事であった。鋌頭のみを作るには、凹金型のくぼみ部分に、銅材を打ち込んでいけば出来ると考えた。しかし、固定鋌用の大型の魚々子鑿の様な金型では、金型自体の安定感に乏しく、この加工には適さないと感じた。このため鋌頭と同じ大きさのくぼみを持った、専用の金型を新たに製作することにした。(図15) 材料は鋼材 (S45C) 50mm角の立方体を用いた。はじめに製作した凸金型を用いて熱間鍛造にて半球状のくぼみを作り、その面を平面に研磨した。このくぼみに凸金型を当て深さを計りながら、表面の削り、鍛造を繰り返して調整していった。くぼみは、鋼材の1面に8箇所製作をした。鍛造時の微妙な差によってくぼみの形は同一形態にはならないであろう。試作として、いろいろなパターンを製作できれば、その中からより出土品に類似した形を選択できるためである。

## 3 装飾用鋌の試作

鋌芯部分は、固定鋌のものと同じ方法で、鋌頭は専用の金型を用いて、鋌頭部分の試作を行った。

1. 鋌芯部分は2mm角の材料を1.4mm角に打ち延べ、20mm程の長さに切断をした
2. 鋌頭部分は5mm厚の銅板を5mm角に切断した材料を使用した。5mm角の材料を、半球状のくぼみが中心に来るように凹金型の上に置いた(図16)
3. 金鋸でその材料を叩く。材料はくぼみに入り込み5mm角の板材の上に半球状の凸部がついた状態となった(図17)
4. いったん凹金型から材料を取り外し余分な部分を切り取った。(図18) 四角かった底面の角を切り取り、8角形の状態で再度凹金型にはめ込み、金鋸で叩いて凹金型に合わせた。凹金型よりはみでた銅材は坊主鑿を使用してさらに金型に打ち込んだ(図19)
5. 坊主鑿の打痕が無くなるように、さらに金鋸で叩いた。この工程でくぼみに入りきれない余分な材料は、くぼみの縁に薄く打ち延べられ残ってしまった(図20)
6. 材料が、金型のくぼみに完全に打ち込まれた状態のまま、くぼみの部分からはみ出した余分な材料を凹金型の面と均一になるようにヤスリで削り取った。(凹金型は熱間鍛造でくぼみを作った後、研磨し、焼き入れを行った。このため表面は硬度が増しているため金型の面にヤスリがあっても、金型が極端に削られる事はない)(図21)

専用金型での鋌頭製作は簡単に出来そうに思えたが、ここで重大な問題が起こってしまった。材料を打ち込んだ後、凹金型の平面までヤスリをかけると、くぼみの部分にのみ銅材が残った状態となった。これを金型から外したいのだが、隙間の無い状態まで打ち込んであるため簡単には外せなかった。

凹金型をひっくり返して叩いても、細い棒で突いても、打ち込まれた銅材は外れることはなかった。そこで思いついたのは「たこ焼き」づくりであった。たこ焼きは、鉄板の半球状のくぼみに材料を注ぎ、串でつつきながら丸く焼き上げていく。これと同じように凹金型にはまっている銅材に鑿を突き刺して、えぐり出せないだろうか考えた。早速実験してみたのだが、先端が円柱型の鑿では、銅材にしっかりと鑿を打ち込んでも、えぐり出そうとすると鑿がはずれてしまう事が多かった。そこで鑿を四角型にして再度挑戦してみた。これだと凹金型からうまく銅材を取り出すことはできた。(図22)しかし取り出した鋳には四角鑿を打ち込んだ穴が大きく残ってしまった。この穴を使って鋳芯と組み合わせたのではないだろうかと思ったのだが、この時点ではどのような原理で固定できるのか想像できなかった。原理が分からないまま、まずはこの穴に鋳芯が入るようにしようと考え、鑿の先端を芯材と同じ1.4mm角にして実験を続けることとした。(図23)鑿が細身になったことで鋳頭から鑿が外れにくくなり、たこ焼を刺してひっくり返す時の様に、簡単に型から外す事が出来た。角鑿は鍛造した鋳頭へ力強く打ち込まれているため、凹金型から取り出した後も鑿から鋳頭を簡単には取り外せなかった。出来上がった鋳頭は鑿から外れてしまうと非常に持ちにくく、表面を研ぎあげることは困難であった。鑿から取り外し難いのを幸いに鑿の先に鋳頭部が刺さったまま紙ヤスリで仕上げを行うことにした。(図24)これは持ちにくい鋳頭を磨くには効率的なことであった。

#### 4 鋳頭部と芯材の組み付けについて

鋳頭と鋳芯部分の組み付けについては最も悩んだ部分である。鍛造による鑿付けが強度の点からみても簡単で且つ最良の方法だと思うのだが、もしそうであれば芯一体型の鋳を短く切って使用しても加工の手間は変わらないだろう。また鋳頭部のみが欠損し芯部分が縁金具よりも飛び出して残っている部分の観察から、鑿付けの痕跡と思われるものは発見出来なかった。だとすれば、かしまで組み付けるとしか考えられない。出来上がった鋳頭の観察から、底部の角穴の周囲にバリが立っていることを発見した。凹金型から角鑿でえぐり出す際、打ち込んだ鑿によって出来たものであった。そのバリを見たときに線象嵌などと同じ原理で、鋳芯をカシメられるのではないかと考えた。線象嵌とは刃鑿で四角い溝を板材の表面に彫り、その溝の幅に等しい線材をはめ込み平鑿で溝の縁に出来たバリを倒して線材を固定し文様などを描いていく彫金技法である。(図25)この原理で穴の周囲のバリで鋳芯を固定できないだろうか考えた。鋳頭の穴に鋳芯を差し込んだ状態ではバリを倒すのは難しいが、V字溝の万力から鋳芯をへ芯を1.5mm程残した状態で固定して鋳頭をはめて打ち込めば、角鑿の打ち込まれた穴の周囲のバリは万力の口金に当たることで、芯材に食い込んで鋳頭を固定できるのではないだろうか考えた。

早速実験を行う事とした。鋳頭は角鑿で凹金型からえぐり出し表面を磨いたもの、鋳芯は鍛造で1.4mm角に成形したものを長さ20mmにニッパーで切断して使用した。鋳芯の切り口は出土品の鋳芯痕と同じように四角錐にして実験に使用した。(図26、27)

1. 鋌芯をV字万力の口金上部より1.5mmほど飛び出させて固定する
2. 飛び出した鋌芯に鋌頭を被せる
3. 被せた鋌頭に固定用鋌を製作する際の凹金型（魚々子鑿状のもの）を当てて叩いていく

この結果、確かに鋌芯を固定することが出来たのだった。(図28) 鋌頭の角穴のバリが大きいものほど、鋌芯に食い込み確実に固定することが出来た。また鋌芯が鋌頭の角穴に対して細い場合はカシメることはできず、逆に太い場合は、固定後に鋌頭が外れる場合が多かった。この実験で出来上がった鋌の鋌頭をあえて破損させてみると、鋌芯のみが縁金具に残った鋌の痕跡に非常に似ていた。(図29) このことから実験を行った組み付け方法は正しいのではないかと推測できた。確実に固定するためには角鑿での穴の形状、鋌芯と角穴との大きさのバランス、バリの高さなどが重要であった。また大量生産したために起こりうるトラブルにも遭遇した。理論上ではうまくいくはずなのだが、試作を繰り返すうちに金型が変形してしまったのか、鋌芯がしっかりと固定されないものが出てきてしまった。このままの道具の状態では製作するには不良品発生率が65%と高すぎた。強度の点からも心配な状態のものも多く、このままでは組み上げた後に鋌頭が外れてしまう可能性も高かった。このためある程度の量を製作しては、道具（凹金型、V字万力）の整備をする必要性があった。製品の品質を管理する上で工具のメンテナンスは欠かせないものなのだと強く感じた。

これらのデータを元に装飾用鋌の復元製作を行っていった。鋌芯と鋌頭の組み上げについては実験での工程通りに行った。V字万力口金の上部の変形がカシメに影響を与えていることが分かったため、毎回のカシメ工程ごとに点検を行い、少しでも角の変形が見られれば口金上部を研ぎ直して使用していった。

完成した鋌については、破損の可能性が多少でも残る方法で工程を終わることは、復元展示品ということを考慮すると危険だと判断した。そこで金型を使って鋌頭をカシメ留めた鋌のなかで、鋌頭が確実に固定されている鋌を選択し鋌頭を鑢付けする事とした。銀鑢は5分鑢（融点750℃）を用いておこなった。鑢付け後に固定用鋌の製作法と同じ方法で万力に固定をし、凹金型（魚々子鑿）で再度金型鍛造を行った。鑢付けの際に銅材が焼鈍されているため、叩きしめて硬くした方が良いと判断したためであった。

## 6 仕上げ、鍍金について

固定用、装飾用とも鋌頭部と芯部分の接合点はバリ、鋌頭底部の歪み等を精密ヤスリにて仕上げた。また鋌頭表面は#800のサンドペーパーで仕上げをした。鍍金に関しては本来は水銀を用いてアマalgam鍍金を施すべきだが、今回は電気メッキを用いて金メッキを行った。出土品の鋌は鋌頭のみ鍍金が施されているが電気メッキの場合は鋌芯を含め全てがメッキされてしまう。そのため、鋌芯部分は電気メッキの後、ヤスリにてメッキの除去を行うことにした。

今回は、金型を使った製作方法で復元を行った。しかし、当時これほどの金型が作り出せたのだろうかという疑問は残る。この復元の途中でも、凹金型（魚々子鑿）の位置合わせ用治具は木材を加工すれば出来たのでは無いかも思った。また材料の固定には、大型のやっところを使用することも可能ではないかとも思えた。本当は、シンプルな道具だけで慎重な作業を続け、膨大な数の中から形の綺麗な鋳のみを選抜して使用していたのかもしれない。金型も含め、工具という問題については、さらに深く追求して行きたいテーマだと思う。

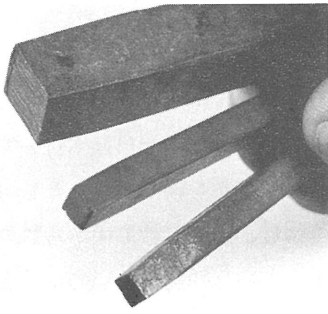


図1

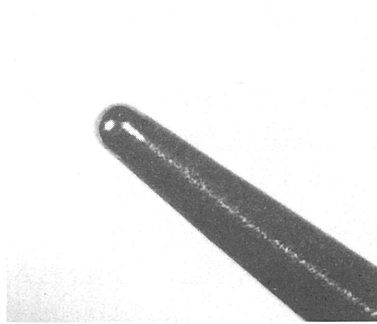


図2

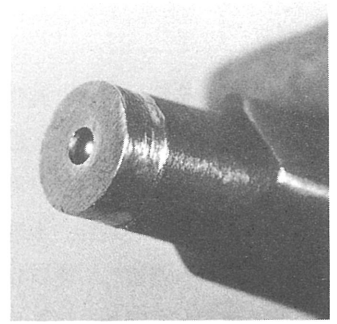


図3

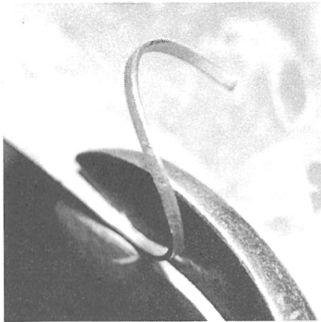


図4

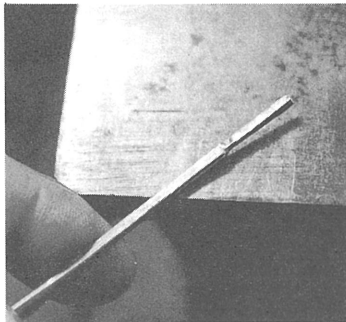


図5

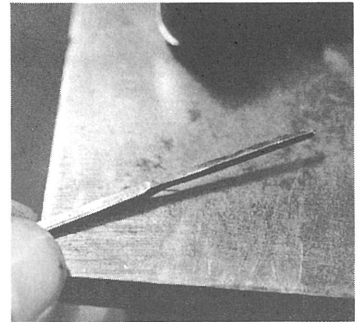


図6

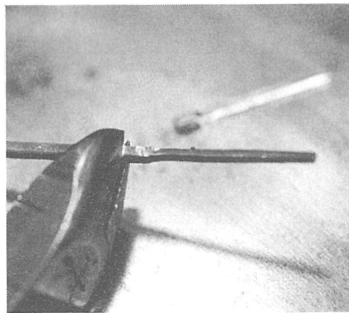


図7

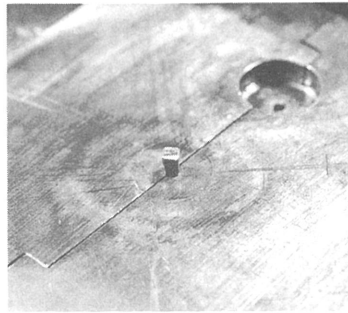


図8 a



図8 b

(凹金型鍛造の実験)

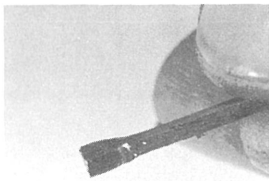


図9

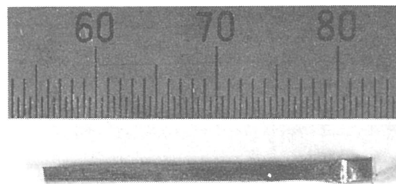


図10

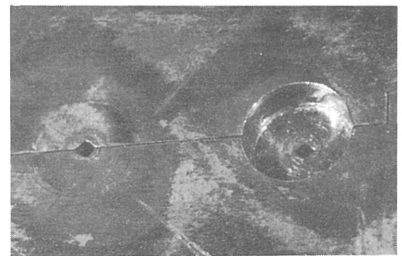


図11

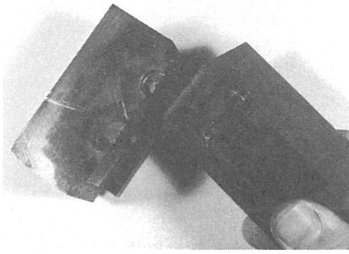


图12

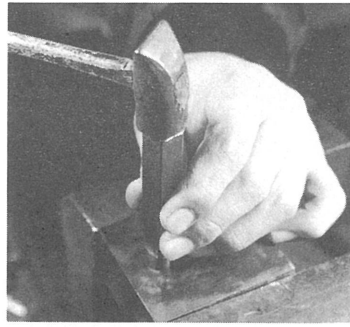


图13



图14

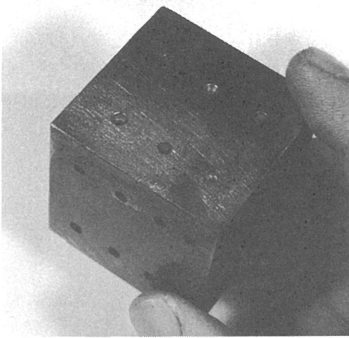


图15

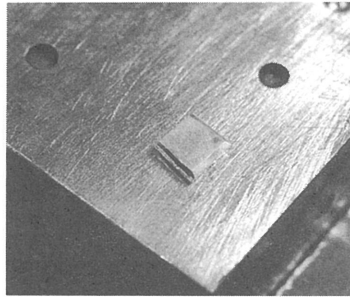


图16

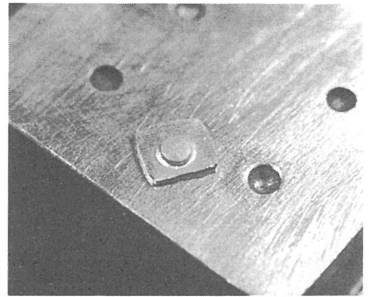


图17

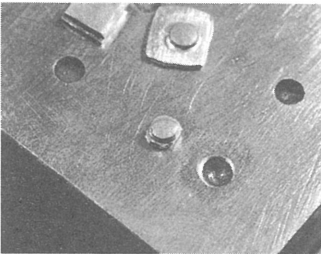


图18

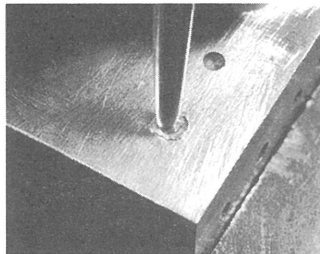


图19

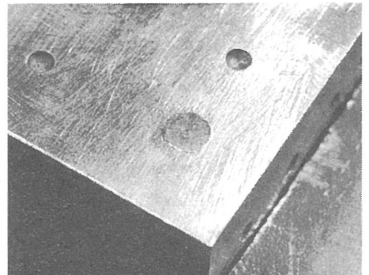


图20

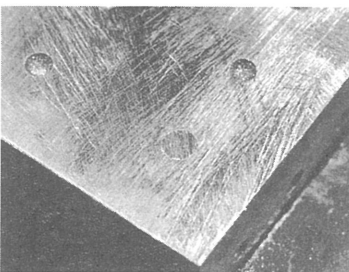


图21

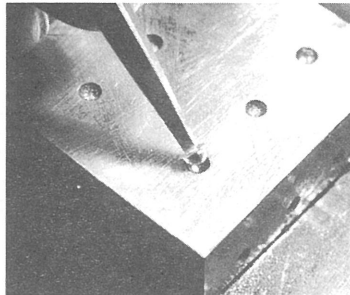


图22

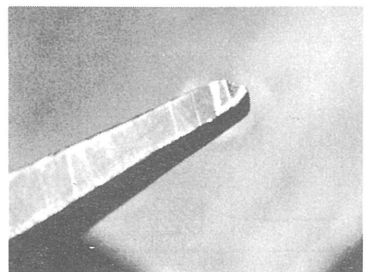
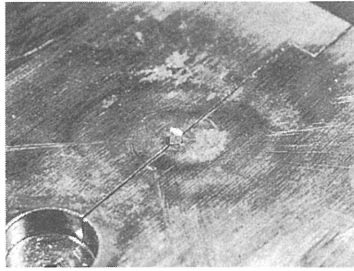
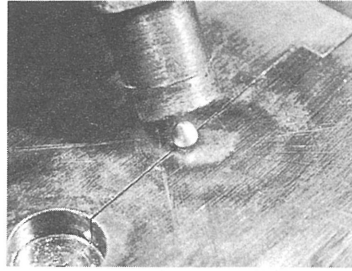


图23



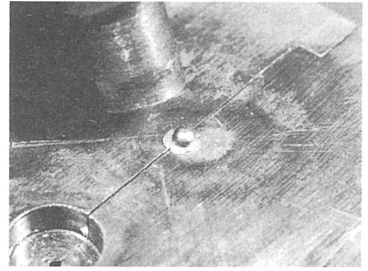
1.4mm角に鑄造した鋳芯を万力から1.5mmほど出して固定

図27 a



鋳頭を芯に被せ、固定鋳用凹金型でカシメを行う

図27 b



カシメが終わった鋳大きなバリが出来ている

図27 c

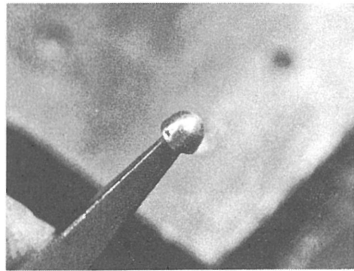


図24

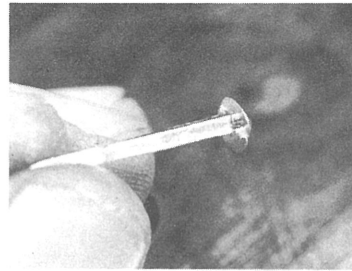


図28

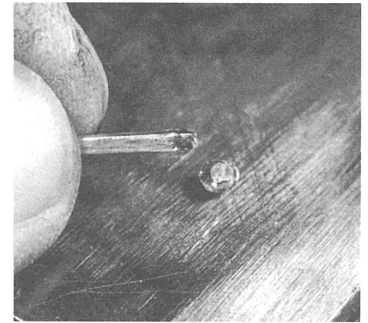


図29

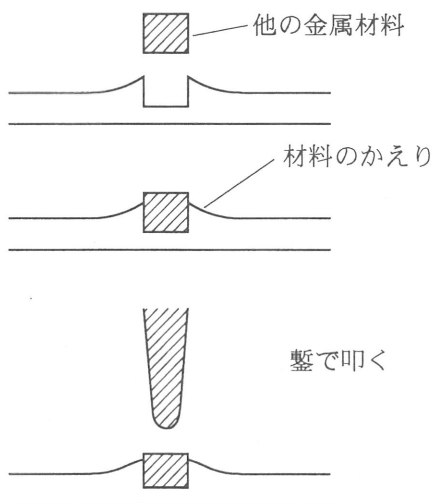


図25 線象嵌 (平象嵌)

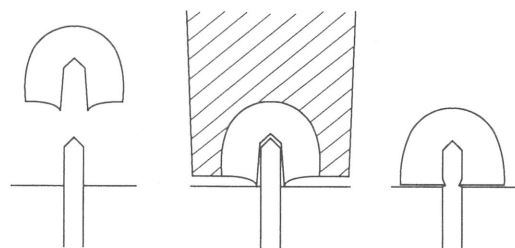


図26 鋳頭と鋳芯のカシメ方法の仮説

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