

## 옷을 활용한 토기 복원용 천연 접착재료의 특성 연구

정세리 · 김은경 · 유재은<sup>†</sup>

국립문화재연구소 복원기술연구실  
(2011년 10월 17일 접수, 2011년 11월 30일 수정, 2011년 12월 5일 채택)

### Study on Properties of Natural Adhesives with Lacquer for Ceramic Conservation

Se Ri Jeong, Eun Kyung Kim, and Jae Eun Yu<sup>†</sup>

Restoration Technology Division, National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon 305-380, Korea  
(Received October 17, 2011; Revised November 30, 2011; Accepted December 5, 2011)

**요약:** 각종 산이나 알칼리에 부식되지 않고 내열성 및 방수, 방부, 방충 등에도 뛰어난 성질을 지니고 있는 천연수지인 옷을 토기 복원을 위한 접착제로 활용하기 위해 특성연구를 진행하였다. 옷의 경화조건인 고습(RH 75~85%) 또는 고온(120~170°C)이 아닌 일반적인 환경에서 접착제로 활용하기 위해 생칠에 어교 및 아교를 일정 비율로 첨가하였으며, 혼합 비율별 점도와 건조시간을 측정하고 인장강도 및 접착력 측정을 통해 적용가능성을 검토하였다. 실험 결과 생칠에 교(膠)를 첨가함으로써 상온, RH 50 ± 5%의 환경에서 건조가 가능하였고 어교보다 아교를 첨가한 시료에서 건조시간이 더 빠른 것으로 나타났다. 또한 교를 첨가함으로써 생칠보다 접착력이 더 증가하였다. 향후 토기 유물의 적용성 및 내후성에 대한 검증이 이루어진다면 친환경적인 전통접착제를 활용한 유물의 접합복원이 가능할 것으로 판단된다.

**Abstract:** The characteristics of natural resin, sap of the lacquer tree were examined as an adhesive for the ceramic conservation since it has such outstanding properties like corrosion resistance against acid and alkali, heat-resistance, waterproof, antiseptic and protection against insects. In order to utilize raw lacquer as an adhesive not under the hardening conditions of lacquer like high humidity (RH 75 to 85%) and high temperature (120 to 170°C), but under normal condition, isinglass and animal glue were added to raw lacquer at certain ratio. In addition, the viscosity and the drying time were measured and their possibilities of application were also investigated through measurement of tensile and adhesive strength. As a result of experiment, it was possible to dry at room temperature and RH 50 ± 5% to mix with raw lacquer and glue, and the drying time of sample with animal glue was faster than that of isinglass. Furthermore, the adhesion of sample with glue was increased more than raw lacquer. It seems to be possible to use the environmental friendly traditional adhesive for the ceramic conservation and restoration, if there are studies or examinations of safety of applications on objects and weathering resistance.

**Keywords:** natural adhesives, ceramic conservation, raw lacquer, isinglass, animal glue

## 1. 서 론

도토기 유물의 수리복원 역사는 전통적인 수리방법을 이용해 실생활에서 활용 가능한 재료들을 사용하던 방식에서 새로운 재료의 도입과 다양한 처리기법의 시

도까지 발전을 거듭하여 왔으며, 현대에는 보존 규범에 입각한 처리방법과 도토기 유물에 비교적 안전한 검증된 합성수지를 적용하여 수리복원이 이루어지고 있다[1].

합성수지가 개발되기 전 우리 선조들이 일상생활에서 접착제로 사용하던 천연재료는 고문헌에 기록이 잘 남아 있다. 깨진 토기나 자기, 기와를 옷이나 역청, 나무껍

<sup>†</sup>Corresponding author: Jae Eun Yu (yje62@hotmail.com)

질, 계란 등을 이용하여 붙였다는 기록이 있으며, 실제로 옷을 접착제로 활용한 사례가 평택 대추리 유적 출토 원삼국시대 대형용에 사용된 접착재료 연구에서 확인된 바 있다[2]. 이와 같은 전통방식을 응용하여 천연 재료로 접착제를 만들어 사용한다면 인체에 유해한 합성 접착제에 비해 친환경적인 물질이 될 수 있을 것이다[3]. 이러한 점에서 각종 산이나 알칼리에 부식되지 않고 내열성 및 방수, 방부, 방충 등에도 뛰어난 성질을 지니고 있는 천연수지인 옷을 활용하여 토기 복원을 위한 접착제로서의 가능성을 검토해보고자 하였다.

옷나무는 옷나무 과에 속하는 낙엽활엽수 교목으로 중앙아시아 고원지대가 원산지이며 한국, 일본, 중국, 베트남, 대만 등 아시아 지역에 분포 자생하고 있다.

옷나무에서 바로 채취한 옷을 생칠이라 하며 여과와 정제과정을 거쳐 정제칠, 흑칠, 투명칠, 색칠 등 여러 종류의 칠로 정제 가공하여 사용한다. 생칠은 수분이 25~30% 정도이며, 정제칠은 수분을 증발시켜 3~5%로 줄인 것이다[4]. 옷은 소수성 물질인 우루시올 60~70%와 친수성인 수분 25~30%, 다당류와 효소 5~7%, 당단백(합질소물질) 2~5% 등이 혼합된 에멀전으로 생산하는 시기와 지역에 따라 조성이 조금씩 다르다[5].

옷의 일반적인 경화 방법은 상온경화와 고온경화가 있다. 상온경화는 효소 및 산소에 의하여 우루시올이 경화한 것이며, 고온경화는 우루시올이 산소에 의해 중합되는데 열이 중합반응 속도를 빠르게 함으로써 경화하는 것이다. 옷의 상온경화는 온도 25~30°C와 RH 75~85%의 높은 습도 조건하에서 건조한다고 알려져 있다. 고온 경화는 120~170°C 정도의 높은 온도에서 단시간에 칠을 경화시키는 방법으로 가열을 통해 수분을 완전히 증발시키는 방법이다[6]. 이와 같은 건조조건 때문에 옷이 뛰어난 물성을 지니고 있음에도 불구하고 환경에 민감한 유물에 적용하는 것은 쉽지 않은 일이다. 따라서 이러한 점을 보완하기 위해 생칠에 어교 및 아교를 첨가함으로써 상온, RH 50 ± 5%의 환경에서 접착제로서 적용가능성을 검토해보고자 하였다.

이에 본 연구에서는 생칠에 어교 및 아교를 일정 비율로 혼합하여 혼합비율별 점도와 건조시간을 측정하고, 인장강도 및 접착력 측정을 통해 토기 유물 복원 시 천연 접착제의 적용가능성을 제시해보고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1. 실험재료 및 시료제작

실험에 사용된 옷은 강원도 원주군 지역에서 재배된 옷나무에서 채취한 생칠이다(Figure 1). 어교는 건조된 물고기 부레로 국공원을 통해 구입하였으며 아교는 시장에서 판매되는 일본산 막대 아교를 사용하였다(Figure 2).



Figure 1. Raw lacquer.



Figure 2. Animal glue and isinglass.

어교 및 아교는 중탕하여 사용하는데 문화재 보존처리에서 사용되고 있는 어교나 아교의 농도는 활용 용도에 따라 교와 물의 비율을 조절하여 사용하고 있다. 본 실험에서는 어교와 아교가 물에 잠기어 충분히 용해될 수 있는 비율에서 최대 10배까지의 무게 비를 기준으로 하여 실험을 진행하였다. 어교는 건조된 부레와 물을 각각 1 : 4, 1 : 7, 1 : 10의 비율로 계량하여 8 h 동안 60~70°C에서 중탕하였으며 완성된 부레풀을 거르기로 걸러내어 부레 찌꺼기를 제거한 후 사용하였다. 막대 아교는 적당한 크기로 절단하여 아교와 물을 각각 1 : 4, 1 : 7, 1 : 10의 비율로 계량하여 하루 동안 물에 불린 후 60~70°C에서 중탕하여 사용하였다.

중탕이 완료된 어교와 아교는 생칠과 혼합하여 실험 시료를 제작하였는데, 생칠과 교의 혼합비율은 9 : 1, 8 : 2, 7 : 3으로 하였다. 이는 옷에 첨가되는 양이 많을수록 옷의 질과 특성이 저하되기 때문에 일반적으로 옷의 10~40% 정도로만 혼합하는 것이 적절하다고 알

려져 있어 첨가되는 어교 및 아교의 양을 30%까지로 제한하였다.

**2.2. 점도**

점도 측정에 사용된 기기는 VM-10A (CBC 社)로 Probe가 잠기기만 하면 점도가 디지털로 표시되는 진동식 점도계이다. 측정 가능한 범위별로 L, M, MH, H까지 단계별로 있으며, L은 0.4~1,000 mPa·s, M은 10~5,000 mPa·s, MH는 500~30,000 mPa·s, H는 10,000~500,000 mPa·s 범위까지 측정가능하다. 본 연구에서는 MH단계의 Probe를 이용하여 생칠과 교의 혼합 비율별 점도를 측정하였으며 3회 측정하여 평균값을 내었다.

**2.3. 건조시간**

시료의 도막을 얻기 위하여 슬라이드 글라스에 각각 0.2 g의 시료를 얇게 도포하여 시편을 제작하였다. KS M 5000에 의거하여 상온 25 ± 2°C, RH 50 ± 5%에서 도막 시편을 건조하면서 일정한 시간에 따라 경화상태를 확인하였다. 경화등급은 손가락 끝을 도막 표면에 대었을 때 접착성은 있으나 도료가 손끝에 묻어나지 않는 지촉건조(set to touch)와 도막 면에 손끝이 닿는 부분이 약 1.5 cm가 되도록 가볍게 눌렀을 때 도막 면에 지문 자국이 남지 않는 고착건조(tack free), 손톱이나 칼끝으로 긁었을 때 흠이 잘 나지 않는 상태인 완전 건조(full hardness)를 기준으로 하여 측정하였다.

**2.4. 인장강도**

만능재료시험기(INSTRON 社)를 이용하여 측정하였으며, 피착재는 약 100 × 30 × 3 (mm) 크기의 600°C에서 구운 연질토기와 1,100°C에서 구운 경질토기를 사용하였다. 피착재의 중간지점을 절단하여 접합한 후 1주일 동안 건조시켜 측정하였으며, cross-head speed를 20 mm/min으로 하였다.

**2.5. 접착력**

자동 접착력 측정기인 Automatic Adhesion Tester (PosiTest 社)는 물질 표면 코팅막의 부착력을 측정하는 기기로 코팅막에 접착제로 dolly를 부착한 후 전동식 유압 펌프로 압력을 가해 dolly가 떨어지는 힘을 측정하여 부착력을 측정하는 기기이다[7]. 사용된 dolly의 크기별로 자동으로 부착력이 측정되는데 본 실험에서는 가장 일반적으로 사용되는 20 mm dolly를 사용하였다. dolly에 시료를 0.2 g씩 일정량 퍼 바른 후 토기 기판에 부착하고 1주일 동안 건조시켜 자체 접착력을 측정하였다(Figure 3).

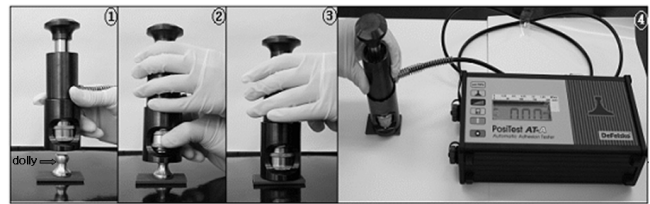


Figure 3. Adhesion tester (①→④).

**3. 결과 및 고찰**

**3.1. 점도**

생칠의 점도는 0.75 Pa·s이며 생칠과 교를 혼합한 시료들의 점도가 생칠의 점도보다 높아짐을 확인할 수 있다. 또한 생칠에 교의 첨가 비율이 높아질수록 점도가 높아지며, 생칠과 교의 같은 혼합비율에서 비교했을 때 교의 농도가 묽게 제작된 것 일수록 점도가 낮게 측정되었다(Figures 4, 5). 어교와 아교를 비교해보면 같은 비율로 제작하여 같은 비율로 옷과 혼합하였을 때 어교가 아교보다 더 높은 점도를 보였다. 점도가 가장 높은 것은 농도가 진한 1 : 4로 만든 어교를 생칠과 7 : 3으로 혼합한 시료이며, 점도가 가장 낮은 것은 농도가 묽은 1 : 10으로 만든 아교를 생칠과 9 : 1로 혼합한 시료이다.

교의 묽기와 생칠에 교를 첨가한 비율에 따라 일정한 경향성을 보이며 모든 시료에서 생칠보다 점도가 더 증가하였다. 점도가 증가함으로써 옷을 접착제로 사용할 때 점도가 낮으면 접착제가 접합면 밖으로 흘러내려 유물을 훼손시킬 수 있는 문제점을 보완해 줄 수 있을 것이다. 또한 보존처리를 할 때 접착제의 점도가 너무 높으면 안료나 다른 첨가제를 혼합 시 빠르게 경화반응이 진행되거나 배합에 어려움이 있을 수 있으나 이번 연구에서 제한한 범위인 교의 첨가량 30% 이내에서는 큰 무리가 없을 것으로 보인다.

**3.2. 건조시간**

건조시간은 유물 접합 시 접합시간과 관련되는 중요한 요인으로 옷의 건조조건인 고온(120~170°C)이나 고습(RH 75~85%)이 아닌 일반적인 실험실 환경조건에서 건조가 가능한지 확인하고자 하였으며 제작된 시료별로 건조시간을 측정하였다.

생칠은 본 실험의 환경조건(상온, RH 50 ± 5%)에서 일주일 이 지난 후에도 건조되지 않았지만 생칠에 교를 혼합한 시편은 일정 시간이 지나자 건조가 이루어졌다. 교의 농도가 진하고 생칠에 첨가되는 교의 비율이 증가할수록 건조속도가 빠른 것으로 나타났다. 또한 생칠에 아교를 첨가한 시료가 생칠에 어교를 첨가한 시료에 비해 경화반응이 빠르게 진행되는 것을 확인하

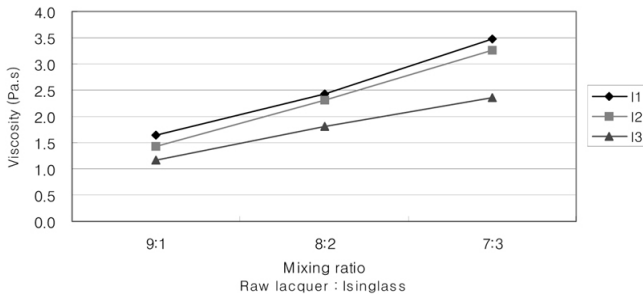


Figure 4. Viscosity of raw lacquer with isinglass.

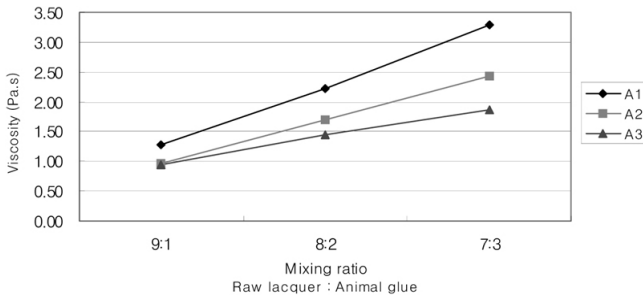


Figure 5. Viscosity of raw lacquer with animal glue.

였다. 생칠에 아교를 혼합한 시편은 공기와 접촉 시 검게 산화되는데 반해 어교를 혼합한 시편은 도포 직후에도 한동안 색변화가 느리게 진행되는 것을 확인하였다.

일정한 시간에 따라 건조 상태를 확인한 결과 생칠에 어교를 혼합한 시편은 도포 후 24 h부터 건조가 되어 완전건조하기까지 72 h이 걸렸고, 아교를 혼합한 시편은 2 h이 경과한 후부터 건조가 시작되어 24 h만에 완전건조 하였다(Table 1). 생칠에 어교를 혼합한 시편은 매끄럽게 경화된 것에 비해 아교를 혼합한 시편은 빠른 건조속도로 인해 표면에 주름이 생성되었다(Figures 6, 7). 일반적으로 옷의 경화는 우루시올의 산화를 통한 고분자의 가교결합, 효소의 산화적 결합반응, 결사슬의 산화에 의한 경화 반응 등으로 설명할 수 있다[8-10]. 옷은 공기 중에 노출되면 점점 짙은 색으로 변하면서 수분의 증발과 함께 건조되기 시작하며 주성분인 우루시올이 효소반응에 의하여 3차원 구조의 고분자 도막을 형성하며 경화한다[11,12]. 효소인 락카아제가 공기 중의 산소와 접촉하여 표면에서부터 지속적인 경화가 진행되는데 도막 내부의 증합구조가 충분히 발달하지 않은 상태에서 건조가 진행되면 산소와 접촉하는 도막의 표면에만 치밀한 구조가 생성되어 본 시편과 같이 표면에 주름이 나타나게 된다.

생칠에 교를 첨가함으로써 상온, RH 50 ± 5% 환경 조건에서 건조가 가능해졌고 시료별로 약간의 차이는 있지만 교를 첨가하지 않은 생칠보다 건조시간을 단축할 수 있음을 확인하였다. 점도는 어교를 첨가한 시료

Table 1. Drying time of samples

No.	Lacquer	Glue	Mix ratio (Lacquer : Glue)	Full hardness time (h)	
R		-	-	-	
1	Raw lacquer (R)	Isinglass (I)	9 : 1	72	
2			1 : 4 (I1)	48	
3			7 : 3	30	
4		Isinglass (I)	9 : 1	72	
5			1 : 7 (I2)	48	
6			7 : 3	30	
7		Isinglass (I)	9 : 1	72	
8			1 : 10 (I3)	48	
9			7 : 3	30	
10		Animal glue (A)	1 : 4 (A1)	9 : 1	24
11				8 : 2	4
12				7 : 3	2
13			1 : 7 (A2)	9 : 1	24
14				8 : 2	6
15				7 : 3	2
16		1 : 10 (A3)	9 : 1	24	
17			8 : 2	6	
18			7 : 3	4	

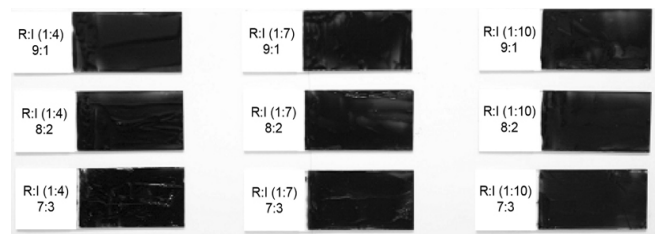


Figure 6. Films of raw lacquer with isinglass after drying 24 h.

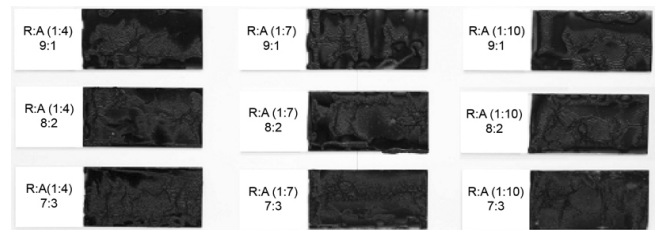


Figure 7. Films of raw lacquer with animal glue after drying 24 h.

가 더 높지만 건조시간은 아교를 첨가한 시료에서 더 빠른 것으로 나타났다.

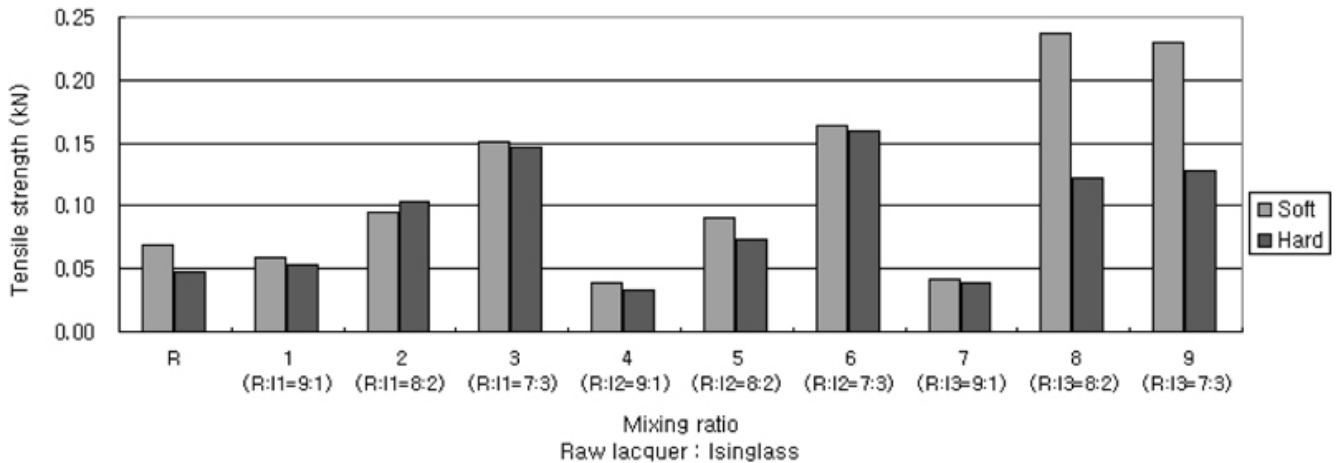


Figure 8. Tensile strength of raw lacquer with isinglass.

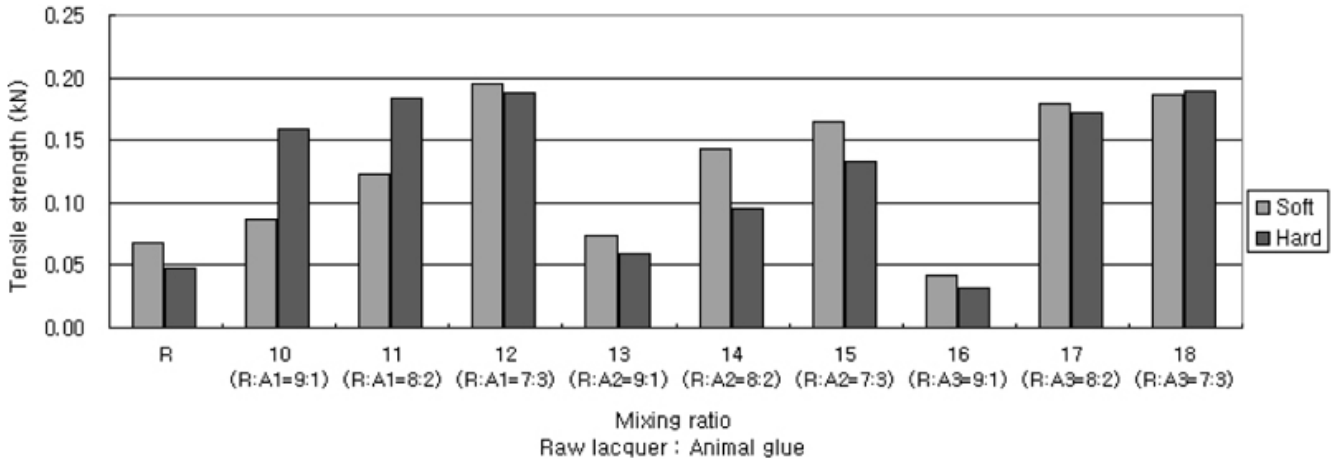


Figure 9. Tensile strength of raw lacquer with animal glue.

### 3.3. 인장강도

제작된 시료를 이용하여 토기를 접합하였을 때 접착강도가 어느 정도인지 측정하기 위해 인장강도 시험을 하였다. 측정 결과 연질토기에서 생칠의 인장강도는 0.068 kN, 경질토기에서는 0.047 kN으로 측정되었다. 생칠과 교의 혼합비율이 9 : 1인 시편은 교를 혼합하지 않은 생칠보다 더 낮거나 비슷한 인장강도를 보였으며, 생칠에 교의 첨가비율이 높아질수록 인장강도는 증가하는 경향을 나타내었다(Figures 8, 9). 교의 첨가비율이 10%일 때 교를 첨가하지 않은 생칠과 큰 차이가 없거나 더 낮은 인장강도를 보이므로 생칠보다 더 강한 접착강도를 갖기 위해서는 10% 이상의 교를 첨가해야 할 것으로 생각된다. 또한 경질토기 시편보다 연질토기 시편에서 대부분 더 강한 인장강도를 보였다.

어교와 아교를 비교해보면 같은 비율로 제작하여 같

은 비율로 생칠과 혼합하였을 때 대체로 아교가 어교보다 더 높은 인장강도를 보이긴 하나 시편마다 차이가 있어 추가 실험이 보완되어야 할 것으로 생각된다.

### 3.4. 접착력

접착강도 측정의 또 다른 방법으로 자동 접착력 측정기를 이용하여 시료별 자체 접착력을 측정하였다. 측정 결과 생칠의 접착력 0.23 MPa에 비해 교를 첨가한 시편은  $0.9 \pm 0.1$  MPa로 증가하였음을 확인할 수 있다(Figure 10). 교의 첨가비율별로 큰 차이는 없으나 무게 제작된 교(1 : 10)에서 접착력이 약간 감소하였다. 또한 어교가 아교보다 조금 더 높은 접착력을 보이고 있지만 그 차이는 0.04~0.1 MPa로 미비한 차이이다. 앞선 인장강도 측정 결과에서는 교의 첨가비율이 10%일 때 가장 낮은 접착강도를 보였지만 자동 접착력 측정기로 측정한

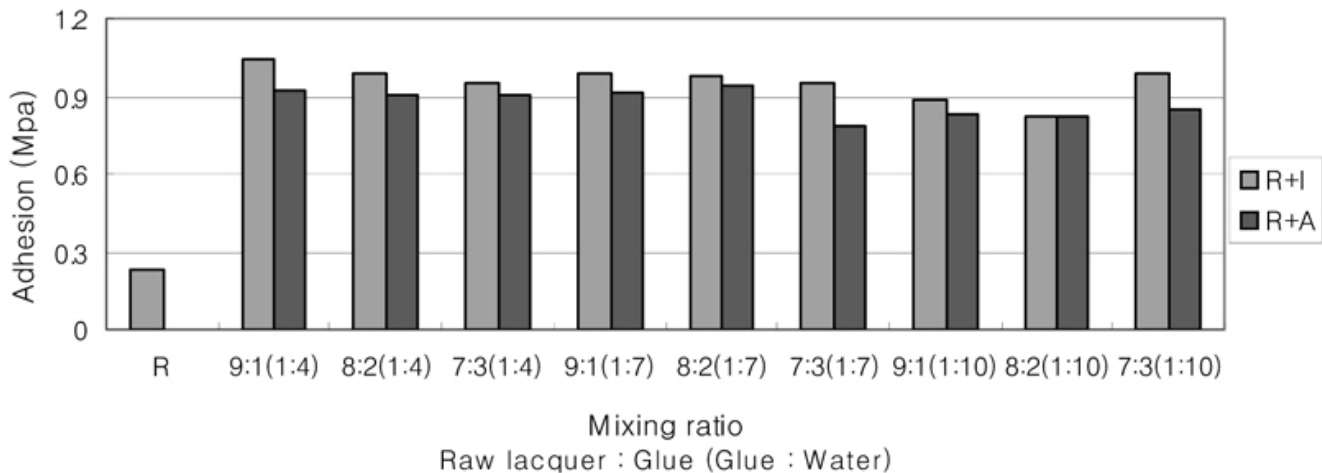


Figure 10. Adhesion of samples.

결과에서는 교의 첨가 비율별로는 큰 차이가 없었다.

#### 4. 결 론

천연수지인 생칠에 어교 및 아교를 첨가함으로써 옷의 경화조건인 고습(RH 75~85%)이나 고온(120~170°C)이 아닌 상온 저습한 환경(25°C, RH 50 ± 5%)에서도 경화가 가능하여 토기 복원용 접착제로서의 적용 가능성을 확인할 수 있었다. 생칠만 사용하였을 경우 일반적인 환경에서 건조가 잘 이루어지지 않을 뿐 아니라 점도가 낮아 접합 시 생칠이 유물 표면으로 흘러내리게 되나 어교와 아교를 첨가함으로써 점도가 증가하여 이러한 현상을 방지할 수 있을 것이다. 또한 인장강도와 접착력 면에서도 어교와 아교를 첨가함으로써 강도와 접착력이 더 증가하였다. 교의 첨가비율은 10% 이상으로 첨가하는 것이 생칠보다 더 강한 접착력을 가질 수 있으며 뭉게 제작한 교보다는 진하게 제작한 교가 더 강한 접착력을 가짐을 확인하였다. 교의 종류별로 비교하면 점도는 어교보다 아교가 낮으나 건조시간은 어교보다 아교가 빠르며 접착력은 어교와 아교에서 큰 차이가 없을 것으로 보인다. 따라서 건조시간을 빠르게 하기 위해서는 어교보다 아교를 사용하는 것이 더 바람직 할 것으로 생각된다.

이 연구를 바탕으로 향후 토기 유물의 적용성 및 내후성에 대한 검증이 이루어진다면 친환경적인 전통접착제를 활용한 유물의 접합복원이 가능할 것으로 보인다.

#### 감사의 글

본 연구는 국립문화재연구소에서 지원한 문화유산 기본연구 중 문화재 과학적 복원 연구의 일환으로 진행되었다.

#### 참 고 문 헌

1. 양필승, 서정호, *보존과학회지*, **27**, 49 (2011).
2. 조남철, 김수철, 김우현, 신연식, *보존과학회지*, **26**, 371 (2010).
3. 오진경, 임동혁, 김소연, 김현중, *접착 및 계면*, **9**, 34 (2008).
4. 정영환, “漆匠”, 민속원, 서울 (2006).
5. F. W. Lee and H. J. Kim, *Mogiae Gonghak*, **18**, 10 (1990).
6. 신성필, 석사학위논문, 공주대학교 (2008).
7. *Metal Finishing*, **103**, 54 (2005).
8. 양필승, 서정호, 황현성, *보존과학회지*, **25**, 273 (2009).
9. 김영백, 박덕수, *자연 과학 논문집 : 배재대학 첨단 과학연구소*, **8**, 21 (1996).
10. R. Lu, S. Harigaya, T. Ishimura, K. Nagase, and T. Miyakoshi, *Progress in Organic Coatings*, **51**, 238 (2004).
11. R. Lu, T. Ishimura, K. Tsutisa, T. Honda, and T. Miyakoshi, *Journal of Applied Polymer Science*, **98**, 1055 (2005).
12. 이칠용, “漆工研究”, 미진사, 서울 (1984).