

김효윤, 박대우  
남병직, 장성운

토기의  
복원재료로  
사용되는  
합성수지  
제거 연구

05»

# 토기의 복원재료로 사용되는 합성수지 제거 연구

김효윤<sup>1</sup>, 박대우, 남병직, 장성윤  
국립문화재연구소 복원기술연구실



## The Removal Study of Restoration Materials for the Ceramics

Hyoyun Kim<sup>1</sup>, Daewoo Park, Byeongjik Nam, Sungyoon Jang  
Restoration Technology Division, National Research Institute of Cultural Heritage

<sup>1</sup> Corresponding Author : kimhyoyun@hotmail.com

### | 초록 |

국내에서 토기 복원에 주로 사용하는 접착제 3종: Cemedine C, Loctite® 401™, Araldite Rapid Type와 메움제 3종: 석고, CDKI 520 A+B, Araldit® SV 427-2+HV 427-1의 제거효과에 대해 연구했다. 1차 실험에서 각각의 재료들을 여러 용제에 침적해 연화의 정도(Soften level)를 비교하고, 2차 실험은 연질토기 시료와 경질토기 시료에 재료들로 복원하여 침적법과 증기법의 효과를 비교했다. 1차 실험 결과 Cemedine C와 Loctite는 아세톤에 쉽게 녹았고, Plaster(석고)는 인산나트륨에 효과적으로 제거되었다. Araldite Rapid Type와 CDKI 520과 SV427은 Dichloromethan, Tetrahydrofuran, DMX (Dichloromethan + Methanol + Xylene)에 효과적으로 제거되었다. 2차 연구는 1차 연구를 토대로 제거에 효과적이라 판단되는 용제를 각각 침적법과 증기법으로 제거하였다. 대부분의 시료에 적용된 재료들은 침적법으로 10분 이내에, 증기법으로는 약 24시간 후에 제거되었다.

주제어: 접착제, 메움제, 제거, 침적법, 증기법

### | ABSTRACT |

This study examines the removal effects of solvents which were applied on three adhesives and three filling materials for ceramics. The chosen materials are Cemedine C, Loctite® 401™, Araldite Rapid Type, plaster of paris, CDKI 520A+B, Araldit® SV427-2+HV427-1. For the first examination, each different materials were soaked into different solvents, and then the soften level were compared by compressive pressure. The result of the first exam showed that Cemedine C was dissolved easily in acetone. Furthermore Araldite, CDK and SV427 were soften efficiently by Dichloromethan, Tetrahydrofuran and DMX(Dichloromethan+Methanol+Xylene). However, Loctite and plaster were

\*접수: 2011. 9. 30 \*수정: 2011. 10. 28 \*게재확정: 2011. 11. 3

not able to make sample for the first test. Therefore, the second test carried on only. The second examination, chosen effective solvents from the first test were applied with two different methods; soaking and saturated atmosphere. Almost every sample could removed by soaking method in ten minutes, and saturated atmosphere method needs 24 hours for the safety.

*Key Words : adhesives, filling materials, removal, soaking, saturated atmosphere*

## 1. 서론

합성수지는 19세기 이후에 연구 개발되기 시작하여, 1930년대 실생활에 적용되고 1946년부터 상품화되기 시작했다. 1950년대부터는 문화재의 복원에 도입되기 시작하여 현재와 같은 단계에 이르고 있다. 특히 에폭시 수지는 세계 2차 대전 후에 스위스의 시바(Ciba)와 미국의 셸(Shell Chemical, 현재 Hexion)에서 1940년경 발명되었고 1955년에는 일본에 수입되어 사용되기 시작했다. 여러 종류의 합성수지들은 적절하지 못한 접착력과 시간경과에 따른 물성 및 색의 변화 등으로 많은 문제점을 야기하기도 한다. 특히 도자기의 보존이나 복원에 사용된 합성수지 접착제나 메움제들은 시간이 지남에 따라 접착력의 약화로 물리적, 구조적인 문제뿐 아니라, 외관상의 미적가치도 떨어뜨린다. 따라서 과거의 접합제와 메움제들을 제거하고 다시 처리 되어야 하는 경우가 많은데, 유물에 손상을 주지 않고 완전히 제거하기 쉽지 않다.

본 연구를 위해 국내 총 17기관(국립기관 5, 대학 4, 발굴기관 8)을 대상으로 2011년 3월부터 5월까지 약 세 달여간 직접방문과 전화인터뷰를 통해, 현장에서 토기의 접착과 복원에 사용되는 재료들과 이를 제거하기 위해 사용되는 방법과 용제들을 조사하였다. 조사 결과로부터

접착제는 Cemedine C(CELLULOSE nitrate계), Loctite® 401™(cyanoacrylate계), Araldite® Rapid Type(epoxy resin계)를 가장 많이 사용하였고, 국립기관에서는 Araldite Rapid Type 보다는 Paraloid B72(ethyl metacrylate copolymer)를 이용하였다. 메움제로는 CDKI 520 A+B(epoxy resin)를 가장 많이 사용하였고 Araldit® SV427-2+HV427-1(epoxy resin)과 석고를 사용하였다. 접착제와 메움제의 제거를 위해서는 여러 방법이 상황과 유물의 상태에 따라 다르게 적용되겠지만, 특히 에폭시 수지 제거를 위해서 대부분의 기관에서 아세톤을 사용하고 있고, 디클로로메탄(dichloromethan, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)을 이용하거나 열을 가하여 떼어내기도 했다.

본 연구는 이 같은 사례조사와 문헌조사를 통해 선정한 재료를 각 용제 침적시간에 따른 기본적인 연화도(Soften level)를 비교하고 효율적으로 적용시킬 방법을 연구하였다.

## 2. 재료의 물성

조사결과를 토대로 가장 많이 사용되는 접착제 세 종; Cemedine C, Loctite 401, Araldite Rapid Type와 메움제 세 종; 석고, CDK, SV427을 실험재료로 선정하였다.

## 2.1. Cemedine C

국내의 대부분 기관에서 사용하고 있는 셀룰로즈계 접착제이며, 일본 세메다인 주식회사의 제품으로 튜브에 담겨있어 사용이 용이하다. 접착제를 유물에 적용한 후에 제품의 40~50%를

차지하는 용제가 증발하기 때문에 심한 수축을 보이는 단점이 있다. 유럽등지에서는 이와 비슷한 H.M.G.(cellulose nitrate계, H Marcel Guest LTD) 상품이 많이 사용되고 있다. Cemedine C의 조성성분은 다음과 같다.

Table 1. Ingredients of Cemedine C(제품안전 Data Sheet 2010)

Name of ingredients	Contents(%)
cellulose nitrate	10~20
poly acetic acid vinyl resin	1~10
acetone	40~50
acetic-butyl	1~10
isopropyl	1~10
ethanol alcohol	1~10
1-butanol	1~5

## 2.2. Loctite® 401™

Cemedine C와 함께 국내에서 토기 접합에 많이 사용되는 시아노아크릴계 접착제이다. 경화되기 전 투명한 무색이었다가 경화 후에 담황색으로 변한다. 일반적으로 금속, 플라스틱, 고무에 많이 사용되며 특히 기공성이 큰 나무, 종이, 가죽이나 섬유유기질의 접착에 효과적이다. 그러나 기공성이 높은 유물에는 내부에 흡수되어 쉽게 제거되지 않기 때문에 주의해야 한다. 점도가 낮고 수분이 있는 환경에서 경화된다. 다른 접착제에 비해 짧은 시간 안에 접착되기 때문에 '순간접착제'라고 불리지만, 24시간 동안 서서히 경화가 지속되며 내화성과 강도가 커지기 때문에 완전 경화까지 하루정도가 소요된다(Technical Data Sheet 2007).

## 2.3. Araldite Rapid Type

주사기 형태에 주제(resin, bisphenol A epoxy resin containing reactive diluent preparation)와 경화제(hardener, formulated polyamine preparation)를 1:1로 혼합하여 사용하는 에폭시계 접착제이다. 사용이 간편하고 비교적 빠른 시간에 경화되고 강한 접착력을 가진다. 하지만 너무 강한 접착력은 오히려 유물의 파손을 야기하기도 하며 황변이라는 큰 단점이 있다(Horie, C. 1994).

## 2.4. Plaster(석고)

Plaster(석고, plaster of paris)는 흰 가루 형태로 물과 섞어주면 발열을 하며 단단히 굳는 성

질을 가지고 있다. 국내에서보다 유럽등지에서 도자기와 토기 복원에 더 많이 사용되는 재료이다. 가역성이 좋지 않아 유물표면에 잔여물이 붙으면 제거하기가 쉽지 않다.

### 2.5. CDKI 520 A+B

국내 대부분의 기관에서 토기 보존처리에 사용하고 있는 에폭시 수지계로 반죽형태의 노란색 주제와 흰색 경화제(phenolic baloon 50%, polyamideamine resin 30% 등, Materials Data Sheet, 1996)를 무게비 1:1로 혼합하여 사용한다. 본 실험에는 노란색 주제를 사용하였지만 분홍색도 많이 사용되고 있다. 충전제를 많이 함유하고 있기 때문에 접착면이 완전히 맞지 않는 부분에 메움으로 주로 사용되지만 접착의 효과도 볼 수 있다.

### 2.6. Araldit® SV427-2+HV427-1

에폭시 수지로서 갈색의 반죽형태의 주제와 흑갈색 가루형태의 경화제로 이루어져 부피비나 무게비 1:1로 혼합하여 사용한다. 매우 가벼우며(밀도 0.6g/cm<sup>3</sup>, Safety Data Sheet) 토기와 비슷한 색감을 내기가 쉽고 가공성이 좋다(박기정 외 2010).

### 2.7. 각 재료별 사용된 용제

인터뷰와 문헌조사를 토대로 제거에 사용된 용제들을 다음과 같이 선정하였다.

또한 편의를 위해서 다음과 같은 약자를 사용하였다.

Table 2. Solvents for the first test

Materials	Solvents
Cemedine C	Acetone, Ethanol
Plaster	Acetone, Ethanol(William, N. 2002)
Loctite 401, CDK, SV427, Araldite Rapid Type	Acetone, Dichloromethan, Tetrahydrofuran, Acetic acid, DT(Dimethylformamide+Tetrahydrofuran, 무게비 1:1) (Down, J. 2001) DMX(Dichloromethan+Methanol+Xylene, 무게비 8:1:1) (Down, J. 2001)

Table 3. Abbreviation for the materials and solvents

CDK	CDKI 520 A, B	SV	Araldit® SV427-2+HV427-1
ARAL	Araldite Rapid Type	DT	Dimethylformamide+Tetrahydrofuran(1:1)
AAC	Acetic Acid	DMX	Dichloromethan+Methanol+Xylen(8:1:1)
ACE	Acetone	SH	Sodium Hexametaphosphate
DCM	Dichloromethan	30	After 30 mins
THF	Tetrahydrofuran	60	After 60 mins
		90	After 90 mins

### 3. 실험방법

#### 3.1. 재료의 연화도(Soften level) 관찰(1차 실험)

시료의 크기를(76x26x3mm) 정하고 KT106 (silicon rubber)으로 틀을 제작했다. 각각의 재료를 틀에 맞추어 넣고 경화 후 떼어내는 방법으로 시료를 만들었다. 모든 시료는 1주일 이상 충분히 경화시킨 후, 선택된 용제들 100ml에 30분, 60분, 90분 단위로 침적하여 무름의 변화를 측정하였다. 토기의 접착 복원 재료들에 대한 여러 가지 평가 항목들은 있지만, 용제에 얼마나 연화 되는지를 수치화시킨 연구는 미비하다. 그래서 연화의 정도를 측정하기 위해 만능 재료시험기(Instron, US/3365)를 압축강도 측정모드로 설정한 후, 끝에 원뿔모양의 압점을 달

아 눌러 들어가는 양상과 깊이를 비교해 보았다. 최대하중(Max Load)과 최대깊이(Max Disp)는 예비실험을 거쳐 각각 0.5kN와 5.0mm로 설정하였다.

#### 3.2. 침적법 및 증기법에 의한 제거 (2차 실험)

크기 약 25×95×3mm의 연질 토기(600°C)와 경질 토기(1,100°C)(Sandeman, A, 2008) 시료를 준비하였다. 접착제의 제거 실험을 위해 시료를 임의로 부러뜨려 접착제로 붙이고, 메움제의 제거실험을 위해 시료의 약 1/3을 제거하고 손실부위를 복원하였다. 1차 실험의 결과 접착제와 메움제 연화에 효과적이라고 판단되는 용제들을 침적법과 증기법의 두 가지 방법을 적용하여 제거 시간과 특성을 비교해보았다.

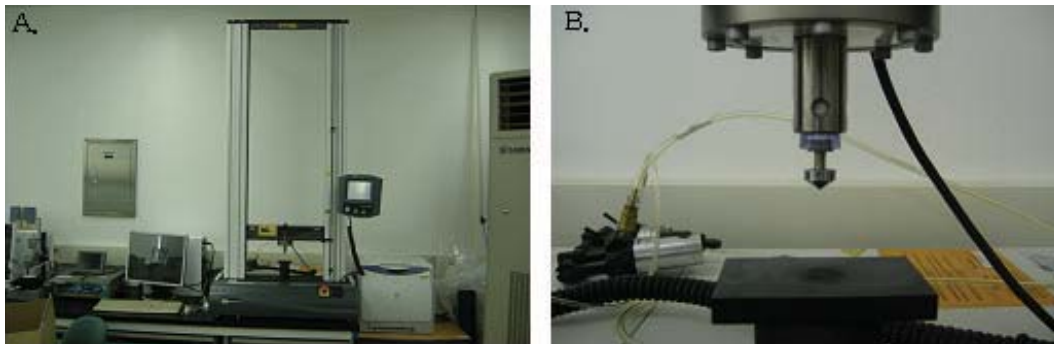


Fig. 1. Test equipment for comparison of softness (A) Compressive pressure equipment (B) Pressure point

Table 4. Solvents for the second test

Materials	Solvents	Materials	Solvents
Cemedince C	ACE	CDK	DCM, THF, DMX
Loctite	ACE, DCM, DMX	SV427	DCM, THF, DMX
Araldite	DCM, DMX	Plaster	SH 10%, 20%, 30%

침적법은 유기용제에 변형되지 않는 유리 재료의 1,000ml 용기 안에 용제 200ml를 넣고 시료를 침적시켜 시간별 변화양상을 관찰하였다. 그리고 증기법은 침적법과 같이 1,000ml 유리 용기에 용제 20ml 넣고 용기 안에 용제의 증기로 포화시켜 시료의 변화를 관찰하였다. 공기 중으로 용제가 쉽게 증발하지 않게 밀봉하였다. 일반적으로 침적법은 용제가 유물에 안정하다는 가정 하에 과거에 사용된 재료들을 빠르고 효과적으로 제거할 수 있는 방법이다. 증기법은 용제가 직접 유물과 접촉하지 않고도 증기로 서서히 효과를 주는 방법으로 침적법에 비해 처리시간이 길어질 수 있지만 유물에 직접 용제가 닿지 않아 안정적이라는 큰 장점이 있다. 2차 실험에서는 침적법과 증기법의 적용시간에 따른 특성과 제거정도를 비교해 보았다.

#### 4. 실험결과 및 고찰

사례조사와 문헌조사를 근거로 선정된 토기의 접착과 복원에 사용되는 재료의 제거성에 대해 연구해 보았다. 1차로 용제 침적 시간에 따른 재료의 연화정도를 관찰하였고, 2차로 침적법

과 증기법의 제거 효율을 비교해 보았다. 각 재료별 실험 결과는 다음과 같다.

##### 4.1. Cemedine C

1차 실험결과 Cemedine은 아세톤에 침적하자마자 연화되기 시작하여 5분 이내에 완전히 녹았다. 2차 실험에서는 침적법으로는 2분 이내에, 증기법으로는 1시간 이내에 분리되었다. Cemedine은 셀룰로즈 등의 여러 성분들이 아세톤에 녹아 접착제의 형태를 이루고 있다가 용제가 증발하면서 접착력을 가지는 원리로 아세톤을 용해제로 이용하면 쉽게 제거될 수 있다.

##### 4.2. Loctite® 401™

Loctite는 접착제의 얇은 표면이 공기 중의 미세수분과 반응해 경화되는 원리로 재료만으로는 1차 실험의 시료를 만들 수 없었다. 따라서 2차 실험만 진행하였는데 ACE, DCM, DMX가 제거에 효과적이었다. 침적법으로 세 가지 모든 용제에서, 연질 토기 시료는 5분 이내에, 경질 토기 시료는 대부분 30~50분부터 분리되기 시

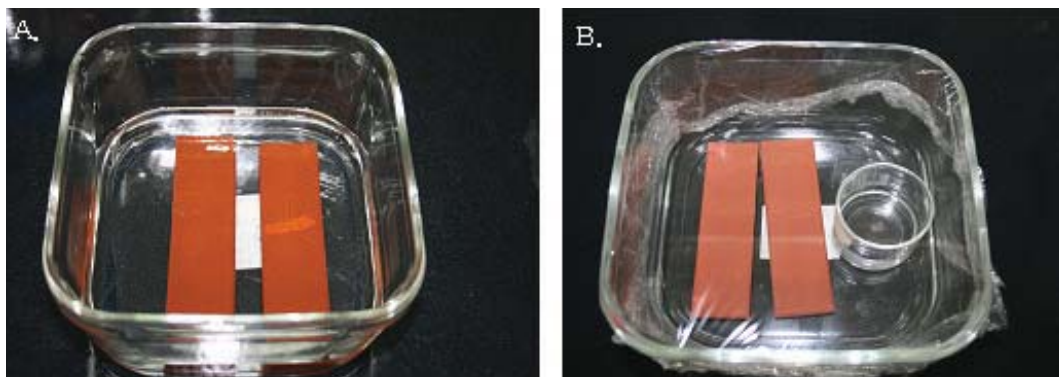


Fig. 2. The comparison of the methods application on the samples (A) Soaking method (B) Saturated atmosphere method

작했다. 증기법으로 연질 토기 시료는 30~40분 경질 토기 시료는 모두 24시간 후에 쉽게 분리되었다. 연질 토기 시료와 경질 토기 시료의 증기법 제거시간의 차이는 연질 토기 시료의 기공성의 차이로 용제의 증기가 연질 토기 시료 내부에 경질 토기 시료보다 더 잘 침투되어 차이를 보인다고 볼 수 있다.

### 4.3. Plaster(석고)

석고는 1차로 아세톤과 에탄올에 침적했을 때, 결과 값이 불규칙하고 특징적인 변화 양상을 보이지 않았다. 따라서 2차 실험만을 진행하였는데, 인산나트륨(Sodium hexametaphosphate, (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>, Buys, S. 1993) 10%, 30%,

50% 수용액을 제조하여 침적법으로 석고의 제거양상을 관찰하였다.

석고로 복원된 부위가 인산나트륨 수용액에 서서히 녹아 제거 되는 양상으로, 10%보다는 30%, 50%의 효과가 뛰어났으며, 30%와 50%의 효과는 비슷하였다.

인산나트륨 수용액이 토기에 영향을 미치는지를 조사해 보았다. 연질 토기의 1/3을 석고로 복원하여 30% 인산나트륨 수용액 500ml에 침적시키고 약 9시간, 15시간의 간격을 두고 총 2일간 용출된 성분을 ICP-AES(Thermo Scientific iCAP 6500 duo Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer)로 분석하였다.

측정결과 토기의 주요성분이라고 할 수 있는

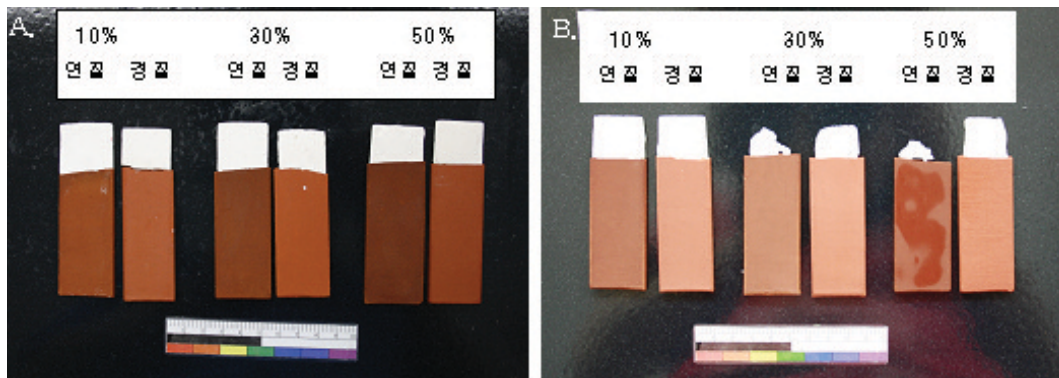


Fig. 3. The process of removal of plaster (A) After a day soaking (B) After two days soaking

Table 5. The results of dissolved ingredients in solvents according to the soaking time by ICP-AES

Soaking time	Al(mg/L)	Fe(mg/L)	Si(mg/L)	Ca(mg/L)	K(mg/L)
Control(30% SH)	4.69	4.30	9.81	10.80	5.00
After 9 hours	10.80	5.64	14.00	11.50	25.20
After 24 hours	21.10	8.52	20.30	12.90	39.40
After 33 hours	25.40	9.72	23.20	13.90	40.80
After 48 hours	32.10	11.70	23.20	13.90	44.90



알루미늄(Al), 철(Fe), 규소(Si), 칼슘(Ca), 칼륨(K)의 추출량이 시간에 따라 급격히 증가함을 보여주고 있다. 따라서 석고를 제거하기 위해 인산나트륨 수용액에 침적시키는 것은 유물에 손상을 가질 수 있으므로 석고 부분만을 습포법을 이용하여 부분적으로 제거하는 방법을 제시할 수 있으나, 용제가 번져갈 수 있음을 유의해야 한다.

#### 4.4. Araldite Rapid Type

모든 시료는 최대 하중(Max Load)의 변화 없이 0.5kN까지 도달하였는데 대조군 2.60mm에서 시작하여 침적시간에 따라 눌러 들어가는 깊이를 비교할 수 있었다(Fig. 5-A). ACE, THF, AAC, DT에 침적한 시료들은 아무런 변화를 보이지 않거나 불규칙한 양상을 보여주었지만, DCM과 DMX에 침적한 시료들은 효과적으로 연화되어 깊이 눌러 들어감이 확인되었다.

2차 실험결과 DCM과 DMX에서 침적법으로 연질 토기 시료는 5분 이내에, 경질 토기 시료는 30분부터 분리되기 시작했고, 증기법으로 24시간 이후 연질 경질의 구별 없이 제거되기 시작했다. 다만 접착 단면과 접착제의 양에 따라서 제거되기 시작하는 시간이 20분부터 120분까지 다양했다.

#### 4.5. CDKI 520A+B

거의 모든 시료가 1차 실험에서 Max Load에 도달하기 전에 깨어졌다. 따라서 Araldite의 비교법과는 달리 용제의 침적 시간에 따라 시료가 부러지기까지의 힘의 변화를 비교하였다(Fig. 5-B). ACE, AAC, DT는 침적시간에 따른 변화

를 보이지 않았지만, DCM, THF, DMX와의 침적 후에는 적은 힘으로도 시료를 부러지게 했다.

2차 실험의 결과, 연질과 경질의 차이 없이 DCM, THF, DMX의 용제에서 침적법으로는 10분 이내에 분리되었고, 증기법으로는 20시간부터 분리되기 시작했다.

#### 4.6. Araldit® SV427-2+HV427-1

ACE, DCM, THF, DMX에 침적하여 압축 강도 변화를 측정하였을 때는 대부분의 시료들이 부러지는 경향을 보였으나, AAC와 DT에 침적된 시료는 그렇지 않았다. 특히 AAC에 침적된 시료의 색은 노란색으로 변화했다. CDK와 마찬가지로 대조군 0.5kN에서 시작해서 용제 침적시간에 따른 시료가 부러지기 시작하는 힘을 비교하였다(Fig. 5-C). DCM, THF, DMX에 침적된 시간이 길수록 더 적은 힘으로도 시료를 부러지게 했다. 2차 실험결과, SV427은 CDK와 마찬가지로 DCM, THF, DMX에서 연질과 경질의 차이 없이 침적법으로 10분 이내에, 증기법으로 24시간 후에 분리되었다.

1차 실험 결과는 크게 두 가지로 나뉘 볼 수 있다. 최대하중Max Load 0.5kN에 닿기 전에 시료가 부서진 경우(CDK와 SV427)와 0.5kN까지 도달한 경우(Araldite)이다. CDK와 SV427은 에폭시 수지의 성분 외에 다른 메움제가 함께 섞여 있기 때문에 에폭시 수지만으로 이뤄진 Araldite와 다른 양상을 보였다고 볼 수 있다. CDK와 SV427의 시료들은 DMX에 침적하였을 경우 가장 큰 힘의 변화를 보이는데, 이는 더 적은시간에 효율적으로 시료를 무르게 할 수 있음을 보여준다.

2차 실험결과 재료에 따라 약간 다르지만 침

적법으로 대부분의 시료들이 10분에서 30분 이내에 제거되기 시작했다. 증기법은 Acetone에서 1시간 이내에 분리되는 Cemedine C를 제외하고 대부분 24시간 전후에 분리되었다. Loctite와 Araldite를 사용하여 접착한 시료를 제외하고는 대부분의 시료는 연질 토기 시료와 경

질 토기 시료의 제거시간의 차이가 없었다. Loctite로 접합한 연질 토기 시료는 DCM과 DMX의 증기법으로 연질 토기 시료는 30분에서 40분부터 분리되기 시작했으나 경질 토기 시료는 약 24시간 후에 분리되었다.

**Table 6. The change of pressure and depth by soaking time(the result of 1st test, 30mins unit, average of three tests)**

ARALDITE	30		60		90	
	Max Load	Max Disp	Max Load	Max Disp	Max Load	Max Disp
CONTROL	0.50	2.60				
ACE	0.50	2.62	0.50	1.63	0.50	2.34
DCM	0.50	3.18	0.43	2.71	0.50	3.58
THF	0.50	2.77	0.50	2.69	0.50	2.43
AAC	0.50	1.65	0.50	1.80	0.50	1.88
DT	0.50	2.64	0.50	2.59	0.50	2.49
DMX	0.50	4.32	0.50	4.89	0.50	4.63

CDK	30		60		90	
	Max Load	Max Disp	Max Load	Max Disp	Max Load	Max Disp
CONTROL	0.50	3.15				
ACE	0.50	3.77	0.50	3.93	0.50	4.91
DCM	0.50	4.85	0.20	3.03	0.20	3.66
THF	0.49	3.05	0.35	2.98	0.24	3.01
AAC	0.38	2.83	0.23	3.12	0.50	2.58
DT	0.44	3.55	0.33	3.01	0.41	2.84
DMX	0.36	3.87	0.28	3.60	0.11	2.90

SV427	30		60		90	
	Max Load	Max Disp	Max Load	Max Disp	Max Load	Max Disp
CONTROL	0.50	3.24				
ACE	0.50	3.05	0.50	4.22	0.46	4.00
DCM	0.50	3.12	0.30	4.34	0.18	4.98
THF	0.50	3.54	0.38	4.36	0.26	3.63
AAC	0.50	3.13	0.50	3.38	0.50	3.02
DT	0.50	3.30	0.50	4.24	0.50	3.34
DMX	0.35	4.00	0.16	3.63	0.13	4.36

Table 7. Comparisons of removal time between two different methods; soaking and saturated atmosphere (the results of 2nd test, S: 연질토기시료, H: 경질토기시료, m:분, h:시간)

Cemedine ACE	Soaking	S, H 2m	CDK DCM	Soaking	S, H 10m
	Saturate	S, H 1h		Saturate	S, H 20h
Loctite ACE	Soaking	S 10m, H 35m	CDK THF	Soaking	S, H 10m
	Saturate	S, H 24h		Saturate	S, H 20h
Loctite DCM	Soaking	S 5m, H 40m	CDK DMX	Soaking	S, H 10m
	Saturate	S 40m, H 24h		Saturate	S, H 20h
Loctite DMX	Soaking	S 5m, H 55m	SV427 DCM	Soaking	S, H 20m
	Saturate	S 40m, H 24h		Saturate	S, H 20h
Araldite DCM	Soaking	S 5m, H 30~120m	SV427 THF	Soaking	S, H 30m
	Saturate	S, H 24h		Saturate	S, H 20h
Araldite DMX	Soaking	S 5m, H 30m	SV427 DMX	Soaking	S, H 10m
	Saturate	S, H 24h		Saturate	S, H 20h

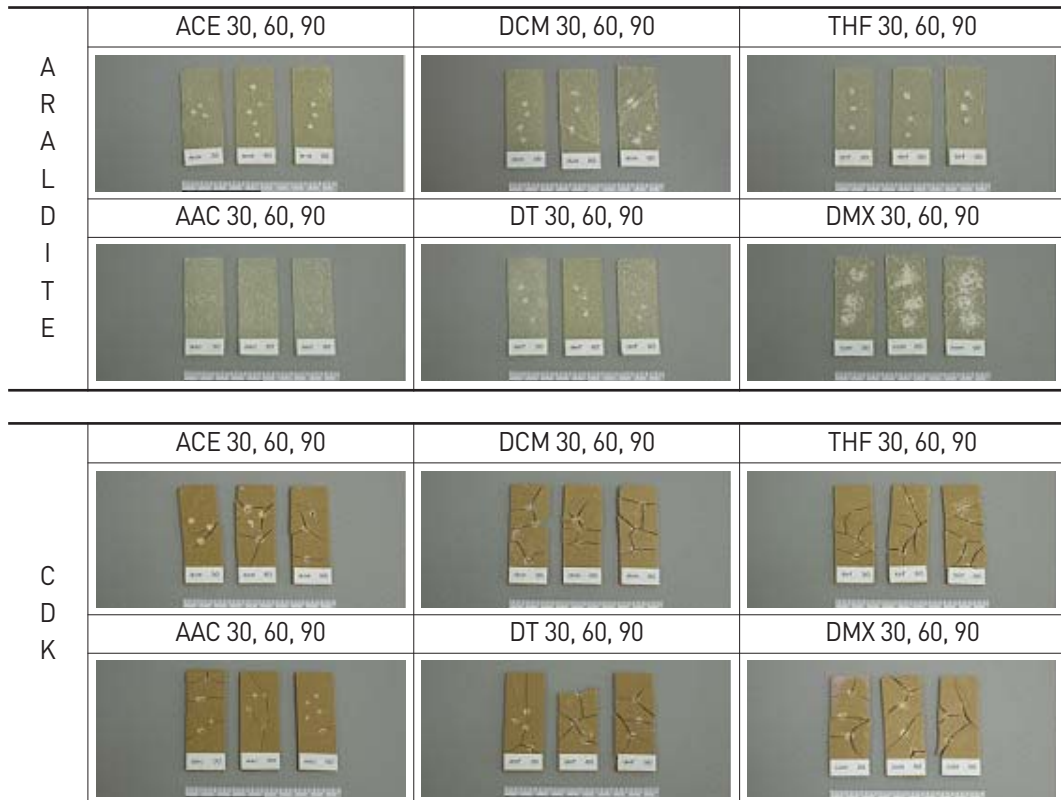


Fig 4-1. Samples after the 1st test: the changes with each different solvent according to soaking time

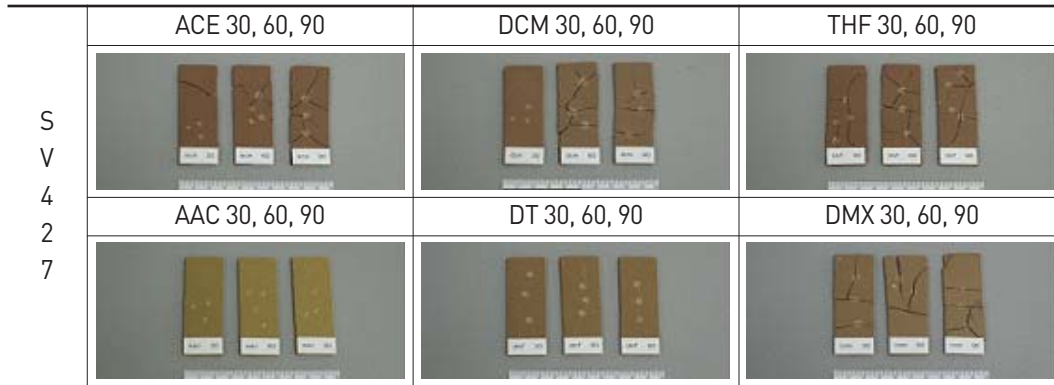


Fig 4-2. Samples after the 1st test: the changes with each different solvent according to soaking time

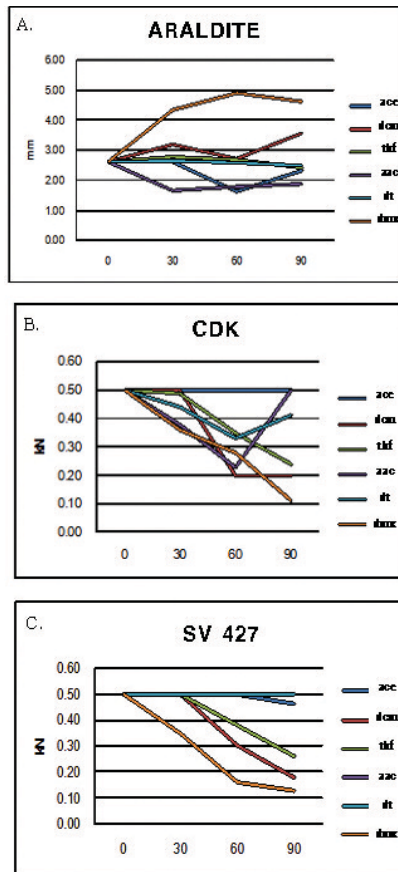


Fig. 5. The results of materials properties by soaking time

(A) The change of depth by soaking time

(B) The change of compressive pressure by soaking time

(C) The change of compressive pressure by soaking time

## 5. 결론

본 연구는 국내에서 토기 보존에 많이 사용되는 합성수지 재료를 선정하여 노화되거나 재처리가 필요할 경우, 효과적으로 제거하는 방법을 조사하였다. 사례조사와 문헌조사를 토대로 선정된 용제들에 재료들을 침적시켜 연화되는 정도를 측정하였고, 침적법과 증기법을 비교하여 효율적인 적용법을 연구했다. 실험결과 나타난 결론은 다음과 같다.

1. Cemedine C는 건조 후 수축이 심하지만, 사용이 편리하고 아세톤에 쉽게 녹고 침적법과 증기법으로 쉽게 제거된다.

2. Loctite® 401™을 사용하여 토기를 접착했을 때, 아세톤, 디클로로메탄, 디클로로메탄+메탄올+자일렌의 혼합용액이 제거에 효과적이었다. 증기법으로는 연질토기시료 아세톤을 제외한 다른 용제에 1시간 이내에, 경질토기시료는 약 하루가 지나서 분리되기 시작했다.

3. Plaster(석고)는 가역성이 좋지 않아 국내에서는 복원재료로 많이 사용되고 있지 않다. 하지만 탈 부착(removable fills)의 형태로 만든 후, 가역성이 있는 재료로 접착한다면 단점을 보완하고 장점을 살려 사용할 수 있을 것이다. 또한 석고는 인산나트륨 수용액에 녹아 제거되지만, 유물이 손상되지 않은 방향으로 적용하는 방법을 연구해야 한다.

4. Araldite Rapid Type는 디클로로메탄과 디클로로메탄+메탄올+자일렌의 혼합용액이 제거에 효과적이었다. 두 용제 모두 침적법으로 연질토기 시료는 5분 이내, 경질토기 시료는 30분부터 분리되기 시작했다.

5. 메움제로 사용된 CDKI 520 A+B와 Araldit® SV427-2+HV427-1는 디클로로메

탄, 테트라하이드로퓨란, 디클로로메탄+메탄올+자일렌의 혼합용액에 제거가 용이했다. 침적법으로는 10분 이내에 쉽게 분리되기 시작하며, 증기법으로는 20시간부터 분리된다.

6. 침적법은 빠른 시간에 효과적으로 접착제 및 메움제를 분리시키는 방법이지만 유기용제에 대한 유물 안정성의 검증이 선행되어야 한다. 증기법은 침적법에 비해 긴 시간이 소요되지만 보다 안정적으로 접착제 및 메움제를 연화시켜 분리시키는 방법으로 판단된다.

## 사사

이 연구는 문화재청 국립문화재연구소의 지원을 받아 문화유산 융복합 연구(R&D) 사업의 일환으로 이루어졌다.

## 참고문헌

- 박기정 외, 2010. 토기유물의 보존처리. 문화재보존연구 서울역사박물관, pp. 16-27.
- 제품안전 Data Sheet. Cemedine C 2010. 세메다인 C 주식회사.
- Buys, S., 1993. Conservation and Restoration of Ceramics, Butterworth-Heinemann.
- Down, J., 2001. Research on Epoxy Resin Adhesives for Glass Conservation. Review of CCI, IIC Reviews in Conservation No. 2.
- Horie, C., 1994. Materials for Conservation 13. Cross-linking Polymer, Butterworth Heinemann.
- Materials Data Sheet, CDK 520 A, B 1996.

- Safety Data Sheet, Araldit® SV427-2+HV427-1, KREMER.
- Sandeman, A., 2008. Basic Notes on Clays, The Firing of Clay, West Dean College.
- Technical Data Sheet, Loctite® 401™ 2007, Loctite®.
- William, N., 2002. Porcelain Repair & Restoration second edition, University of Pennsylvania Press Philadelphia.