

감은사지 동삼층 석탑 출토 사리함 제작 기술

문환석 · 조남철 · 류인숙*

국립문화재연구소 보존과학연구실, 서울시 종로구 세종로 1-57

The Producing Technique of Sarira Reliquary Excavated from the East Three-Story-Stone Pagoda at the Gamun-sa Temple Site

Whan Suk Moon, Nam Chul Cho and In Sook Ru

Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Properties, Seoul, KOREA

요 약

약 1300 년 동안 봉안되어 통일신라의 정교한 금속 가공기술을 한 눈에 확인할 수 있었던 감은사지 동삼층석탑 사리함은 3층 탑신상부의 사리공에서 심한 손상을 입은 상태로 발견되었으나, 3 년 8 개월간의 과학적인 보존처리를 통해 거의 원형을 복원할 수 있었다. 수습과 보존처리 과정에서 발견한 사리함의 제작기술은 현대 금속공예 기술에서도 제작하기 어려운 우수한 기술 수준임을 알 수 있었다.

The sarira reliquary excavated as a lot of fragments were restored by conservation treatment by us. The sarira reliquary was made using fine techniques such as chasing work and engraving work, etc. The analysis of base metals showed that different materials had been used on decorative parts in consideration of the casting and forging technique. Gold granules (97wt% Au) of the small bell were adhered by using a soldering material (85wt% Au, 10wt% Ag). The lead isotope analysis of lead glass (74wt% PbO) revealed that it agreed with the lead mine in the middle of south area in Korea.

1. 보존처리를 통한 제작기술 고찰

1.1. 사리의외함

사리의외함은 장식부분을 제외하고 뚜껑부분, 동체부분과 바닥부분의 기본 6장의 사각형 동판을 사용하여 제작되었으며, 장식부분은 별도의 판재를 타출기법과 투조기법 등으로 제작하여 리벳 고정하였다.

(1) 외함뚜껑은 크게 3 개로 파손되었고 중앙의 손잡이 부분도 파손상태로 수습되었다.

보존처리 후 수습과정에서 확인되지 않았던 봉황장식이 중앙의 손잡이를 중심으로 동측과 북측, 남측과 서측이 서로 마주보며 쌍을 이루고 있는 형태로 남아 있는 흔적이 관찰되었다.

(2) 외함뚜껑의 제작은 사각형의 구리판(한변 길이 약 20 cm 두께 0.15 cm)을 이용하여, 가운데를 중심으로 네모서리를 마름질하여 자른 후 형태를 만들어, 자른 각 모서리를 주연대(周緣帶)를 덧대고 리벳하여 고정하였다. 연주형 뚜껑 손잡이는 안쪽에 투조된 화형문장식을 상하면에 덧대고 리벳 고정하였다. 또한 외함측면의 상부를 덮는 주연대를 덧대고 각면에 리벳 고정하였으며, 남측과 북측에는 뚜껑이 열리지 않도록 소형의 경첩을 만들고 비너 못을 이용해 외함측판에 잠글 수 있도록 하였다.

(3) 외함측면의 사천왕상은 타출기법으로 배면에서 양각되도록 두드려 제작하였으며, 광배, 천의 자락과 악귀도 사천왕상과 한 개의 판재를 사용하여 만들고 갑주와 같이 세밀한 부분은 조각정으로 표현하였다.

(4) 외함측면은 직사각형(가로 18.2 cm, 세로 23.4 cm, 두께 0.9 mm)의 판재를 사용하여 각 면의 좌우측과 아랫면을 사개물림할 수 있도록 요철을 주었다. 보존처리 후 밝혀진 외함측면의 도금작업은 사천왕상을 제외한 운문, 귀면 손잡이, 주연대 등을 먼저 제작한 다음 외함의 각 사각판을 리벳으로 고정하고 도금작업을 실시한 것으로 보인다. 이는 운문 등의 장식이 고정되었던 소지부분에는 도금층이 관찰되지 않으나, 사천왕상 장식을 고정한 소지부분은 도금층이 관찰됨으로서 알 수 있었다.

(5) 사리함의 바닥은 외함측판의 아랫부분과 맞물릴 수 있는 사개물림의 형태로 잘라 만들고 내부에 사리내함이 안치되었을 때 고정할 수 있도록 가로세로 1 cm의 “ㄱ”자형 고정대를 만들어 바닥 상면에 리벳되었다.

1.2 사리내함

내함은 사리병을 안치시켰던 중심부를 기준으로 상부의 천개부와 하부의 기단부로 구분할 수 있다.

(1) 파편상태로 수습된 천개뚜껑은 외함뚜껑과 같이 판재 한 장을 가지고 사선방향으로 네귀를 잘라 마름질하여 사다리꼴로 경사지게 내리면서 끝단을 꺾었으며, 자른 네귀의 사선대에는 소형의 주연대를 덮어 리벳 고정하였다. 보존처리 후 뚜껑하부의 각 모서리에는 수습 시 발견하지 못했던 기둥 끝을 끼울 수 있는 원형 링(기둥집 귀)을 발견하였다. 이는 천개뚜껑을 기둥 끝에 끼울 수 있는 고정 장치임을 알 수 있다.

(2) 천개뚜껑의 외부장식은 3 단의 투조 장식판 구조로 복원되었으며, 맨 하단은 기둥과 나란하게 하여 투조기법 등으로 화문과 여래좌상을 사면으로 돌렸으며, 중앙에는 비천, 상단은 화문에 감싼 보주와 여래좌상을 장식하였다. 또한 맨 상단은 인동당초문을 투조하고, 하

단부를 꺾어 지붕천판에 고정하였다. 이를 통해 내함 뚜껑은 단집 형태의 불단을 축소하여 화려하게 장식하였음을 알 수 있었다.

(3) 내함 기단부 상대의 바깥 난간도 파편상태로 수습되었으나, 보존처리 후 서쪽에 한쪽의 여단이 문 장식이 확인되었으며, 이 장식은 불단으로 들어갈 때 잡을 수 있는 출입문의 손잡이까지 묘사함으로써 신라 장인의 섬세함을 다시금 확인할 수 있었다.

(4) 기단부의 안쪽 중대와 하대에는 십자 표시(+)가 각각 같은 방향으로 2 개 발견되었다. 이는 3 개로 각각 분리하여 제작한 부재를 결합할 때 방향을 혼동하지 않도록 표시한 것으로 그 당시 사리기를 제작한 장인들의 생생한 제작방법을 엿볼 수 있는 흔적이라 생각된다.

2. 재질분석을 통한 제작기술 고찰

수습된 사리함 일괄 유물을 대상으로 금속학적인 조사(조직관찰, 성분분석 및 경도측정)를 통해 그 당시의 제작특성을 알 수 있었다.

(1) 사리함의 금속학적 조사결과에서 외함측면 등의 금속기지는 99wt%의 순구리를 사용하여 단조한 후 쉽게 깨지지 않는 연성을 가지도록 열풀림 (annealing)하였다. 이는 사천왕상 등의 장식물을 리벳하기 위한 구멍 뚫기나 외함을 서로 사개물림할 수 있도록 절단 등의 가공작업을 쉽게 할 수 있도록 열처리 기술을 적용한 것임을 알 수 있다.

(2) 이에 반하여 내함은 8wt% 정도의 주석을 합금한 청동으로 주조하였다. 이는 내함 기단부 상대의 양련이나 하대의 복련 및 당초문양 등의 세부장식을 표현하고, 천개장식 등의 안전한 받침을 위해 순구리보다 주조성이 용이하고 높은 경도를 가지도록 청동으로 제작한 것으로 보인다.

(3) 도금층은 98wt% 이상의 금을 이용하여 아말감 기법으로 도금하였다. 외함뚜껑은 전후 양면에서 도금하여, 조직관찰 만으로는 안쪽과 바깥쪽을 구별할 수 없을 정도로 정교하게 작업되었으며, 도금층의 두께는 약 13 μm 내외로 작업되었다. 또한 외함 바닥도 부식층으로 덮혀 있어 육안관찰로 도금여부를 알 수 없었으나, 단면관찰로 양쪽면에 뚜렷한 도금층을 관찰하였다.

(4) 소지가 구리인 직경 0.8 mm의 사슬에서도 도금층이 선명하게 관찰되고 있으며, 도금 후 연마작업이 어려웠던 홈 부분에서 도금입자와 함께 4층의 도금층이 관찰되는 것으로 보아, 도금작업은 여러 번 반복하였음을 알 수 있었다. 또한 더 가는 직경 0.5 mm의 사슬은 소지를 은으로 만들어 도금하였다. 이는 사리함을 세밀하게 장식할 수 있도록 구리보다 연성이 더 좋은 은을 사용함으로써 필요에 따라 재료를 다르게 사용하여 사리함을 정교하게 제작하였다.

(5) 사리병 받침과 뚜껑 및 풍탁에 장식된 0.3 mm 내외의 금 알갱이는 가능한 같은 크기로 금사를 잘게 잘라 금이 용융되는 온도 이상의 열처리를 통하여 제작되었다고 본다. 특히 풍탁을 사리함에 연결하기 위한 연결선은 직경이 0.3 mm 내외인 것으로 보아 아마도 이 금사의 일부로 금 알갱이를 제작한 것으로 생각된다.

(6) 사리병 뚜껑 등에 장식된 0.3 mm 내외의 금 알갱이(97wt% Au)의 세공기술은 합금을 사용하여 단단하게 땀하였다. 이는 소지부분과 땀부분의 성분함량을 비교함으로써 규명할 수 있었다. 분석결과 풍탁의 종신인 소지는 약 94wt% Au와 5wt% Ag의 함량인데 반하여, 땀부분은 약 85wt% Au, 10wt% Ag인 함량이었다. 이는 합금이 순금보다 용점이 더 낮다는 점을 이용한 것이다. 즉 순금의 용융온도는 1,063 °C이고, 10% 은이 첨가된 금땀의 용융온도는 1,046 °C로 약 20 °C정도 온도차이의 열처리 기술로 0.3 mm의 금 알갱이를 소지에 땀하였다. 이같은 조사결과는 이제까지 고대 누금 제작기술에 있어 그 작은 금 알갱이가 떨어지지 않고 단단하게 고착될 수 있었던 제작기술을 밝히는 데에 첫 연구결과로서 사료된다.

(7) 청록색 유리에 대한 납동위원소비 분석결과는 한국중남-남부광산연과 일치하고 있음을 알 수 있었다. 이는 검은사지 출토 유리의 원료산지가 한반도 남부의 방연광을 사용하여 제작했음을 추정한다.

참고문헌

- 류인숙, 강대일, 이명희, '금동사리기의 보존처리', 검은사지 동삼층 석탑 사리장엄, 국립문화재연구소, 2000, pp 114-153.
- 이난영, 한국고대금속공예연구, 일지사, 1992, pp 175-191.
- 전용일, 금속공예기법, 디자인하우스, 1994, pp 57-99.
- 문환석, 조남철, 강대일, 이명희, '재질분석을 통한 제작특성 연구', 검은사지 동삼층 석탑 사리장엄, 국립문화재연구소, 2000, pp 154-171.
- 김석윤, 김정근, 김창주, 이순린 공역, 금속조직학, 학문사, 1993, pp 493-497.
- 임선기, 정영동, 박동규, 강성근, '고대 금동 도금기법에 관한 연구', 보존과학연구 12, 1991, pp 53-77.
- 한만성, '우리나라 고대 아말감 도금법 연구', 국민대학교 석사학위논문, 2000.
- 최주, 김수철, 김정배, '한국의 세형동검 및 동령의 금속학적 고찰과 납동위원소비법에 의한 원료산지 추정', 선사와 고대, 1992, pp 189-213.
- H. Mabuchi, Y. Hirao, M. Nishida, 'Lead isotope approach to the understanding of early Japanese bronze culture', Archaeometry 27, 1985, pp 129-159.
- Oppi Untracht, 'Jewelry Concepts and Technology', 1985, pp 348-363.