

주조철제 유물 보존처리

— 경복궁 드므 보존처리를 중심으로 —

The conservation for the cast iron of a stored big vessel in Kyōngpok Palace

文 煥 皙

Whan Suk Moon

□ ABSTRACT The Dŭmŭ of casted iron objects which is the big vessel for the prevention of fire to wood building is conserved in Kyōngpok Palace(Dŭmŭ sizes : diameter 97cm, height 42cm, thickness 2cm, weight 250kg). The treated objects which some parts were lost, were not corroded, but cracked and broken by an external power, and strongly attached an cement layer on inside surface.

First of all cement layer was mechanically removed by pneumatic needle scaler, welded to electric method for broken and cracked pieces, and then the lost sections were restored to use a epoxy resin and glass fiber. In order to prevent a damage during the handling, the restoration section of the inside surface was treated different colour in comparison with original part.

I . 서 언

철제는 철광석으로부터 직접 또는 간접적으로 생산되며 이때 광석속의 원소나 제련 과정 중에 각종 원소들을 함유하게 되며, 그 성질에 많은 영향을 미친다. 고대부터 철은 금속 가운데 적당한 경도와 인성을 가지고 있고, 가공에 의한 변형이 쉬워 일상 용기류, 무구류, 농기구류 등 다양하게 사용되어 왔다.

철제품은 크게 주조품과 단조품으로 나누어지며, 주위환경에 따라 산소나 습기의 영향에 의해서 산화되어 부식물을 만들게 되고, 크랙이 발생되거나, 부식물이 떨어지는 등의 손상을 쉽게 받을 수 있다.

철제유물의 보존처리는 주조품과 단조품을 구분하고, 보관되었던 환경(소장, 발굴유물)에 따라 적절한 보존처리를 실시하여야 처리후 완전한 유물원형을 유지할 수 있게 된다. 이는 보존처리시 이같은 영향을 고려하지 않는다면 보존처리 후 쉽게 재 부식되어 손상을 받게 된다.

본고에서는 주조철제 유물의 안전한 보존과 실제 경복궁 드므의 보존처리에 대하여 서술

하고자 한다.

II. 주조철제 유물의 부식상태

주조철제는 전형적으로 2~6%의 탄소를 함유하고 있으며, 형틀에 의해서 가공이 쉬우나, 용접은 잘 되지 않는다. 또한 연신율이 작고 인성이 작아 외부 충격에 의해서 잘 깨지는 특성을 가진다.¹

주조철제의 부식형태는 대개 표면에 철이온의 이동에 의해 탄화된 표면층과 함께 내부에 금속심이 남아 있는 구조를 이루고 있다. 특히 탄화된 부식층은 전기적인 전도체이기에 내부의 금속심이 없어질 때까지 계속적으로 철이온의 이동을 돕게 되며, 또한 이 두층 사이는 화학적으로 불안정하여 올바르게 보존처리되지 않는다면 빠르게 분해되어질 것이다.^{2,3,4}

만약 출토된 주조철제를 젖게 보관하지 않거나, 출토 즉시 안정한 환경에 보관하지 않는다면 빠르게 손상된다는 것은 잘 알려져 있다. 이런 실례는 발굴현장에서 발굴보고서를 준비하기 위해 실측이나 사진 촬영을 실시하는 중에도 붕괴되는 것을 쉽게 관찰할 수 있다. 또한 이같은 부식반응은 표면층 아래에서 일어나기 때문에 육안 관찰로는 유물의 부식진행 상태를 파악할 수 없으며, 발굴 후 단기간의 보관 중에도 표면층이 가루가 되는 것을 관찰할 수 있다.

III. 주조철제 유물 보존처리

1. 보존처리 대상유물

경복궁 근정전 동서 월대 계단 모서리에 큰 가마솥 같은 것이 각각 하나씩 놓여 있으며, 이곳 이외에도 창덕궁 인정전·선정전, 창경궁 명정전과 덕수궁 중화전에 놓여 있는 것을 볼 수 있다. 이를 순수 우리말로 드므라고 하며 큰 그릇이라는 의미이다. 이런 종류의 유물을 고대 중국에서 문해(門海)라고 불렀으며, 문해라는 것은 문앞의 큰 바다라는 뜻으로 문밖에 큰 바다가 있으며 화재를 막아 상서로움을 보존할 수 있다고 믿었기 때문에 이를 일러 길상항(吉祥缸)이라고도 불렀다. 드므는 목조 건물에 화재를 예방하는 목적으로 설치되었다. 이는 드므에 물을 가득 채워 놓고 침입해 오는 화마가 물에 비친 자신의 모습을 보고 놀래 달아나기를 기대했던 일종의 화재 진압을 위한 용기라기 보다는 주술적인 의미를 가지고 있는 예기(禮器)이다.⁵

2. 보존처리전 유물상태(Photo 1~5)

보존처리 대상 유물인 드므 3점은 정확한 주조 시기를 알 수 없이, 경북공사무소에 보관 중에 있었으나, 외부 충격에 의한 크랙이나 깨어짐이 발생되었고, 내부 표면은 단단한 시멘트 층으로 덮여 있었다. 보존 처리한 유물의 크기와 상태는 Table 1과 같다.

Table 1. 보존처리 유물상태

분 류	크 기	상 태	비 고
드므 A	직경 97cm, 높이 41cm	- 표면 시멘트 고착 - 2mm 이상 틈 발생	
드므 B	직경 96cm, 높이 42cm	- 표면 시멘트 고착 - 5개편으로 파손됨 - 일부편 망실됨	
드므 C	직경 97cm, 높이 41cm	- 표면 시멘트 고착 - 7개편으로 파손됨 - 일부편 망실됨	받침틀 제작이 필요함

3. 보존처리 계획

드므와 같이 대형유물의 효율적인 보존처리를 위해 처리전에 유물의 손상 및 부식정도, 보존처리 동안 사용할 수 있는 약품 및 기기와 처리기간 등을 고려하여 보존처리 계획서를 작성하였으며, 또한 보존처리 후 유물의 전시 및 보관시 발생될 수 있는 재 부식이나 손상을 함께 고려하였다.

드므의 보존처리는 이제까지 소형유물이나 흙과 부식물이 고착되었던 출토유물의 처리방법과는 달리 대형이고, 표면을 덮고 있는 단단한 시멘트층의 제거, 크랙과 파편의 접착 및 망실 부분의 복원작업을 위한 처리방법을 검토하였다. 이중에서 표면의 콘크리트 제거 및 파편의 접착작업을 위해 예비 실험을 실시하였다.

표면의 단단하게 고착된 시멘트는 그 자체가 표면의 부식방지를 위한 보호역할을 하고 있으나, 유물의 원형유지와 미관을 위해 제거하였다. 콘크리트 제거는 먼저 화학적인 방법(10% EDTA 2Na, pH 4.8)으로 표면의 시멘트를 제거하고자 했으나, 시멘트 제거보다는 표면 부식층이 더 많이 제거되어, 처리자가 기계적으로 직접 제거하는 방법을 결정하였다.

또한 드므 C의 파편 전체의 무게가 250kg 이상이어서, 에폭시수지만의 접착작업으로는 장차 접착부분의 재 손상을 방지하기 어렵다고 판단되어, 전기용접에 의한 접착작업을 검토하였다. 이를 위해 유물에 대한 전기저항을 측정한 결과 용접이 가능한 금속심이 충분하여 먼저 실험용접을 실시하였다. 용접후 외부에서 큰 충격을 주지 않는 한 유물의 고착성이 양호하여, 전기용접 방법으로 크랙 및 파편을 용접하기로 결정하였다.

4. 보존처리 과정

다음은 드므의 보존처리 과정은 아래와 같이 요약할 수 있다.

예 비 조 사 ·처리전 사진촬영 ·전기저항 측정	→ 표면 이물질 제거 ·기계적인 방법	→ 용 접 처 리 ·전기용접	→ 접합·복원처리 ·FRP 이용 복원 ·Epoxy계 접착제 ·받침틀 제작
코팅 처리 ·WD-40 이용 방청 ·Paraloid NAD-10	→ 마 무 리 ·고색처리 ·처리후 사진촬영	→ 보고서 작성 ·처리후 유물상태 기록 ·보존처리과정 기록	

5. 표면 이물질 제거(Photo 6~8)

유물 표면에 고착된 시멘트의 제거는 기계적인 방법인 처리자가 보존처리용 소도구를 이용하여 제거하였다. 기계적인 처리방법은 고탄소강의 함마핀이 장착된 니들정(동력 : 에어컴 프레스 5.5kW, 7.5HP)을 사용하여 제거하였다. 이는 단단한 시멘트층을 탄소 바늘로 연속적으로 충격을 가하여 시멘트층에 미세한 홈을 만들면서 시멘트층을 제거해냈다. 위 작업후 잔여 시멘트층과 크랙부분의 녹제거는 보존처리용 소도구를 이용하여 제거했으며, 미세한 녹은 정밀분사가공기를 이용 제거하였다. 특히 크랙과 파편의 용접부분은 금속심이 노출되도록 제거해 주었다. 이물질 제거 작업후 표면과 틈에 남아 있는 글라스비드는 에틸알코올을 이용하여 세척하였다.

6. 용접처리(Photo 9~10)

드므의 크랙과 파편의 용접작업은 가능한 유물 표면에 용접흔적이 남지 않도록 처리하였다. 이를 위해 테두리의 홈부분과 하부의 테두리가 만나는 부분을 선정하여 충분히 유물을 지지할 수 있는 간격(약 7cm 정도)으로 용접하였다. 또한 파편중 이같은 홈이 없는 부분은 용접하고자 하는 한쪽 부분에 작은 V자 홈을 만들어 처리하여 주었다. 또한 육안으로 관찰이 어려운 부분은 바로 표면에 용접작업을 실시하였으며, 용접후 잔여물은 하부 바닥 부분을 제외하고는 연마기를 이용하여 유물 표면과 같게 연마 처리하였다.

하부까지 편으로 깨어진 드므 C는 작업중 하중에 의한 크랙의 뒤틀림을 방지하고, 처리후 유물의 자체 하중을 고르게 분산시켜 주기 위해 받침틀을 제작하였다. 받침틀은 드므가 5cm 정도 밑면에서 위로 틈이 있게 하여 스텐레스 스틸로 만들었다.

7. 접합·복원처리(Photo 11~16)

크랙부분의 충전처리는 드르 A, B, C 모두 용접작업 후 에폭시수지를 이용 처리하였다. 이는 먼저 에폭시수지 AY103 : HY956을 100 : 20 비율로 혼합하여, 크랙의 크기에 따라 적당량의 마이크로바륨을 첨가하여 유동성이 있게 충전처리하였다. 이같은 작업은 수지가 크랙내부로 충분히 충전되도록 크랙 반대편에 수지가 흘러내리지 않게 막은 상태에서 유물을 회전하면서 보존처리용 헤라를 이용하여 크랙면에 수지를 채웠다. 채워진 수지는 24시간 이상의 경화시간을 유지하여 충분히 굳은 다음 여분의 수지는 보존처리용 소도구를 이용하여 제거해 주었다.

망실부분의 복원작업은 크기에 따라 약간의 차이가 있으나 아래의 처리 순서에 의해 작업을 실시하였다.

- ① 복원 받침틀 제작(다른 원형의 망실부가 없는 부분에서 비닐랩을 덮고, 우레탄폼으로 형틀제작)
- ② 우레탄폼 형틀을 손상부분에 위치시키고, 틈이 없도록 에폭시수지 AW106 : HV953U을 100 : 40 비율로 마이크로바륨을 첨가하여 유동성이 없게 하여 수지가 외부로 흐르지 않도록 틈을 메워줌.
- ③ 복원부분은 에폭시수지 AY103 : HY956을 100 : 20 비율로 마이크로바륨을 첨가하여 혼합한 수지를 2mm 정도로 면을 만든 후 수지가 경화되도록 24시간 이상 경화시간을 유지하였음(이때 표면에 기포가 발생되지 않도록 헤라로 균일하게 발라줌).
- ④ 경화된 표면에 1mm정도의 에폭시수지를 바른 후 유리 섬유를 적당 크기(5×8cm)로 잘라 수지위에 놓고 덮었음.
- ⑤ 표면의 수지가 충분히 경화된 후 ④의 작업을 유물의 표면과 일치되도록 반복하여 작업을 실시하였음(이때 표면에 발생된 기포는 바늘을 이용 터트리는 작업을 실시함).
- ⑥ 드르 외부의 문양은 에폭시수지 AW106 : HV953U을 100 : 40 비율로 마이크로바륨을 첨가하여 원형과 같은 모양으로 복원하였음.
- ⑦ 이같은 작업후 수지의 표면 고르기와 문양의 표현은 금형글라인더를 사용하여 표면 연마 및 문양 만들기 작업을 실시하였음.

8. 표면세척 및 방청처리(Photo 17~18)

보호코팅 처리에 앞서 표면의 이물질(먼지, 연마알갱이 등)과 부식 산화물의 제거는 방청제 WD-40을 유물표면에 뿌려주면서 동 부러쉬로 문질러 제거해 주었다. 이때 발생하는 녹물의 세척은 유기용제인 납사를 이용하여 킴와이프스로 닦아 냈다. 이같은 유기용제는 유물의 표면세척은 물론 부식층 틈에 유기용제가 스며들어도 유물내의 부식을

일으키지 않는 억제자 역할도 하게 된다. 그러나 작업시 작업자는 마스크를 착용하여야 하며, 유기용제 증기가 실외로 배기될 수 있도록 창문을 열고 실시해야 한다.

9. 표면보호 코팅처리(Photo 19)

표면세척후 유기용제가 충분히 건조된 후 유물표면에 보호코팅 처리는 먼저 저농도의 10%, 20%, 30% Paraloid NAD-10을 순차적으로 페인팅 붓으로 발라 주었다. 이때 보호코팅제가 너무 과다하게 옹고된 부분은 순수 납사를 이용 제거하여 주었다.

10. 마무리(Photo 20)

크랙의 충전부분과 복원부분은 주위의 색상과 비슷하게 무기안료와 20% Paraloid NAD-10을 혼합하여 고색처리하여 주었다. 특히 드므 C 내부에 대해서는 유물이 대형이고 무거워, 관리나 보관동안에 부주의에 의한 손상을 방지하기 위해서 복원 처리한 부분을 구별할 수 있도록 고색 처리를 하지 않았다. 고색 처리는 30cm 이내 거리에서 고색처리한 부분을 인지할 수 있게 하고, 1m 이상에서는 원형과 동일하게 보이도록 처리하였다.

11. 처리후 유물상태(Photo 21~24)

드므 3점은 외부충격과 부식에 의해 크랙이 발생되고 파편으로 깨어진 상태였으나, 표면에 고착된 시멘트층과 녹을 제거한 후 보존처리 과정을 거쳐 원형을 복원할 수 있었다. 유물의 원형복원은 손상되지 않은 다른 부분을 참고로 하여, 외부 테두리의 장식까지 복원하였다. 드므의 바깥쪽은 여러 가지 무늬가 장식이 되어 있으며, 국가와 왕실의 안녕을 기원한 명문이 크기가 11.4cm×10cm 양각된 네모 테두리에 드므 A : 國泰平萬年, 드므 B : 世子萬□歲와 드므 C : 世子萬年歲로 각각 양각되어 있다.

12. 주조철제 보존방안

철의 부식을 일으키는 주된 원인은 산소, 물, 이온기이다. 만약 가능하다면 유물의 안전한 보존을 위해서는 이같은 요소를 보존환경에서 삭제 또는 통제해야 할 것이다. 출토된 주조철제는 보존처리전까지는 건조되지 않도록 처리하는 것이 가장 중요하다. 이는 수세기 동안 매장환경에서 젖은 상태로 보관된 유물이 건조되고, 공기중의 산소와의 접촉이 증가되는 새로운 환경변화에 유물이 안정화하려는 일련의 갑작스런 부식반응을 통제하기 위해서이다. 이를 위해 발굴현장에서 발굴 담당자가 실시할 수 있는 보관환경의 통제방법은 아래와 같이 추천할 수 있다.^{6,7,8}

첫째로 발굴한 상태 그대로 빠른 시간내에 밀봉보관하는 방법이다. 여기에 제습제를 넣거나 다른 산소 제거제를 넣을 필요가 없다. 발굴하여 젖은 상태에서 건조된 유물이라면 분무기로 약간의 수분을 뿌려 준 후 그대로 유물보관용 진공비닐속에 넣고 밀봉하면 발굴이 진행동안에 더 이상의 손상은 없을 것이다.

둘째로 알칼리 용액속에 침적시켜 보관하는 방법이다. 이는 유물을 알칼리 용액속에 침적시킴으로써 외부 산소와의 차단, 건조에 따른 손상방지 및 유물내에 함유한 염화이온을 제거하는 임시적인 보존처리를 동시에 실시하는 방법이다. 주조철제에 대해 3% Sodium sesquicarbonate를 증류수 또는 경우에 따라 수돗물에 용해시켜 유물을 침적시켜 두면 된다. 이같은 용액은 발굴이 시작하기 전에 수리터씩 플라스틱 통에 준비하여, 주조철제가 출토되면 바로 용액속에 침적시키는 방법을 적용하면 효율적이다.

일반적으로 옥외에 보관되고 있는 주조철제는 여러 세기 동안 표면 부식이 진행되어 어느 정도의 부식층이 발생되면, 빗물에 의해서 표면 부식물이 용해되고, 다시금 부식과정을 반복하면서 유지해 오고 있다. 이런 과정은 표면에 새로운 녹이 발생하는 주황색의 층과 안정한 표면을 이루는 탄화층의 일부를 관찰할 수 있다. 이런 현상은 지금도 유물이 안정한 상태를 유지하기 위해서 부식반응을 보이고 있는 상태이며, 성급한 보존환경을 바꾸는 것보다 주기적으로 유물의 상태를 관찰해야 한다. 특히 표면에서의 크랙이나 깨어짐이 진행되는가를 면밀히 관찰해야 하며, 이런 현상이 발견될 경우 보존처리자의 정밀조사에 의한 처리방안을 강구해야 할 것이다.

IV. 결 언

지금까지 경북궁 근정전 회랑에 보관되었던 드므 3점의 보존처리 과정과 구조철제의 안전한 보존방안을 서술하였으나, 앞으로 발굴 현장에서 구조철제 유물의 응급보존 및 대형유물의 보존처리 방법으로 참고되었으면 한다. 또한 지금까지 언급한 드므 보존처리는 실내의 보관 전시를 위한 처리방법이었으며, 유물관리자에게 실내에 보관될 수 있도록 주지시켰다. 이는 완전한 보존처리를 실시하였어도 관리자의 관리 소홀이나 적정 보관환경에서 보관하지 않으면 유물은 새로운 부식을 일으키며, 손상된 유물의 재보존처리는 원형보존이 어렵기 때문이다. 이를 방지하기 위해서 유물관리자, 발굴담당자 및 보존처리자가 상호 조력하여 발굴현장에서 유물의 보관 및 응급보존처리, 실험실에서 완전한 보존처리후 적정 보관환경에서 유물의 전시 및 보관을 했을 때만이 더 이상의 유물의 손상을 방지할 수 있을 것이다.

□ 參考文獻 □

1. 엄준상,(1984) 금속공예, 10-26
2. North N. A.,(1987) 'Corrosion of Metals' in book *Conservation of Marine Archaeological Objects*, Pearson C., Butterworths, London, 68-98.
3. Turgoose S.,(1982) 'Post-excavation Changes in Iron Antiquities', *Studies in Conservation*, 27, 97-101.
4. Turgoose S.,(1989) 'Structure, Composition and Deterioration of Unearthed Iron Objects', *Current Problems in the Conservation of Metal Antiquities*, Tokyo, 20-41.
5. 허 균,(1994) 서울의 고궁산책, 117-118.
6. 문환석, 황진주, 정영동,(1997) '출토 철제유물의 탈염처리 방법고찰', 보존과학연구, 17, 3-25.
7. 문환석,(1997) '출토금속 문화재의 보존과 현황', 보존과학회지, 8, 141-148.
8. Pearson C.,(1987) 'On-site storage and Conservation' in book *Conservation of Marine Archaeological Objects*, Pearson C., Butterworths, London, 105-116.



Photo 1. 경복궁 드므 보존상태



Photo 2. 드므 A 처리전 상태



Photo 3. 드므 B 처리전 상태



Photo 4. 드므 C 처리전 상태



Photo 5. 드므 C 파손부분 확인 작업 과정



Photo 6. 내부 콘크리트 제거작업



Photo 7. 합마핀 이송 콘크리트 제거 작업



Photo 8. 용접부분 미세독제거 작업



Photo 9. 드므 C 전기용접 처리



Photo 10. 용접부분 표면 연마 작업



Photo 11. 드므 B 망실부분 복원형틀 고정상태



Photo 12. 드므 B 망실부분 복원 상태



Photo 13. 드럼 C 파손부분 용접 상태



Photo 14. 복원형틀 틀 보강작업 과정



Photo 15. 복원부분 보강재 처리 작업



Photo 16. 드럼 C 망실부분 복원 상태



Photo 17. WD-40을 이용 방청처리 작업



Photo 18. 유기용제를 이용한 표면 세척처리



Photo 19. Paraloid-NAD 10 이음
보호코팅 처리



Photo 20. 복원부분 고색처리



Photo 21. 드므 A 처리후 상태



Photo 22. 드므 B 처리후 상태



Photo 23. 드므 C 처리후 상태



Photo 24. 드므 C 내부 복원부분 미고색처리
(유물관리자의 복원부분 식별을 위함)