

延嘉七年銘金銅如來立像의 형상과 제작 기술

박 학 수

I. 머리말

II. 조사 방법

- 사진 촬영
- 현미경 촬영
- 방사선 조사

III. 결과

- 형상
- 방사선 조사

IV. 맺음말

국립중앙박물관 학예연구사

주요 논저:

「국보 제141호 다뉴세문경의 제작기술」(2009), 「밀랍주조로 제작된 고 금속활자에 관한 연구」(2010), 「감은사지 동 삼층석탑 사리장엄구의 재보존처리」(2012), 「손기정 기증 고대 그리스 청동제투구의 보존처리」(2013) 등

延嘉七年銘金銅如來立像의 형상과 제작 기술

朴鶴洙

I. 머리말

국보 제119호 延嘉七年銘金銅如來立像(이하 연가명불)은 1963년 7월 경상남도 의령군 대의면 하촌리에서 출토되었으며, 광배에는 4행 47자의 명문이 새겨져 있다.¹ 머리 위쪽의 광배가 가로로 파손되어 좌우에서 클립으로 고정시킨 상태이며, 파손 부위 외에도 균열 등 취약한 부위가 존재하여 예방 보존 차원에서 2013년 7월부터 2014년 5월까지 11개월에 걸쳐 보존처리를 수행하였다. 적합한 보존처리를 위해 보존처리에 앞서 정밀하게 상태를 조사하였으며, 그 결과를 바탕으로 연가명불에서 기존의 클립을 제거한 후, 안정화 처리와 보호코팅을 하고, 타이타늄(Ti)판으로 클립을 새로 제작하여 광배를 결합시켰다.

보존처리를 위해 연가명불을 과학적으로 조사하였는데 그 중 제작 기술을 유추할 수 있는 세부 형상과 방사선 사진 등을 소개하고자 한다.

II. 조사 방법

1. 사진 촬영

연가명불의 형상을 기록하기 위해 보존처리 전, 과정 그리고 보존처리 후에 디지털 카메라(Canon EOS 5D Mark II)에 접사렌즈(Canon EF100mm f/2.8 Macro USM)를 장착하여 촬영하였다. 여기에

1 黃壽永, 「國寶 延嘉七年銘 金銅如來立像」, 『考古美術』 1(고고미술동인회, 1964), p. 481.

_____, 「新國寶 高句麗 延嘉七年銘 金銅如來像」, 『美術資料』 8(국립중앙박물관, 1963), pp. 30-32.

尹武炳, 「延嘉七年銘金銅如來像의 銘文에 對하여」, 『考古美術』 5(고고미술동인회, 1964), pp. 1-2.

朴敬源, 「延嘉七年銘 金銅如來像의 出土地」, 『考古美術』 6·7(고고미술동인회, 1964), pp. 528-529.

金元龍, 「延嘉七年銘 金銅如來像 銘文」, 『考古美術』 9(고고미술동인회, 1964), p. 567.

제시한 전체 형상의 사진은 보존처리 후에 촬영한 것이다.

2. 현미경 촬영

육안으로 식별하기 어려운 미소 부위는 실체현미경(Stereo Microscope, Leica 205A)을 이용하여 관찰하였으며 화상의 기록에는 현미경에 장착된 디지털 카메라(Canon EOS-1Ds MarkⅢ)를 이용하였다. 기록한 화상은 화상분석 소프트웨어(ImageJ)를 이용하여 미소 부위의 크기 등을 측정하였다.² 여기에 수록된 현미경 사진은 주로 보존처리 전에 촬영한 것이고 세부의 크기를 알 수 있도록 스케일을 삽입하였다.

3. 방사선 조사

균열, 결함 등 취약한 부위 및 내부 구조를 파악하기 위해 방사선 조사를 하였다. 선원으로는 X선(Toshiba, EX-300GH-3)을 이용하였으며, 기록매체로는 필름을 사용하였다. 조사 조건을 표 1에 나타내었다. 현상된 필름은 스캔하여 화상을 디지털화하였으며, 가시성을 높이기 위해 화상분석 소프트웨어로 밝기와 대비를 조절하였다.

표 1. 방사선 조사 조건

순서	조건	가속전압(kV)	전류(mA)	시간(min)	거리(cm)	필름	증감지
a		120	5	4	100	Agfa D7	Pb, 0.03mm
b		140	5	4	100	Agfa D7	Pb, 0.03mm
c		220	5	4	100	Agfa D7	Pb, 0.03mm

Ⅲ. 결과

1. 형상

보존처리가 완료된 연가명불의 형상을 도 1에 나타내었다. 고정 클립을 교체하고, 가로로 분리된 부

² Rasband WS. ImageJ, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, (1997–2012), <http://imagej.nih.gov/ij/>.

분에는 합성수지로 투명하게 접합을 하였기 때문에 보존처리 전의 형상과 외형상 달라진 점은 크지 않다. 다만 클립을 예전보다 폭을 좁게 만들어 몸체에 밀착을 시켜 광배 밖으로 튀어나온 부분은 감소되었다. 불상의 크기는 높이가 16.2cm이고 폭은 8.5cm이며, 중량은 보존처리 중 광배편을 분리했을 때 본체는 616.8g이고, 광배편은 32.5g이었으며, 광배편을 접합 후 전체 중량은 고정 클립과 접착제 등을 포함하여 649.7g이다.

형상의 특징을 보면 얼굴과 가사는 날카로운 선이 없는 굴곡으로 모양을 나타낸 반면, 머리와 육계의 나발은 V 자형의 골을 가진 연속적인 선으로 나타내었다. 광배가 분리된 상태에서 촬영한 뒤통수에는 선이 일부만 존재하여 나발을 조각하지 않았음을 알 수 있다^{도2}.

광배에는 앞면은 불꽃무늬가 있고 뒷면에는 명문이 있는데, 무늬와 명문을 이루고 있는 선들은 곡선으로 이어지기보다 방향이 바뀌는 부분에서 각을 이루고 있거나 끊어진 곳이 존재한다. 이 선들을 확대해 보면 선 테두리 부분에는 금속이 외부로 밀린 곳이 있고 내부에는 선의 진행 방향을 가로지른 공구의 흔적이 존재한다^{도3-1~4}. 이것은 毛彫로 선을 새긴 흔적으로 볼 수 있다. 선들의 내부 중 일부는 광쇠질로 매끈한 부위도 있지만 거친 부위도 있기 때문에 선들을 새긴 후 도금한 것을 알 수 있다. 이것은 주조 후 문양과 명문을 새겼다는 기존의 연구를 확인시켜주는 것이다.³ 그러나 3행 하단의 九因現義 四字만은 改書한 듯, 표면에 打痕이 보이고, 자획 속에 入墨이 존재하여 數字와 佛名의 訂定인 듯하다는 견해는,⁴ 자획 속에 부식물이 존재하여 그 하부에 금도금층의 잔존 여부를 광학적으로는 판단하기 어려웠기 때문에 검증할 수 없었다^{도3-5~6}.

광배와 머리의 선을 비교해보면 머리의 선은 모조를 했을 때 나타나는 공구의 흔적이 없으며 곡면을 따라 선이 자연스레 이어진 것을 볼 수 있다. 고체 상태의 금속에 이런 가공을 하는 것은 어렵기 때문에 머리의 나발을 표현한 선은 주조 전에 불상의 형상을 하고 있는 밀랍과 같은 재료로 만든 模型(pattern)에 조각한 것으로 보는 것이 타당하다.

광배 우측 상단에서 기존의 불꽃문양을 굵으며 아래쪽으로 생성된 흔적의 선들(3개)은 확대해 보면 금속이 윗쪽으로 변형된 것이 보이기 때문에, 모두 아래쪽에서 위쪽으로 굽히면서 발생한 것이다^{도3-7~8}. 그 폭은 약 0.5mm 정도이며, 그 내부에 고착된 부식물이 존재하기 때문에 그 선들은 발굴 당시에 형성된 것이 아니다. 이 정도의 선이 생긴 것은 강한 충격을 받은 것이기 때문에, 광배의 균열과 연관이 있을 것으로 추정된다. 다만 굽힌 정도나 흔적이 광배 상단에 집중된 것은 머리 등 다른 부위와의 위치를 생각했을 때 통상적인 낙하로 인해 생겼다고 보기는 어렵다.

3 郭東錫, 「製作技法을 통해 본 三國時代 小金銅佛의 類型과 系譜」, 『佛教美術』 11(동국대학교 박물관, 1992), pp. 7-53.
 _____, 「연가7년명 금동여래입상」, 네이버캐스트, (2012), http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=92&contents_id=17808.

4 黃壽永, 「高句麗 金銅佛像의 新例 二座」, 『李相伯博士回甲紀念論叢』(서울: 乙酉文化社, 1964), pp. 369-390.



도 1-1. 정면



도 1-2. 후면



도 1-3. 우측면



도 1-4. 좌측면

도 1. 〈연가칠년명금동여래입상〉의 보존처리 후 형상



도 2-1. 정면



도 2-2. 우측면

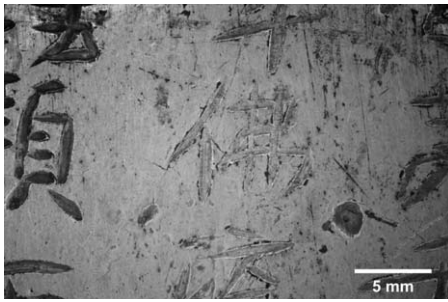


도 2-3. 정면 머리의 확대



도 2-4. 후면

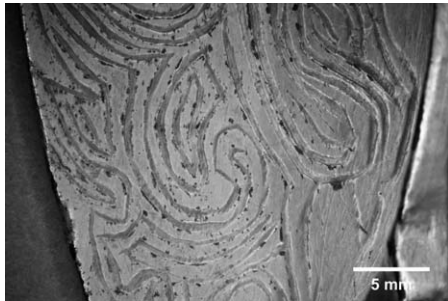
도 2. 머리의 형상



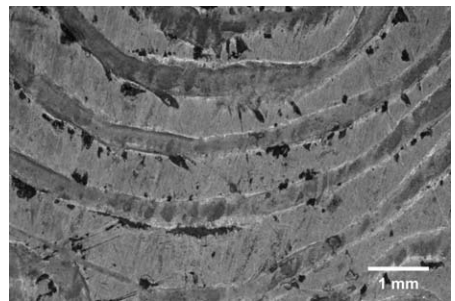
도 3-1. 3행 5열의 '佛'과 주변의 명문



도 3-2. '佛'자 '이'부의 모조 흔적



도 3-3. 우측 하단의 불꽃무늬



도 3-4. 3-3의 확대이미지, 불꽃무늬의 모조 흔적



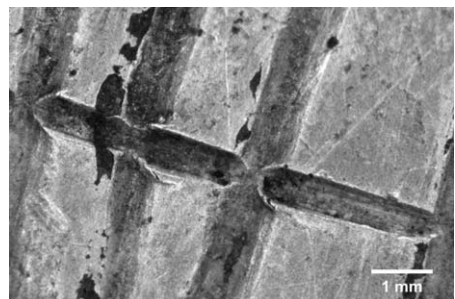
도 3-5. 3행 하단 명문과 타흔



도 3-6. 3-5의 '現' 확대 이미지



도 3-7. 우측 상단의 굽힌 흔적

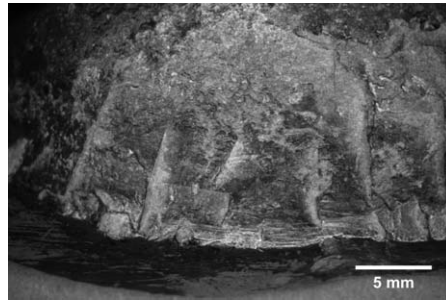


도 3-8. 굽힌 흔적의 확대

도 3. 명문, 문양의 형상



도 4-1. 안쪽



도 4-2. 안쪽 절삭 흔적의 확대

도 4. 대좌 바닥의 형상

한편 대좌 안쪽은 돔형으로 속이 비어 있으며, 안쪽은 도금이 되어 있지 않다. 그리고 안쪽의 테두리 중 2/3 정도가 끝과 같은 공구로 깎아낸 흔적이 존재한다^{도 4-1~2}. 주조를 위해서는 거푸집으로 용융된 금속이 들어가는 주입구가 필요한데, 이 부위가 충분한 크기의 주입구를 위치시킬 수 있고 주입구를 절단해도 외형에 영향을 주지 않기 때문에 주입구가 위치했던 곳으로 보인다. 주조 후에 불상에서 주입구 부위를 절단하고, 그 부위를 다듬어야 하는데 이때 공구로 깎아낸 흔적이 발생한 것으로 추정된다.

2. 방사선 조사

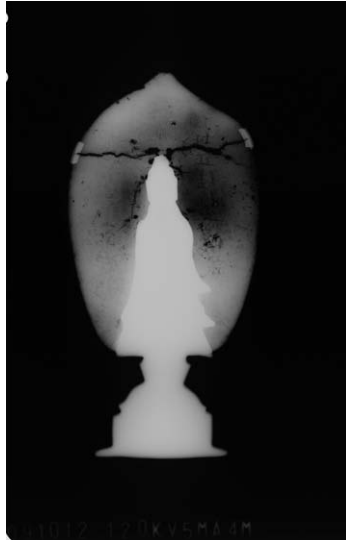
X선으로 취약한 부위와 내부 구조를 조사한 것이 도 5이다^{도 5-1~4}. 기포는 많지 않은데, 목 부위부터 하복부에 걸쳐 주위보다 어둡게 보이는 내부에서 수축으로 발생한 빈 공간인 수축공(Internal or blind shrinkage)이 존재한다. 수축공은 목 부분에서 하복부에 걸쳐 존재하는데, 이것은 거푸집에 주입된 액체 금속이 굳으며 고체가 되면 수축하는데 수축하는 만큼의 액체 금속이 보충되지 않으면 발생하게 된다.⁵ 수축공은 아래쪽이 좁고 위쪽이 넓은 뿔의 형상을 가지므로 주조 시 주입된 용융 금속이 불상이 세워진 상태에서 굳은 것을 알 수 있다.⁶ 이 현상을 도 4에서 보이는 대좌 안쪽의 끝로 깎아낸 부위와 연관시켜 생각하면 액체 금속이 거푸집의 아래로부터 채워지게끔 했다는 것을 알 수 있다. 액체 금속이 거푸집으로 들어가는 통로를 거푸집 보다 높은 곳에서 시작해서 거푸집과 수직으로 나란하게 내려가게 하여 거푸집 하단에 연결시켜 거푸집의 밑에서부터 용융금속이 들어가게 하는 것을 下鑄式湯口(bottom gate)라 한다. 이 하주식 탕구는 용융금속을 바로 거푸집의 상부에서 밑으로 주입했을 때

⁵ International Committee of Foundry Technical Associations, *International Atlas of Casting Defects*(Des Plaines: American Foundrymen's Society, 1993), pp. 116-123.

⁶ John Campbell, *Castings*(Oxford: Butterworth-Heinemann, 2003), pp. 205-231.

발생하는 亂流과 거푸집의 파임, 공기의 혼입 등을 방지할 수 있는 발전된 방식이다.⁷

참고로 보존처리 과정 중에서 도 3의 a에 보이는 ‘佛’자의 우측 하단의 구멍에서 안정화처리에 사용한 물질이 계속 배출되어 육안으로 보이지는 않지만 그 구멍이 내부(수축공)와 연결되어 있는 것을 알게 되었다.



도 5-1. 전체형상(가속전압 : 120kV)



도 5-2. 목 부위의 수축공 상부 확대(가속전압 : 140kV)



도 5-3. 몸체 부분의 수축공(가속전압 220kV)



도 5-4. 몸체 부분의 수축공 확대(가속전압 : 220kV)

도 5. 방사선 사진

7 李鍾南, 『鑄造工學 三訂版』(서울: 普成文化史, 1987), pp. 71-120.

Ⅳ. 맺음말

앞에서 연가명불을 보존처리하면서 조사한 결과를 바탕으로 제작방법에 대하여 살펴보았는데, 이것을 정리하면 연가명불은 먼저 밀랍과 같은 재료로 불상의 형상을 만들고 머리의 나발과 육계를 선각하였다. 이렇게 만들어진 모형의 대좌 안쪽 부위에 용융 금속이 들어가는 주입구를 연결하고, 거푸집 재료로 감싼 후 열을 가해서 밀랍을 제거하였다. 거푸집 속 불상의 형상이 세워진 상태가 되도록 한 후 청동이 거푸집의 아래쪽부터 채워지도록 주입하였다. 주조 후에는 주입구를 분리하고 명문과 화염문을 조각하였으며 수은아말감 도금법으로 표면을 금도금하였다.

위와 같은 제작 과정을 거친 이유를 살펴보면 먼저 광배의 불꽃문양과 명문을 주조 후에 조각한 것은 밀랍과 같은 모형으로 광배를 만들었을 때 그 두께가 얇기 때문에 조각을 하기에 충분한 강도를 가지지 못하여 조각 과정에서 변형되거나 파손될 우려가 있었거나, 아니면 조각을 한 후 주조를 했을 때 문양과 명문이 기공과 같은 주조 결함 등으로 인해 훼손되는 상황을 우려했기 때문일 것이다. 한편 하주식 탕구를 사용한 것은 보다 표면 상태가 좋은 주물을 얻기 위한 선택으로 용융금속의 난류를 최소화하여 표면 기공 등을 줄일 수 있는 장점이 있다. 용융금속을 거푸집의 상부에서 주입했을 때는 공기가 빠지지 않아 표면에 기공이나 금속에 주름이 생기는 상황이 발생하거나, 심한 경우 광배에 구멍이 생길 수도 있음을 우려했을 것이다.

지금까지 연가명불의 형상과 주조결함을 통해 제작 기술을 유추해 보았으며, 이런 측면의 접근이 불상 간의 연관성을 규명하고, 연가명불에 대한 연구가 촉진되는 계기가 되기를 기대한다.

주제어: 연가칠년명금동여래입상, 고구려, 보존처리, 명문, 방사선 조사, 수축공, 밀랍 주조, 하주식 탕구

Morphology and Making Technology of Gilt-bronze Standing Buddha with Inscription of “Yeonga Chilnyeon (延嘉七年, ‘the Seventh Yeonga Year’)”

Haksoo Park *

The Gilt-bronze Standing Buddha with Inscription of ‘Yeonga Chilnyeon’ is the oldest Buddhist sculpture with an inscribed date that has ever been found in Korea. The inscription of ‘seventh Yeonga year’ places the date of production in the Goguryeo era, circa 539 CE.

Conservation treatment was carried out to reinforce the weak halo that had cracks and to replace fixing clips with new a Ti one. Information which can be used to estimate making technology of the Buddha has been acquired by using optical microscopy and radiography during the conservation treatment.

The lines of the head were carved after forming the Buddha’s shape with pattern material like beeswax. The inner area of the inscription and flame design of halo the have engraving marks, they were engraved after casting. There is an area inside the pedestal where have marks of cutting with a chisel like tools are present. The area is estimated to be the region of the gates through which molten metal was injected.

Radiographs revealed an internal cavity which ranges from the neck to the abdominal region. The shape of the cavity shows that molten metal in the mould was solidified in an upright position.

The position of the gates and the shape of the internal cavity suggest that the Buddha was cast with a bottom-gated system.

Key words: Gilt-bronze Standing Buddha with Inscription of ‘Yeonga Chilnyeon’, Goguryeo, Conservation treatment, Inscription, Radiograph, Internal or blind shrinkage, Investment casting, Bottom gate

* National Museum of Korea

