

大 仏 の 話

— 過去における巨大鑄造物の鑄造法について —

関西大学 高 瀬 孝 夫*
 近畿大学 石 野 亨**

はじめに

鑄造の歴史は古く、銅鐸、鏡を始め仏像、貨幣などが早くから鑄造加工によって作られて来た。たとえば甕型のような精巧な技術で作られた鏡は今から約1600年前の340年頃（仁徳天皇の時代）のものが発見され、仏像では697年（文武元年）に薬師寺金堂の薬師三尊像（本尊高さ約3m）、710～720年には法隆寺金堂の橘夫人念持阿弥陀三尊像（高さ約30cm）などのすぐれた鑄造仏が作られている。

これら過去の鑄造品のうち749年（約1200年前）の奈良東大寺の大仏と、それから500年後の1252年に鑄造に着手された鎌倉高德院の大仏は、前者が総重量約250t、高さ15m後者が110t、11mと世界でも類のない大きな鑄像で美術品としての価値も相当高いものである。

これらの建造が、その当時国を挙げての大事業であったことは奈良大仏造立に際しての聖武天皇の、

「天下の富と勢力を持つ者は朕なり、國中の銅を費して盧舎那仏一軀を造ろう」

「もし今生に成就し得なければ生まれ変わっても必ず成就せん」

との天平15年（743年）10月15日の詔勅からもうかがい知ることができよう、そして百濟からの亡命者国骨富の孫である国中公磨呂を大仏師とし、大鑄師高市真国、高市真磨呂の下に知識人（技術者）延42万3千余人、役夫（雑役）218万人を使って大仏本体の鑄造に3年、らぼつの鑄造と組立に2年、めっきと補修に6年計11年の歳月を費してやっと完成している。

現在ロストワックスプロセスと呼ばれガスタービン、ジェットエンジンなどの耐熱鑄物の鑄造に利用されている技術はすでに過去に甕型法として仏像などの鑄造に盛んに利用されていたものであり、またカーテンウォール

などと呼ばれ建築物外装に用いられているものも小片の鑄物を接合したシェル構造で、大仏の鑄造はこの原始形態とも云えるのである。

それゆえ、この巨大な鑄造物がクレーンも送風機もない古い時代にどうして作られたかを考え、その技術を調査することは非常に大きな興味とさらに現代の鑄造技術に対する多くの啓示が期待されるのである。

1. 大仏鑄造に関する文献

奈良東大寺の大仏は作られてから再三の戦火や天災で焼け落ち、現在台座の蓮弁の部分を除き創立当時のものはほとんど残っていないが、500年後に作られた鎌倉大仏はほとんど創建当時のままの姿で現存している。このことは後述するように500年の技術の進歩を物語るものであろう。

さて、このように鑄造物そのものが創立当時そのまま現存しているか否かと反対に、奈良大仏は創立時の技術者、使用地金などの技術的な記録を始め、さきに述べた聖武天皇の詔勅などの歴史的記述、さらに創立後の損傷の状況や修理に関してもかなり詳細な文献や伝説が残っている、（表1および古文書の詳細は、石野：日本鑄物協会誌28(1956)№11.847を参照されたい）

たとえば1180年平重衡が軍を率いて大仏殿に火を放ったときの状況も平家物語には、「東大寺は常在不滅、実報寂光の生身の御仏とおぼしめしなぞらへて、聖武皇帝、手づからみずから琢きたて給ひし金銅十六丈の盧舎那仏、鳥慧高く顕れて、半天の雲にかくれ、白毫新に拝れ給ひし満月の尊容も、御頭は焼落ちて大地に有り、御身は鑄合て山の如し、八万四千の相好は秋の月早く五重の雲に掩隠れ、四十一地の嬰塔は、夜の星空しく十悪の風に漂ふ。煙は中央に満々て、炎は虚空に隙もなし。まのあたりに見奉る者、更に眼をあてず、遙に伝聞く人は肝魂を失へり（巻五）」と、この鑄仏の偉容を伝えるとともに、このときの損傷がいかに大きかったかを物語っている。さらにこの破損した大仏補修のための観進（寄附集め）が

* 関西大学教授工博

** 近畿大学教授工博

表1 奈良大仏略年表

西紀	日本年号	記	事
743	天平 15	聖武天皇大仏造立の願を発す (続記)	
745	天平 17	今の地に大仏建造を始む (要録)	
747	天平 19	鑄造を始む(大仏殿碑文), 大仏殿建造始まる (要録)	
749	天平 感宝元 勝宝	陸奥国始めて黄金を献ず (続記)	
"	"	鑄造了る (碑文)	
"	"	螺髪を鑄始む (僧録)	
750	" 2	大仏鑄加を始む (僧録)	
751	" 3	螺髪966ヶ完成 (僧録)	
"	" "	大仏殿成る (僧録)	
752	" 4	大仏塗金を始む (僧録)	
"	" "	大仏開眼供養 (続記)	
755	" 7	鑄加完了 (僧録)	
757	天平 宝治 元	大仏塗金了る (正倉院文書)	
771	宝 亀 2	大仏光背成る (要録)	
827	天 長 4	大仏の背後に山を築く (要録)	
855	斉 衡 2	大仏の頭地に落つ (文徳実録)	
862	貞 観 3	大仏の修理成る (3代実録)	
1180	治 承 4	平重衡東大寺を焼く	
1181	養 和 元	重源諸国勸進を始む (続要録)	
1184	寿 永 3	大仏修理終る (玉葉)	
1195	建 久 6	大仏殿供養 (吾妻鏡)	
1567	永 禄 10	三好, 松永の乱のため大仏殿焼失	
1568	" 11	仮に銅板を以て仏面を作る	
1569	" 12	大仏損所を鑄る (薬師院日記)	
1580	天 正 8	藤原孫左衛門右手を鑄る (銘による)	
1589	" 17	大仏鑄かけ大体出来上がる (旧記)	
1610	慶 長 15	大風のため大仏殿仮屋倒壊, 大仏の頭傾き露仏となる	
1686	貞 享 3	大仏鑄かけ始まる (大仏殿再興記)	
1690	元 禄 3	頭部鑄終る (大仏頭頂蓋銘)	
1691	" 4	大仏修覆鑄かけ完成, 6カ年 (大仏再建記)	
1692	" 5	大仏開眼	
1697	" 10	大仏殿立柱式	
1709	宝 永 6	大仏殿落慶供養	
1903	明 治 36	大仏殿修理着手	
1913	大 正 2	修理工事終る	
1915	" 4	大仏殿修理落慶供養	

行なわれたのが丁度義経が奥州へ下る頃だったので、有名な歌舞伎十八番「勸進帳」が生れたのであろう。その勸進帳の1節に「爰に中頃、帝おはしまし日頃三宝を信じ、衆生を慈撫み給う。偶々靈夢に感じ給うて、天下泰平、国土安穩の為盧遮那仏を建立し給ふ。然るに、去んじ治承の頃焼亡し畢んぬ。かかる靈場絶えなんことを歎き、俊乗坊澄源勅命を蒙って、無常の関門に涙を流し上下の真俗を勧めて、彼の靈場を再建せんと諸国を觀進す……」とある。西に東に合戦の間にこんな知識を貯え

て白紙の巻物を出して突嗟に読み上げたのだから弁慶も偉いものである——閑話休題

これに反して鎌倉の場合は表2にも示したごとく、特に鑄造に関しては吾妻鏡に「建長4年8月17日鑄始め」と記されている程度である。

このような次第で大仏鑄造の実態を究明しようとするに奈良の文献と鎌倉の実物から推論する方法を取らざるを得ないのである。

たまたま筆者の一人石野は先年文化財保護委員会の依

表2 鎌倉大仏略年表

西紀	日本年号	記 事
1238	暦仁 元・3・23	大仏堂事始（吾妻鏡）
"	" 5・18	木造大仏頭を上げる（吾妻鏡）
1239	延応 元・1・9	浄光上人，山陽，山陰，北陸に勧進を計画す
1241	仁治 2・3・27	大仏殿上棟（吾妻鏡）
1242	" 3・10	東関紀行の著者大仏工事を見る
1243	寛元 元・6・16	木造大仏開眼供養（吾妻鏡）
1247	宝治 元・9・1	鎌倉地方大風，仏閣，人家多く顛倒（吾妻鏡）
1252	建長 4・8・17	金銅釈迦如来像鑄始め（吾妻鏡）
1329	元徳元 春	大仏造営料を得るため元に貿易船を出さんとす（文書）
1335	建武 2・8・3	大風により大仏殿の棟梁粉碎（太平記）
1369	応安 3・9・3	大風のため大仏殿顛倒（鎌倉日記）
1486	文明 18・10	堂宇なし（詩僧漆桶万里著，梅花無尽蔵）
1498	明応 7・8・25	大地震洪水にて大仏殿破壊（塔寺八幡宮長帳）
1703	元禄 16・11・22	地震により大仏台座の石崩れ大仏三尺下に傾く
1712	正徳 2	祐天上人寺の境内整理，高德院建立，大仏補修
1716	享保 元	体内に重量を支えるために石柱を設く（石柱銘）
1734	享保 19	養国上人大修理，棟梁鑄師西村和泉守
1736	元文 元・6	蓮弁一部製作
1737	元文 2・7・18	開眼供養
1900頃	明治 中期	応急修理
1923	大正 12・9・1	関東大震災，大仏台座前方一尺沈下，仏体前に迂り出す
1924	大正 13・11	復旧工事着手，体内にコンクリート柱二本立てる
1925	大正 14・5	修理完成

頼で鎌倉大仏の調査に参加し，化学分析や顕微鏡組織検査のための試料や鑄造時のまま残されていた鑄型の一部なども採取することができ，さらにその後奈良東大寺の大仏に関しても分析試料や形状肉厚の実測値を得る機会に恵まれたので，これらの資料を基にして大仏鑄造法を畧述しよう。

2. 鑄型の製作

溶けた地金を流し込んで大仏の形を作るためには，まず鑄型を作らねばならない。一般に，作ろうとする現物と同型同大の模型を木，石膏，蠟などで作り，その周囲に鑄物砂をつき固め，模型を取去ったものを鑄型と呼び，この模型を取去った空間部に溶金を流し込むのであるが，大仏のような場合中空にするため模型を取去った中空の鑄型の内側にさらに鑄物の肉厚だけ小さい中型（一般に中子とよぶ）を作り，この外型と中子の間に溶金を注入する。

さて，両大仏の鑄型に溶金を鑄込んでいる状況の想像図を図1および図2に示したが，奈良大仏の場合はその位置に最初土像を15ヶ月を要して作っており，図のよう

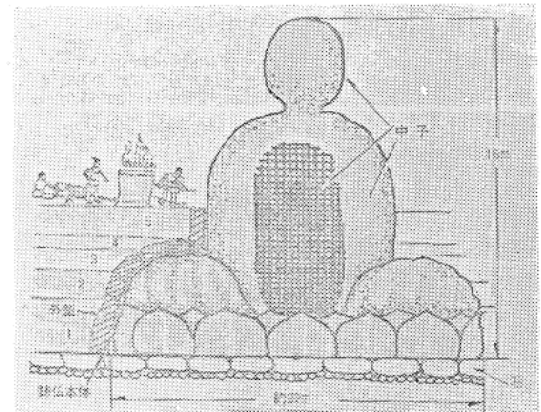


図1 奈良大仏鑄込み状況想像図（石野）

につぎの鑄仏の製作に際しては当然これをそのまま中子として利用したのであろうと推定しうる。これに対して鎌倉の場合は鑄造前に同大の木像の大仏があったことが吾妻鏡にも記され，また胎内にも写真1および写真2に示すごとく縦横に鑄張りの跡が認められることから，この木像を模型（木型）としたことが知られる。すなわち奈良大仏の場合まず土像の外壁に雲母粉などを振りかけて外型になる鑄型が土像に粘着しないようにし，つぎに極

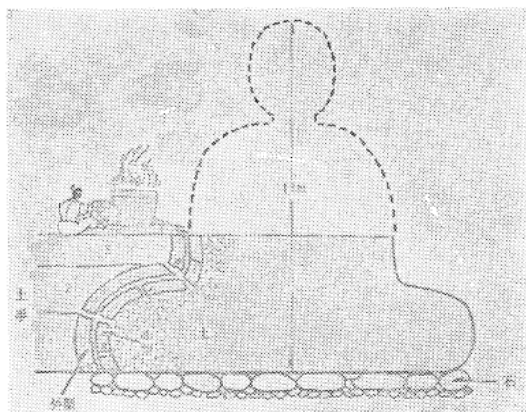


図2 鎌倉大仏鑄込み状況想像図(石野)

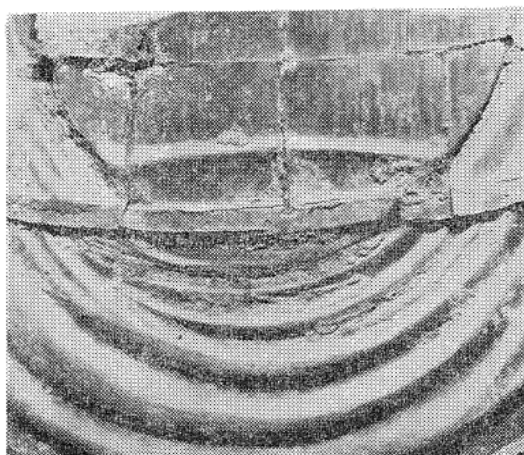


写真1 鎌倉大仏胎内
(胸部中央)

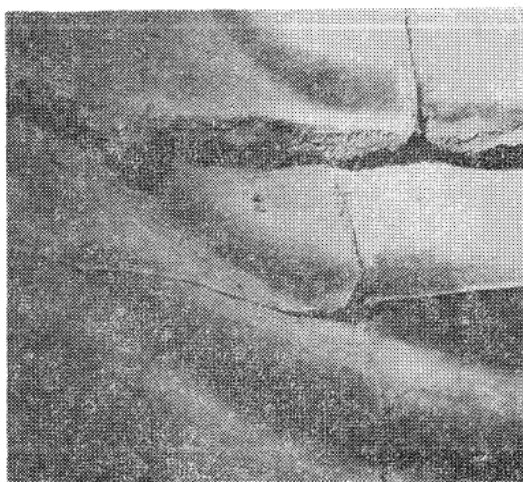


写真2 鎌倉大仏胎内
(鑄張りは1ヶの鑄型の大きさを示す)

めて細かい砂(肌砂), その上には少し粗目のもの, さらに粗い砂という具合に徐々に塗り加え400~500mmの厚みとし, もちろんこの中には鉄条などを塗り込め型を

堅固にし, また各鑄型片が取はずして持運べるように平均2㎡位の大きさとしたであろうことが鎌倉大仏外側の鑄張り跡(写真3)からも想像される. 蓮座の基周は約

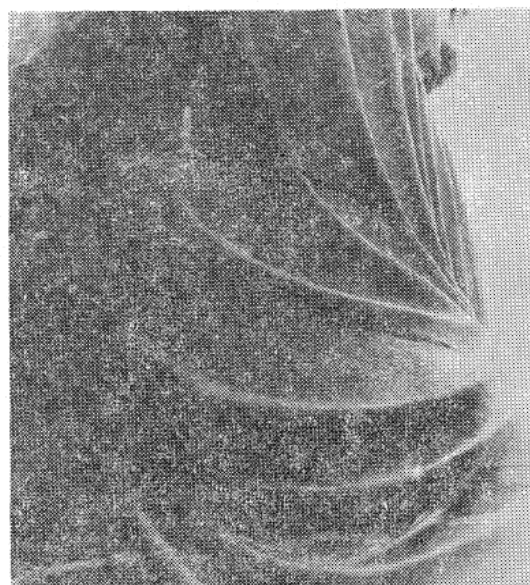


写真3 鎌倉大仏外側
(横線は鑄込みの区分を示す)

70mであるからこの最下段で約30片の鑄型が作られ, 数日間放置して乾燥後取はずし薪, 木炭により800~900℃で煉瓦色になるまで焼成される. さきに述べたように外型を取去った原型の土像はそのまま直ちに中子に変わるわけで, さきの外型とこの中子の隙間に溶金を注入するのであるから鑄物の肉厚だけ(約50mm)土像の表面を削り取り, 先の外型をその周囲に並べ, その外をさらに土で固めて土手とし, この上に溶解炉を置いて溶解, 鑄造と云う順序で鑄物が下から作られてゆくのである.(図1はこのようにして第5段目の鑄込みを行なっている状況を示している)

鎌倉大仏の場合は別の位置にある木像仏を模型とし, 周囲に鑄物砂をつき固めて外型を作り, これに合わせて中子を作り, この両者を組合わせて図2のごとく周囲および中子の鑄型のさらに内側にも土を入れて補強し鑄込みの準備をしたことが知られる. それゆえ鑄造が行なわれている最中も奈良の場合は土像の大仏が土手の中央にあって祭事が行なわれていたことが文献にも見られるが, 鎌倉の場合は鑄込みが完了し周囲の土手が除去されるまではこの位置には図2のごとく小山とその上に並べられた溶解炉しかなかったのである.

なお参考までに鎌倉大仏胎内から採取した中子砂の化学分析値と粒度分布を表3に示したが, 砂粒は非常に細かく, 粘土はシャモット質に変わり, 肌近くの砂に無数のガス抜孔(2~3mm)が認められた. またこの採取砂の焼粘土分を除き新しい同量の粘土を加えて成型焼成後の

表3 鎌倉大仏中子砂の成分と粒度分布(石野)

(a) 化学分析値(%)

組成	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO
%	54.05	26.10	6.00	5.46	0.85

(b) 粒度分布(重量%)

メッシュ	70>	70 ~100	100 ~150	150 ~200	200 ~270	270<
肌砂	—	23.5	34.2	11.3	5.0	28.3
裏砂	20.5	36.8	29.5	8.2	3.0	12.0

測定結果は強度65kg/cm²、通気度79(AFA)と極めて優れていた。

3. 鑄込み

鑄型ができるとつぎは溶解と鑄込みを行なうわけであるが、このような大きな鑄像を一度に鑄込むことは溶解炉の能力からも、造型技術からも当時では不可能であった。また続日本紀や大仏殿縁起文にも「奉鑄大仏畢、三箇年八ヶ度也」あるいは「惣三箇年、鑄以八度」などとあるように大仏の全高を8段に仕切って、さきに述べたように下から順に外型と中子を組合わせた外周に土手を作り、その上に多くの溶解炉を置き、各炉から樋を作って鑄型内へ溶金を流し込んだのであり、「涌銅或時一万余斤、錫湯入炉内、加大河流千江海、飛焰上空中、似猛火烧千泰山、其声如電雷」という続東大寺要録造仏篇の補鑄の際の描写からも、この鑄込みの様子が想像されるであろう。

図3は「天工開物」中の大物鑄物(鼎)の鑄込み状況を示した図であるが、大仏の場合もこのような形でさらに炉の数も多く規模の大きなものとなったと思われる。溶解炉も鑄鉄溶解に使用されるキューボラの原始形態であるこしき(簞)に似た筒形炉で、轆(ふいご)または踏轆(たたら)で風を送って溶解する方式であるから容量も最大800kg程度で、最下段の蓮座部の鑄込みには150~200基の炉を土手に放射状に配列し溶解注湯し、最下段

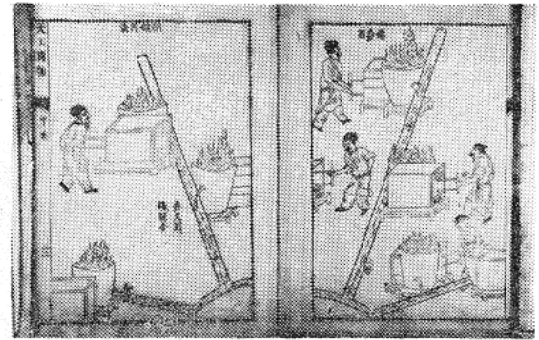


図3 大物鑄物鑄込み状況(「天工開物」より)

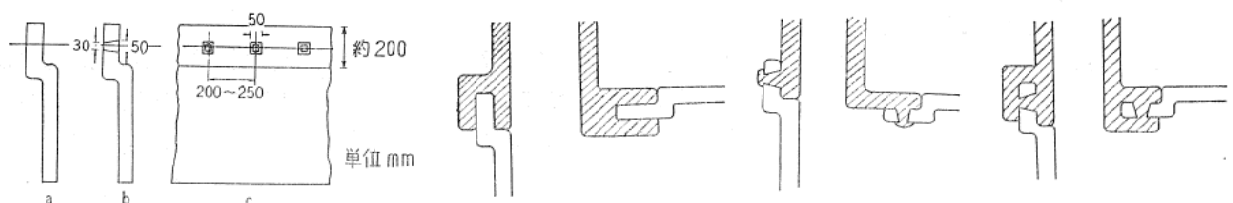
の鑄込みが終ると型をばらさないで、直ちにその上に2段目の鑄型を組み、周囲の土手もさらに高くして溶解炉をその上に据えて第2回目の溶解と鑄造を行なった。このようにして次第に上方に鑄上げていったので、奈良大仏の場合最後には大仏の周囲に高さ16m余の小山が築かれたわけである。

4. 鑄繰り(いがらくり)

大仏は、全体を一度に鑄込んだのではなく、下から少しづつ区切って鑄造していったのであるから、さきに鑄込んだ部分と、このすぐ上のつぎに鑄込む部分をどうして接合するかが問題で、これがうまく処理されていないと継目に隙間を生じたり、この部分から折損したりする。

この大きな鑄像に対する技術上の興味も、もっぱらこの点に集中された、そして奈良大仏が鑄造後火災や地震で首が落ちたりして再三損傷しているのに、鎌倉大仏が鑄造時のままの姿で現存しているのは、主にこの接合法が500年の間にいかに進歩したかを物語るものであろう。この接合法を「いがらくり」と呼んでいるが、これを鎌倉大仏の調査にもとづいて述べてみよう。

この接合法は図4に示したように接続箇所が平坦な容易に接続しやすいところか、首の付根や膝から胴へ移行する部分のように直角に接続せねばならない箇所など、接続する前後の鑄物の相対的位置や作業のしやすさなどで3方法に大別しうる。いずれの場合も、まず先に鑄込む部分の先端すなわち後から鑄込む部分との接触部約20cm



(1)先に鑄込まれた部分の先端 (2)いがらくり法第1 (3)いがらくり法第2 (4)いがらくり法第3

図4 いがらくりの説明(図中斜線は後から鑄込む部分を示す)

を図4の(1)に示すごとく大仏の肉厚だけ内部へ入り込ませる。そしてさらに同図(3), (4)に示すごとく複雑な接合を行なう場合は(1)のb, cのように先端に20~25cm位の

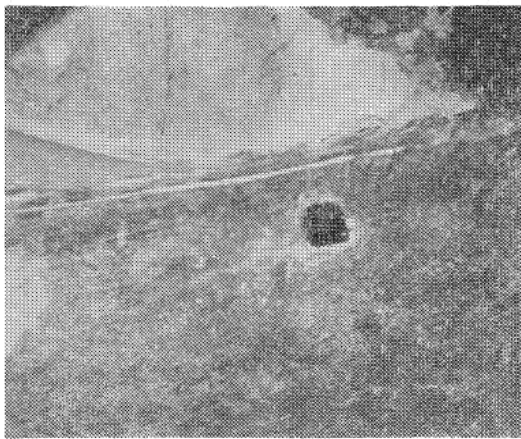


写真4 いがらくりを行なう場合の鑄放し孔

間隔で一辺3~5cm程度の正方形の孔を鑄放して設け(写真4), 後から鑄込む溶金がこの孔に流れ込んで前後の鑄物がうまくからみ合うようにあらかじめ準備する。

図4の(2)~(4)に3種のいがらくり法を鑄物断面の図解で示したが, 第1のもの(図4(2))はもっとも簡単な方法で, 単に両方の鑄物の先端が重なり合っているだけで写真5のごとく, 鎌倉大仏では主に平坦な胴部の接合にのみ用いられている。



写真5 最も簡単ないがらくり
(鎌倉大仏胴部内壁)

第2の方法(図4(3))は, さきに鑄込んだ部分にあらかじめ設けられた鑄放しの孔(図4(1)-b, c)に後から鑄込んだ溶金を流し込んでボルトの頭のようにその溶金の先を広げて接合させる方法で, 写真6のごとく仏体の膝から胴へ移行する部分など直角に接合されるような場所に用いられている。

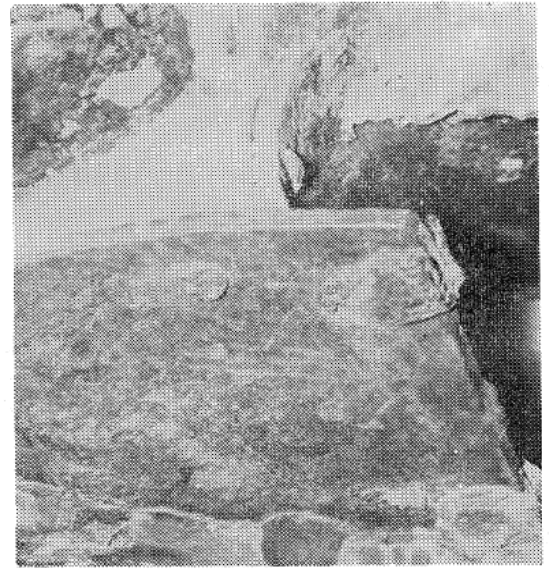


写真6 少し複雑ないがらくり
(鎌倉大仏の膝から胴への移行部)

第3の方法は図4(4)に示すごとく, もっとも複雑巧妙な方法で, 後から鑄込んだ溶金の一部は先に鑄込まれた部分の孔を利用して環状に先に鑄込んだ鑄物と結びついており, たとえ鑄込温度が低く両者が融着しなくても機械的にかなり強固に接合しうる方法である。

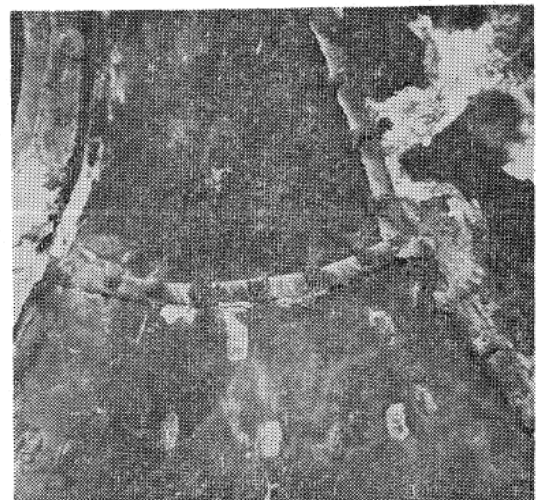


写真7 巧妙ないがらくり法
(鎌倉大仏肩部内壁)

写真7は鎌倉大仏の肩部内面であるが, 肩から頭にかけての複雑な形状と力の掛けぐあいを受けて接合させるため, 上に述べた第3の方法を主体とし, 第1, 第2の方法も合わせて使っていることが同写真およびそれを図解した図5からも知られる。

鎌倉大仏はこの例でもわかるように, この3種の方法が各場所の強度や複雑さに応じてそれぞれ採用され, う

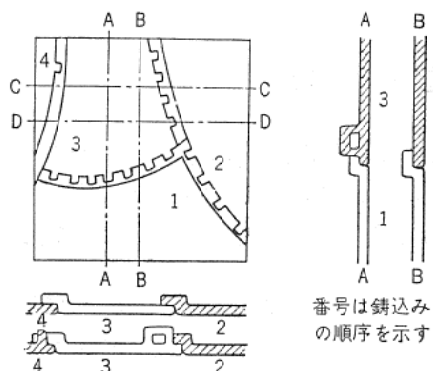


図5 写真7の図解
(右および下の図は各々断面を示す)

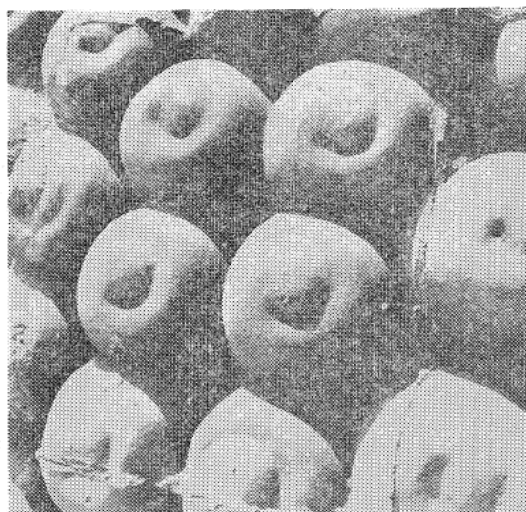


写真8 鎌倉大仏のらほつ
(鑄張りは鑄型の大きさを示す)

まく接合しているので、大仏殿は倒壊しても仏体は現在に至るまでほとんど大きな損傷はなかったが、東大寺大仏はこれより500年前で、いがらくりの技術も幼稚でおそらく第1の方法のみしか用いられていなかったのではないかと想像される。

5. 螺髪(らほつ)

頭の渦巻状の髪をらほつと呼んでおり、奈良大仏では

東大寺要録その他の文献によると、大仏の本体完成後966個のらほつを1年半かかって1個ずつ鑄物で作り、これを頭部にはめ込んでいるが、鎌倉大仏の場合は写真8および写真9に示すごとく頭部と一体で一辺50cm程度の鑄型を寄せ集めて鑄込んでいる。

表4 東大寺大仏の仏体分析結果(昭和32年) (住友伸銅所および関東特殊製鋼KK)

No.	採取位置	Cu	Sn	Pb	As	Fe	Si	Mn	Ni	Bi	Sb	Au	Ag
1	頭部(額)	87.79	4.24	3.07	4.55	0.10	0.04	Tr.	(0.14) Tr.	0.02	0.13	0.00088	0.1514
2	左眼の横	91.54	4.15	2.97	1.35 1.05	0.08	0.22	Tr.	(0.09) Tr.	0.02	(0.11) —	—	—
3	胸部	91.52	4.00	2.56	1.20	0.12	0.07	0.04	0.05	0.14	0.06	—	—
4	左側乳附近	94.13	2.15	1.85	1.62	0.08	0.02	Tr.	(0.04) Tr.	0.03	0.08	—	—
5	右側乳附近	92.93	1.60	(1.63) 3.41	1.81	0.03	Tr.	Tr.	0.04	0.02	0.14	0.00636	0.0998
6	右肩部	93.48	2.91	2.61	(1.32) 0.53	0.05	0.02	Tr.	(0.01) Tr.	0.02	0.05	0.00209	0.0488
7	左肩部	91.16	2.81	2.72	2.94	0.20	0.01	0.01	(0.06) Tr.	0.01	0.08	0.00184	0.0709
8	左腕左側上部	94.22	1.83	0.92	2.11	0.13	0.08	Tr.	(0.02) Tr.	0.14	0.09	—	—
9	左腕右側下部	84.96	3.93	(2.25) 8.21	(0.80) —	0.30	0.09	0.23	(0.03) Tr.	(0.19) —	(0.08) —	—	—
10	左腕上部	93.55	2.34	1.82	(1.32) 0.96	0.10	0.02	Tr.	(0.02) Tr.	0.03	(0.06) —	—	—
11	背部下の入口1m上	93.57	1.43	0.57	2.91	0.16	0.22	Tr.	(0.01) Tr.	0.16	0.06	0.00817	0.1657
12	上部入口附近	93.10	2.45	(2.45) 0.60	3.14	0.28	0.01	Tr.	(0.06) Tr.	0.12	0.08	0.00886	0.1414
13	左膝下部	92.78	1.77	0.49	2.99	0.30	0.15	Tr.	(0.01) Tr.	0.13	0.08	0.00236	0.1421
14	斜右後膝の高さ	91.76	3.65	1.93	4.43	0.10	0.01	Tr.	0.07	0.02	0.07	0.0042	0.0783

ただし 1. ()内は分光分析の結果を示す。
2. Au、Agは大阪造幣局および別子鉱業所で分析
3. No. 11、12、13は創建当時のものと推定。

6. 仕上げと塗金

鑄造を終り、大仏の周囲に積み上げられた土手を取除くと恐らく大仏本体は亀裂、巣、湯回り不良など数多くの欠陥が発見されたのであろう。この修理に奈良大仏の場合5年近くの歳月と16tの銅を費やしている。

さらに鑄張りなどを除去し、表面を磨き、蓮弁部の彫刻などを行ない、塗金仕上げが行なわれている。この塗金は「銷滅金法」とよばれる金2に対し水銀1を混合した金アマルガムをよく磨き酸洗した面に付着させ加熱して水銀を蒸発させる方法がとられたと思われるが、その際生じる有毒ガスの対策なども当時では非常に困難であったと想像される。

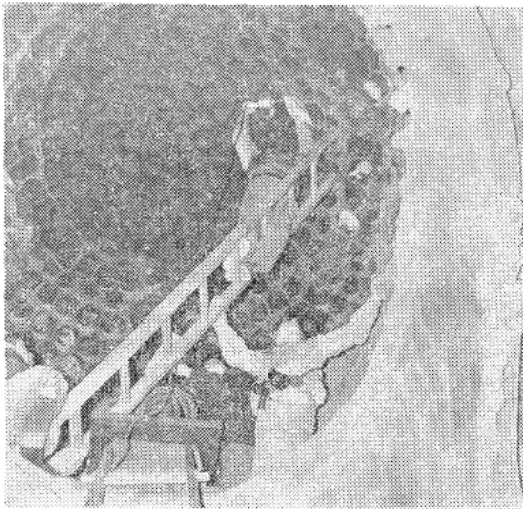


写真9 鎌倉大仏頭部内壁
(分析試料採取状況)

7. むすび

以上大仏の鑄造法を鎌倉の実例と奈良に関する文献を中心に述べたが、最後に両大仏の各位置から採取した試料の分析結果を表4および表5に示しておこう。

表5 鎌倉大仏の仏体分析結果(昭和32年)

(早稲田大学鑄物研究所鹿島研究室)

No.	採取位置	Cu	Sn	Pb	Fe	Al
1	螺髪(補鑄部)	88.65	4.70	5.46	0.04	0.16
2	螺 髪	68.07	8.64	22.06	0.13	0.06
3	螺髪(吊環)	69.03	8.81	20.88	0.10	0.03
4	螺髪(湯口)	64.30	5.70	18.98	0.01	0.05
5	右耳の後	68.41	8.72	22.07	0.07	0.12
6	右耳の下	66.85	11.79	20.06	0.03	0.15
7	胴 部	70.96	10.15	13.62	0.01	0.06
8	胴部(鑄張)	67.40	14.57	17.28	0.01	0.05
9	胴部(吊環)	69.25	9.45	20.24	0.04	0.11
10	膝部(鑄張)	73.99	6.12	19.29	0.03	0.08
11	台 座 横	69.31	8.69	21.18	0.02	0.09
平均	2~10の平均	68.76	9.26	19.58	0.04	0.08

分光分析によれば上表以外に Zn, Ag, Bi, Ni, As, Ti を微量含有

次 号 予 告

大形工作機械	東芝機械(株)	沢田 潔
世界最大級の造船所川重工場について	川崎重工業(株)	松永 和介
巨大化する熔鋸炉	住友金属(株)	長谷川太郎
日本の原子炉開発	大阪大学工学部	住田 健二
設備大型化の展開	三和銀行(株)	上村 敏郎
ド イ ツ 通 信	大阪大学経済学部	宮本 匡章
研 究 紹 介		
大阪府立工業奨励館		
会 員 欄		
明治100年と協会20年	関西製鋼(株)	竹原 康夫