

토기·도자기 복원에 사용된 에폭시 복원재료의 화학적 제거방법과 그 안정성에 관한 연구

한원식* | 배진수** | 박기정*** | 홍태기**** | 위광철*¹

*한서대학교 문화재보존과학연구소, **중앙문화재단연구원, ***서울역사박물관, ****한서대학교 화학과

Study on the Chemically Method of Epoxy Restoration Material in Antic Ceramics and Stabilization of Their Materials

Won-Sik Han* | Jin Soo Bae** | Gi-Jung Park*** | Tae-Kee Hong**** | Koang-Chul Wi*¹

*The Research Center of Conservation Science for Cultural Heritage, Hanseo University, Seosan, 356-706, Korea

**JungAng Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon, 305-500, Korea

***Seoul Museum of History, Seoul, 110-062, Korea

****Department of Chemistry, Hanseo University, Seosan, 356-706, Korea

¹Corresponding Author: kcwi@hanseo.ac.kr, +82-41-660-1043

초록 에폭시의 황변 현상은 도자기 복원재에 있어 항상 발생하는 문제로 알려져 있다. 이들의 재복원을 위해서는 반드시 이 에폭시의 제거가 선행되어야 하는 바, 본 논문에서는 이의 화학적인 제거법과 그 제거제의 특성들에 대하여 논의하고자 하였다. 이 논문에서 파손되어 에폭시로 복원된 다양한 형태의 도자기들에서 에폭시의 화학적 제거에 대하여 설명하였으며 디크로로메탄(Dichloromethane)과 Dichloromethane을 기초로 한 Dimethylformamide를 이용한 용액들이 나타내는 도자기 복원에 사용된 에폭시 제거법에 대하여 설명하였다. 이들 중, 특히 Dichloromethane + Dimethylformamide 용액을 이용할 경우, 색도의 변화, 광택도의 변화, 굽힘 강도의 변화, 무게의 변화, 표면도, 박리 시간에서 매우 우수한 결과를 나타내었다. 이것은 Dichloromethane의 에폭시에 대한 팽윤 성질과 Dimethylformamide의 연화성 증진의 결과로 Dichloromethane은 에폭시와 도자기의 경계면을 팽윤시켜 박리시키면서, Dimethylformamide가 에폭시 자체의 경도를 낮춤으로 매우 약한 내부 결합을 가진 도자기라도 안정한 박리가 가능한 결과로 보인다. 또 이 용액의 직접적인 적용을 위하여 국내 대학 박물관 소장 청화백자모란문 양념단지의 재복원시의 에폭시 제거제로 이용하였으며, 매우 안정된 박리 현상을 발견할 수 있어 추후, 이를 이용하여 재 복원될 도자기 유물에 실적용할 경우, 완벽하고 안전하게 에폭시를 제거함으로써 재복원될 에폭시 접착제의 제거에 충분히 이용이 가능할 것으로 사료된다.

중심어: 박리성, 에폭시 제거, 도자기, 가역성, 연화성

ABSTRACT The yellowing is always occurred phenomena in epoxy restoration material of antic-ceramics. For re-restoration of remains with epoxy restoration material, the epoxy elimination step is the first one in all course of restoration. In this paper, the chemically elimination treatments methods of epoxy in various antic-ceramics were discussed. We fabricated the epoxy elimination material for antic-ceramics restoration which were made up Dichloromethane and Dichloromethane based Dimethylformamide solution. Dichloromethane and Dichloromethane + Dimethylformamide mixture were applied to epoxy in various antic-ceramic sample. Particularly, Dichloromethane + Dimethylformamide

solution had the best result in variation of color change, gloss, vending strength, weight, exfoliation time test after deposition in this solution. Dichloromethane had the volume increase characteristics for epoxy material and Dimethylformamide had the mollification ones. So, Dichloromethane increased exfoliation in approximal surface of the epoxy material and antic ceramic, and Dimethylformamide decreased the surface hardness of epoxy. In this result, epoxy material even inside of ceramic that have very weak inside bonding is adaptable and stable eliminated. And in order to show the perfect elimination of this material, we successfully dissolve the epoxy restoration material in one antic pottery that is in one university museum's possession using this mixture. So, there is guarantee in the eternity and stabilization of restoration for antic-ceramics.

Key Words: Exfoliation, Elimination of epoxy, Antic-ceramics, Reversible property, Mollification

1. 서 론

출토시의 토기와 도자기는 대부분 오랜 매장 상태로 인하여 물리적, 화학적 피해를 입어 파손된 상태이거나, 완형으로 출토되었다고 하더라도, 매장 환경의 온도와 습도, 토압, 흡수된 토양 내의 다양한 이온들의 흡수로 도자기 자체의 재질이 약화된 상태이다. 이러한 이유로 다양한 방법의 보존 처리가 출토된 도자기에 이루어지며, 보존 처리가 완료되면 항온 항습 시설이 갖추어진 수장고 내에 보관된다. 출토된 도자기는 보존 처리 전에 도자기의 전체적인 상태를 파악한 후, 상태에 따라 가장 적절한 복원 방법을 택하여 보존 처리가 진행 된다¹. 복원 방법에는 이물질 제거, 강화 처리, 발생된 틈의 복원 및 접합, 표면의 색 맞춤 과정이 일반적인 과정으로 포함되며, 이 과정 중에 다양한 소재의 화학제품들이 이용되고 있다. 물론 이 보존 처리 과정 중에 사용되는 재료들은 모두 가역성이 있어야 하고, 이에 따라서 재 복원 시, 유물의 복원 과정 자체로 인한 피해가 없어야 하는 필요조건을 만족하여야만 한다². 강화처리제로는 Caparol binder, Golden, 수용성 Emulsion, Paraloid B-72, PSNY-6 등이 일반적으로 사용되며, 접합 및 복원 재료로는 석고, 아크릴수지, Cyanoacrylate 순간접착제, Epoxy 수지, 시멘트, Cemedine-C, Silicon 수지, 아교, 어교, Polyester 수지, Araldite (Rapid type) 등이 사용되고 있다³. 이 복원 재료들은 유기물, 무기물, 합성수지 등으로 분류할 수 있는데, 합성수지 중의 에폭시는 그 수축률, 접착성, 표면 안정성 등의 이유로 최근에 가장 많이 사용되는 복원 재료라 할 수 있다. 에폭시는 경화속도의 조절이 가능하고, 점도 조절이 가능하며 다양한 충전제를 포함할 수 있고 내수성, 내약품성, 내마모성 등의 기계적, 물리적, 화학적 우수성을 나타내고 있다⁴. 하지만 이 에폭시의 몇안되는 단점 중의 하나라 할 수 있는 황변성은 복원 후, 수장 환경에 따라 다르

겠지만, 수년에서 수 십년 내에 재복원해야만 하는 과정을 거치게 한다^{5,6}. 이 재 복원 과정 중에는 기 복원된 에폭시를 제거하는 과정이 포함되는데, 현재로서는 비가역성의 재료인 이 에폭시 복원재를 제거하기 위해, 열을 가한 후 소도구나 전동기기를 사용하여 제거하는 방법을 사용하고 있다^{7,8}. 하지만 이 과정 중에 도자기에 파손이 일어날 수 있으며, 에폭시 수지가 강한 접착력으로 인해 접합면의 도자기 편을 물고 나오거나 완전하게 제거되지 않아 재 접합 시 접합면이 맞지 않고, 경우에 따라서는 작은 유물의 복원 부위 일부를 소실시켜 더 많은 부위를 복원해야 하는 경우도 발생된다. 이러한 이유로 유물에 피해를 줄 수 있는 기존의 방법이 아닌 다른 방법으로 에폭시 수지를 제거할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요한 상태이다.

현재 비가역성 재료로 알려져 있는 에폭시의 제거 방법으로는 모재의 강도에 따라 차이 있지만, 유기 용매를 이용한 방법들이 일반적으로 연구되었으나, 모두 50℃ 이상의 가온이 필요한 상태이고 특히 Acetone, MEK, Toluene, Naphtha solvent와 같은 유기 용제의 경우, 모재에 강도를 약화시키면서도 이에 대한 제거 효율이 떨어지는 것으로 알려져 있었다. 가끔 일정 농도의 아세톤 수용액 내에 강한 모재를 3 ~ 4일간 침적시켜서 내수성이 약한 에폭시를 제거하는 방법도 현장에서는 사용하는 것으로 알려져 있으나 이와 같은 유기 용제를 이용한 유물 복원용 에폭시들은 (CDK 520[®], Araldite SV427+HV427[®], L30[®], L40[®], Araldite AY103+HY956[®], Araldite AW106 + HV953U[®], Epoxy putty[®], Epo-tek 301[®]) 그 제거성이 거의 없는 것으로 보인다.

이와 같은 이유로 본 연구에서는 기 복원된 비가역성의 에폭시 수지를 가장 안전하게 제거할 수 있는 방법을 모색하기 위하여 이미 다양하게 사용되고 있는 에폭시의 사용처들을 조사하였으며, 그중에서 가장 안정한 박리성을 갖는 것으로 알려져 있는 반도체 소자 중의 에폭시 박리제를

기준으로 하여 이를 분석하여 도자기의 박리에 가능하도록 조절함으로써 도자기 등에 기 복원된 다양한 에폭시의 제거를 목표로 이를 개발하고 그 특성을 연구하고자 하였다.

2. 실험

2.1. 시약 및 기기

기존의 에폭시 제거제는 에폭시 Stripper model SS-130을 S.M.E. 교역의 제품을 구매하여 이용하였으며, Dichloromethane (DCM)과 Dimethylformamide (DMF)는 Aldrich사의 제품을 구매하여 이용하였다. 박리 실험에 이용된 에폭시 복원재는 CDK520, Araldite SV427, L30, Araldite AY103, Epoxy putty의 5 종류를 선택하였고, 이외의 실험에 사용된 시약들은 모두 분석급 이상의 시약을 사용하였다. Stripper 분석에 사용된 I.R.은 Thermo-Fisher Scientific 사의 Nicolet 6700을 이용하여 분석하였으며 색도 측정은 Minolta사의 분광측색계 CM 2600d Model을 이용하였다. 광택도 측정은 TASC0 HORRIBA사의 Gloss meter IG- 320로 근 적외선 광을 사용하여 측정하였으며, 표면 상태의 관찰은 Leica사의 광학현미경 DM 4000M을 이용하였다. 무게 변화는 Ohaus사에 AR-2140 전자저울을 이용하여 0.01 g까지 측정하였으며, 꺾임 강도는 흥인 Universal machine을 이용하여 측정하였고 표면경도는 KS 규격이 기준되어 있지 않은 관계로 이를 측정하는 일반적인 방법인 Showa A형 및 D형의 측정법을 이용하여 측정하였다.

2.2. 토기 시편의 제작¹⁾

옹기토를 이용하여 제작한 시편은 소성 온도에 따라 연질 토기, 경질 토기, 도자기의 세 종류로 나누어 제작하였으며 시편의 크기는 $5 \times 5 \times 1 (\pm 0.3)$ cm로 제작하였다. 다져진 태토에 두께 1 cm로 떠내기를 하여 제단하였으며, 수분이 건조될 때까지 자연 건조한 후, 건조된 태토는 가스 가마를 이용하여 $600^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ 에서 구워 연질 토기 시편을 제작하였고, $900^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 에서 구워진 경질 토기 시편과 $900^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 에서 초벌구이를 하고 투명 유약을 도포하여 $1200^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 에서 재벌구이를 하여 도자기 시편을 제작하였다.

2.3. 에폭시 접착 시편의 제작

제작된 시편은 정사각형의 중간을 파단하여 파단면의

이물질들을 제거한 후, 선택된 Epoxy를 총량이 15 g이 되도록 하여 이를 초기 형태의 크기 $5 \times 5 \times 1 (\pm 0.3)$ cm로 복원하였다. CDK520, Araldite SV427, 에폭시 퍼티는 주제와 경화제를 1 : 1로 혼합하여 원액 그대로 이용하였으며 L30, Araldite AY103은 탈크를 혼합하여 페이스트 상태로 만들어 초기 형태로 복원하였다.

2.4. 에폭시 제거 실험 및 물성의 확인

제작된 에폭시 접착 시편은 각각 시편이 충분히 잠길 정도의 비이커에 Stripper를 넣고 침적시키거나, 고흡수성 수지를⁹⁾ 이용하여 Stripper를 흡수시켜 시편에 둘러 쌓은 후, 이를 완전 밀폐하여 시간 별로 복원된 에폭시 복원제의 제거성을 확인하였다. 침적 전후의 물성 확인을 위하여 광택도는 KS L2405 방법에 준하여 측정하였으며¹¹⁾, 꺾임강도도 KS L1591 방법에 준하여 3점 꺾임법을 이용하여 측정하였다¹²⁾. 표면 관찰은 광학현미경 Leica DM 4000M을 이용하여 100 배율로 시편의 표면을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

Epoxy Stripper SS-130은 I.R. 분석 결과 dichloromethane 임을 알 수 있었다. 이를 이용할 경우, 평균적으로 6 시간 이내에 모든 에폭시 복원재들이 원 토기 시편에서 박리되었다. CDK520의 경우, 파단면에 소량의 수지가 고착되어 있었으며, 연질 토기 시편 파단면의 편이 소량 떨어져 나왔다. Araldite SV427을 세 종류의 시편 모두 파단면이 손상되거나 수지가 고착되어 있지 않았다. L30과 Araldite AY103은 침적 후, 파단면에 소량의 수지가 고착되어 있었고, 연질, 경질 토기 시편 파단면의 편이 소량 떨어져 나왔다. 에폭시 퍼티 (epoxy putty)는 모두 제거되었으며 도자기 시편의 경우에는 3 시간 이내에 박리되었고 파단면은 수지가 고착되지 않고 깨끗한 상태로 박리되었다.

침적 전후의 토기 시편의 색도 변화를¹⁰⁾ Table 1에 나타내었다. 최고치와 최저치를 제외한 5 개의 시편의 평균값을 통해서 본 3 종류의 시편 모두에서 큰 차이를 보이지는 않았다. 연질 토기 시편에 경우, 색차 변화가 0.5, 경질 토기의 경우, 1.25, 도자기 시편의 경우는 1.4 미만으로 Stripper로 인한 색변화가 많이 일어나지는 않는 것을 알 수 있었다.

연질 토기, 경질 토기, 도자기 시편 표면에 대한 침적 전후의 광택 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. 평균적으로

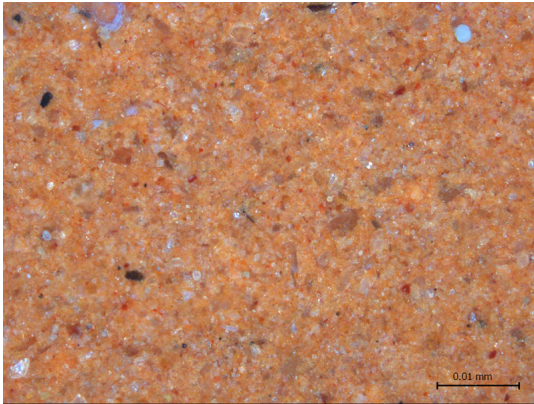


Figure 1. Surface of the sample before the deposition.

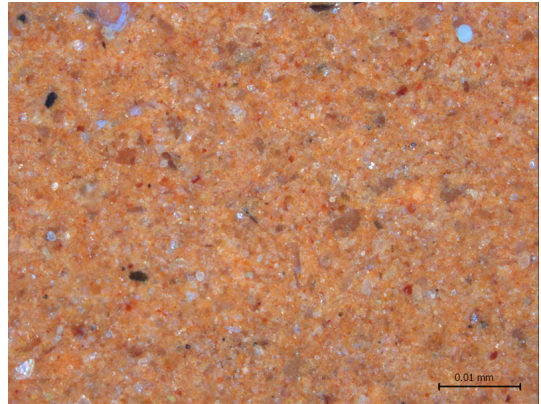


Figure 2. Surface of the sample after deposition.

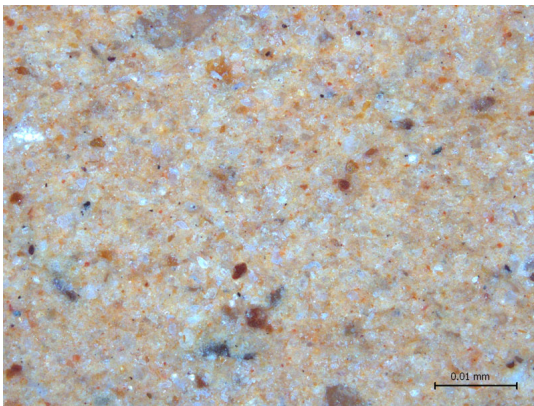


Figure 3. Surface of the sample before the deposition.

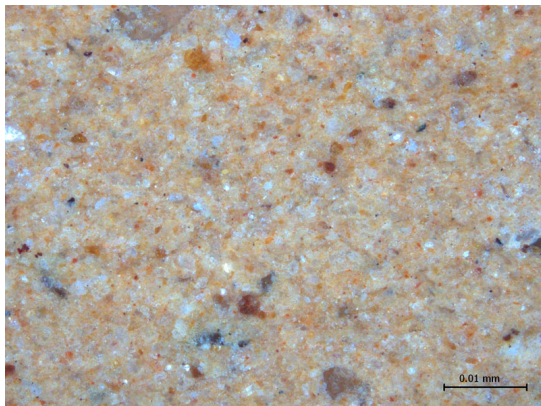


Figure 4. Surface of sample after deposition.

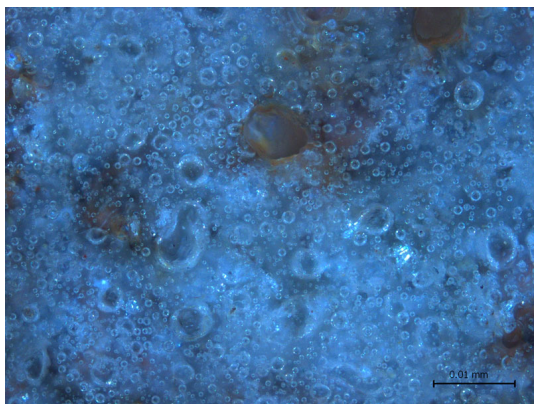


Figure 5. Surface of the sample before the deposition.

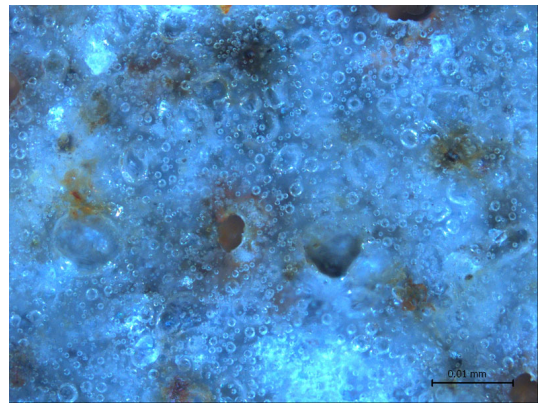


Figure 6. Surface of sample after deposition.

오차 범위가 0.1 미만으로 광택 변화가 없었으며, 이 Stripper로 인한 연질, 경질 토기 시편 표면과 도자기 시편의 유약층 광택에는 영향을 끼치지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

Stripper에 침적 전후의 무게 변화에 대하여 Table 3에 나타내었다. 24 시간, 48 시간의 두 시간대로 측정되었으며, 이 역시 거의 변화가 없는 결과만을 나타내는 것을 알



Figure 7. Sample and high absorption polymer.



Figure 8. Wrapping with high absorption polymer.



Figure 9. Wrapping with vinyl polymer.



Figure 10. Separation state after 24hr.

수 있었다.

같은 크기의 연질 토기, 경질 토기, 도자기 시편, 각 5 개씩이 나타내는 꺾임 강도의 평균값을 Table 4에 나타내었다. 연질 토기와 도자기의 경우, 침적 전과 후의 강도 변화는 크게 변하지 않은 것을 확인할 수 있었지만 경질 토기의 경우, 강도 변화가 약 20% 정도 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 경질의 토기가 연질의 토기보다는 상대적으로 강한 결합을 갖고 있어 큰 꺾임강도는 가지고 있지만, Stripper가 흡수될 수 있는 공극이 비교적 많고, 이의 흡수로 인하여 결합 구조가 약해지는 결과로 보이며, 이 보다 더 높은 온도에서 소성된 도자기의 경우에는 Stripper의 흡수도가 약해서 많은 꺾임강도의 차이를 나타내지 않는 결과로 보인다.

연질 토기, 경질 토기, 도자기의 시편 표면을 100 배율로 관찰하여 Stripper 침적 전과 후의 표면을 비교한 결과를 Figure 1 ~ 6에 나타내었다. 세 종류 모두 표면을 확인한

결과, 큰 변화는 일어나지 않았으며, 표면에 박락 및 균열 등의 손상이 발견되지 않았고 이물질이 남아있지 않은 것을 확인할 수 있었다.

Stripper가 흡수된 고흡수성 수지를 이용하여, 에폭시 복원재들로 복원된 연질 토기, 경질 토기, 도자기 시편을 감싸 밀봉하였다 (Figure 7 ~ 9). 24 시간 경과 후에 확인한 결과, Figure 10에 나타난 것처럼, 침착한 결과와 같이 원 시편과 복원된 수지가 분리된 것을 확인할 수 있었다. 이러한 방법을 토대로 부피가 큰 유물에 경우, 부분적으로 에폭시 수지를 박리하거나 침적이 불가능한 경우에 적용하여 사용할 수 있는 방법으로 보인다.

이들의 결과로 보아, 기존의 Stripper (DCM)를 이용할 경우, 도자기 복원제인 에폭시를 안정하게 제거할 수 있는 것으로 보이지만, 이들은 전체적으로 최고 11%의 팽윤성을 나타내고 있어, 복원된 에폭시가 팽윤하면서 접착면과 박리되는 효과로 보인다. 즉, 이 재료들은 단지 에폭시를

Table 1. Variation of chromaticity (ΔE_{ab}^*) of ceramics before and after the deposition in Stripper.

earthenware	before the deposition	after deposition
software	16.6	17.1
hardware	4.27	5.52
stoneware	30.5	29.1

Table 3. Variation of weight of three ceramics before and after the deposition in Stripper(g).

	before the deposition	after 24 h	after 48 h
software	66.73	66.91	66.76
hardware	81.76	82.19	81.81
stoneware	77.96	77.96	77.96

팽윤시키는 역할을 하게 됨으로 내부에 깊숙이 침투된 에폭시의 경우, 이들이 팽윤하면서 접착면과 박리는 가능하나, 이들의 급속한 부피 증가로 접합 부분이 서로 맞물려 팽창 시에 파손될 우려가 있는 것으로 보인다.

이렇게 팽윤성을 갖는 DCM Stripper를 이용하여 안정하게 도자기 구조를 파괴하지 않으면서 유물에 기 복원된 에폭시를 제거할 수 있는 방법은 기존의 팽윤성에 연화성을 일부 부여함으로써 이들이 접촉면과 팽윤되어 박리되더라도 도자기의 구조에 물리적 영향을 주지 않는 과정이 필요한 것으로 보인다. 에폭시에 대하여 연화성이 있는 물질을 첨가하여야 안정한 제거가 가능할 것으로 보이며, 이를 위하여 DMF를 DCM에 첨가하여 첨가비를 9 : 1에서 6 : 4 까지로 제조할 경우, 팽윤시 연화성이 매우 증가하는 것을 알 수 있었다. 이들 중에 DCM : DMF의 비율이 8.2 : 1.8에서 7.8 : 2.2까지의 비율을 갖는 용액의 경우 팽윤성을 그대로 유지하면서도 연화성이 증가되어 도자기 내부에 안정성에 문제가 없는 결과를 나타내고 있었다. 특히, 이 재료들의 물리적 특성들을 기존의 Stripper와 비교하여 볼 때, 매우 향상된 결과들을 나타내고 있다. DCM : DMF의 비율이 8.0 : 2.0을 기준하여 볼 때, 색변화는 연질 토기가 + 0.50, 경질 토기가 + 1.01, 도자기 시편이 - 0.70의 색도 변화(ΔE_{ab}^*)를 나타내고 있어, 기존의 DCM 만을 사용한 Stripper와 비교하여 작은 변화만을 나타내고, 광택도에서도 연질 경질 도자기 시편에서 모두 변화가 없는 값을 나타내어 기존의 DCM Stripper와 비교하여 차이를 보이지 않았다 (연질 0.9, 경질, 1.3, 도자기 8.0). 침적 전후의 무게 변화는 연질, 경질, 도자기에서 24 시간 (연질 66.73 g → 66.90 g, 경질 81.76 g → 81.94 g, 도자기 77.96 g → 77.96 g)

Table 2. Variation of gloss of three ceramics before and after the deposition in Stripper.

earthenware	before the deposition	after deposition
software	0.9	0.9
hardware	1.3	1.3
stoneware	8.0	8.0

Table 4. Variation of bending strength of three ceramics before and after the deposition in Stripper (MPa).

earthenware	before the deposition	after deposition
software	7.6	6.6
hardware	215.6	169.6
stoneware	246.6	248.6

과 48 시간의 결과에서 (연질 66.73 g → 66.91 g, 경질 81.76 g → 81.90 g, 도자기 77.96 g → 77.96 g), 기존의 DCM Stripper와 차이를 보이지 않고 있었다. 굽힘 강도의 경우에 기존의 DCM Stripper와 비교하여 연질과 도자기에서는 비슷한 결과를 보이고 있으나, 경질 토기에서는 DCM Stripper를 사용하였을 때 보다, 굽힘 강도가 매우 향상된 결과를 나타내고 있었다 (연질 7.1 MPa, 경질 217.5 MPa, 도자기 244.6 MPa). 이들은 연질의 경우 - 0.50, 도자기의 경우 + 1.90, 경질의 경우 -2.00의 차이만을 보이고 있어 경질 토기에서도 DCM만을 이용한 Stripper에 비하여 매우 안정한 굽힘 강도를 나타내는 것으로 보인다.

또, 기존의 DCM Stripper와 새로운 DCM + DMF의 혼합 용액의 현격한 차이는 표면 경도로, 기존의 Stripper의 경도에 비하여 매우 작은 표면 경도값을 나타내어, DMF의

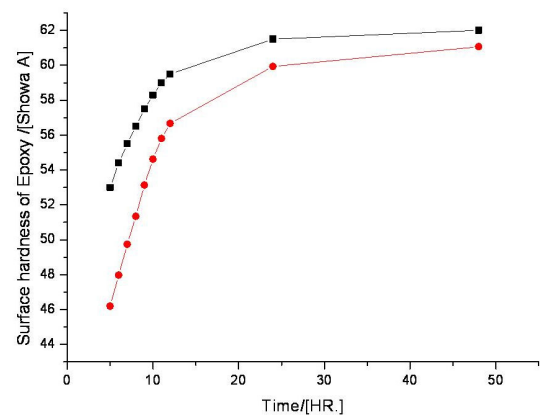


Figure 11. Variation of surface hardness of epoxy. -■-;DCM, -●-;DCM + DMF.

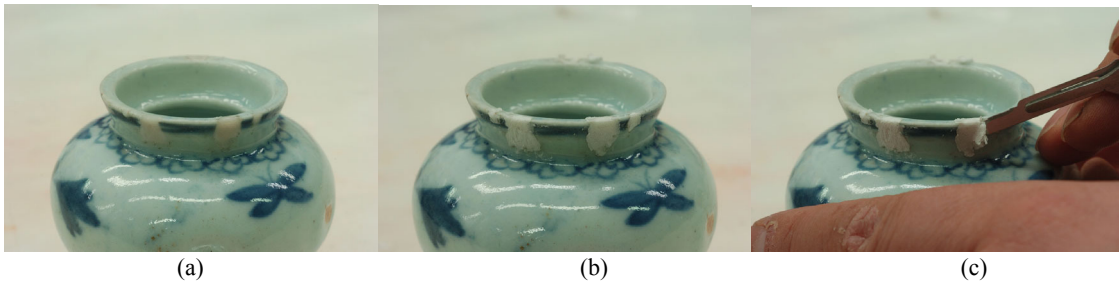


Figure 12. Elimination of epoxy restoration material in re-restoration process of the antic pottery. a) original state of antic pottery, b) state of after deposition in DCM and DMF (8.0 : 2.0) solution, c) elimination of epoxy with a scalpel.

첨가로 인한 연화성의 증가가 나타나는 것으로 보인다 (Figure 11).

이 결과로 파단면에서 토기 시편을 가장 많이 손상시켰던 CDK520과 같은 에폭시 복원재도 연화성이 증진된 새로운 DCM + DMF의 혼합 용액을 사용할 경우에는 파단면의 시편 조각을 현미경 상으로도 발견할 수 없었다. 이외의 표면도의 변화와 부피 변화도 기존의 DCM의 결과와 같이 차이가 없는 결과를 나타내고 있었으며 박리 시간에서는 약 최고 1 시간 정도의 차이만을 나타내고 있어 DCM Stripper에 비하여 매우 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

이렇게 제조된 DCM + DMF (8.0 : 2.0)의 혼합 용액을 이용하여, 국내 대학 박물관 소장 청화백자모란문 양념단지처럼 재복원시에 에폭시를 제거하여야 하는 경우의 결과를 Figure 12에 나타내었다. 이들은 이 혼합 용액에서 약 6시간 정도 침적되었으며, 침적 후에 간단한 복원 도구로도 매우 쉽게 제거되어 재 복원과정이 단순하게 이루어짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

에폭시의 황변 현상은 그 시간의 차이는 있지만, 반드시 발생하는 단점으로 알려져 있으며, 에폭시를 유물 복원에 이용하였을 경우, 이의 재복원을 위해서는 대부분의 경우에서 이 에폭시의 제거가 선행되어야 하는 바, 이의 제거법과 그 제거제의 특성들에 대하여 연구하고자 하였다. 특히, 토기와 도자기의 경우, 지난 수년간 복원용 재료로 에폭시를 주로 이용하였으며, 가역성이 없는 이 에폭시의 재복원을 위해 위험성이 있었던 기존의 물리적인 제거 방법에서 탈피하여 DCM과 DCM + DMF 혼합 용액을 이용한 화학적인 제거 방법을 이용하고자 하였다. 이들을 이용한 에폭시 제거 방법은 매우 안정된 결과들을 나타냈으며, 이들을 이용할 경우, 평균적으로 7 시간 이내에서 모든 에폭시 복

원재들이 원 토기 시편에서 박리되었다. 특히, DCM과 DMF 혼합 용액을 이용하였을 경우, 우수한 박리성을 나타내어 파단면에서 에폭시나 시편의 잔유 없이 완벽한 에폭시의 제거가 가능하였다. 이 용액에 침적된 전후의 시편에서의 색도의 변화, 광택도의 변화, 굽힘 강도의 변화, 무게의 변화, 표면도, 박리 시간에서 거의 차이가 없이 완벽한 박리가 가능하였으며, 고흡수성 수지를 이용한 복원제의 복원도 가능하여 용액 내의 침적이 불가능한 유물의 복원 또한 가능한 것으로 보인다. 특히, 기존의 DCM Stripper의 경우 최고 11%의 팽윤성을 나타내면서 팽윤으로 인한 파단면에서의 박리가 나타나고 있어 도자기 내부가 복원된 에폭시의 경우에는 이들의 급속한 부피 증가로 접합된 부위의 일부 도자기가 파괴되는 결과를 나타낼 수 있는 것으로 보였으나, DCM : DMF의 비율이 8.2 : 1.8에서 7.8 : 2.2까지의 비율을 갖는 용액의 경우, 그 팽윤성을 유지하면서도 연화성이 증가되어 에폭시의 표면 팽윤에도 도자기 내부에 안정성에 문제가 없는 결과를 나타내고 있었다. 이들은 기존의 DCM Stripper의 경도와 비교하여 매우 작은 표면 경도를 나타내므로 에폭시의 연화성을 증가시킨 결과를 보이고 있었으며, 이로 인한 에폭시 복원제의 제거에 안정성이 더해진 것으로 보인다. 또 이를 이용하여 국내 대학 박물관 소장 청화백자모란문 양념단지의 재복원시의 에폭시 제거제로 이용하였으며 매우 안정된 박리 현상을 발견할 수 있어 추후, 이를 이용하여 재 복원될 도자기 유물에 실적용할 경우, 완벽하고 안전하게 에폭시를 제거함으로써 재복원될 에폭시 접착제의 제거에 충분히 이용이 가능할 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 지원으로 한

국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2008-359-C00001)이며, 이에 감사합니다.

참고문헌

1. 김영선, "석탄회의 첨가에 따른 도자기의 소결현상 및 특성 연구". *충북대학교 박사학위논문*, p9-11, (2009).
2. 박기정, "삼천사지 출토 도자기의 보존 및 연구". *서울역사 박물관 문화재보존연구*, 4, p15-30, (2007).
3. 양필승, "도자기복원재료연구". *서울역사박물관, 문화재 보존연구*, 2, p35-39, (2005).
4. 김박윤, "에폭시 樹脂 플라스틱 재료강좌(1)". *대광서림*, p13-16, (2000).
5. 김금미, "유구 이전용 Epoxy Polymer의 내후 영향성에 관한 연구". *한서대학교 석사학위논문*, p10-13, (2008).
6. 이해순, 황현성, "보존과 복원의 세계-토기 자기". *국립중앙박물관 보존과학팀*, p72, (2007).
7. 이오희, "문화재 보존과학". *주류성*, p207-208, (2008).
8. 김사덕, 김순관, 김창석, 홍정기, 강대일, 이명희, "석조문화재 에폭시수지 개발 시험 연구". *국립문화재연구소 보존과학연구*, 20, p152-153, (1999).
9. 임두원, "나트륨 황산 PVA를 삽입한 아크릴산계 고흡수성 수지의 합성과 성질". *서울대학교 대학원*, (2008).
10. KS method A0066 한국기술표준원, 물체색의 측정방법.
11. KS L method 2405 한국기술표준원, 거울면 광택도 측정방법.
12. KS L method 1591 한국기술표준원, 파인세라믹스-단일체 세라믹스의 상온 꺾임강도 시험방법.