

鑄金による金属工芸

—— 込型鑄造による一輪青銅花器の制作 ——

木 村 仁

I ま え が き

金属工芸を大別すると彫金と鍛金と鑄金の三つに分けられる。彫金は金属をタガネで彫ったり、透し彫りや象嵌によって装飾を施し、鍛金は金属板を打ち延したり、打ち絞ったりして造型してゆく技法である。一方鑄金は前の2つと異り、最初から金属を用いず一旦金属以外の材料で原型を作り、その後鑄型を作って金属を流し、仕上げ加工して制作される。さら



青銅一輪挿し『野仏』 18×9×8 cm 著者作

にその技法は、焼型^{やきがた}と生型^{なまがた}に大別され、焼型の中には込型^{こがた}鑄造や蠟型^{ろうがた}鑄造に分けることが出来る。現在、鑄金による金属工芸はこの2つの技法によるものが多い。

込型^{こがた}鑄造は、真土^{まど}型法とも呼ばれ、その起源は遠く中国にまで及ぶが^り、現在の技法は明治時代に完成された。鑄型製作工程のモデルに使用した原型は、私が粘土より制作し、石膏原型に置き換えたものを使用した。

II 込型鑄造作業工程概要

鑄型となる材料は、真土^{まど}を使う。真土とは珪砂を主成分とした砂に、埴汁^{はじり}と呼ばれる粘土の汁を混合したものを素焼成して作られたもので、ここで用いた砂は、更埴市・鑄物師屋近辺の千曲川沿岸で採取したものであり、埴汁として利用した粘土は、上田市で採取した染谷粘土を利用した。鑄造作業工程概要は、まず上下2つの外型を作り、さらに原型より一周り小さい中型^{なかご}（中子と呼ぶ）を作って外型の中へ入れる。外型と中型との間に空洞が出来るように中型を針金等で浮かし、生じた空間に溶けた金属を流す。針金によって生じた穴は鑄造後、共金^{ともがね}（鑄造時に使用された同じ地金）で埋め仕上げ加工を施し、着色をして終る。

1 材 料

- | | |
|--------------------|----------|
| 1. 真土 | 7. 針 |
| 2. 粘土 | 8. カリ石鹼 |
| 3. フラッタ | 9. 石油 |
| 4. 和紙 | 10. 木炭 |
| 5. 針金（8番・10番・12番） | 11. コークス |
| 6. 鉄棒（丸棒・直径10mm前後） | 12. トタン板 |

2 主な工具

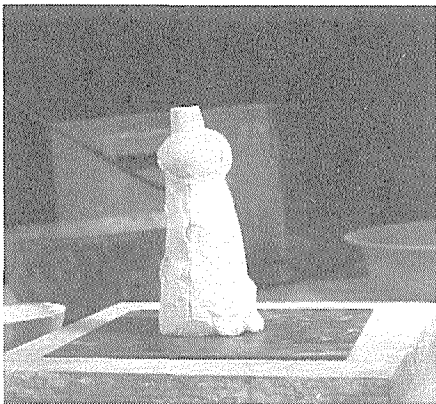
- | | |
|--|--------------|
| 1. おたふくベラ（大・小） | 8. ヤスリ |
| 2. 笹ベラ | 9. 鑿（たがね） |
| 3. ペンチ | 10. サンド・クロース |
| 4. 篩（5メッシュ・10メッシュ・ ²⁾ 80~120メッシュ） | 11. 毛筆 |
| 5. ハンマー | 12. 蜂の巣金床 |
| 6. スコップ | 13. エンマ |
| 7. 金鋸 | 14. 大谷石 |

3 準 備

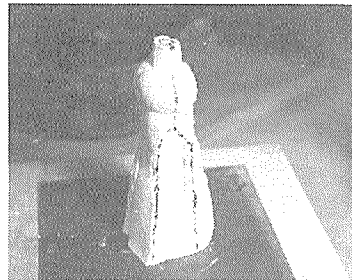
- ・上直土^{あげまね}——真土を細かく碎き、水を加え泥状にし篩に通す。翌日上水を取り、下に沈殿した真土を乾燥させたもの。篩は80メッシュから120メッシュを使用する。
- ・紙土^{かみつち}——上直土に紙種^{かみだね}を加えて粘ったもの。紙種とは、粘土の中に和紙の繊維を加えたものでここで使用する粘土は、埴汁で使用する粘土と同じ。
- ・荒土^{あらつち}——真土を砕いて5メッシュ前後の荒い篩でふるったものにフラッタを加えて、埴汁と水で練ったもの。

- 玉土^{たまつち}——荒土よりやや細かな10メッシュ前後の篩でふるったものに埴汁と水を加えて練ったもの。
- 炭子^{すみこ}——炭子と呼ばれるカーボンの粉を、漉した埴汁と水で解いたもの。
- 色真土^{しきまね}——上真土を、漉した埴汁と水で解いたもの。
- 中子砂——遠州珪砂に濃い埴汁を混入したもの。この時砂と埴汁のなじみを良くするために、丸パイプで砂をしごくようにする。この技法を、アメリカ・ニュージャージ州「ジョンソン・アトリエ」彫刻技術研究所におけるサンドキャスト部門の主任教官であるフレッド・モランテに紹介した³⁾。

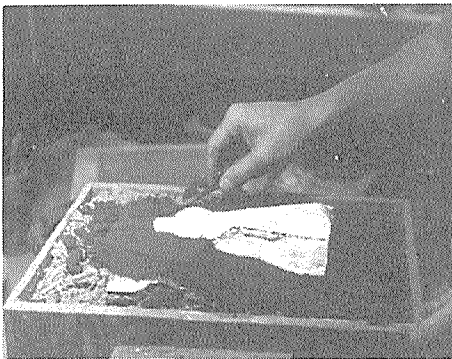
III 工 程



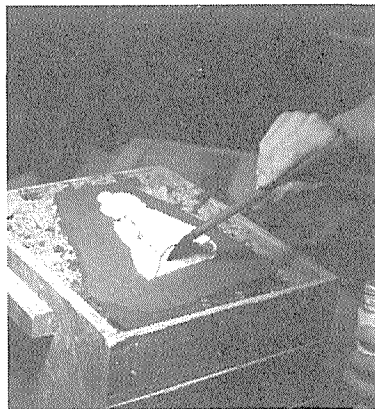
- ①石膏原型。最初に粘土で原型を作り、それを石膏取りしたもの。石膏に置き換えた後、石膏を削ってアクセントを出した。最上部に穴が開き、ここから花を挿す。野原の地蔵のイメージによる一輪挿し。



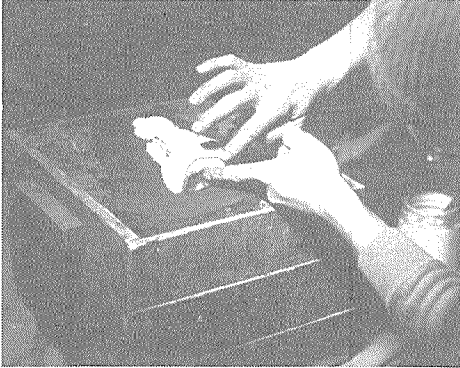
- ②見切り線をつける。見切り線とは、外型を分割する時に必要な型と型の境界線であるが、同時に湯道を切る場所にもなる。また、中子を作る上にも大切な境界線となるので、見切りをうまくつけられるようになるまでには、多くの経験が必要となる。この原型では中心線から均等に二分する事が出来ないので、上・下二つの型の間に、もう一つの小さな型（大寄せ）が必要となる。日本における見切線は原則として上下ほぼ半分に分けるが、イタリアにおける美術鑄造の技術では必ずしも半分ではなく、むしろ押し台を深めに取っている⁴⁾。



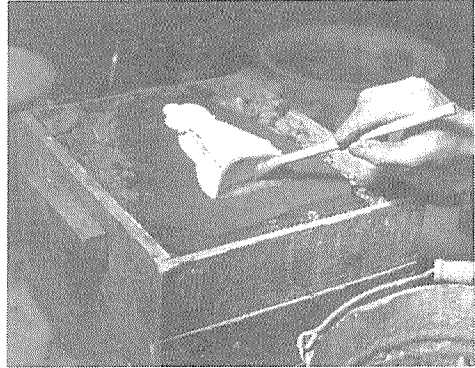
- ③押し台を作る。見切り線からほぼ下半分を土間土の中に埋め、周囲の表面を平らにして約5 cmほどの幅を、原型の形に沿ってつける。押し台の砂は土間土（真土の基になる砂で、鑄造工房の土間に敷詰めであることからこの呼び名がある。）に、水を加えて練ったもの。



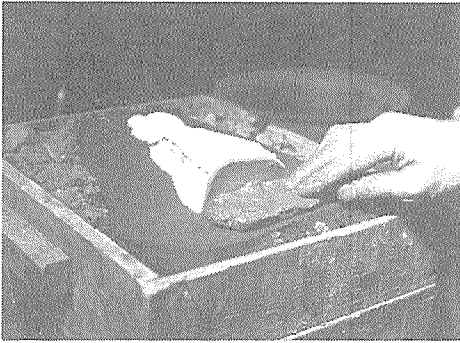
- ④押し台が出来た後、原型の表面に付いた土を筆で取り除き、離型のためのカリ石鹼を塗る。



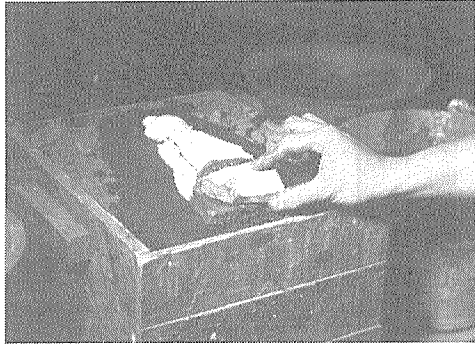
⑤原型の底面になる部分の型を作る。作品の表面に接する部分は、紙土を使う。やや平らに延ばした紙土を、石油をつけながら原型の表面に付ける。紙土の厚さは3～4 mm。石油は原型と紙土との離型の役目をする。



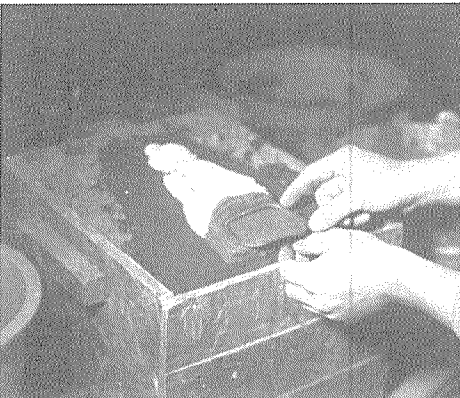
⑥原型の肌土として紙土を使用したか、その裏打ちとして、玉土と荒土が使用される。紙土と、それに続く土とを接着するために、埴汁が利用される。写真は紙土の裏に埴汁を筆塗りしているところ。



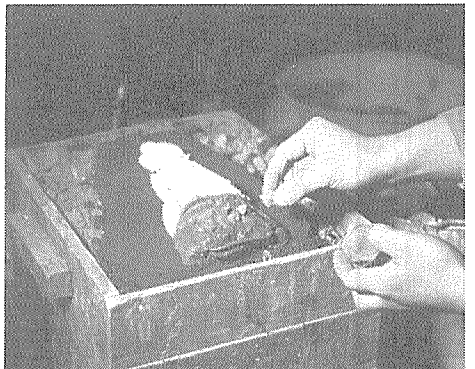
⑦押し台の上になる部分には、玉土を置く。紙土と玉土は埴汁で接着させ、押し台と玉土の間は離型しなければならぬので埴汁を付けず、玉土に石油をつけたものを置いてゆく。玉土の厚さは約1.5cm。



⑧作品とぶつかり合う部分は紙土で覆い、押し台に接触する部分は玉土で覆われた。さらに裏側全体に埴汁を付け、最も荒い篩でふるった荒土で裏打ちする。作業後・乾燥を促進するためスパイと呼ばれる瓦のかけらを置く。(スパイは水分を吸い取り、土で出来た型を硬くする重要な役目をする。)



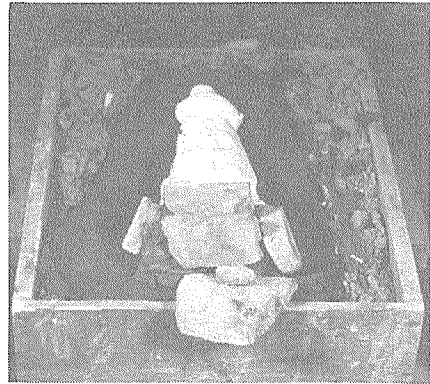
⑨しばらくたってスパイを取り、補強のための針金を入れる。(針金の一部を外に出しておく。)



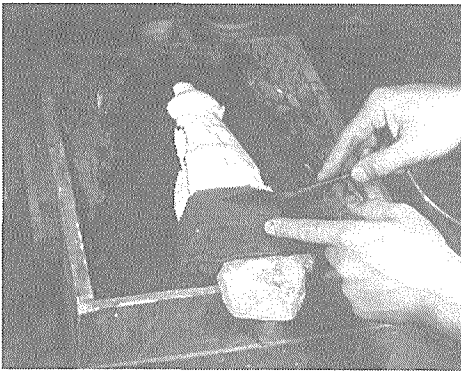
⑩針金を荒土でおおよそ覆ったら、真土の小さな塊(焼き真土)を、埴汁を付けた荒土の上へ半分埋めるようにしながら置いてゆく。



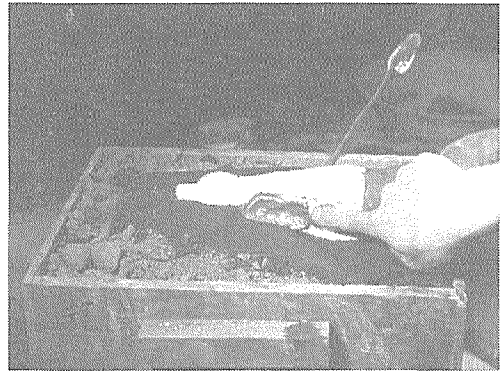
⑪型の上になる部分は玉土で覆う。この部分は将来、型と型がぶつかり合う部分（幅木と呼ぶ）となるために荒土より丈夫な玉土を使用する。写真は半分ほど残して玉土を覆ったところ。外側は玉土で中は荒土・針金及び焼き真土であることが分かる。



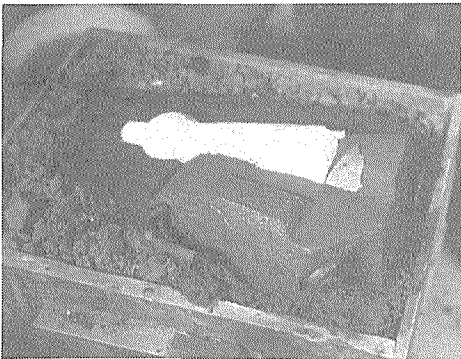
⑫再びスパイで覆う。



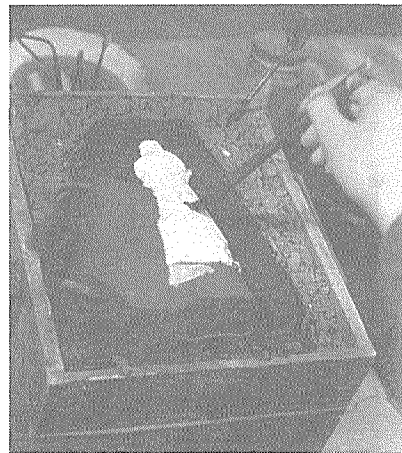
⑬やや硬くなったところでスパイを除き、表面をおたふくペラで平らにした後、ハマリを台型状に作る。ハマリとは将来、型と型とが正確に接するための凹凸を言う。



⑭作品の底面にあたる型が出来た後、側面の型に移る。



⑮底面と同じ作業手順をふみながら完成した様子。型がやや大ぶりなため、補強に鉄棒を使用した。外に出た鉄棒（筋金）の一部が見えている。



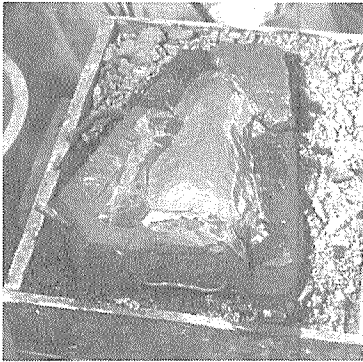
⑯残った上部の原型部分に付着した土を筆ではらい、カリ石鹼を塗る。



⑰右側面の下の部分に2ヶ所、小寄せを作る。小寄せとは原型部の勾配が逆になっていて、型抜きがスムーズに出来ないところに、あらかじめ作っておく小さな型をいう。それに対して、底面の型や側面は大寄せと呼ぶ。



⑱小寄せの上を薄紙で被い、残り上部の原型に紙土をつけてゆく。最初の紙土と、次の紙土との間にヒビが生じ易いので、指先で丁寧に押さえてゆく。



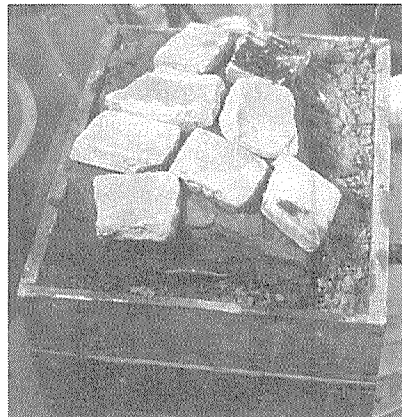
⑲上部を紙土で覆ったら、次に周囲の押し台の部分に玉土を押しつけてゆく。紙土と玉土が接する部分は、埴汁を筆で塗っておき、押し台の上には、紙土に塗った埴汁が垂れて、押し台の上流れないように、薄紙を敷いておく。玉土の厚さは、約1.5cm。



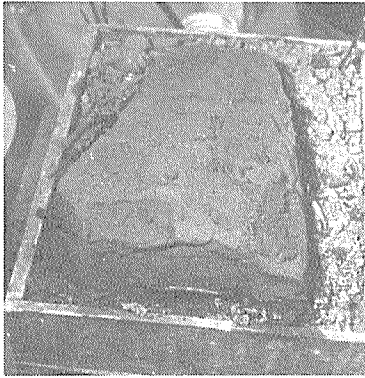
⑳押し台の上に置いた玉土は、続いて底面及び側面の大寄せの幅木の上にも置いてゆく。上部の紙土の周囲をとりまくようにつけてゆく。



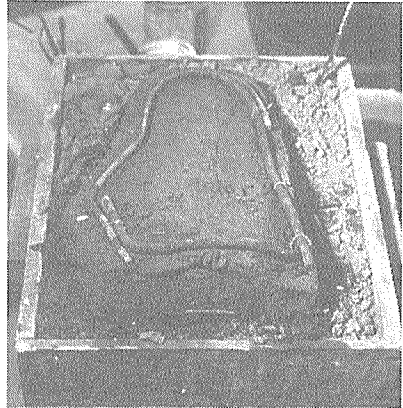
㉑紙土及び玉土の上に埴汁を塗り、全体を薄く荒土で覆う。



㉒全体を荒土で覆ったら、スバイを乗せ、水分を吸収させて固める。押し台からここまでの作業は一気に行われる事が望ましい。



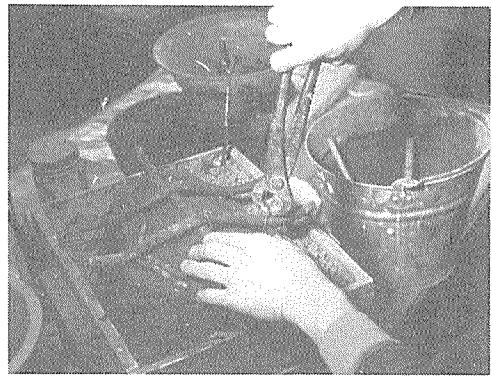
②③ スパイが水分を十分に吸収した頃を見計らって、スパイを軽く叩いて取り外す。



②④ 荒土の上部外側より約1 cmほど内側の周囲に、鉄棒を型に合わせて入れる。鉄棒と鉄棒が連結する所は重なるように入れ、重なり合う部分を針金で縛る。



②⑤ 蜂の巣金床とハンマー。



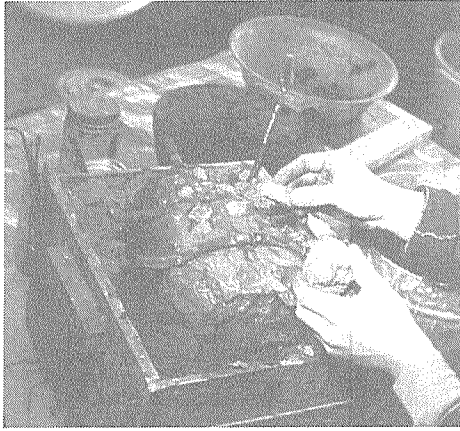
②⑥ 周囲を終えたらやや太めの筋金を、縦と横に入れる。この時の筋金は、型より3~6 cm出るように、長めにしておく。筋金を叩いて型に合わせてたら、針金で縛る。



②⑦ 一旦筋金を外して、型の上に埴汁を塗り、やや軟らかめの荒土を厚めにつけてゆく。



②⑧ 全体を覆ったら、再び埴汁を塗り、先ほど作った筋金を荒土の中に押し込むように入れる。



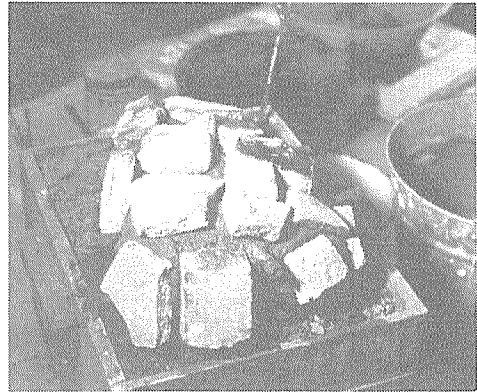
⑲筋金の上を埴汁で塗った後、直径1 cm 前後の乾いた焼き真土を、荒土の中へ埋めてゆく。



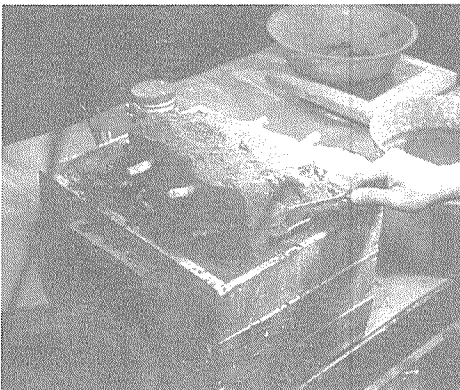
⑳埴汁につけた荒土で、上部全体を覆ってゆく。



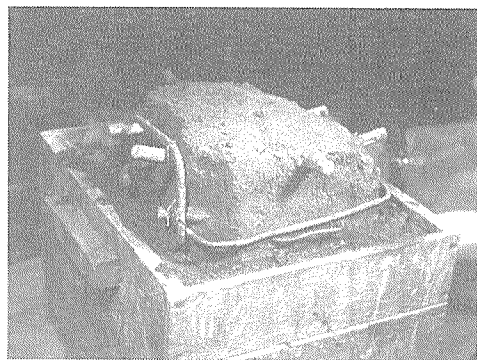
㉑上部は筋金及び焼き真土が隠れる程度の厚みをつけ、側面は今までの土が各層となって重なり合うようにつける。



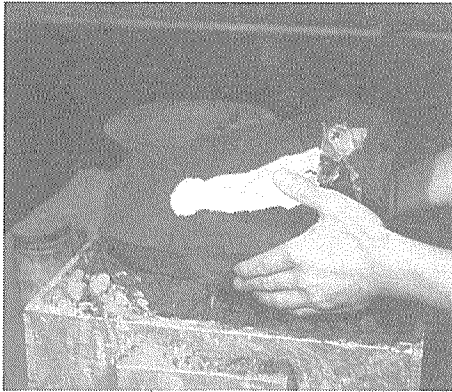
㉒全体をスパイで覆う。そのまましばらく放置しておく。(6~12時間)



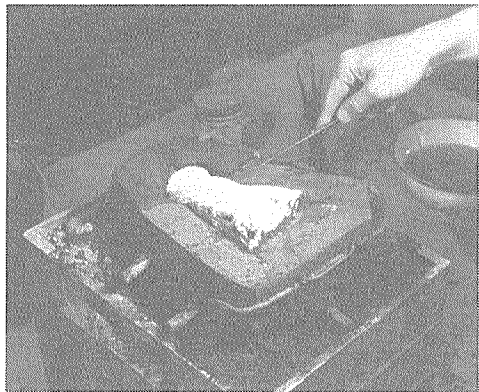
㉓スパイを取り外し、側面をヘラで整える。



㉔側面の大寄せ及び底面の大寄せが外れないように、各大寄せの筋金と外型の筋金を固定する。



⑳石膏原型と共に、型全体をひっくり返す。



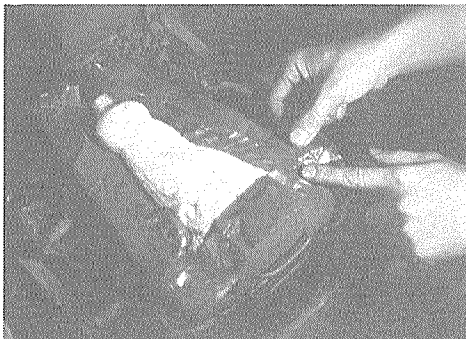
㉑土間土で作られた押し台を取り外す。



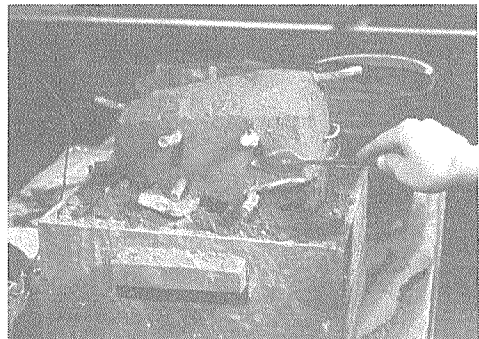
㉒玉土で出来た周囲の幅木の部分に4ヶ所ハマリを彫る。この場合のハマリは、大寄せのハマリと異なり、凹状に作る。



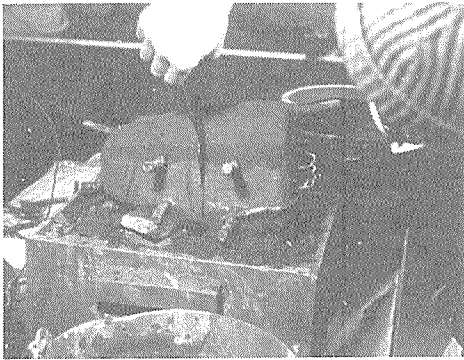
㉓最初の大寄せと同じように、底部の大寄せを作る。この時、玉土の上（つまり幅木の部分）には離型をスムーズに行うために石油につけた新聞紙を敷いておく。



㉔小寄せを作る。あとの作業は前の工程と同じように、原型には紙土をつけ、幅木に玉土、上部を荒土で裏打ちした後スパイを置き、水分を取って筋金を入れる。その後のスパイまで一気に行う事が望ましい。



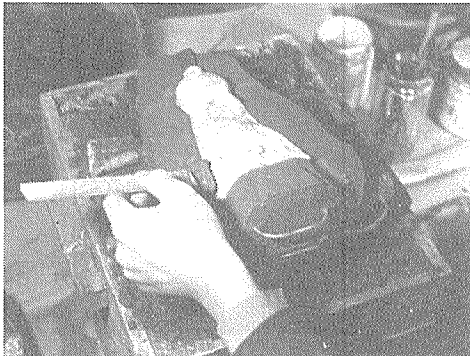
㉕充分水気を取った後、スパイを外し側面を整える。



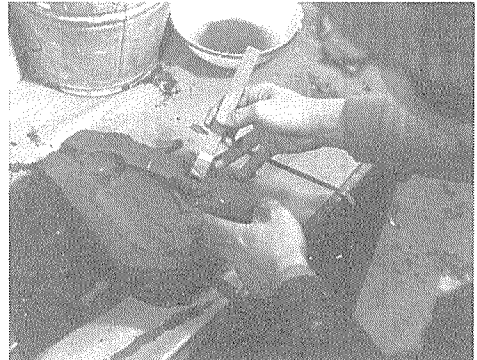
④整えた側面に埴汁を塗り、ヘラで合わせ目と呼ぶ線を彫る。この線は、型を再び合わせる時に合印となる。



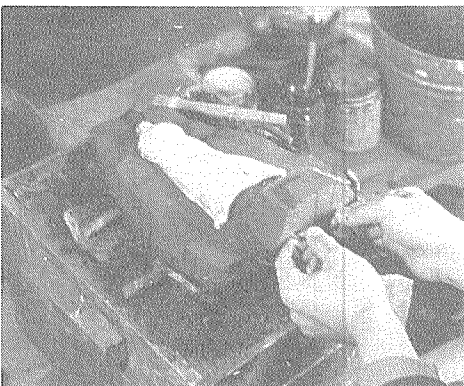
④上部の型を軽く手で叩き、上半分を剥がす。



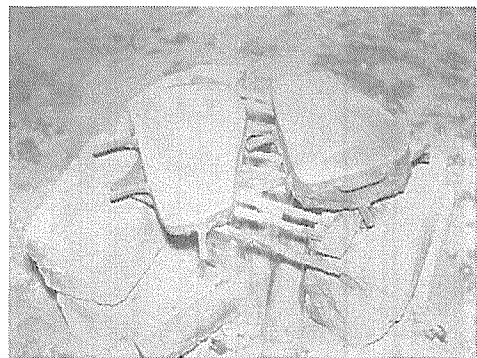
④小寄せを、寄せバリと称す木の先に針を付けた道具で取る。



④今剥がした外型に、小寄せを接着する。接着部に埴汁を塗り、針を打ち込んで固定させ、さらに周囲を整える。



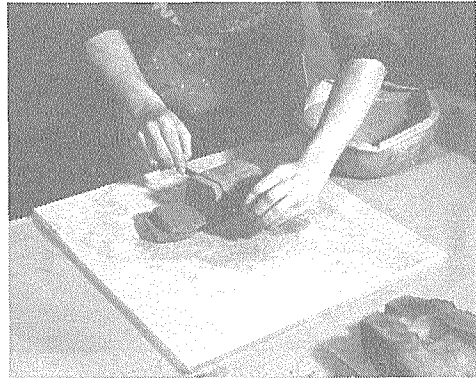
④底部の大寄せを外す。筋金を持って慎重に。



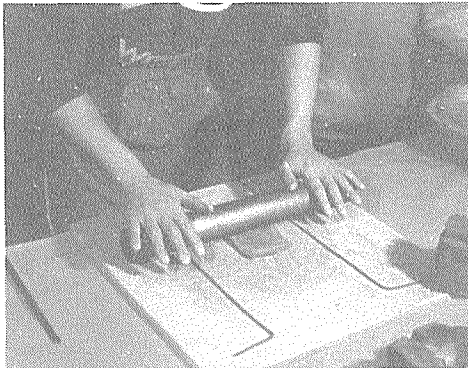
④石膏原型を外型より取り外し、小寄せを元の位置に接着し、大寄せは外型には接着せず、自由に取り外し出来る状態にして、外型に収め、2つの型にまとまるようにする。下から薪を燃やして型を乾燥させる。



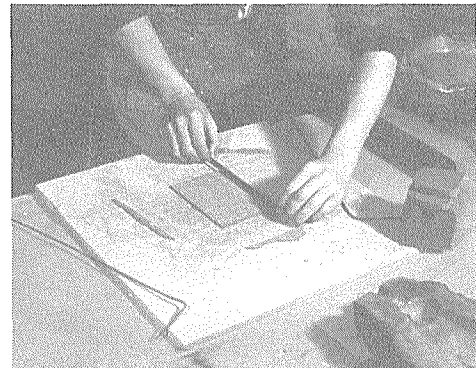
④乾燥後の型



⑧粘土をブロック状にし、1 cm ほどの厚みにスライスする。



⑨定板の上にスライスした粘土を置き、左右に針金を置いて、丸いパイプで延ばす。この時、粘土のべつつきを押さえる為に、青砂（遠州珪砂）をふりかけながら、数度にわたり延ばしてゆく。



⑩延ばした板状の粘土の端を切り取る。この粘土板の厚みが金属の厚みとなる。



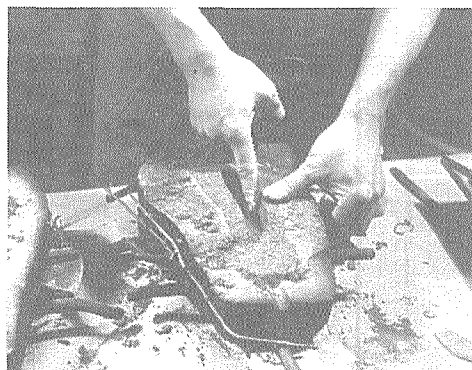
⑪外型に収めた大寄せを、鉄棒で固定しておき、いよいよ中子を作る。小寄せとなった部分は、将来中子を外型より取り出す時に、ひっかかって取り出せなくなるので、あらかじめ水を含ませた砂（水砂）でひっかかりの部分（アンダーカット）を埋めて抜き易くしておく。



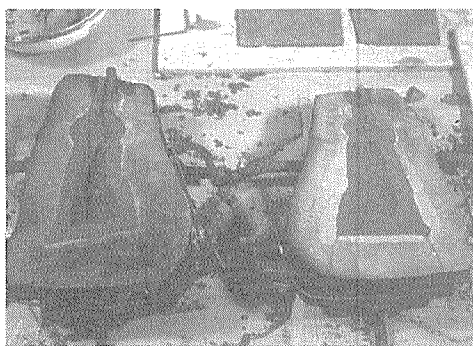
⑫粘土板（ウラ土と呼ぶ）を型の内側へ張ってゆく。ウラ土の表面には雛型がスムーズにゆくように、青砂をまんべんなくふりかけておく。



⑓作品の部分にウラ土を張り終えたところ。



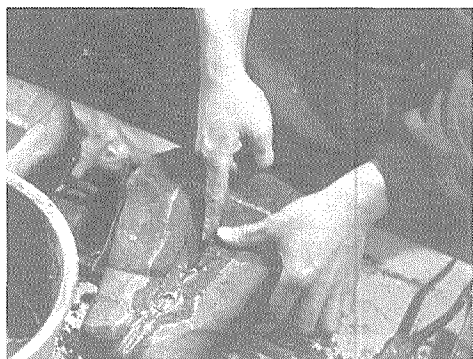
⑔ウラ土の上から、中子砂を詰めてゆく。始めは軽く、次第に指先できつく詰めてゆく。中子砂の厚みは約1 cm。



⑕作品の上部の幅木には、玉土を詰め、中子砂と玉土は埴汁で接着を計り、外型と玉土は離型を計る。



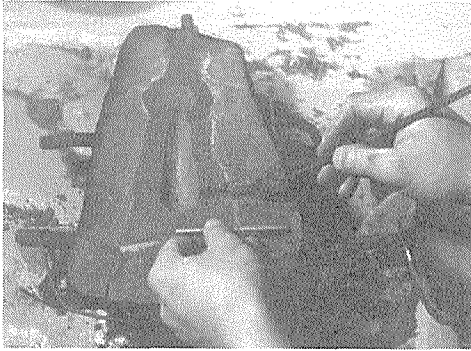
⑖中子の中に細い筋金を入れ補強する。



⑦中子の内側に埴汁を塗り、筋金を入れて再び埴汁を塗り、さらに中子砂で覆ってゆく。



⑧中子砂を両方の型に詰め終えたところ。作品上部の幅木の部分の内側は、中子砂を詰める。中子砂の厚みは約2 cm。



⑤ トタン板で作った小さなパイプを一方の型に埋める。このパイプは、金属を注入した時に発生するガスを、スムーズに外へ逃がす役目をするもので、ガス抜きのパイプと呼ぶ。パイプは中子砂のみ接着させる。



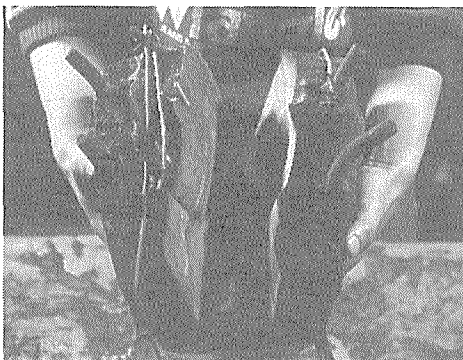
⑥ 太めの針金を中子に半分、幅木に半分かかるようにして埋める。中子と針金は接着させ、幅木の部分とは離型を計る。この針金が、中子を周囲に空洞を保ちながら空中に固定するための、極めて重要な役目をする。この針金を筈と呼ぶ。



⑦ 2本の筈と一本のパイプ、さらに作品上部の幅木で中子をささえる。



⑧ 中子砂の上に埴汁を塗り、2つの型を合わせる。



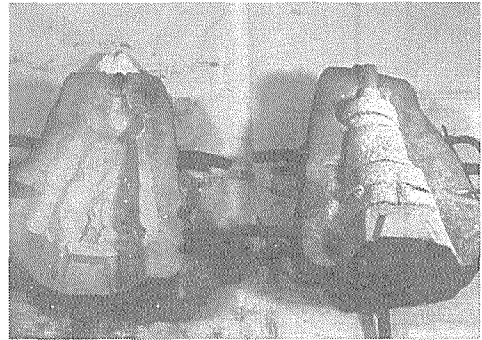
⑨ 両方の型のハマリを確かめながら合わせ、筈、パイプが入った方の型(据え型)を、すばやく下にする。



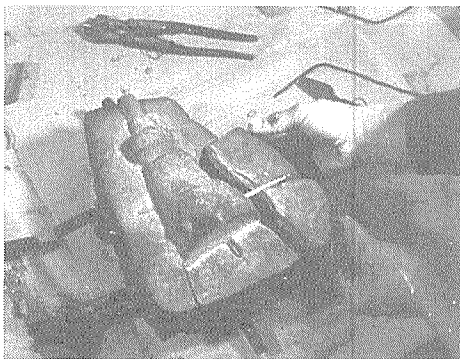
⑩ 上下の型の筋金を針金で縋にかけて縛り、エンマでしごいて中子の接着を確実にする。



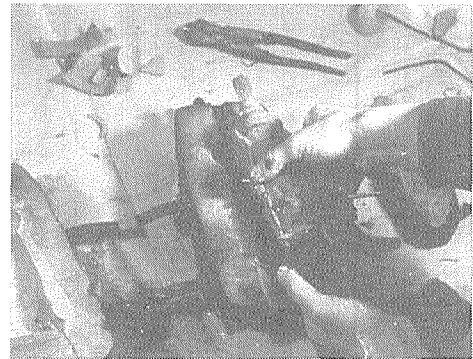
⑮薪をたき、型全体をあぶり、中子を乾燥させる。



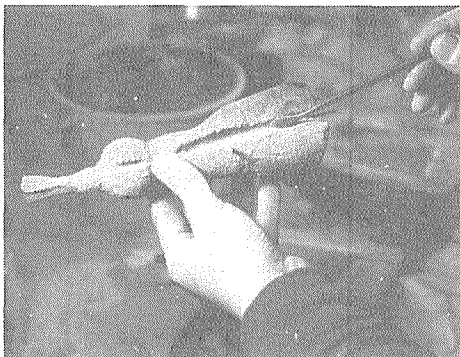
⑯乾燥後、型を冷まして上下の型を縛った針金及び大寄せを固定した鉄棒を取り外し、上型（被せ型）をはがす。



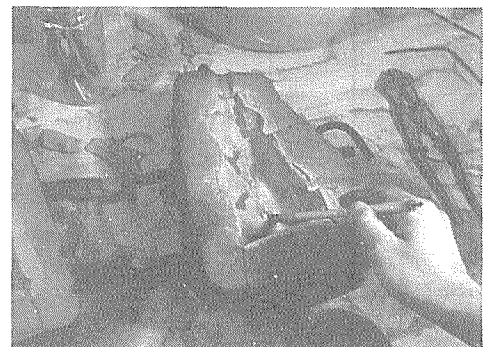
⑰ウラ土を取り、大寄せを外す。



⑱中子を取り外し、下部のウラ土を取る。



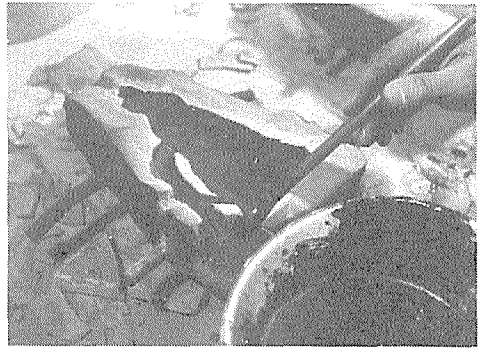
⑲中子どうしの接着部分（合わせ目）に、ヒビが生じていたり、十分な接着でないところを掘って植汁を浸ませ、中子砂を詰めて、ヘラで修正する。修正したところは炭火か、バーナーの炎で十分乾燥させる。



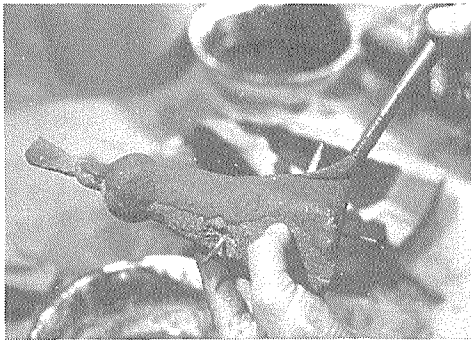
⑳外型の内部の紙土の部分にヒビが生じていれば、スワセと呼ぶ上真土を水で溶いたもので、ヒビを埋め、水を含んだ筆で余分な土を取り除く。



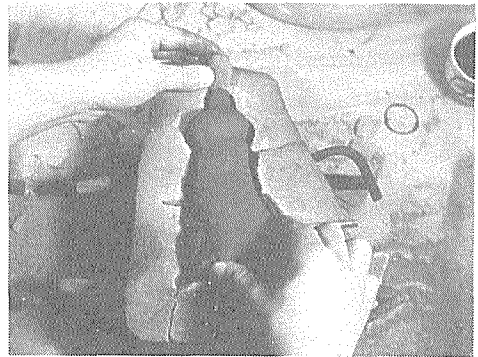
① 筭・パイプの溝が無い被せ型に、湯道と湯口を彫る。溶けた金属を注入する場所となる。



② 湯道及び湯口には、色真土を塗り、乾燥後炭子を塗る。作品部分となる紙土には、墨汁を水で薄めたものを塗り塗型をほどこす。



③ 中子にも、色真土を塗り、炭火かバーナーの炎で乾燥させた後炭子を塗る。



④ 中子と外型の間に出来た空洞（この部分に溶けた金属が流れる）が充分である（約3 mm）のを確かめて、筭・パイプの位置に合わせて、中子をスゲ型に収める。



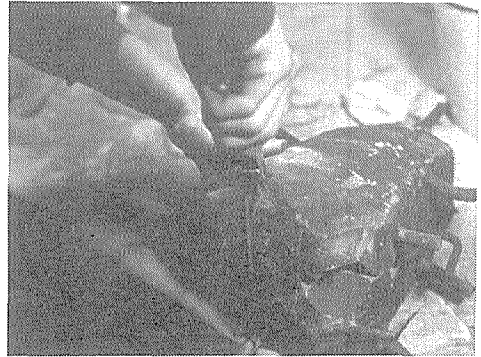
⑤ 収めたスゲ型の、筭及びパイプの溝を、紙土で埋める。



⑥ 型を焼成する時に、型の焼け具合を見る為の色見と呼ぶ溝を彫り、塗型をほどこす。



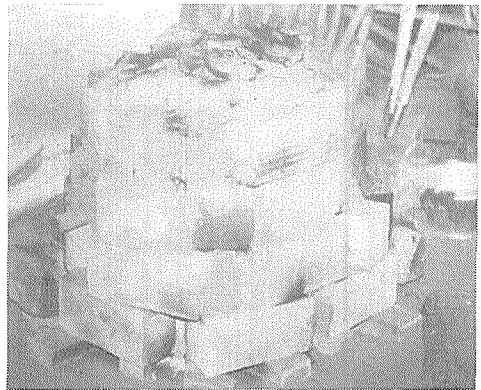
⑦ゴミが入らぬように、又、正確に合うように、慎重に型を合わせる。



⑧上下の型を針金で縛る。



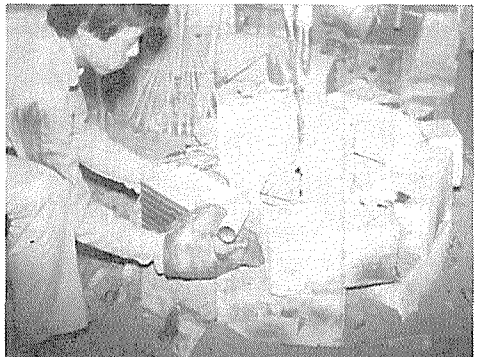
⑨型の周囲と、縛った針金を荒土で覆い隠す。(塗り込めという)ガス抜き用のパイプ及び、色見の穴を塞がないように注意する。同時に湯口の周囲を荒土で囲い、鋳型が完成する。



⑩鋳型を大谷石で囲い、薪による直炎式の焼成窯を作る。この窯を焼竈やかまどと言う。大谷石と大谷石の隙間は、土間土を水で練ったもの(べとと呼ぶ)で塞ぐ。写真は焼成中の焼竈。



⑪型の大小により焼成時間が異なるが、約5～8時間焼成する。型の色見穴を外から覗いて、中部が暗紫色～暗赤色になったら焼成を止め、焼竈の上部及び下部の周囲と焚き口をドベで塞ぎ、そのまま30分～1時間ねかせておく。



⑫地金(ブロンズーBC6)を坩堝で溶解する。坩堝の下5分の1ほど地金が溶けたら、焼竈を注意深く壊す。



③鑄型の色見穴を塞ぎ、ガス抜きパイプが塞がっていないことを確かめて、土間の中へ鑄型を3分の2ほど埋め、湯口より溶解したブロンズを注ぐ。この作業をフキと呼ぶ。全工程中最も緊張する瞬間である。



④鑄型が冷めるのを待って、型を壊し、中で冷えて固まったブロンズを取り出す。この後、中子砂を取り出し、湯道や弁を取り除き、鑄バリを鑿で切り取り、ガス抜きパイプや、弁で出来た穴を共金で埋めて仕上げ、薬品による化学反応を利用して青銅色に着色し、作品を完成させる。

IV む す び

込型鑄造を始めて経験したものは、まず最初にその鑄型に使われる素朴な素材に驚く。そこで使用される鑄型材料は、どこにでもある川の砂であり、粘土である。しかも粘土は陶芸に求められような高度の耐火性は要求されない。また、鑄型材に混入される素材も、ワラであり、和紙である。さらに一度使用された鑄型は細かく砕かれ再び使用される。美しいブロンズが、こういった素朴な材料の中で生み出される事に、人類がかつて歩んで来た長い英知の歴史をかいま見たような気がするのである。

技術の進歩がめざましい今日では、美術鑄物の世界にも様々な新しい技術が導入されつつある。近年さかんに行われるようになったイタリア式蠟型鑄造法やセラミックシェルによる技法が、美術鑄物の主流となる日も近いであろう。しかし、いつまでもこの込型鑄造が、日本人の貴重な遺産として、末長く伝承されることを望みたい。

註

- 1) 鈴木信一「ヨーロッパにおける美術鑄造の技術」, 東京芸術大学美術学部紀要, Vol. 3, 1967年, pp.76
- 2) 江藤日出男「発泡スチロール原型による鑄金」, 『図画工作・美術科教育』編集委員会『図画工作・美術科教育(制作篇)福岡教育大学美術科』, 葦書房, 1985年, pp.103~104
- 3) Fred Morante 'THE SAND BOX: PART THREE BASICS AND NO-BAKE OIL URETHANE BINDERS SYSTEM', in *EXTENSION*, JOHNSON ATELIER, SPRING 1989, pp.16
- 4) 伊藤忠一「イタリア式美術蠟型鑄造法の技術について」, 在外研究員帰国報告書, 1972年, pp.3

参 考 文 献

- 1) 鹿取一男『美術鑄物の手法』アグネ 1983
- 2) 原 正樹「ブロンズ 黒い壺の鑄造」『銅』社団法人 日本銅センター 1972 29号
- 3) 菓子 満「鑄金の技法」金丸峯雄編『技術シリーズ 金工』朝倉書店 1985
- 4) 會田富康『鑄金・彫金・鍛金』理工学社 1975

(1990年1月31日 受理)