

鐘の鑄造技術

—ヨーロッパと日本の鑄造型法の比較を中心に—

吉田 晶子

一 はじめに（日本の鑄造技術史からみた洋鐘鑄造調査の意義）

日本の鑄造史については多分野からの研究がなされている。考古学では明治期以前から銅鐸や鏡、金工史では大正期頃から仏像や梵鐘などが対象となった。また、歴史考古学の坪井良平氏は昭和戦前期から梵鐘の網羅的な調査を行い、一九七〇年に『日本の梵鐘^①』を著した。歴史学においては、一九七〇年代後半から、網野善彦氏や笹本正治氏などによる中世から近世に至る鑄物師組織の研究が盛行し一つのブームを成した。^② 同時期に石野亨氏^③が金工史や歴史学の成果を取り入れながら工学的見地から鑄造技術史の解明にアプローチし、鑄造史研究が学際的な色彩を帯びるようになってきた。

民俗学において鑄造業への関心が高まったのは一九八〇年代後半のことであった。廃絶の危機に瀕した各地の伝統的鑄物業の調査が始まった^④が、当時すでに、江戸時代以来の歴史を持つ鑄造所は技術革新を遂げて近代工場に変貌したか、あるいは廃業したところがほとんどになっていった。鍋釜や農具などの鉄製品を伝統技法で鑄造するところはなく、これらの具体的な鑄造方法は伝承者からの聞き取り調査に頼らざるを得ない

状況であったが、梵鐘については伝統技法を残して鑄造する工場が現存した。筆者はこれらの各地の梵鐘鑄造の民俗例を調査し、鑄型の造型方法を中心に日本の伝統的な鑄造技術の報告を行った。^⑤

鑄造史研究においては、近年、国内における学際的な研究はもとより、広く世界の民俗例を調査して比較検討することにより、日本の鑄造技術の系譜や変遷を位置づけようとする意識が高まってきており、すでに中国や東南アジアなどで調査が始められている。^⑥

鐘は世界各地に分布することから技術の比較に適切な資料である。広く世界の鐘鑄造に関する民俗事例の調査を望むところとなったが、国立民族学博物館教授近藤雅樹氏、ボン大学日本研究所所長ヨーゼフ・クライナー氏の協力を得て、二〇〇三年九月にドイツ、二〇〇四年八月にイギリスにおいて、ヨーロッパの鐘の鑄造方法について調査することができた。本稿では、ヨーロッパ調査で得た鐘鑄造の民俗例を報告し、日本の梵鐘の鑄造型法との若干の比較と検討を行いたい。

なお、『広辞苑』では、「鐘」を「叩いたり撞いたりして鳴らす金属製の器具」とし、内側に装着した舌などを振動させて鳴らす「鈴」と区別

する。しかし、百科事典の類では両者を含めて広義の「鐘」としており、本稿でも日本の鐘を「和鐘」、ヨーロッパのベルとカリヨン（ベルを組み合わせて使う）を「洋鐘」と表記する。

二 ドイツの洋鐘鑄造

1 リンカー工場の歴史

リンカー鑄物工場は、ボンから約八〇キロ西方の山間部、ヘッセン州ジン（ZINN）村に所在する。同社の解説冊子^⑦によると、リンカーは鑄造職人を意味する一五、六世紀頃からの姓名であり、名前からも古くから鑄造業に携わってきた一族であることが判るという。リンカー家の名が初めて見えるのは一五九〇年鑄造のハンス・リンカー銘の鐘である。鐘の鑄造職人は大砲も鑄造するので、リンカー家は有名なグライフェンシュタイン城の築城に関係してこの地方に來たと推測され、一七世紀にはヘッセン州アスラー（現所在地より二〇キロ西南）を拠点としたことが知られる。ドイツでは一九世紀初めまで、鑄物の職人（マイスター）は遍歴しながら鐘を鑄造しており、注文を受けるとBruder（兄弟・仲間）と共に道具や図を持って現地に赴き、教会の近くに掘った鑄造坑内に造型場を設けて鐘を鑄造した。鑄造業の収入により土地を入手し、秋の収穫期には帰郷して農場の管理を行ったという。リンカー家は一八世紀に近隣のロインに移転し、一八一七年に現在のジン村に工場を構えた。一九世紀初期からアメリカやハンガリーに進出し、第二次世界大戦後は、南アフリカ、フィンランド、メキシコ、韓国、日本などからの注文も受けるようになった。一九五八年には、ジン村の工場で鑄造された鐘は一

万口を数えるに至ったという。

現在、一三代にあたるハンス・マルティンとフリッツ・ゲオルクがリンカー工場を引き継ぎ、洋鐘を中心にその他の工芸品の鑄造の他、文化財の修復にも取り組んでいる。工場は自動車道に面して敷地を設け、手前道路側に鐘鑄造工場と製品展示場兼売店、その奥に工芸品鑄造工場が建つ。鐘鑄造工場は幅一〇メートル、奥行二〇メートルほどの平面規模を有し、基本的には旧來からの方法で、数週間をかけて鑄型が造型される。

調査は、平成一五年九月一〇日に、通訳のクリス・ズーセル氏の協力を得て、水口千里氏とともに実施した。また、同社の解説冊子を松野友美氏に和訳していただき、これを参考にして報告を行う。

2 鑄型造型作業

① 中子造型

鐘は中空の回転体であるため、製品の外表面の形をつくる外型と内側の空洞部の形をつくる中子の二つの鑄型を必要とし、外型と中子を合わせたときに生じる隙間に金属を流して作られる。

リンカー工場の鑄型造型作業は、中子造型から始める。造型場床面には、耐火ブロックを円筒状に四、五段積んだ作業台（写真2）がいくつも並べられている。まず、作業台上に鑄型の底板の役目をするスチール製ドーナツ盤（写真3）に置き、製品空洞部の半断面を写し取った中子造型用挽型を垂直に取り付ける。挽型（写真4）を回転させながら、焼成されていないローム土製ブロックを積んでおおよその形を作り【図1・①】、ブロック表面に細粒のローム土に細かい草屑を混ぜたものを挽

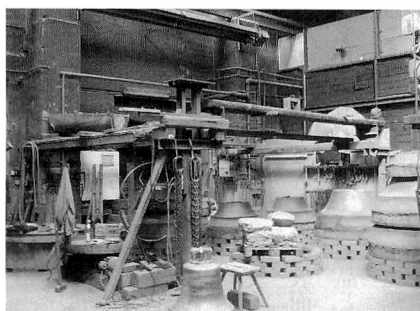


写真1 リンカー工場内部

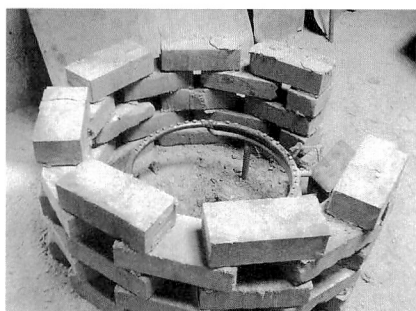


写真2 ブロックを積んだ作業台

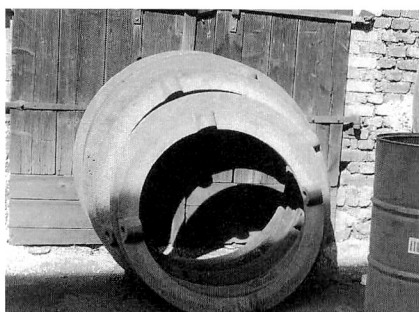


写真3 スチール製の鋳型の底板



写真4 壁に掛けられた挽型

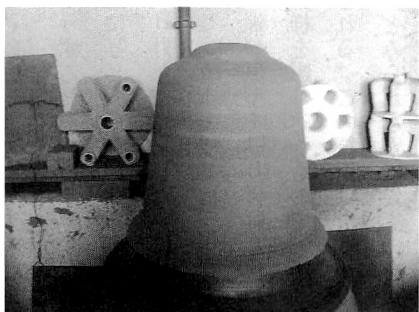


写真5 中子



写真6 王冠部分の鋳型（正面から）



写真7 王冠部分の鋳型（底から）



写真8 鋳造坑内に据えられた鋳型

型ラインどおりに塗って中子を完成させる。(写真5)【図1・②】

② 鐘型(「にせ鐘」)の成形

中子造型用挽型を原型用挽型に替える。原型用挽型は製品の外形の半断面を写し取ったものである。これを回転させながら中子表面に細かなローム土を塗って、大体の鐘の形を成型する。次に、温めた蠟を挽型のラインどおりに塗り重ねる【図1・③】。このとき、鐘の外周に巡る凸帯は挽型で施文される。碑文や文様などの装飾は、あらかじめ蠟で別つくりしておき、これを原型表面の蠟層に貼り付ける【図1・④】。

つまり、中子表面に、製品と全く同じ形状の原型をローム土と蠟でつくることになる。リンカー工場では、この原型を「にせ鐘」と呼んでいる。「にせ鐘」に使う蠟は、見学时に牛脂であると説明を受けたが、同社の概説冊子には、現在は専用の工業用のものを用い、以前は蜜蠟であったと解説されている。

③ 外型の成形

「にせ鐘」(原型)ができると、これを外型で覆う作業に移る。最初に「にせ鐘」表面に塗る層は、鑄型に流された溶湯と接する面となるので、リンカー工場では、特に細かい粘土に酵母、砂糖大根の食用シロップを混ぜたものを塗る【図1・⑤】。これは、特に精緻な鑄肌面を形成するための同工場独自の方法である。次に、大麦のノギを混ぜたローム土を被せて、外周部を形成する。鐘を吊り下げるための「王冠」部分の鑄型部品(写真6・7)は、ローム土で別に作っておくので、鑄型天井部にこれを載せて外型の完成となる【1・⑥】。

④ 「にせ鐘」の除去と外型の彫込み施文

「にせ鐘」に外型を被せた状態で、鑄型全体を長時間かけて焼成する。そうすると、「にせ鐘」の蠟部分は溶けて流出し、外型の内側に凹凸を逆に写し取られた蠟の痕跡が残る。鑄型が冷めると、外型を持ち上げて一旦外し、露呈した「にせ鐘」のローム土部分を取り除く【1・⑦】。

リンカー工場では、現在、碑文の手彫りに力を入れている。「にせ鐘」に蠟製原型を貼り付ける代わりに、外型内面に直接、石筆などで銘文や文様を彫り込むもので、彫り込まれた装飾は、鐘の浮き彫りとして鑄造される。この技術は古くからあるが、一六世紀以降は蠟型の発達でほとんどみられなかったものを復興したものである。

⑤ 型合わせ

鑄型が完成すると、中子と外型を正確に合わせて型を締め【1・⑧】、鑄込み場に掘られた広さ六畳、深さ二メートルほどの鑄造坑内に設置する(写真8)。鑄造坑は小型の鐘であると十数口が並ぶ大きさを有しており、できるだけ沢山の鐘をまとめて鑄込む。完成した鑄型が坑内に並びきれなくなると、土砂で鑄型を埋め、埋土の上面にブロックを並べて溝を巡らして、各鑄型の湯口をつなぐ。溝の先端に溶湯を流し出すと、すべての鑄型に順番に流れ込む仕掛けになっている。

3 鑄込みと仕上げ

鑄込みは、金曜日に行う習慣だという。元来はキリストが磔にされた日であることに起因するというが、今日では、一週間の労働の最終日である金曜日に鑄込むと月曜日に冷えた鑄型を取り出せるので、作業効率がいいためである。鑄込み当日には、鐘の発注者たちが訪れて見守るの

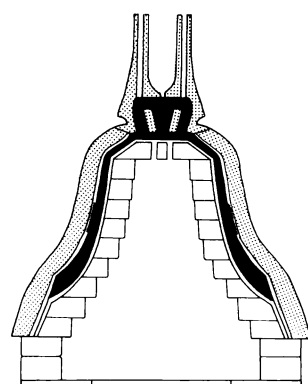
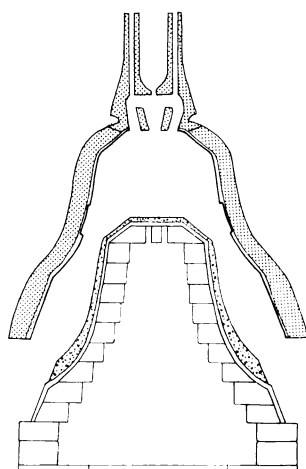
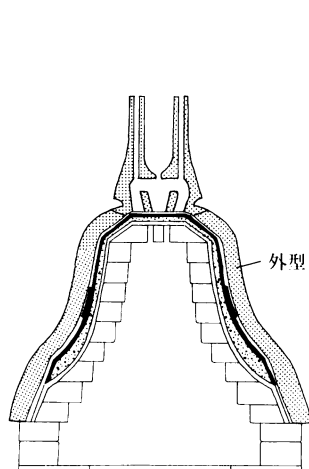
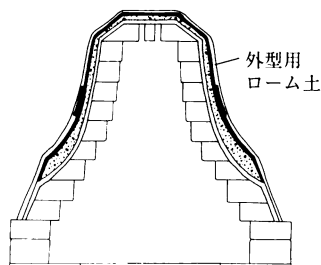
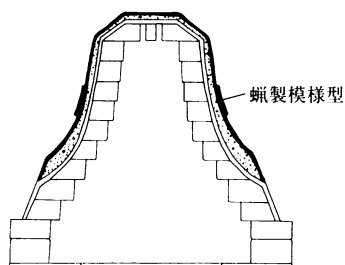
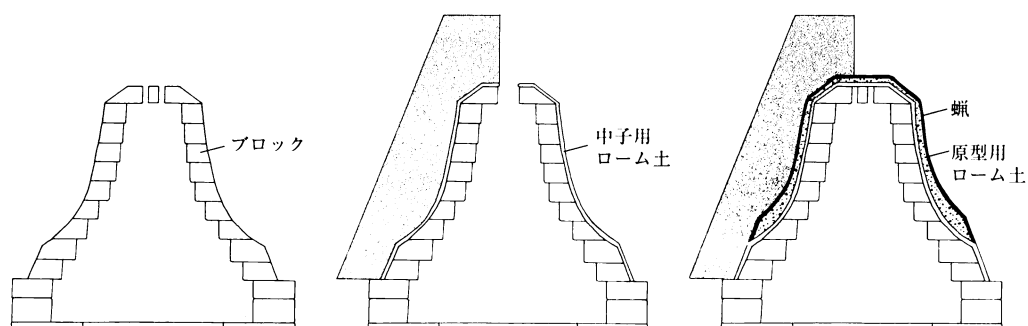


図1 リンカー工場のベル鑄型造型方法模式図

も昔からの慣習である。

鑄造坑の横に溶解炉が設置されている。溶解炉は、以前はトウヒ（松科の常緑針葉樹）材を燃料にして数日ばかりで温度を上げるものであったが、現在は石油を使って数時間で約一二〇度に上げ、銅と錫を七八対二の割合で溶解する。原料の溶解が終わわり、準備が整うと、鑄物工たちは聖なる言葉を唱和してから、溶湯を流し出す。鑄型に溶湯が満ちたかどうかは、流れ込むときの音により判断され、音が一定の高さになると、次の鑄型に通じる溝を開けて次々と鑄込む。

冷めた鑄型はクレーンで掘り出して床面に持ち上げる。取り出した鐘は外形を研磨し、叩いて音を検査しながら、中子を削って音色を調整する。特に組鐘の場合は、音階を念入りに調律して完成となる。鑄型は粉碎し、ローム土として再使用する。

三 イギリスの洋鐘鑄造

1 ジョン・タイヤーベル工場の歴史と概要

ジョン・タイヤーベル工場は、レスターシャー州ラフロー（Loughborough）に所在する。ロンドンから北東に約一五〇キロ、工業都市ノッティングガムのやや南にあたる町である。

同社の解説冊子によると、卸売商の一人息子であったロバート・タイヤーが、一七八〇年にベルやチャイム等を鑄造する工場に弟子入りし、一八二一年に独立して時計チャイムの鑄造所を創設したことに始まるという。一八三八年に、一族はキリスト教会の鐘を鑄造するためにラフローに進出し、ジョン・タイヤーベル工場を設立した。現在、工場は会社

組織になり、ヨーロッパ随一の規模を有する鐘鑄造工場として、ベルやカリヨン、ハンドベルなどを鑄造するほか、古鐘の修復にも取り組んでいる。

工場建物は、道路を挟んで東西に向かい合った二つの建物からなる。西側建物は三〇メートル四方ほどの広さを有し、北東隅に事務所、北西隅に鐘楼を設ける。その他は作業場となり、研磨場、チューナー場、古鐘の修理場などに区分されている。東側建物（写真9・10）は南北一〇メートル、東西二〇メートルほどの規模で、大半は鐘の鑄造型場兼鑄込み場であるが、北西隅にハンドベルの生型の鑄造型場兼鑄込み場を設ける。また、東側建物の南東棟には二階建ての博物館（写真11）が設けられており、自社の関係資料を常設展示する。

当初の工場建物は一八五九年に建てられたが、一八九一年に火災に遇ったため現在の建物が再建されたという。一八八二年から一八八六年に描かれた絵によると、西側の建物は中庭を四角く囲む四つの棟から構成されている点が現在と異なるが、道路を挟んで東西の建物が建つ点など、基本的な敷地規模や建物の配置は変わらない。

今回の調査は、平成一六年八月二六日に、水口千里氏、藤井裕之氏とともに実施した。午前中は、ジョン・タイヤーベル博物館学芸員ロバート・ブレースガードル（Robert Braegirdle）氏の案内で鑄造型作業などを見学し、午後からは鐘二口の鑄込み作業を見ることができた。

2 鑄造型作業

① 中子の造型

東側建物の北東隅が、鑄型を造型する作業場である。キャスターの付

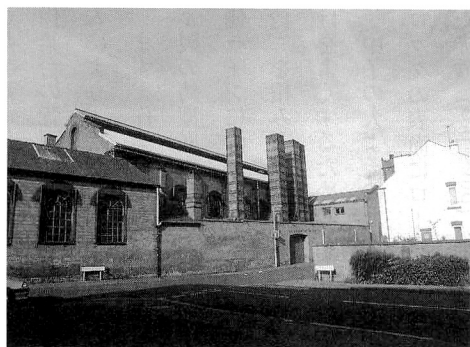


写真9 ジョン・タイヤーベル工場東側建物



写真10 ジョン・タイヤーベル工場東側建物内部

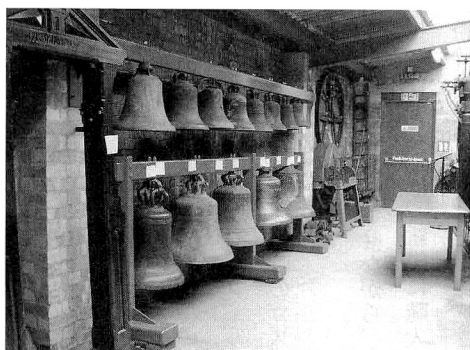


写真11 ジョン・タイヤーベル工場博物館の展示

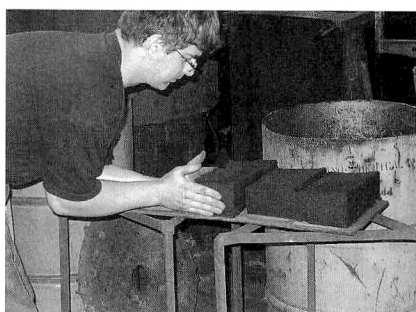


写真12 中子用ブロックをつくる



写真13 中子を挽く



写真14 乾燥室に運び込まれた中子



写真15 外型を挽く

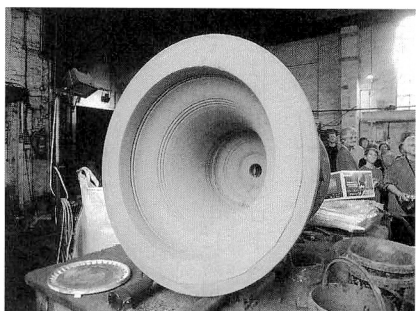


写真16 施文のため、横向きにされた外型内部

いた方形の作業台二台が置かれており、その上で鑄型の造型作業を行う。作業台の背面には支柱が取り付けられ、柱から延びた挽型支持用のアームにより、挽型を固定することができる。

まず、作業台の上に、直径一〇センチほどの穴が中央に開いたスチール製の鑄型底板を置く。この中心に中子用挽型を垂直に立て、挽型の内側ラインに沿わせながら、鑄型底板の上にローム土製のブロック（写真12）を積み上げていく。ブロックとブロックの間には、鑄造時のガス抜けをよくするために、ガスコークスの粉末の層を挟み込む。

中子の大よその形ができあがると、中子用挽型を回転させながら、ブロックの表面にローム土を塗る（写真13）。ローム土は、新規に購入した赤砂（red sand）、使用済みの鑄型の粉砕土である黒砂（black sand）、精緻な粘土、細かく砕いた麦わら、接合剤の役目をする馬糞を混ぜたものである。粒度の粗いものと細かいものの二種類があり、最初に粗いローム土を塗ってから、細かいローム土を上塗りして中子の形を整える。

東側建物の奥には、幅二メートル、高さ二メートル、奥行五メートルほどの箱型で、上下開閉式の鉄扉の付いた乾燥室が設けられている。形が出来上がった中子は、専用台車に載せて乾燥室内に運び込まれ（写真14）、約一五〇度で乾燥させる。中子が乾燥すると、表面に亀裂が生じる場合があるが、この場合は水で薄めたローム土で修正する。最後に、表面に石灰の粉末と黒鉛を塗って仕上げる。

② 外型の造型

外型には、鐘の形をした鑄鉄製のケースが使われる。ケースの頂上には溶湯を流し込むための湯口となる直径五センチ程度の穴が開口し、側

面に鑄造時のガスを抜くための沢山の穴が開けられている。

中子用と同じ作業台の上に外型ケースを天地逆に置き、外型用挽型を垂直に立てる。挽型を回転させながら、先に粒度の粗いローム土をケース内面に貼り付けてから、精緻なローム土を上塗する。ケース天井の湯口となる穴は開けたままに残す（写真15）。

鐘の外周に巡る凸帯は、挽型の所定の位置に凸帯の断面形を突出させておくことで、ローム土を挽くのと同時に施文することができるが、その他の文様や銘文などはスタンプ作業によって施す。そのため、ローム土を挽き終えた外型を、工場建物南東コーナーに設置された作業台上に横向きに載せ（写真16）、ローム土がちょうどよい具合に自然乾燥するのを見計らって、スタンプ状の文字型、文様型、工場のロゴマーク型を所定の位置に押ししていく。スタンプは鏡文字にする必要はなく、出来上がった製品に陽鑄されるのと同じでよい。

裝飾が済んだ外型は台車に載せて、中子と同様に乾燥室内で乾燥させる。そして黒鉛を塗って仕上げ（写真17・18）、完成した中子の上に注意深く被せて、両方の型が外れないように留める。

3 鑄込みと仕上げ作業

鑄込みは大体午後一時半頃に行われるので、当日の午前中に鑄型を鑄込み場に設置する作業を行う。工場床面下には使用済みのローム土が堆積しているので、中央南側の鑄込み場の床面に、鐘鑄型よりやや大きな方形で、深さ五〇センチ程度の方形の鑄造坑をスコップで掘る。底面を平坦に整えると、鑄込み時に発生するガス抜きのために、し字状に曲がった鉄パイプを坑内中心からコーナー隅を通って床面上に届くように埋め



写真17 仕上がった外型と中子



写真18 仕上がった外型内面の装飾



写真19 鑄造坑を掘り、鉄パイプを設置する



写真20 鑄造坑に設置した鑄型



写真21 鑄込み直前の二つの鑄型



写真22 溶湯を鑄型に注ぐ

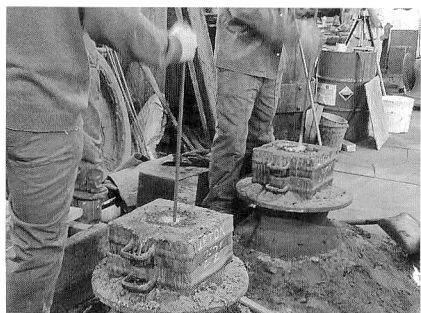


写真23 鑄型に注がれた溶湯を攪拌する



写真24 チューナー室で説明する学芸員

(写真19)、中子内に溜まったガスが鉄パイプの先端に抜けるように、中心部に小石を敷き詰める。この上に完成した鋳型をクレーンで置き(写真20)、鑄造坑内にローム土を充填して、鋳型の下半分を埋める(写真21)。

溶解炉は、鑄造坑の向かい側に設置されている。金属の合金率は銅と錫を七七対二三の割合とし、溶解量は溶解時に五パーセント減少する分を割り増した上、鑄込み後に溶湯が余るように計算する。溶湯の温度が一二〇〇度になると、フラックス(溶剤)を入れて木製棒でかき混ぜてガスを抜き、再度適温であるかどうかを確認した後、溶解炉を傾けて、予め温めておいた取鍋に溶湯を移す。取鍋はクレーンで吊るして鋳型まで運び、鋳型湯口に注湯する(写真22)。鋳型に溶湯が満たされると湯口に木製棒を差し込んで、溶湯が鋳型の細部まで回るように約三〇分間攪拌する(写真23)。その後は三、四日間放置して冷却し、鋳型から製品を取り出す。鋳型のローム土は粉碎して再使用する。

鑄込みを終えた鐘は鑄バリを除去し、外表面を研磨した後、西側建物のチューナー室に設けられた専用の機械で、内面を削っては音色を確認することを繰り返して、正確に音色を調律する(写真24)。

4 鋳型造型方法の変化

ジョン・タイヤーベル工場では、現在、外型と中子をそれぞれの挽型を使って別々に造型する方法が採られているが、一八九六年にこの方式を採用するまで、蠟を使う方法で鐘を鑄造していたという。

ロンドンには一五九〇年創業のホワイトチャペル工場がある。同社は、一八五三年にJhon Warnerとその息子が、「Frederick Warner and

Jhon Shotton」の名前でNo.2319の特許権を取った鑄鉄製外型造型ケースを採用してからは、ジョン・タイヤーベル工場と同じ方法で鑄造するが、それ以前はやはり蠟を使う方法を採用していた。

ジョン・タイヤーベル工場で取られていた蠟を使う方法の詳細は不明であるが、ホワイトチャペル工場の方法は、George Elphickが解説する。これによると、まず溶解炉の前に掘られた鑄造坑の中に、方形の石を筒状に積み上げて鋳型を載せる基盤を作る。石組基盤の中心に石を置き、この上に挽型の下の方目(鳥目)を載せる。挽型の上の方目は鑄造坑の壁に立てた柱から延びたアームで押さえて固定する。まず、挽型を回転させながら、そのラインに沿って約一インチ内側にローム土製ブロックを積み上げる。自然乾燥させた後、ブロックの表面にローム土を溶かした泥水を散布してから、ローム土を塗り重ねていく。回転する挽型がローム土をこするようになると、挽型の端部を磨き直して、精緻なローム土を挽いて表面を整える。最後に火を使って中子を乾燥させ、黒鉛を塗って仕上げる。

次に、中子の表面に原型をローム土と蠟でつくる作業に移る。中子用挽型に替えて原型用挽型を設置し、これを回転させながら中子表面にローム土を塗り重ね、最後に蠟を塗装して原型の形を整える。表面の装飾は、蠟製の文様型を別作りし、鐘身表面の蠟面に貼り付ける。

原型が完成すると、これをローム土で覆って外型をつくる。原型表面の蠟層にローム土を付着させるために、蠟層には卵白や、鉄の薄片か山羊の骨粉を混ぜた粘土などを塗布し、麻糸を混ぜたローム土を四回に分けて塗布する。外周は縄か鉄帯で縛り、鋳型を吊り上げることができる。

ように取手を付ける。

そして、鑄型を焼成すると、蠟は外型内面に痕跡を残して溶け出す。

外型を外すと、ローム土製の原型が露出するので、これを削り取って中子の形に戻す。中子と外型に塗型剤として黒鉛を塗布するが、古くは燻して煤を付けていたという。

四 和鐘の鑄型造型法

和鐘は現在、京都市や富山県高岡市などの鐘を専門とする鑄造所が主として鑄造している。

鑄型は外型から作り始める。通常、口径一尺八寸以上の梵鐘の外型は、「笠形」「乳の間」「池の間」「草の間」相应部分の四段に水平方向に分割した割型とするので、最初に四段の外型の外枠部分となる粗型をつくり、「笠形」粗型を上下逆に設置する。この中心に外型用挽型を垂直に立てて、挽型ラインに沿わせて粗型内面に粗真土を挽く。真土とは砂と粘土から成る鑄物土のことで、粗真土、中真土、肌真土などの粒度の異なる種類がある。「乳の間」「池の間」「草の間」の順に各段を積み上げながら粗真土を挽き終えると、四段を積んだ状態で中真土と肌真土を挽いて鐘身の形をつくる。装飾のうち、横帯は挽型に突起を付けることで、真土を挽く際に外型に施すことができるが、縦帯などは真土が乾燥しすぎないうちに、直接外型に手彫する。その他の撞座、乳、龍頭、銘文などの多くは、埋型（いけがた）と呼ばれる鑄型のパーツを「乳の間」「池の間」等の各段に窪みを掘って埋け込む。埋型は、木製や土製の原型を鑄物土で覆って形を写し取った込め型を焼成したものである。外型が完

成すると四段を焼成して、黒味（堅炭の粉を粘土汁で溶いたもの）を塗って仕上げる。

現在の梵鐘中子造型方式の主流は、中子用挽型を使う「挽中子式」である【図2・①】。鑄造坑内にジョウと呼ばれる鑄型の底板を据え、中子用挽型を回転させながら土製ブロックを積み、この表面に真土を挽いて中子の形をつくる。外型と中子が別個に完成すると、中子に外型を被せて型を合わせて鑄込む。

ところが、各地の梵鐘鑄造の民俗例を調査すると、外型はいずれも挽型法であるが、中子造型には外型に中子砂を込め、その表面を削って中子とする「込削り中子式」が広く存在することがわかった。「込削り中子式」には中子一体型と中子継ぎ型がある。前者は【図2・②】、焼成済みの外型を上下逆さまに四段積んで中子砂を貼り、最上段にジョウを載せて、裏真土を裏込めして焼成し、全体を反転して鑄造坑内の鑄込み場所に設置する。ここで外型を外し、露呈した中子の表面を梵鐘の肉厚分だけ削り取る。後者は【図2・③】、外型を使って中子をつくる点は先と同じであるが、外型に中子を込めるときに、外型を上下に二分し、下部は鑄造坑内で、上部は工場床面上で中子込みを行う。中子を乾燥させてから、まず上部の鑄型を反転させて外型を外し、露呈した中子上部を削り、次に、これを中子下部の上に載せて真土で接合し、中子下部を削る方法である。また、中子下部を挽中子式、上部を込削り中子式で造型する「挽中子・込削り中子折衷式」【図2・④】という複雑な方式も確認された。

挽中子式と込削り中子式を比較すると、挽中子式は、外型と同様に挽

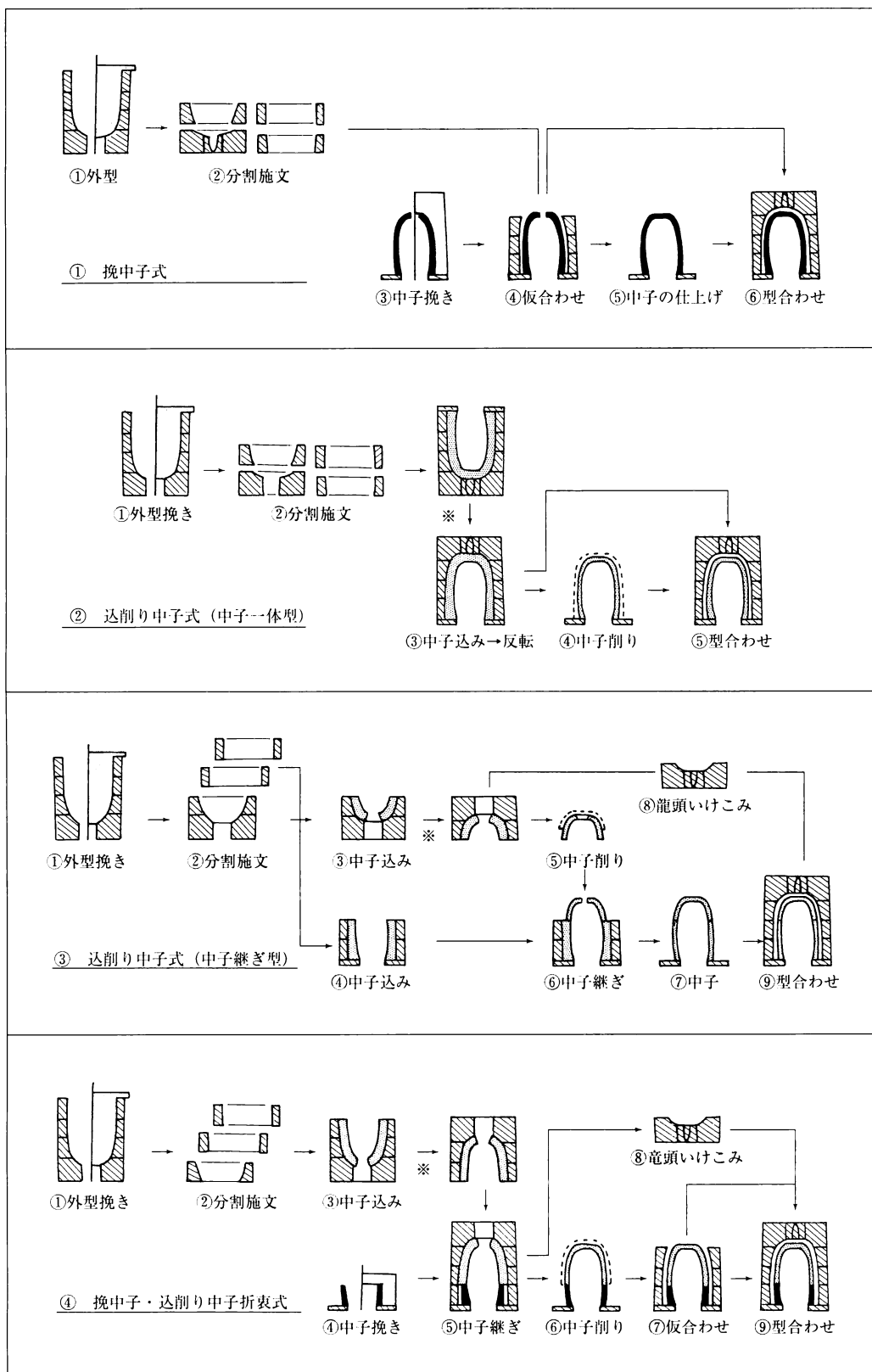


図2 和鐘（梵鐘）の鋳型造型法

型というゲージを使うため、設計図どおりの中子造型が可能であり、職人に一定基準の技術力があれば同形の中子を造型することができる。中子造型作業は鑄造坑内で行われ、鑄込み終了まで中子を動かすことも反転させることもない。外型とは別に中子を造型するため、両作業の同時並行が可能であるが、中子に土製ブロックを使うため強固になって鑄込み時のガス抜けが悪い。これに対して、込削り中子式は、外型に込めて形を写し取った中子を削って造型するため、中子が薄く仕上がってガス抜けがよく、製品の肉厚や中子の形状を職人の技量により調整することが可能である。しかし、中子を外型に込めて反転させるため甚大な労力を必要とし、鑄型損傷のリスクが高い。その軽減のため、二分割した外型に中子を込めて継ぐ中子継ぎ型が存在すると考えられる。また、挽中子・込削り中子折衷式は、下部を挽中子で頑強に造型し、中子を込めた外型を反転させるのは上部のみである点に特徴がある。

日本の梵鐘は美術的要素の高い大型鑄造品であるため、技術を駆使して丁寧に一口ずつつくることで、職人芸を誇示するものであった。また、鐘の音色は、金属の合金率とともに、肉厚や中子の形状で決定される。外觀だけでなく鳴物としての要素を要求されたことが、民俗例にみる梵鐘中子の造型方法の多様性に繋がる一因であると考えられる。しかし、現在の梵鐘鑄造のほとんどは挽中子式を採り、この中には従来は込削り中子式であったのを挽中子式に替えたところも確認できる。これは挽中子式が、規格品を効率よく量産することを目的とする近代工業生産に適していたからであると考えられる。

以上のように民俗例の調査から、日本の梵鐘鑄型はいずれも外型を挽

型法で造型する点が共通すること、中子造型方式は前近代には多様であったが、近代に挽中子式が主流となったことがわかる。

五 鑄型造型法の比較と検討

1 鑄型造型法の分類

鑄型は材質によって砂型、石型、金型などに分類される。このうち砂型の鑄型造型法は、生砂とよばれる鑄物土を使って熱処理を施さない生型法と、真土とよばれる鑄物土を使って熱処理を施す真土型法に二分されるが、生型法は明治期に機械鑄物の技術として欧米から移入された方法で、近代以前には日本では主として真土型法が使われていたという。真土型法は焼型法と惣型法とに細分され、焼型法には蠟を原型に用いる蠟型法と木材等で原型をつくる込型法があるが、込型法は原型を損なわないため近代に美術鑄物の造型方法として発達した^⑩。つまり、前近代に日本で使われていた鑄型造型法は、主として惣型法と蠟型法であった。

惣型法は原型なしに鑄型を造型し、外型と中子を分離して各々の表面を

鑄型材質	鑄型の熱処理	鑄型の作り方
真土型法	焼型法	込型法（近代に発達）
		蠟型法
	惣型法	挽型法 挽中子式
		込削り中子式（中子一体型）
		込削り中子式（中子継ぎ型）
		挽中子・込削り中子折衷式
	原型削り中子法（削り中子法）	
生型法	（近代に移入）	

表1 砂型の鑄型造型法の分類

焼成した後、鑄型を冷却させてから鑄込むことを特徴とする。前章で解説した日本の梵鐘鑄型は典型的な惣型法にあたる。

一方、日本の蠟型法の基本は、最初に鉄製の芯棒に縄を巻き、この周りに中子用挽型を使って真土を塗りつけて中子をつくる。次に原型用挽型を使って中子表面に蠟を張って製品と同形同大の原型を蠟でつくり、これを真土で覆って外型とする。この段階では中子の中心には縄を巻いた芯棒があるが、鑄込み時に発生するガスを抜くために、縄を解いて取り除き、中子内部を空洞とする。そして、鑄型全体を焼成して蠟を溶かし出し、鑄型が熱いうちに、蠟が流出したあとの隙間に金属を流し込む。^⑪

惣型法が原型を持たないのに対して、蠟型法は蠟原型をつくることと、鑄込み終了後まで鑄型が分離されることがなく、高温のままの鑄型に金属を鑄込む点などが異なる。

2 ヨーロッパの鑄造型法の特徴

ヨーロッパでは七世紀頃から教会などに単体の鐘（ベル）が普及し、次第に大型化していったという。また、一六世紀初頭にはオランダで複数の鐘を組み合わせてメロデューを奏でる組鐘（カロヨン・カリヨン）が誕生し、ヨーロッパ全域へ広まった。

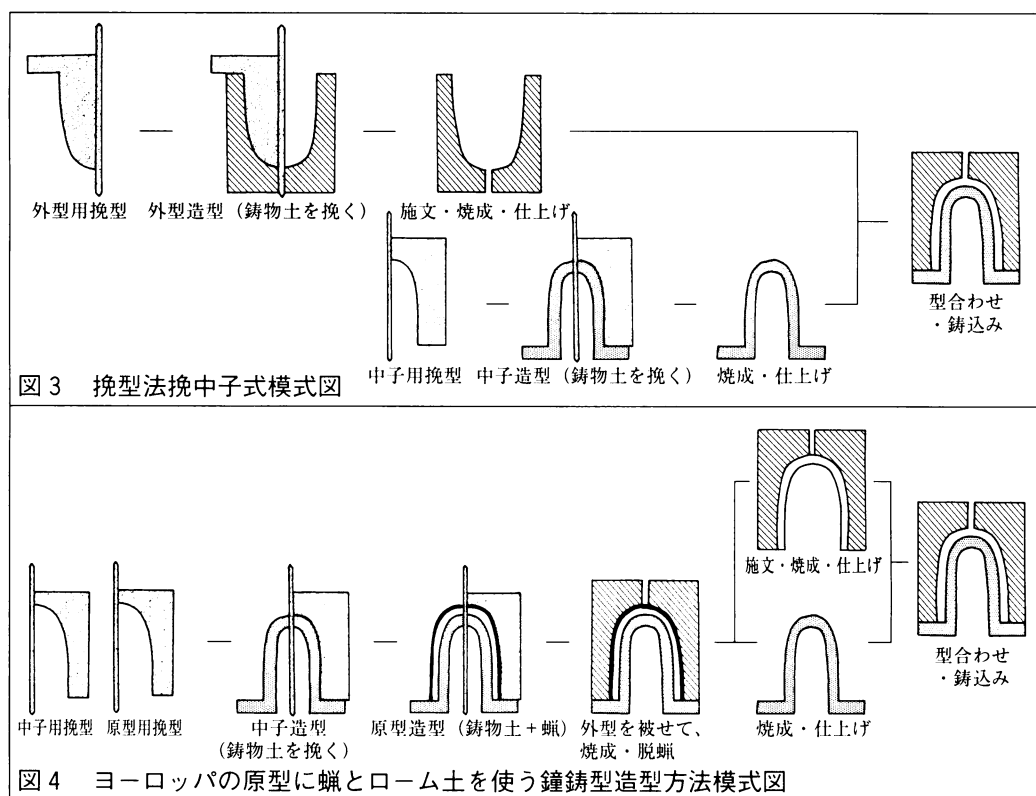
本稿では、ヨーロッパの鐘鑄造の具体的な事例として、ドイツのリンカー工場とイギリスのジョン・タイヤーベル工場の例を報告した。両工場とも、鑄型用土には砂と粘土をベースにしたローム土が使われる点が共通する。ローム土は鑄型用に厳選された砂と粘土の混合物であり、使用済みの鑄型の粉砕土に新しい砂と粘土を追加しながら使用を繰り返す。これは日本の真土と同様であり、材料の点からは日本の真土型に相応す

る。

鑄造型方法は、ジョン・タイヤー工場の現行例は日本の挽型法挽中子式【図3】に相応する。しかし、これは近代における変化であり、以前には蠟を使う方法であったことがわかった。ジョン・タイヤー工場の蠟を使う方法の詳細は不明であるが、一八五三年に発明された外型ケースの使用により、近代に挽型法挽中子式に変えたイギリスのホワイトチャペルベル工場の旧式の方法は、ドイツのリンカー工場と基本的に変わらない【図4】。すなわち、中子用挽型を回転させながらブロックを積み、その表面にローム土を塗って中子を造型する。次に、中子表面に原型用挽型を使って最初にローム土を塗って鐘身の大まかな形をつくり、その表面に蠟を塗り重ねて、別つくりした文様の蠟型を貼り付けて原型を完成させる。そして、原型をローム土で覆い、鑄型を焼成する。このとき、原型の蠟層は脱蠟されるがローム土層は残るので、外型を一旦外して原型のローム土を取り除いてから、中子に外型を被せ直すという方法である。オランダやベルギー^⑫でも、上記とほとんど変わらない方法が採られている。^⑬

また、鈴木信一氏によるスイスの事例報告がある^⑭。これは、中子表面に原型をつくる際に、先に中子周囲に縄を巻きつけてから挽型でローム土を挽く。脱蠟後に外型を外した際に、原型に埋め込んだ縄をほどこことで、簡単にローム土を除去できる点に特徴があるが、基本的にはドイツ例と同様である。

以上の事例から、ヨーロッパにおける鐘の伝統的な鑄造型法は、原型をローム土と蠟でつくる図4の方法であるといえる。この方法は、原



型に蠟を使用するという点からは蠟型法の一つであるといえるかもしれないが、いわゆる日本の蠟型法と同じではない。日本の蠟型法は原型を蠟だけで造型するが、洋鐘の原型は下層のローム土と上層の蠟の二層からなる。この場合の蠟層は、原型に被せた外型を離す際の離型剤、及び裝飾の蠟型を付着させる接着剤的な役目を果たしている。また、日本の蠟型法が鑄型を焼成して蠟を溶かし出すと、鑄型が冷めない間に鑄込みを行うことを特徴とするのに対し、洋鐘は鑄型焼成後に外型を一旦分離し、原型のローム土部分の除去などを行い、再び中子に外型を被せる。この点は日本の惣型法に類似する。しかし、和鐘には鐘身の原型がないが、洋鐘には中子表面に原型をつくる点で、日本の惣型法と異なる。すでに鈴木氏が指摘するように、これは日本の惣型法と蠟型法を合わせた方法であるといえる。

なお、George Eldrick は、ローム土と蠟を原型に使う方法は一世紀頃に始まり、それ以前のヨーロッパの鐘の鑄型はいわゆる蠟型法であったとする。^⑮

3 中国鐘の鑄型造型方法

中国の鐘鑄型の造型方法は次の四例を知ることができた。

一つは中国の明時代の『天工開物』^⑯（一六三七年、宗応星著）に、上等の銅鐘用として記される方法である。鑄物土で造型した中子表面に牛油で溶いた蜜蠟を製品の器厚分塗り、その表面に蠟で裝飾を施して原型を造り、原型を鑄物土で覆ってから焼成して、外型に設けた孔から蠟を流出させ、その隙間に金属を鑄込むとある。原型を蠟のみで構成し、外型を外すことなく鑄込む蠟型法である【図5】。

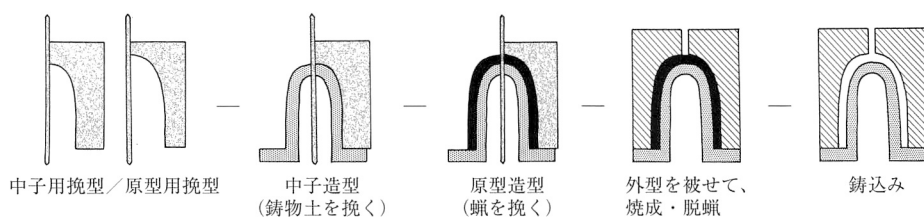


図5 蠟型法模式図 (『天工開物』の銅鐘の鑄型造型法)

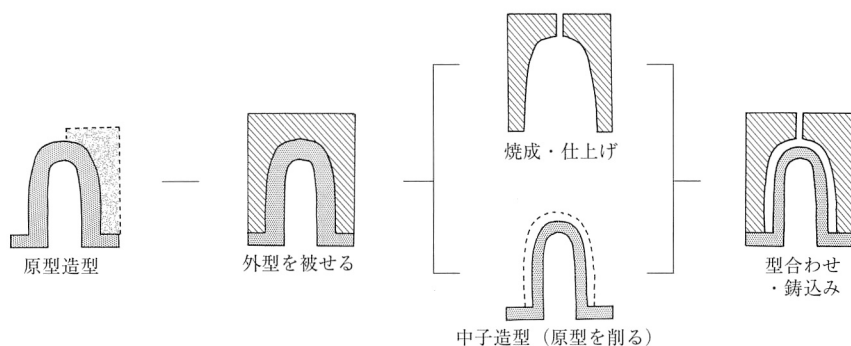


図6 原型削り中子法模式図 (削り中子法)

和鐘の直接の祖形とされる中国南北朝時代(四三九～五八九)⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾の中国鐘の一例である陳太建七年(五七五)銘鐘も蠟型法によるとされるが、鐘身に外型が垂直に二分された割型であることを示す痕跡が残る。いわゆる蠟型法では、原型に外型を被せて脱蠟するとそのまま鑄込むのを基本とするが、これは脱蠟後に一旦外型を外していることがわかる。

また、中国の華北軍区の銅鐘鑄造の民俗例の報告がある。これは木柴を芯にして粘土で原型を作り、この原型を外型となる鑄物土で塗り込める。そして全体を焼成してから外型を縦横に分割して外す。分割後の外型は再度焼成して、下段から順に積み上げながらその空洞部に鑄物土を込めて中子を造型する。外型をとり外すと、露呈した中子表面を鐘の肉厚分割って焼成し、最後に外型を被せ直すという複雑な方法である。

『天工開物』には、下等の鉄鐘用に別の方法があることが記載される。銅鐘より具体性に欠ける記述となっているが、外型が中子より先に造型

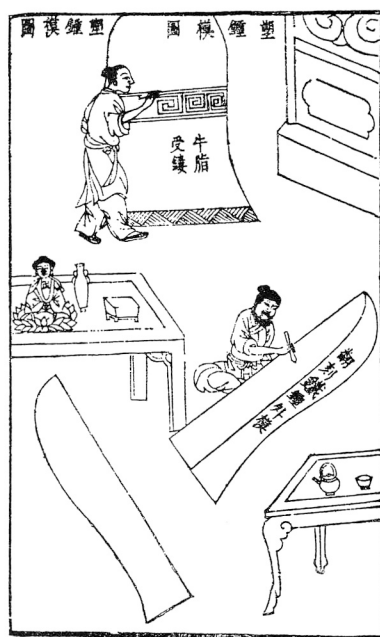


図7 「鐘の型をつくる」
(荻内清(訳注)『天工開物』(東洋文庫130)より転載)

されたとあり、「鐘の型をつくる」図の下方に描かれた「翻刻鉄鐘外模」が外型用挽型であることから、図3の日本の挽型法に類似した方法であることが推定できる。

現在のところ以上の四例を知るのみであるが、中国には多彩な鑄型造型法があったと推定される。

4 和鐘の鑄型造型の特徴と鑄物師の技術

『日本書紀』によると、崇峻天皇元年（五八八）に寺工や瓦博士ともに鑄盤博士が百済から渡来したとされる。これにより塔相輪等の大型青銅製品の鑄造が可能となり、六世紀末から七世紀前半代にかけて、日本における和鐘の鑄造が開始されたと推定される。²¹この鑄盤博士が百済から伝えたという塔相輪の鑄型造型方法は、原型削り中子法（削り中子法）であったという。原型削り中子法は【図6】、まず製品と同形同大の原型を鑄物土で作り、これを別の鑄物土で覆って形を写し取って外型を成す。そして外型を分割して外し、露出した原型を製品の肉厚分割って中子とし、再び外型を被せて鑄込む方法であり、奈良時代的大型鑄造品を代表する奈良東大寺大仏とともに、東大寺鐘がこの方法によると考えられている。²²

しかし、日本最古の文武天皇二年（六九八）銘をもつ京都妙心寺鐘の外形は、大宰府観世音寺鐘と同形であり、二つの梵鐘外型は同じ挽型を使って鑄造され、その鑄型造型法は惣型法の挽型法であったと考えられる。²³二つの兄弟鐘は共に九州で作られたため、東大寺鐘の原型削り中子法と、妙心寺鐘と観世音寺鐘の挽型法を、奈良中心の文化と九州中心の文化との比較でとらえる考え方もあるが、原型削り中子法は現在のところ

ろ、東大寺鐘が知られるのみで、その他の古代の和鐘は内面に挽型の痕跡が残ることから挽型法の可能性が高い。

挽型法はイギリスでは一九世紀末に開発されたものであるが、現在に伝承される和鐘の鑄型造型法の民俗例は、前述したようにすべて挽型法による。古代から大半の和鐘を惣型の挽型法で鑄造したことが日本の鑄造技術史の特徴であると考ええる。

ヨーロッパでは、原型にローム土と蠟を併用する以前はいわゆる蠟型法を採っていたといい、和鐘と同じに中国鐘を租形とする朝鮮鐘も蠟型法である。²⁵中国には多様な鑄型造型法が存在し、そのうちの一つである『天工開物』の鉄鐘に類似した方法が和鐘の鑄型造型法に連なる可能性が示唆される。しかし、古代日本には原型削り中子法が伝えられており、蠟型法も古代から日本で使用されていたことは明らかである。複数の鑄型造型法のある中で、なぜ和鐘の鑄型造型に挽型法が普及し、現代に継承されたのであるか。

近代以前の日本では、京都や江戸などの都市には鐘や茶釜、仏具などを専門にする鑄工もいたが、²⁶大多数の在郷の鑄物師は、日常は鍋釜などの鉄製の生活用具や農具などを鑄造し、注文があれば鐘を受注した。都市の仏具などを専門にする鑄工は蠟型法を多用したが、在郷の鑄物師はこれらの製品を基本的に惣型で鑄造し、文様部分などを除いて主型に蠟型法を使う例はあまり知られていない。形状が定型化した日常用具の鑄造には、惣型法が適していたからであろう。

なお、鍋釜などの日用品は量産するために、一度目の鑄込みを終えると外型を簡単に修繕し、中子だけを新しいものに変えて同日中に、二度

目、三度目の鑄込みを続ける。鑄込み作業日ごとに、外型一個に対して中子二、三個を用意するには、中子を挽中子式ではなく、込削り中子式で造型する方が効率よい。挽中子式は、中世に芦屋釜の鑄造に用いられた可能性が高いといわれているが、現在の茶湯釜は伝統的に込削り中子式²⁹を採る。近世の鑄物師の多くは、挽中子式を使わなかった可能性があり、梵鐘の中子造型に込削り中子式を用いたのは、鑄物師が普段使っていた技術を使ったからであるともいえる。

和鐘の鑄型が蠟型法でなく挽型法で造型されたのは、日本では鐘の鑄造は青銅製の仏具を専門とする職人ではなく、鉄製日常品を扱う鑄物師の領分とされ、両者の技術の系譜が異なる点に要因があるのではないかと考える。今後、伝世した鑄造製品や考古学の発掘事例、文献史料などを合わせた丹念な検討を望むところである。

なお、本研究は、平成一四年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究(2)「我が国の科学技術黎明期資料の体系化に関する調査・研究」(略称「江戸のモノづくり」)の内、「一九世紀における日本在外博物学・民族学標本コレクションの実態調査」(代表・近藤雅樹)の成果の一部である。

註

① 坪井良平 『日本の梵鐘』 角川書店 一九七〇

② 網野善彦 「鑄物師」『講座日本の民俗・生業』 有精堂出版 一九八〇、「偽文書について―その成立と効用―」『書の日本史』第4巻 平凡社 一九七七

凡社 一九七七

笹本正治 一九八三『近世の鑄物師と鍛冶』『採鉱と冶金』(講座日本社会史)第五巻)一九八三、中川弘泰 『近世鑄物師社会の構造』近藤出版社 一九八六

藤出版社 一九八六

中川弘泰 『近世鑄物師社会の構造』近藤出版社 一九八六

③ 石野 亨 『鑄造 技術の源流と歴史』 産業技術センター 一九七七

④ 倉吉市教育委員会 『倉吉の鑄物師』 一九八六

滋賀県教育委員会 『近江の鑄物師1』 一九八七

同 『近江の鑄物師2』 一九八八

佐野市教育委員会 『佐野の鑄物師』 一九八八

枚方市教育委員会・(財)枚方市文化財研究調査会 『枚方の鑄物師(一)』 一九〇〇

(二) 一九〇〇

三田村佳子 『川口鑄物の技術と伝承』 聖学院大学出版会 一九九八

八

以上の他に多数あるが割愛する。

⑤ 拙稿 「梵鐘鑄型の造型方法」『国立民族学博物館研究報告』

第二九卷一号 二〇〇四

⑥ 杉山 洋 「ベトナムの梵鐘(その1)(その2)」『梵鐘』第十三・十四号、二〇〇一、二

⑦ [RINCKER] リンカー工場 一九九〇

⑧ 【LOOK AT TAYLORS BELL FOUNDRY AND MUSEUM】シモン・

タイヤーベル工場 一九九九

⑨ George Elphick 【THE CRAFT of THE BELLFONDER】 一九八八

⑩ 香取忠彦 「日本の鑄造技術における鑄型の問題（上）（下）」

『ミュージアム』一八五、一八六号 一九六六

香取正彦 「鑄金の伝統技法」『金工の伝統技法』理工学社 一九八

六

⑪ 鹿取一男 【美術鑄物の手法】 アグネ 一九八八

⑫ オランダのカリヨンの鑄造工程は、ハウスステンボス内の博物館「カリ

ヨシンフォニカ」で詳細に解説されている。この工程については同館

の許可を得て、拙稿「ヨーロッパの鐘づくり―日本の鑄造技術との比

較調査」（『民具マンスリー』三七巻六号）神奈川大学日本常民文化研究

所 二〇〇四）に報告した。

⑬ ジョン・タイヤーベル博物館学芸員のロバート・ブレースガードルに

ご教示いただいた。

⑭ 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』第3集 一九六七

⑮ ⑭と同じ

⑯ ⑨と同じ

⑰ 藪内 清（訳注）『天工開物』東洋文庫一三〇 一九六九

⑱ 香取忠彦 「日本の鑄造技術における鑄型の問題（上）（下）」

『ミュージアム』一八五、一八六号 一九六六

⑲ 金工技術の研究者の一部から、同鐘は蠟型法ではないという指摘があ

るので、再考を要する。

⑳ 五十川伸矢 「中国の銅鐘鑄造技法」『あまのとしび―原口先生古稀

記念論集』二〇〇〇

㉑ 杉山 洋 【梵鐘】（日本の美術 三五五号）至文堂一九九五

㉒ 香取忠彦 「東大寺の大鐘」『ミュージアム』一七九号 一九六六

㉓ ㉑と同じ

㉔ ㉒と同じ

㉕ 坪井良平 【梵鐘】 学生社 一九七六

㉖ 香取秀真 【日本鑄工師稿（二）】甲寅叢書第四編 一九二四

㉗ 遠藤喜代志 「筑前芦屋鑄物師 大江宣秀の鑄造技術」『梵鐘』

第七号 一九九七

鈴木 勉 「蘭溪道隆の建長寺鐘銘と物部重光の立体へら押し陽鑄銘」

『梵鐘』一六号 二〇〇三

㉘ 西村強三 「芦屋釜・芦屋の金工」『芦屋釜展』芦屋町教育委員会 一

九九一

㉙ 大滝幹夫 【金工―伝統工芸】（日本の美術 三〇五号）至文堂 一

九九一