

## 古代の鑄物技術について

千々岩 健児

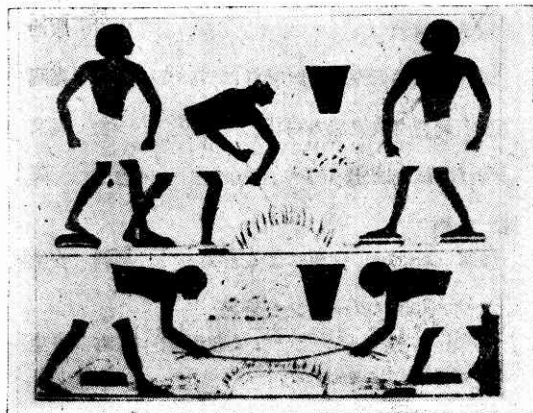
### 1. まえがき

鑄物の歴史は非常に古い。その起りは紀元数千年前といわれている。天然産出の金属を簡単な坩堝で溶解して、土や石の鑄型に鑄造する技術から出発して、金属材料の改良、新しい合金の発明、溶解法の改良、鑄造型技術の進歩、改善等に対する先人の努力により、今日の優秀な各種の鑄物を生産する状態になった。特にわが国の鑄物工業は非常に古い歴史的背景をもって発達してきていて、石器金属併用時代の銅鐸、ほこ、剣等から、奈良時代の大仏始め諸種の仏像、さらに家庭用品鑄物の製造、明治以降の機械部品の鑄造へと、その技術においては他国に劣らない能力を示している。現今の鑄造技術にとって、この歩んできた足跡の中には参考になるものも多く、また大仏のごとくいかにして鑄造されたか興味をひく点も少くない。またろう型法のように現在の精密鑄造法と同類の技術も含まれている。

今回はこれらの諸技術の概略をのべ読者の参考に供したいと思う。この方面に御関心のある方、御造詣の深い方から御教示を頂ければ誠に幸いである。

### 2. 鑄物の歴史

銅の発見は紀元前 8,000 年、鉄は前 6,500 年、青銅は前 4,000 年といわれ、エジプト早期の王朝の古墳や古代のバビロン、アッシリアおよびエジプト文明の遺跡から多数の銅製品が、大ピラミッドの頂点近くで前 3,000 年とみられる鉄片が発見され、エジプトで前 3,700 年のものとみられる青銅棒（銅 89.8%、錫 9.1%、少量の砒素よりなる）が発掘されている。これらがいかなる方法



第1図 古代エジプトの金属溶解加工法

で作られたかは明瞭でない。しかしエジプト第 18 王朝時代（約前 1,600 年）に木炭を燃料とし底の低い炉に足ふいごで風を送り砂鉄を溶解したことが当時の絵画（第 1 図）に窺われる。また、インドにおいては紀元前 2,000 年頃より鉄が製造され、同じく前 600 年頃には鋼が製造されたといわれる。インドの Delhi の鉄製記念碑は紀元前 300 年の作とされ、全長 7 m、上部直径 32cm、下部直径 42cm、重量約 6 トンにおよんでいる。当時の製品はエジプトおよびヨーロッパに輸出されている。中国では禹と舜が 9 個の青銅の花びんを鑄造し、これに同王国 9 州の地図を彫刻させたことあり、エジプトにおとらぬ古い時代から行われ、製鉄はインドからチベットを経て中国に入り、前 2,000 年頃より行われたとされている。わが国においては石器金属併用時代に銅鐸、ほこ、銅剣等の銅製品が精巧な技術を以て鑄造され、鉄製の斧や剣も古墳時代には製造されていたらしい。これ等の技術がわが国独特のものであったか否かはわからないが、仏教の伝来と同時に大陸の造型・鑄造技術が伝わり技術の改良が行われ、さらに中央にあった鑄物師の地方への移住により全国に普及したのである。

古代エジプトで発達した製鉄方法はその後本土に伝わり、紀元前すでにギリシャにおいて鉄を製造したが、炉は平床で木炭と鉄鉱石を装入し、ふいごで風を送る方法であった。14 世紀頃、ドイツのライン地方において原始的な溶鉱炉を改良し、円筒形の高炉式として、鉄石と木炭を交互に装入し連続的に操業を行う方法が行なわれるようになった。1735 年にイギリス人 A. ダービーがコークスを溶鉱炉に使用し、1828 年 J. B. ネールソンが熱風利用法を発明して以来鉄の供給は十分となり、その後 19 世紀後半に H. ベッセマー、W. ジーメンズ、P. コルタンらの製鋼法の発明により平炉、電気炉による鋼の製造が行なわれ現在に至っている。

鑄造型技術としては古くは専ら石型、粘土型が使われたが、現在のごとく木で模型を作り砂で鑄型を作る方法が 18 世紀以降ヨーロッパにおいて鉄の溶解技術が進歩するに伴って発達し完成された。鉄型や銅型を用いる方法も相当古いが、金型に溶融金属を圧入するダイキャスト法は 1850 年頃から行われ、インベストメント法、シェルモールド法等は最近になって実用的に利用されるようになった。

### 3. わが国の鑄物師

わが国の鑄物技術は仏教渡来後高度に発達したが、これに従事した鑄物師は鍋、釜、すき、くわ等の日常生活用品、仏像、梵鐘、鏡、灯籠等の工芸品の製造にあたり、国民の金属器具使用の普及と文化の向上にも貢献した。奈良時代には職制に典鑄司（いものしのつかさ）があって、朝廷から位を与えられ、朝廷、貴族、寺院などの命による製作が主であった。この制度は数百年後の鎌倉時代にまで及んでいるが平安朝時代には荘園領主にも鑄工場を持つものがあつたようである。したがって古くは河内、大和、近江など畿内の地に鑄物師の本拠が多く、河内鑄物は孝霊天皇の御代、天命日置明神という鑄物師があり代々その業を継承したが、文武天皇大宝3年（703）にその子孫が朝廷おほかえの鑄物師となり、天明と改号し藤原姓を賜わつた。この一族が河内に栄え、鍋、釜の鑄造に従事した。

初めは鑄造業は河内国一円に限られていたが、朱雀天皇の天慶3年（940）平将門の反乱平定の際、河内国の鑄物師藤原国明の裔孫が東軍に従って、軍器鑄造に従事し、下野国寺岡村で鑄物を作つたが、後醍醐の製造に従事し、天明釜をつくつた（佐野鑄物）。また後冷泉天皇の御代（1051）、源頼義の奥州安倍家征伐に従軍した鑄物師がこの地に留り軍器、鍋釜、農具、鉄瓶等の鑄物を作つた（山形鑄物）。さらに後醍醐天皇の正中元年（1324）、北条高時が専横を極め朝廷も衰微し、そのため朝廷の保護下にあつた河内の鑄物師は地方に分散した。その内の一族が下野国佐野天明を頼って行き、その付近の川口の土が鑄物に適することを発見してここに移住した（川口鑄物）。寛政年間までは鐘、鱈口、灯籠などを鑄造し、それ以後は水盤、鱈口を主として製作した。川口鑄物師は明治維新前に青銅の大砲を鑄造している。盛岡鑄物は比較的新らしく徳川時代の初期万治2年（1658）、京都の名越弥五郎家昌の弟子釜屋五郎七小泉清行が南部侯に召抱えられて鑄物を作つた。これが南部鉄瓶の始めである。当時鉄瓶の他に茶の湯釜、釣鐘、半鐘、香炉、懸仏などを作っている。

### 4. 造型法

造型の技術には古くから惣型法と原型法があつた。前者は原型なしに直ちに土や石で鑄型（鋳範）を造る方法で、場合によっては鑄型は何回も使用することができる。鍋釜、鉄瓶、釣鐘、灯籠、鉢、劔、鐸等の鑄造に利用された。和同開珎錢の型もその一種である。原型法は木、土、金属、石膏、漆喰、蠟等で、製作する鑄物と同一の型を作り、これを原型として鑄型を作る方法であり、仏像、仏具、銅像等の製作に用いられている。7世紀の金銅仏の多くは木型によるものと考えられ、原型のもつ生硬の感じがあるが（例えば法隆寺金堂の釈迦三尊像（623））、その後には製作された奈良の薬師寺金堂の薬師

三尊像（692～728）、東院堂聖観音像（7世紀後半）、48体仏の半跏思惟像（丙寅年銘、7世紀）等、奈良興福寺の華原磐（8世紀）等は蠟型鑄物であつて、密教特有の柔軟性がある。藤原時代以後においては木型により木彫の寄木造りのように首、両手足が別に鑄造され組合されたものもある。近年の西郷、楠公銅像も木型を原型としたものである。古来通貨の方孔錢の多くは金属の原型が用いられており、今はない広瀬中佐の銅像は漆喰型によるものである。土型の代表例は奈良、鎌倉の大仏であるが、頭部は木型を用いたともいわれている。

### 5. 惣型鑄物

上古の銅鉢、銅剣の鑄型は緻密な水成岩または砥石に用いる砂岩で作られ、湯を注入する湯口は鉢先になっている。これらは直接石に刻み込まれ何回も繰り返して使用されている。

鏡の鑄型は土を焼固めて煉瓦のようにしたもので、凝灰岩製のものもある。模様はへらで鑄型に押し込んで作つたものである。惣型であるが一型をもつて一面を作るのが普通であつたようである。

銅鐸（第2図）は二つわりにした合わせ鑄型を、現型を用いなくて廻し型による方法で造型している。すなわち、まず銅鐸の輪かくをした木型をまわして二つの砂型に空所を作る。この際最初に荒真土（川砂と荒木田粘土とを混和して焼いて搗き碎いたものをまねという。これに粘土汁を入れて練り合わせたものを用いる）を用いて大体の形に作り、次第に細粒の土を用い、最後に絹真土を肌土として使用した。外型ができ上つた後、鑿、鉋で彫刻して模様や突起部を作つた。中空部を作るには中子を用いたが、中子の込め方はまず外型を乾燥して、その中に中子砂に濃塩汁をまぜたものを詰め、中子の合せ面に塩汁を塗って中子を詰めた二つの外型を合わせ、後で外型を開き二つの中子を張り合わせた。この中子を一定の厚さだけ削り取つてところどころに中子を保持する型持ちをおいて肉厚を決めている。型持ちは砂と粘土で練り合わせたものが使用されている。型表面には木炭



第2図 銅鐸：上部丸い孔、底部四角な切欠きは型持ちの跡（世界美術全集より）

を肌土として使用した。外型ができ上つた後、鑿、鉋で彫刻して模様や突起部を作つた。中空部を作るには中子を用いたが、中子の込め方はまず外型を乾燥して、その中に中子砂に濃塩汁をまぜたものを詰め、中子の合せ面に塩汁を塗って中子を詰めた二つの外型を合わせ、後で外型を開き二つの中子を張り合わせた。この中子を一定の厚さだけ削り取つてところどころに中子を保持する型持ちをおいて肉厚を決めている。型持ちは砂と粘土で練り合わせたものが使用されている。型表面には木炭

細粉を薄いはじろでといた黒味をぬるか、松で煉らして黒味の代用とした。型は縄または藤蔓で縛り、中子の巾木に沿って切った湯口から溶湯を注いで鑄物を作っている。

青銅容器も回し型を用いて作った鑄型によっているが、この場合は銅鑿が堅に二つに割ってあるのに対して、胴切りに二つまたは三つに切った鑄型を組み合わせた方法を用いている。中子の支持には鉄片が使用され、注湯は底部に切った湯口から行ったと考えられる。

## 6. 蠟型鑄物

蠟型法は密蠟<sup>5</sup>、松脂<sup>5</sup>をよく鍋で煮たものを軟くし



(A) 薬師三尊の中月光菩薩像  
高さ2.21m, 銅製 ろう型鑄造 腰腕等に四角な型持ちが見られる。

たものを用いて鑄物の原型を作り、このまわりにまねを塗って鑄型を作り、乾燥後加熱して蠟をとかしだし、この空隙部に溶湯を注入して鑄物を作る方法である。薬師三尊像等の鑄造に当りては、まず心金を入れた砂型の中子を像の形より鑄物肉厚だけ痩せて作り、この中子の上

にろうをはりつけ

、細かい細工を施して、肉厚を保てるための「型持」を入れる。薬師三尊像では1寸四方の青銅の板を用い

(第3図参照) 型観音像は鉄釘を内型にまで打ち込んで使用している。この上に細かいまねを、さらにその上に荒まねを塗って固め自然乾燥させる。この鑄型のまわりにむろを築き、まきで乾燥しさらに加熱する。



(B) 薬師如来像台座



(C) 蓮座 型もち(一寸四方のブロック)を用いる。  
第3図(A,B,C) 薬師三尊のろう型鑄物

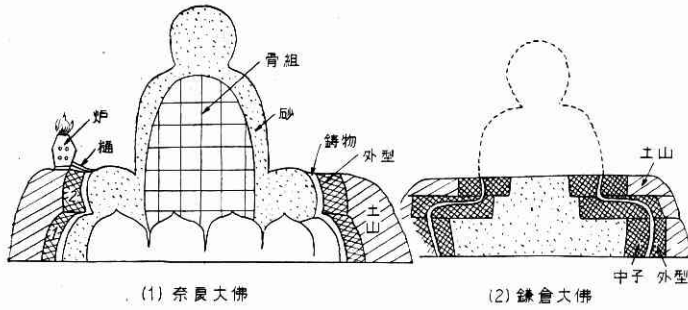
ろうは低い温度で溶けるので、これをとかし出し容器に入れるが、土に浸み込んだろうは高温に加熱して燃焼させる。鑄物肉厚に相当する部分が空洞となるので、この部分に注湯する。注湯の時期は鑄型の焼け具合を、鑄型につつまんだ覗き管によって観察して決める。この時期に合うように熔解の方も時期を定める。鑄物の良否は鑄造型技術の他にこれらの時期と溶湯の成分によって決まるものであるが、薬師三尊像はすべてが調和した鑄造技術上最高のものといえる。

## 7. 大仏

奈良の大仏は聖武天皇の天平15年(743)に造仏の詔勅が下され、翌16年11月に着工、本体に3年、螺髻に19ヶ月、鑄切れや割目の鑄かけに5年3ヶ月を要し、天平勝宝7年(755)に完成している。その高さ16m余、基周72m余、肉厚平均18mmで、重量270トンといわれ鑄造に使用した銅の量は約500トンである。鎌倉大仏は建長4年(1252)8月に鑄仏開始翌5年に完成している。高さ13m余、肉厚30~50mmである。前者は国中公磨、高市真磨、柿本兒玉らの作になり、後者は丹治久作または大野五郎右衛門の作といわれている。両者の鑄物の材質はやや異なり、奈良大仏はCu 89~95%、Sn 1~5%、Pb 0.9~1.5%、Fe 0.2~0.4%に対し、鎌倉大仏はCu 65~70%、Sn 15~20%、Pb 10~15%となっており、造型の方法も次のように違っている。

奈良東大寺の大仏はまず土で作られた。すなわち最初に石と土で土台を築き、その上に木材や竹で骨組を作り、その周囲に壁を塗るように鑄物砂を塗りつけて大仏の型を作ったのである。これに15カ月を要したといわれる。さてこの型を基にして前述のごとく外型を作るのであるが、大きい上に、凹凸があるので簡単に二つわりの型でとるわけにはいかない。文献によれば全体を横に8段に仕切り、まず最下段部の鑄型を作り、この部分を鑄造し、次いでその上の鑄型を作って下の部分と接着できる状態で鑄造し、さらにその上を鑄造する方法を用いている。

すなわち土像最下部の蓮座のまわりに細かい粒度の砂



第 4 図 大 仏 鑄 造 法

を、その外側には少し粗目のもの、さらに粗いものを塗り 400~500mm の厚さとし、あとで取りはずすため適当な大きさに分割している、鑄型が土像からよく離れるため、また鑄型が分割できるように予め紙などはさむか分れ砂を用いる方法を用いている。自然乾燥後、まき、木炭などで高温 (800°C 程度) に加熱し強くする。一方土像の方は、外型をとった部分を鑄物の肉厚に相当する厚さだけ削り中子にする。このようにしてできた中子のまわりに外型をおき、肉厚を一定に保つように型持ち(第 5 図)(1)を入れる。型持ちは中子側にも鑄型側にも突出して両方でしっかり保持され、注湯時に動かないようにしてある。鑄型は心金を結び合わせたり、周りをしばったりして動かないようにし、さらにこのまわりに土手を築く。この土手の上に溶解炉を設置し、各炉から鑄物砂で作った樋を通して、鑄込んだのである。炉は 300~1000kg/回程度のコシキ炉で、蓮座の重量が約 110 トンといわれるので、その数は 150~200 基、一勢に出湯するのであって、出湯の状況は将に壯観だったと思われる。第 1 回鑄造が終ると、このままの状態での第 2 段目の鑄型を作り、土手もさらに高くして第 1 段の鑄物の上に第 2 段の鑄物を鑄上げて行く。このようにして次第に高く鑄造している。頭部並びに両手は別個に鑄造し、後鑄からげ、頭部の螺髻の鑄造も 1 個づつ別に銅で行い平滑な頭にはめ込んでいる。最上部まで鑄造が済むとその周囲の土山を上部から次第に取り除き、鑄造の際に生じた亀裂、巣、溶湯が流入しなかった部分等を補修する。この修理に要した銅の量が 16 トン、日数約 5 年である。次に表面の清掃を行い、鑄肌を平滑にし、型持ちの突出部や鑄張り等を削り落し、さらに毛彫り(第 5 図)(2)等をのみやたがねで行なっている。台座の蓮弁に残された蓮華蔵世界の彫刻は当時のものである。次に像の表面に金を塗って仕上げたが、この方法は金 2 に対し水銀 1 を混合した金アマルガムをうめ酢で酸洗した地金表面に付着させ、加熱して水銀を蒸発させる方法である。

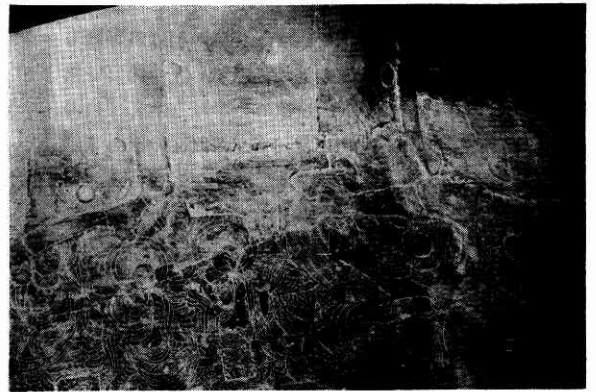
大仏殿は鑄造開始と同時に建て始められ天平 3 年 (751) に完成して、鑄造作業は屋内で、現在の場所

行なわれたのである。その後兵戦により一部破損し、補修が行なわれたが、その部分は技術悪く鑄肌もみがいてない部分が多く、接合部はきたない。

鎌倉大仏は奈良の大仏と異なり、まず同大の木像の大仏があったものと考えられている(第 4 図参照)。暦仁 1 年 (1238) 大仏殿、木造大仏が建造され寛元 1 年 (1243) に完成したが、寛治 1 年 (1247) 大風で大仏殿が転倒し、鑄仏開始は建長 4 年 (1252) となっている。頭部、手なども一体で鑄造



(1) 型 持 ち



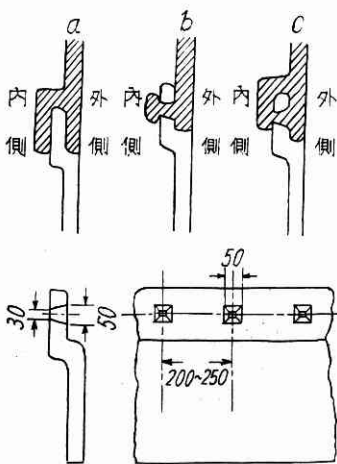
(2) 毛 彫 り

第 5 図 奈 良 大 仏

されている点、鑄肌に黒褐色のつやを与えるため材料として鉛を多量に入れている点が奈良の大仏と違っている。

造型に際しては木型のまわりを鑄物砂をつき固めて外型を作り、次に木像を取り除いて、外型を基にして中子を作り、これを小さく分割して取りはずし、乾燥後再びもとの位置におく。鑄物の肉厚を与えるためには一定厚さだけ中子側を削る。鑄型の 1 個の大きさは 2m 平方程度のものである。このような製作法をとっているため、大仏内面に中子合せ目毎に縦横の鑄張りの線がみられる。

全高を8段に仕切ったのは同様である。この各段の接合部は第6図に示すような接合法を用いている。これを



第6図 いからげ

いからげというが、aは最も簡単な方法で奈良大仏の多くの個所に用いられ、b、c、ならびにaは使われて鎌倉大仏に用いられている。b、cによる時は接合度が強く、複雑で強度を要する肩部分にはc、ひざから胴へ移行する部分はb、平坦な胴部分はa法が用い

られていることが調査で明らかにされている。

### 8. 梵鐘

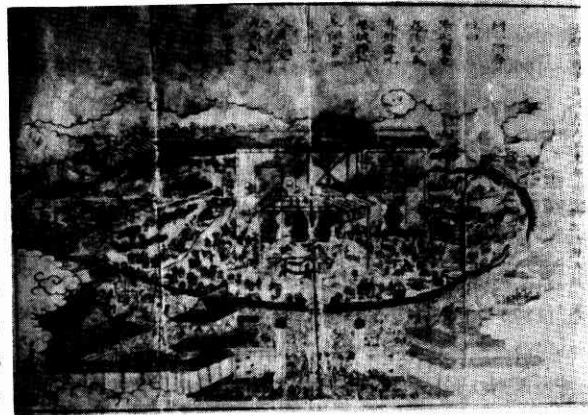
梵鐘は仏教伝来後10年の欽明天皇23年(562)高麗より伝わったとされ、最も古い我国の梵鐘は妙心寺(京都)(698)の鐘とされている。形の最も大きい奈良東大寺の鐘は奈良時代の作で、天平勝宝4年(752)鐘型を作って鋳造し、大仏の開眼会を行う日に鐘樓に掛けたとされている。調査によれば奈良・鎌倉時代の鐘の形は口が最も厚く、上になるに従って薄くなっていて、乳の間(いぼいぼの凸起物のあるところ)のところは最も薄くて口の厚さの約1/10、それから再び厚く竜頭(頂部の鐘をさげる部分)のつく下の辺になってまた厚くなっている。口径は口の厚さの約10倍、竜頭下までの高さは口径の1.42倍になっている。撞座(鐘をつくところ)の大きさは口径の17%、高さは古式のもの程高く、時代が新らしくなる程位置が低くなっていて、撞座の中心から鐘の下端までの高さ、鐘身の高さとの割合は、奈良時代のものは約38%、平安時代30%、鎌倉時代・徳川時代23%となっている。竜頭、乳、撞座、上帯、下帯すべて時代と共にその形、模様が変わり、鐘の形も変わっている。

朝鮮鐘は鐘身に袈裟襷なく、竜頭の傍に旗挿と称するものがあり、肩の帯文様、下部の四方に唐草文の周縁を有する乳廓があって、鐘身には飛天、仏像、楽器等の陽鋳がある。これは蠟型鋳物で作ったものであって、仏像等と同じく、中子を作り、その上に蠟をはって細工し、鋳物砂をその上かけ、蠟をとかし出して造ったものである。天工開物(1637)によれば、まず穴を掘って、その中を乾かして突き固め室内のようにし、泥をこねて鋳型を作る。その鋳型は石灰三和土でつき固め、少しの隙間もなくする。乾燥してから牛油と黄蠟をその上に数寸

の厚さに塗りつける。油と蠟の分量は油が8割で蠟が2割である。その上を高く蔽い日光や雨を防ぐ。夏につくっては油が硬まらないからいけない。油と蠟がぬり固まってから、字や画を彫りつけ、すみずみまで作りあげ、ついで篩にかけた非常に細かい土と炭粉とを泥状にし、だだんに塗り重ねて数寸の厚さにする。その内外を中まで乾かし堅め、外部から火をあててその中の油と蠟をあぶりとかすと油と蠟が下端の孔からとけて流れてしまい、その中空になったところに湯を入れる。油と蠟の一斤分にあたる中空の場所には銅10斤を流し込む。四方に炉を築き、四方に泥でみぞを作り、そのみぞの上方は炉につなぎ下方は斜に低くして鐘の銅を入れる口に連ねる。みぞの横で一斉に炭を盛に燃やし、堅炉の銅がとけた時に湯出し口の栓をきり開ける。この栓は初めは泥土で塞いである。湯は一度に水のように流れ、みぞ中のかけいから流れ落ちて鐘ができる。

鉄鐘の鋳型は油や蠟を用いないで、土をこねて外型を造り、縦または横に二分し、字や絵をその上に刻む。中子は寸法を縮小し、中子と外型との間を中空にし精密に見計らって外型にみあわせる。字様を刻んだら牛油で滑らかにし後で鐘が粘りつかないようにする。それから中子にかぶせ、その継目を泥でぬり合わせて鋳造する。

日本の鐘は蠟型鋳物ではなく、大略鉄鐘の方法によっている。第7図は大名臨席のもとに多くの炉の操業が行



第7図 洪鐘鋳造の盛況

なわれ、洪鐘の鋳造が将に行なわれんとする盛況を示すものである。

### 9. あとがき

古代の鋳物の鋳造法について概説した。一つ一つについては、美術的な観点からあるいは歴史的な観点から批評が加えられていて面白い点もあるようだが、その方は全くの素人であるので、単に鋳造技術上の問題を取り扱った上に調査不十分のため読者には物足りない点が多いと思う。なお現在の鋳物との比較も書きたいと思ったが紙面の都合もあって一応これで終ることにする。何らかの参考になれば幸いである。(1957. 8. 20)