

고대 철기 유물에 대한 표면 복제의 활용성 검토

김상권, 이의원, 박상민*, 김규호

공주대학교 문화재보존과학과, * 공주대학교 공동실험실습관

Application of Replica on Microstructure of Ancient Iron Artifacts

Sang-Kwon KIM, Eui-Won LEE, Sang-Min Park*, Gyu-Ho KIM

Department of Cultural Heritage Conservation Science, Kongju National University,
Kongju 314-701, Korea

* Central Laboratory, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea

1. 서론

고대 철기 유물에 관한 연구는 이전에 다루어졌던 변천과정과 사회변동에 주안점을 두는 형태 분석에서 최근에는 제강·제철 및 열처리기술에 초점을 두는 금속학적 조직 연구를 중심으로 이루어지고 있다. 이러한 고대 철기 유물을 대상으로 하는 미세조직 분석은 시편을 채취하고 연마하여 시료를 제작하는 전처리 과정을 수반한다. 그러나 이 전처리 과정은 문화재의 보존적인 측면에서 시편을 채취하는 파괴 분석으로 문화재에서 적용하기에는 어려움이 있으며 연구 대상의 선정이 한정될 수밖에 없다.

본 연구에서는 시료채취와 같은 파괴 분석이 아닌 산업계에서 사용되는 표면복제 검사법(replica)을 이용하여 고대 철기 유물에 적용해 보고 현재 주로 이용하고 있는 시편 제작을 통한 미세조직 분석법과 비교하여 표면 복제를 이용한 고대 철기 유물의 활용 가능성을 고찰하고자 한다.

2. 연구대상 및 방법

연구 대상으로 선정한 철부와 화살촉 두 점은 출토지가 미상으로 2001년 보존처리가 완료된 상태이다. 철부는 인부모서리와 공부 옆면에서, 화살촉은 신부 중앙부위에

서 replica를 채취하였다. 이와 함께 시편 제작은 동일한 부위에서 철기 편을 채취하고 동일한 금속면을 연마하여 복제된 금속 조직과 비교해 보고자 하였다.

Replica를 이용한 시료 편의 조직은 철기 표면을 grinding을 하여 표면 녹을 제거하고 6 μ m, 1 μ m까지 diamond 입자로 polishing하였다. 연마된 부분을 Nital 3%로 에칭한 다음, replica film(acetylcellulose film & paraffin)으로 표면을 복제하였다. 시편 제작은 다이아몬드 휠을 사용하여 유물의 원형을 최대한 훼손되지 않도록 채취하고 에폭시 수지로 마운팅한 다음, Grinding, Polishing, 그리고 Etching 과정을 거쳐 제작하였다. 복제 필름 및 시편으로 제작한 금속 조직은 반사현미경(Metallurgical Microscope, LEICA DM 400M)에서 50배, 100배, 200배, 500배 등으로 관찰하고 촬영하였다.

3. 결과 및 고찰

철부와 화살촉에서 채취한 replica 및 동일 금속면의 시편으로 제작한 금속 조직은 Fig. 1~3과 같다. 철부의 인부에서 관찰되는 금속조직은 과열서냉조직인 비드만스웨튼-페라이트(widmanstatten-ferrite)조직*과 펄라이트(pearlite)가 함께 분포하는 것으로 생각된다. 그러나 철부의 공부 측면에서 채취한 금속 조직은 전체적으로 밝고 결정립이 큰 페라이트 바탕에 어두운 펄라이트가 약간 존재하고 부분적으로 불순 개재물이 존재하는 점으로 보아 거의 순철에 가까운 아공석강이며 천천히 냉각한 것으로 볼 수 있다. 화살촉의 금속 조직은 아공석강의 조성으로 결정립계에 페라이트가 침상 또는 판상으로 석출된 것으로 판단된다. 이 조직은 과열과 냉각속도가 빠른 조건에서 형성되는 비드만스웨튼 형태의 조직으로 마르텐사이트(martensite) 조직은 형성되지 못한 것으로 생각된다. 또한, 화살촉 위쪽 표면과 수평방향은 가열과정에서 hammering으로 인하여 나타나는 연신 개재물도 관찰된다.

replica 및 동일 금속면을 시편으로 제작하여 얻어진 금속 조직의 비교에서 철부의 인부 및 공부 그리고 화살촉의 중심 부위 등 3점 모두가 동일한 금속 조직으로 관찰된다. 따라서 표면 복제를 통한 금속 조직의 관찰 방법은 기존의 시료 제작을 통한 관찰 결과와 거의 차이가 없다는 장점이 있다. 또한, 현장에서 직접 시편을 제작할 수 있고 평면이 아닌 굴곡진 부위 등 복잡한 형상 부위에서도 금속 조직을 확인할 수 있

* 비드만스웨튼 조직은 일반적으로 1000 $^{\circ}$ C 이상 과열된 상황에서 마르텐사이트가 만들어지는 냉각속도보다 낮은 냉각속도에서 얻어지는 것으로 침상형태 a-페라이트와 Fe₃C가 반복적으로 긴 막대 모양을 갖는다. 고희순, 「고대 철기유물의 침탄과 열처리에 대한 연구」, 강릉대학교 석사학위논문, 2002

을 뿐 아니라 얻어진 복제 조직의 정보는 반영구적으로 보존할 수 있다는 유용성도 확인할 수 있다. 금속 표면 복제법(replica)은 고대 금속 유물의 조직 연구에 있어서 문화재의 훼손을 최소화할 수 있다는 점에서 그 활용성은 높다고 판단된다. 그러나 금속 표면 복제법은 산업체에서 활용되는 방법을 그대로 적용하기에서 연마된 금속면의 면적이 크게 되고 금속 표면에 산을 처리해야 한다는 점 등 몇 가지 문제점이 노출되었다. 이를 보완하고 다양한 방법을 개선한다면 고대 철기 유물의 금속학적 연구에 활용도가 높은 방법임 될 수 있을 것으로 판단된다.

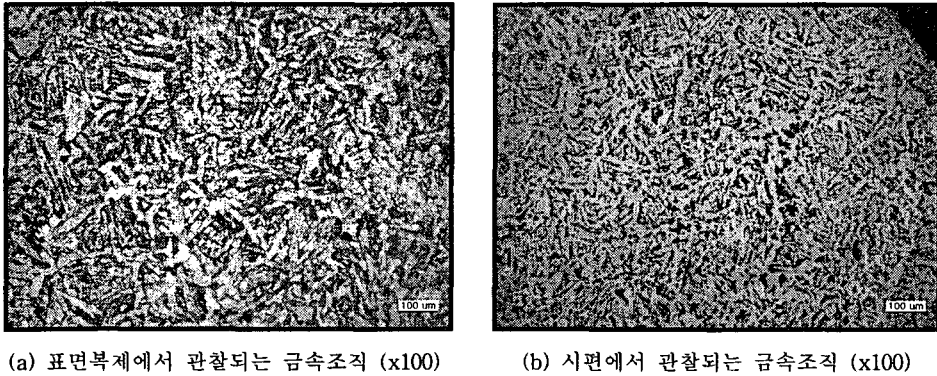


Figure 1. 철부에서 채취한 인부의 금속 조직의 현미경 사진.

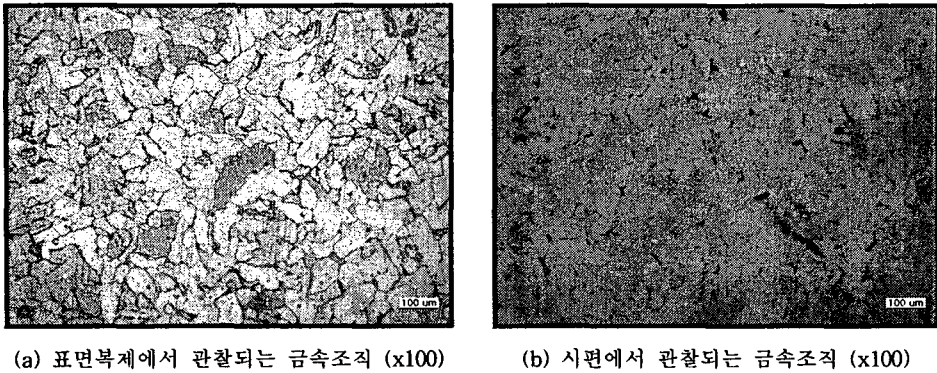
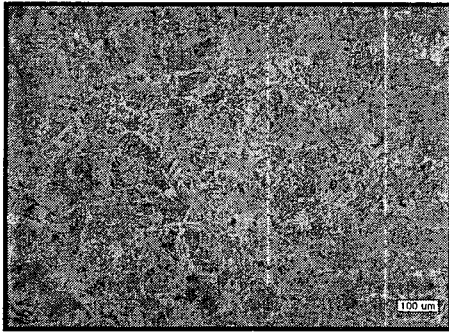


Figure 2. 철부에서 채취한 공부의 금속 조직 현미경 사진.



(a) 표면복제에서 관찰되는 금속조직 (x100)



(b) 시편에서 관찰되는 금속조직 (x100)

Figure 3. 화살촉 중앙부에서 채취한 금속 조직 현미경 사진.