

토기·자기 복원재료에 대한 연구 - 목항아리와 소롱박모양주전자 -

황현성 | 이해순

국립중앙박물관 보존과학실

Experimental Study of Restoration material on Ceramics - Long-Necked Jar and Gourd-Shaped Pitcher -

Hwang Hyun-Sung | Lee Hae-Soon

Conservation Science Laboratory, The National Museum of Korea, Seoul 140-026. Korea

초록 토기나 자기의 결손부분을 복원할 때 사용되는 재료들은 매우 다양하며 각 재질들의 특성에 따라 사용되고 있는 상태이다. 본 연구에서는 기존에 사용되어 오던 복원재료들이 가지고 있는 여러 문제점들을 인식하여 이를 해결할 수 있는 새로운 복원재료들을 찾고자 하였다. 본 실험연구에서는 기존에 복원재료로 많이 사용되어 오던 에폭시페티에 소성점도를 적정 비율로 혼합한 신복원재료로 황변도, 경도, 채색성, 그리고 소성온도에 대한 실험을 함으로써 이 재료가 복원의 작업성, 황변정도, 채색성 등에서 매우 좋은 재료임을 확인할 수 있었다.

중심어 : 신복원재료, 소성점도, 황변도, 경도

Abstract There are many materials used in restoring missing parts of pottery and ceramics and they are used according to the each quality of materials. In our research we tried to find the new repair materials to solve many problems exposed in the existing repair materials. As a result, we made new repair materials that we properly put oven bake clays into repair epoxy putty which is being used as oven bake clays for a long time. Fortunately, through testing yellowing, vickers hardness, coloring and heating temperature, We could get an idea that new repair materials would be the best materials in the efficiency of restoration, yellowing, and coloring.

Key word : New Repair Materials, Oven Bake Clay, Yellowing, Vickers Hardness

I. 서론

국립중앙박물관은 지난 2006년 5월 23일, 우리나라의 첫 발굴로서 학술발굴조사와 고고학 연구의 이정표가 된 호우총·은령총 발굴 60주년을 기념한 특집전시를 개최하기에 앞서 파손된 채 소장되어 오던 대부장경호(신수117)의 보존처리를 요청하였다. 또한, 인천시립박

물관에서는 2006년 7월에 새로이 재개장하는 전시를 대비하여 수장고에 보관되어 오던 인천광역시 강화군 앞바다 출토된 청자음각연화문표형주자(신수3295)의 복원을 요청하였다.

본 논문은 그동안 토기와 자기를 복원하는 과정에서 발생되어오던 여러 문제점을 인지하고 이를 해결하고자 새로운 복원재료를 찾고자 하는 것에서 출발한 실험 연

구에 대한 내용이다. 즉, 비교적 큰 기형인 토기코베는 결손부위가 넓어 기존의 액상이나 페이스트상태의 복원제를 사용하기에는 다소 어려움이 따른다. 왜냐하면, 액상 복원재료로 보존처리할 경우에는 원형 제작과 복원제 주입을 위한 형틀을 따로 제작하여야 하기 때문이다. 마찬가지로 청자음각연화문표형주자의 결실된 손잡이의 자연스러운 형태 재현을 위하여서는 매우 까다로운 작업과정이 필요하므로 좀 더 편리하고 효과적인 복원제의 개발이 필요하였다. 복원제는 복원작업이 편리하고 안정적이어야 하며, 유물과 비슷한 재질감을 가져야하고, 전시환경에도 별 문제가 없어야 한다.

이번 실험적 연구에서는 이런 부분에 주안점을 두어 기존 복원제의 단점을 개선하기 위하여 소성점토(Original Sculpey)를 물성실험을 통해 사용하였다. 소성점토는 폴리머 점토의 한 종류로서 130~160℃ 정도의 저온에서 가온시켜주어야 적절한 경도를 지닌다. 이런 특성을 도자기복원에 적용하기 위하여 소성점토를 에폭시퍼티(Repair it Quik과 Quik Wood)와 함께 여러 비율로 혼합하는 실험을 통해 복원재료로서 안정한 사용 조건을 찾아낼 수 있었다. 그 결과, 저온에서 가온되어 경화된 복원재료가 비교적 안정하며 황변현상도 적고 사용 재료의 자체특성을 감소시켜 표면 이질감을 줄일 수 있는 적절한 배합 비율을 찾아낼 수 있었다. 이런 실험을 통해 제작된 신복원재료들을 실제 소장품 보존에 적용시켜 토기와 자기를 복원한 내용도 소개하고자 한다.

II. 기존 복원재료

보편적으로, 토기·도자기의 결손된 부분의 복원은 각종 복원제의 재질감이나 강도, 작업성, 황변도 등이 유물에 어떤 영향을 미치는지에 대한 실험적 고찰 없이 행하여 졌다. 즉, 복원재료에 적당한 안료를 첨가하여 대강의 색감을 맞추거나, 또는 소량의 충전제와 적당한 안료를 첨가하여 물성을 조절하는 것이 대부분이었다. 이러한 조건은 복원과정에서 발생할 수 있는 문제점이나 불편함을 항상 내포할 수밖에 없었다. 기존의 액상이나 페이스트상의 재료는 작업하는 동안 계속하여 복원재료가 계속 밀으로 치지면서 형태가 변형되기 때문에 에폭시

수지가 완전히 경화될 때까지 자주 형태수정을 해주어야 하는 단점이 있다. 따라서 우선 일반적으로 사용되고 있는 복원재료들을 살펴보기로 하겠다.

1. CDK-520(P-362주제, P-362H경화제)은 불쾌한 냄새가 나고 작업할 때 맨손으로 다루게 되면 피부에 붉은 반점이 생기는 부작용이 발생하기도 한다. 또한, 경화시간이 오래 걸릴 뿐만 아니라 페이스트 상태이므로 정확한 형태를 성형할 수 없어 형태유지에 시간과 노력이 많이 든다. 성형 후 표면의 플라스틱 느낌의 질감이나 붉은색의 재질색감은 복원재료로는 제한적이기 때문에 채색처리를 하더라도 회색 계통의 경질 토기 복원에서도 다소 이질감이 느껴지기도 한다. 에폭시 수지의 색변화현상인 황변성도 다른 복원재료에 비해서 빠르게 진행된다.
2. 아랄다이트 (SV427주제, HV427 경화제)는 CDK-520보다 플라스틱 느낌이 덜하며 회색토기를 복원할 때 잘 어울리는 장점이 있으나 불쾌한 냄새와 경화속도가 느린 점이나 물감으로 채색할 때 색감이 다소 어색한 점 등으로 인해 복원작업에 많은 어려움을 갖게 된다. 특히, 복원제 내에 포함되어 있는 기름성분이 토기표면에 묻게 되면 제거가 어려우므로 복원과정에서 토기 표면에 묻지 않도록 주의해야만 한다.
3. 석고(gypsum)는 천연재료로서 경화가 빠르고 작업성이 좋은 편이나 다루기에 숙련이 요구된다. 비용은 저렴한 편이며 인체에 해가 별로 없고, 액상 혹은 젤이나 질 상태로 사용 할 수도 있으나 일단 경화가 진행되면 재분리가 어렵기 때문에 주의가 필요하다. 또한, 복원 후에는 경화된 석고가 공기 중의 수분을 반복하여 흡수·방출하기 때문에 일정 기간이 지나면 복원형태를 유지 못하고 재 파손이 될 수가 있다.
4. 포록(Por-rok)은 도기나 석기의 재질과 유사한 질감을 가지고 있지만 강도가 지나치게 강하여 유물의 결손부분을 복원하는 재료로 사용하기에는 다소 문제점이 있어 복원재료보다는 복제재료에 많이 사

용한다.

위에서 살펴 본 여러 토기/자기 복원재료들은 각각의 재료적 특성에 따른 장단점이 있다. 특히, 작업의 편리성, 안정성, 그리고 복원재료의 질감이 토기/자기의 질감과 많은 차이가 나므로 이것을 개선하기 위해 확보되어야 할 부분이 있는데, 그에 대한 점은 다음 네 가지로 요약할 수가 있다.

첫째는 작업성이다. 작업성을 향상시키기 위해서는 젤이나 겔 상태가 아닌 반고체를 유지할 수 있어야 하며 나아가, 경화속도를 조절할 수가 있어야만 복원부분의 성형을 마친 후에도 일정기간 형태수정이 가능해야 한다. 둘째, 색깔과 질감이다. 토기나 자기를 제작할 때 사용한 원재료인 흙이라는 성분과 유사한 질감과 색깔을 표현할 수가 있어야 한다. 셋째, 강도라는 부분이다. 유물인 토기나 자기의 재질 강도에 비해서는 복원제의 강도가 약하거나 적어도 비슷해야만 한다. 하지만, 지나치게 강도가 약하면 복원제로서의 제 역할을 못할 수가 있다. 이와는 반대로 복원제의 강도가 지나치게 강하면 후에 있을 지도 모르는 개처리가 어려워질 수도 있어 유물 복원에 많은 피해를 줄 수가 있다. 넷째, 내 황변성이다. 순수한 천연재료가 아닌 에폭시 계통의 수지를 사용하여 복원하는 경우에는 황변현상이 반드시 발생한다. 이러한 현상을 완전하게 억제할 수가 없다면 급격한 황변현상이라도 없도록 하여야한다. 따라서 본 논문에서는 에폭시 퍼티와 저온에서 경화되는 소성점토를 적절한 비율로 혼합한 후 여러 가지 실험을 통한 데이터 확보로서 이미 인지하고 있는 에폭시 퍼티의 물성을 개선하도록 하였다.

행되면 물성은 젤과 같은 상태가 아닌 반고체상태가 되어 복원형태가 완성된 후에도 형태변화는 거의 없게 된다. 다만, 경화속도가 다른 재료에 비해 빠른 편¹⁾이어서 복원할 때 형태를 수정할 수 있는 시간이 제한적인 것이 큰 단점이다. 또한, 물성이 지나치게 강하여 성형이 완료된 후에는 형태를 수정하는 과정이 다소 어렵다.

소성점토인 오리지널 스컬피(Original Sculpey)는 Oven Bake Clay의 한 종류로 자연건조가 아닌 130℃ 정도의 온도로 가온시켜 주어야 경화가 되는 점토이다. 색상은 백색과 갈색, 회색이 있다. 상온에서는 점토와 같이 매우 부드럽고 약해 상온에서는 건조되거나 굳지는 않는다. 경화를 시키기 위해서는 130℃의 온도에서 열풍건조기를 사용하여 15분정도 가온을 시켜주면 된다. 저온에서 가온을 시켜준 후, 어느 정도의 복원제로서의 강도가 형성되면 샌드페이퍼나 드릴을 사용하여 복원부분을 자유롭게 성형할 수가 있으며 아크릴 물감이나 소성점토용 광택제를 사용하여 색깔과 광택을 만들 수 있다(Figure 1).

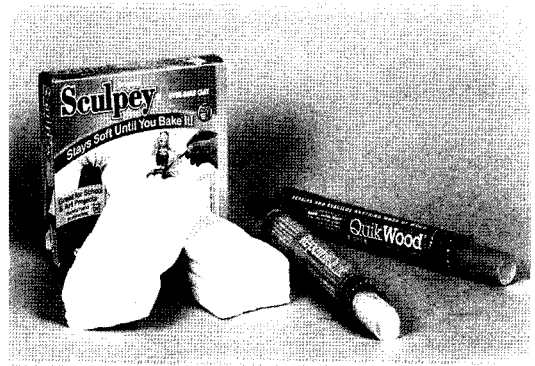


Figure 1. Repair Epoxy Putty and Oven Bake Clay.

III. 신복원재료의 특성 및 물성실험

1. 신복원재료의 특성

1.1 에폭시 퍼티와 소성점토

마스틱 수지라고도 불리는 에폭시 퍼티는 상온에서 주재와 경화제를 혼합하여 사용하는 재료로서 경화가 진

1.2 에폭시 퍼티와 소성점토의 혼합

본 실험에서는 에폭시 퍼티의 장점을 최대한 살리면서 단점들은 개선하여 토기·자기의 복원제로서 필요한 작업성, 경도, 색깔 및 질감 등을 보완하기 위하여 에폭시 퍼티와 소성점토를 각기 다른 비율로 혼합하여 물성

1) 세라믹용 에폭시 퍼티(Repair it quick)의 경화시간은 3~5 분, 목공용 에폭시 퍼티(Quick Wood)는 경화시간이 15~25 분이므로 완전하게 경화되는 시간은 24시간정도 걸린다.

을 개선하였다. 복원제의 강도를 낮추기 위해서는 에폭시 수지에 탈크, 규조토와 같은 충전제를 혼합하여 사용하는 것이 보편적이지만, 충전제의 경우 에폭시수지에 10%가 넘게 첨가되면 가루가 날리면서 배합이 되지 않는다. 또한, 에폭시퍼티에 충전제를 10%정도 첨가하더라도 경도가 현저하게 약해지지는 않는다. 그러나 충전제와는 전혀 다른 재료인 소성용 점토를 사용하게 되면 20~40% 혼합도 가능하며 소성 전·후의 경도에서도 확실한 차이를 보인다. 이러한 특성을 이용하면 토기나 자기를 복원 할 때 작업시간이 현저하게 단축되며 유물 복원기술 향상에 큰 도움이 된다. 즉, 에폭시퍼티와 소성용점토를 혼합하면 강도가 현저히 낮아져서 형태가 휘어질 만큼 약해지지만 일단 가온이라는 과정을 거치게 되면 물성에는 큰 변화를 일으키지 않으면서 강해지기 때문에 별다른 표면성형 없이도 복원작업을 끝낼 수가 있다.

2. 신복원재료의 실험 및 결과

2.1 에폭시 수지와 소성점토의 황변성 · 경도 측정

세라믹용 에폭시 퍼티(Repair it quick), 목공용 에폭시 퍼티(Quick Wood), 소성용점토(Original sculpey)²⁾를 각각 14×2×1cm의 시편으로 만든 후 열풍건조기(OF-22, JERO TECH)에서 130℃ 온도로 15분간 소성을 하였다. 소성 전·후의 색상변화는 Figure 2와 같이 육안으로 구별할 수 있을 정도의 색상변화가 나타났으며 이때 변화된 색은 토기 유물에 적용될 수 있는 가능성이 엿보인다(Figure 2).

본 실험에서는 실제유물의 결손부분을 복원하기에 앞서 이번 연구에서 새롭게 혼합하여 만든 복원제를 사용하여 복원하기 위해서는 이 복원재료의 가온에 따른 황변을 염두에 두고 보존처리를 하여야 하기에 우선, 이미 가온된 시편에 시편의 황변도 측정을 선행하여야만 하였다. 따라서 가온된 시편의 절반부분만을 자외선조사기(CC-80, Spectroline, Japan)에 200시간 강제 노출 시

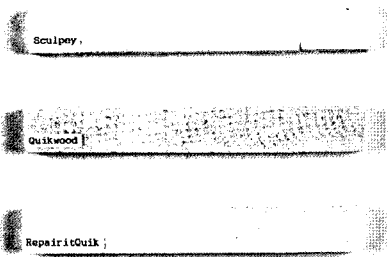


Figure 2. Baked Samples.

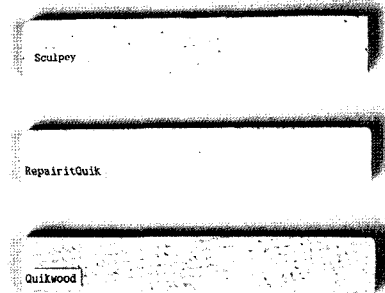


Figure 3. Exposed to U.V of Samples(after Baked).

Table 1. Yellowing of New repair materials

Repair materials	Before U.V			Exposure U.V			ΔL + Δa + Δb
	L	a	b	L'	a'	b'	
Oven Baked Clay	83.37	0.65	9.20	82.73	0.24	11.26	3
Ceramics Epoxy Putty	77.43	-1.73	13.11	74.67	-1.33	21.78	11
Wood Epoxy Putty	71.14	3.13	15.83	70.00	2.67	22.61	8

2) 세라믹용 에폭시퍼티, 목공용 에폭시 퍼티는 상온에서 경화가 되면 소성여부에 상관없이 원래의 에폭시가 가지고 있는 강도를 가진다. 반면에 소성점토는 풀리머 점토로서 소성 전에는 강도가 매우 약하여 작은 충격에도 쉽게 휘어지나 소성 후에는 어느 정도의 형태를 유지할 수 있을 정도의 강도를 지니게 된다.

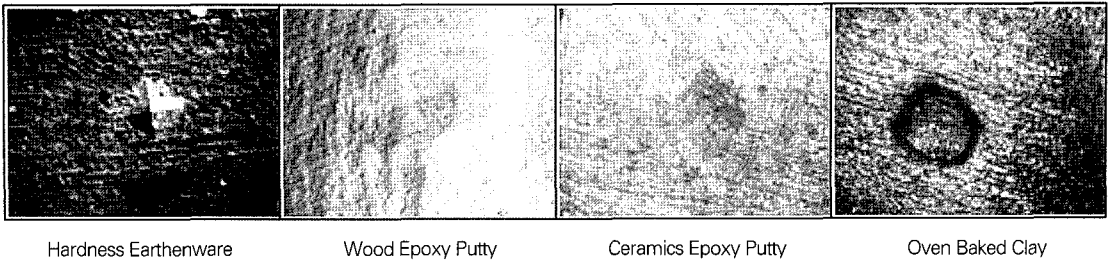


Figure 4. Press Marks of New Repair Materials(Vickers Hardness).

킨 후, 시편의 나머지 절반부분 즉, 가운은 되었지만 자외선에 노출되지 않은 부분과 비교한 색도차 값을 구하였다(Table 1, Figure 3). 측정결과, 노출전후의 $|ΔL| + |Δa| + |Δb|$ 값은 상대적적인 값으로 $10 ± 2$ 범위 안에 있으며 특히, 소성점토의 값은 3으로 황변도가 현저히 낮았음을 알 수가 있었다. 또한, 앞에서 언급한 세 가지 복원재료의 소성된 시편을 각각 $1cm^2$ 의 정육면체를 만들어 압축경도를 측정하였다. Buehler, Germany사에서 제작된 기기를 사용하여 실험한 내용은 다음과 같다. Loading time은 $10μm/sec$, 하중은 10kg의 조건으로 시편을 압축하였을 때 시편의 강도의 차이에 따라서 압축흔적의 깊이가 다르게 나타났다(Figure 4). 실제 토기시편을 기준하여 비교할 때【경질토기】 목공용 에폭시

피티 > 세라믹용 에폭시피티 > 소성점토 순서】로 알게 함물되었다. 이는 복원재료의 경도가 토기시편보다 약하다는 것을 의미하며, 소성점토는 에폭시피티에 비하여 약한 제질임을 알 수 있었다.

2.2 신복원재료의 황변도·경도 측정

2.2.1. 시편제작

소성점토(SC)에 대한 세라믹용 에폭시피티(RQ)와 목공용 에폭시피티(QW)의 비율을 80%, 70%, 60%로 변화를 주면서 각각 $130℃$, $140℃$, $150℃$, $160℃$ 조건에서 15분간 소성을 하였다³⁾. (Table 2, Figure 5). 이 소성된 시편을 자외선조사기에 200시간 노출을 시킨 후

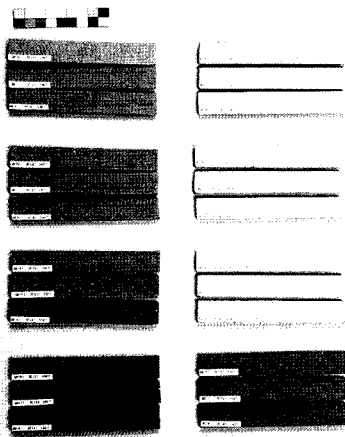


Figure 5. Baked of samples.

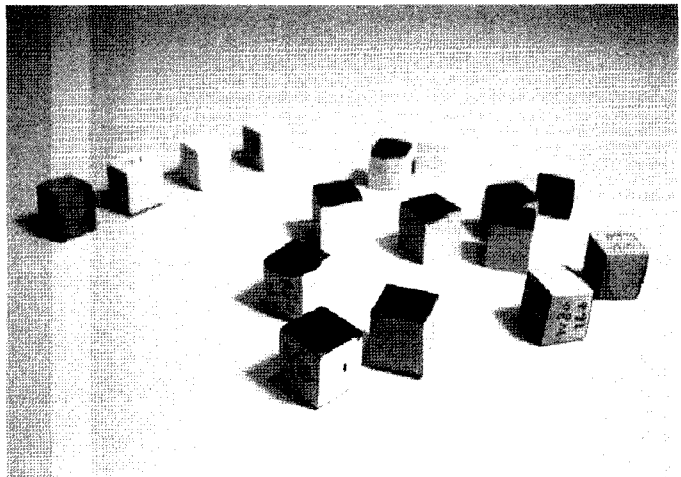


Figure 6. Measurement of Vickers Hardness.

3) 에폭시 피티와 소성점토의 혼합에서 에폭시 피티의 혼합비율이 60% 미만일 때 복원재료로서의 물성이 약해져 결손부분을 복원하는데 적합하지 않았다.

Table 2. Named of Samples

Wood Epoxy Putty and Oven Baked Clay			Ceramics Epoxy Putty and Oven Baked Clay		
Temperature	Element(%)	Samples	Temperature	Element(%)	Samples
130℃	RQ(8):SC(2)	R82130	130℃	QW(8):SC(2)	W82130
	RQ(7):SC(3)	R73130		QW(7):SC(3)	W73130
	RQ(6):SC(4)	R64130		QW(6):SC(4)	W64130
140℃	RQ(8):SC(2)	R82140	140℃	QW(8):SC(2)	W82140
	RQ(7):SC(3)	R73140		QW(7):SC(3)	W73140
	RQ(6):SC(4)	R64140		QW(6):SC(4)	W64140
150℃	RQ(8):SC(2)	R82150	150℃	QW(8):SC(2)	W82150
	RQ(7):SC(3)	R73150		QW(7):SC(3)	W73150
	RQ(6):SC(4)	R64150		QW(6):SC(4)	W64150
160℃	RQ(8):SC(2)	R82160	160℃	QW(8):SC(2)	W82160
	RQ(7):SC(3)	R73160		QW(7):SC(3)	W73160
	RQ(6):SC(4)	R64160		QW(6):SC(4)	W64160

Table 3. Variation of Chroma Values

RQ+SC Samples	Before U.V			Exposure U.V			ΔL + Δa + Δb
	L	a	b	L'	a'	b'	
R82130	74.91	1.57	17.54	74.20	0.35	18.82	3.21
R73130	74.90	3.94	19.25	74.28	2.22	19.19	2.40
R64130	74.46	0.18	14.62	71.45	0.48	20.51	9.20
R82140	74.08	1.57	16.14	72.12	1.65	21.86	7.76
R73140	75.86	-0.21	15.08	70.43	1.22	23.01	14.79
R64140	75.68	1.50	16.33	71.84	1.99	22.67	10.67
R82150	76.15	-0.40	12.75	71.28	-0.03	24.61	17.10
R73150	76.73	-0.35	12.76	71.10	0.88	25.00	19.10
R64150	75.44	1.97	15.28	70.76	2.14	23.79	13.36
R82160	57.29	14.01	17.36	60.28	10.52	17.45	6.57
R73160	59.07	10.72	17.24	61.24	7.71	18.96	6.90
R64160	57.27	12.97	15.74	57.95	9.75	20.73	8.89

QW+SC Samples	Before U.V			Exposure U.V			ΔL + Δa + Δb
	L	a	b	L'	a'	b'	
W82130	65.81	10.26	20.65	66.49	6.73	26.06	9.62
W73130	60.98	13.35	21.67	67.63	6.34	20.19	15.14
W64130	59.97	13.84	22.11	63.86	9.30	22.75	9.07
W82140	61.26	14.08	22.53	62.47	10.22	27.95	10.49
W73140	59.33	16.16	23.49	63.99	10.20	26.09	13.22
W64140	56.96	17.26	23.43	60.37	12.79	26.47	10.92
W82150	57.85	15.94	23.58	63.94	10.50	22.96	12.15
W73150	56.34	17.74	25.21	61.01	11.62	25.79	11.37
W64150	54.66	19.57	24.03	59.33	14.08	25.18	11.31
W82160	51.41	14.00	16.89	54.25	11.15	19.96	8.76
W73160	48.88	13.05	14.38	53.22	7.50	14.09	10.18
W64160	51.32	9.86	13.47	52.47	9.94	16.53	4.29

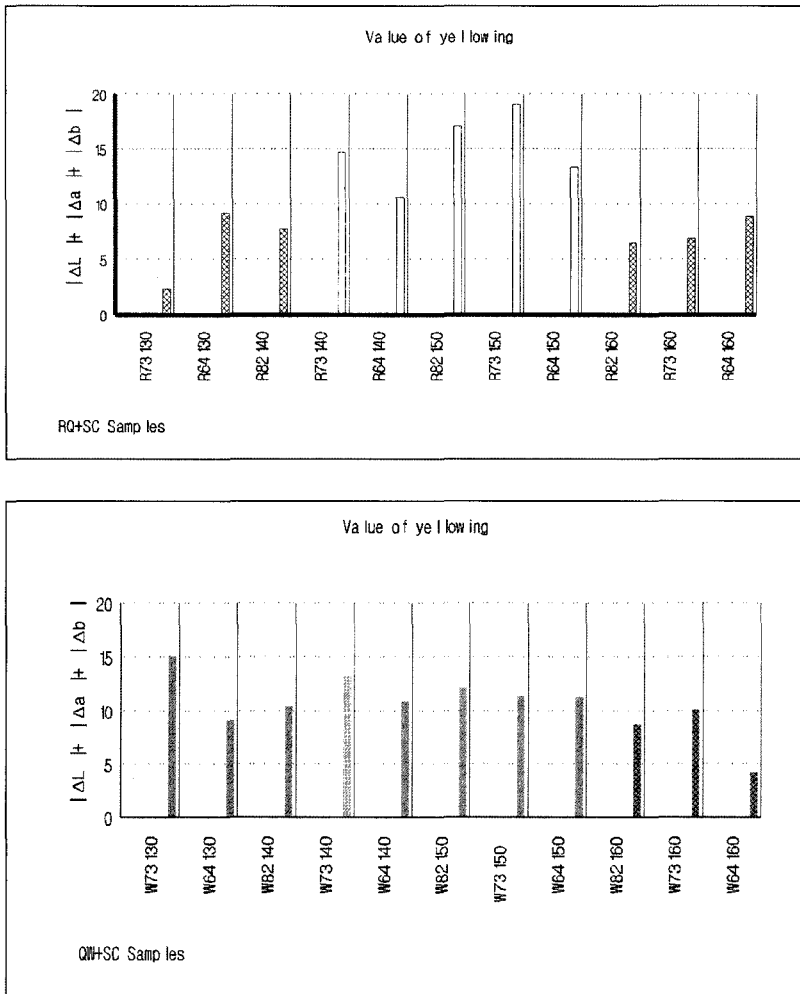


Figure 7. Yellowing of Samples.

각 시편의 노출전후 황변차를 색도계로 측정하여 비교하였으며(Table 3, Figure 7) 경도변화를 관찰하기 위하여 각 소성된 시편을 1cm²의 입방체 크기로 만들어 압축경도를 측정하였다(Figure 6). 경도측정은 RQ+SC와 QW+SC의 혼합 시편을 각각 130℃와 160℃에서 소성한 시편들로 비교하여 총 24개의 시편 중 12개만을 선정하여 측정하였다 이 12개 시편은 Table 2에 회색배경으로 표시하였다.

가온된 혼합시편은 Figure 5에서 볼 수 있는 것과 같이 색상이 짙어진다. 160℃의 온도에서만 현격한 색상변화를 보이는 RQ와 달리 QW는 130~160℃범위에서 온도상승에 따라 다양한 색상차를 보였다. 하지만, 200

℃ 가온온도에서는 QW와 RQ, 그리고 SC복원재료들이 모두 수축이 현저하게 진행되면서 색상이 진해지고 집착력 또한 약해져 원래의 물성을 잃어버림을 알 수 있었다.

황변도는 노출 전·후의 색도값을 비교하면 알 수가 있는데, 즉, QW가 RQ보다 많이 황변이 되었으며 황변한계값은 Table 1의 결과와 같이($|\Delta L| + |\Delta a| + |\Delta b| = 10 \pm 2$)을 기준으로 할 때 가온으로 인한 추가황변이 일어나지 않음을 확인 할 수 있기 때문에 복원제로 사용하기에 안정하다. RQ+SC 중에서도 140℃, 150℃ 범위를 제외하고 130℃, 160℃, 범위에서 사용하는 것이 유리하다. QW+SC중에서도 130℃, 140℃, 150℃를 제외하고 160℃ 가온온도를 사용하는 것이 바

Temp.	Ceramics Epoxy putty	Wood Epoxy Putty	Temp.	Ceramics Epoxy Putty	Wood Epoxy Putty
130℃			160℃		
	R64130	W64130		R64160	W64160
	R64130	W64130		R64160	W64160
R73130	W73130	R73160	W73160		
R82130	W82130	R82160	W82160		

Figure 8. Measurement of Vickers Hardness.

람직하다. Figure 4에서 알 수 있듯이 100%의 RQ와 QW의 경도는 경질토기의 경도보다는 약하였지만, 복원제로 사용하기에는 다소 강한 편이었다. 그러므로 SC를 에폭시 퍼티에 혼합한 물성실험이 Figure 8에서 알 수 있듯이 실제 경질토기편 보다 약하면서도 성형이 편리하고 복원부위의 형태를 유지할 수 있는 강도를 지닌 재료임을 알 수가 있었다. 이러한 결과는 QW+SC 시편이 RQ+SC 시편보다 강하여 압축흔적이 알게 파인 것과는 연관성이 있는 부분이다(Figure 8).

IV. 신복원재료의 복원사례

본 실험에서는 앞에서 살펴 본 실험결과에 의거하여

토기/자기 보존실에서 현재 인천시립박물관에 대어 전시될 청자음각연화문표형주자(Figure 9)와 국립중앙박물관 특별전 호우총에 전시되고 있는 대부장경호(Figure 16)의 결손된 부분을 복원할 때 이번에 제작된 복원재료를 실제로 적용하여 처리하였다.

첫째로, 인천시립박물관에 대어 전시되는 청자음각연화문 표형주자 (신3295)에 대한 복원과정에 대해 살펴 보도록 하겠다. 전체적으로 두꺼운 과형으로 표형동체에 3줄로 꼬아 만든 주전자의 손잡이가 파손되어 결실된 상태이며 유약층은 부분적으로 탈락되었고 수직으로 올라가다가 끝 부분에서 앞으로 꼬부라지는 주구가 있다. 유약은 진한 녹색이며 뚜껑은 몸체보다 밝은 비취색이고 태토는 밝은 회색이다. 굽의 모양은 낮은 평굽이며 도자기 유약 면에는 흙과 검은색 이물질이 고착된 상태이다.



Figure 9. Long-Necked Jar(before treatment).



Figure 10. Long-Necked Jar(After treatment).

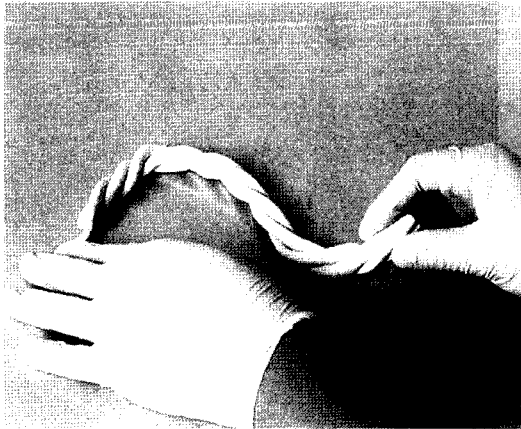


Figure 11. A detail of the Repaired handle(before coloring).

보존과정은 60℃ 온도로 가온된 이온수에 3일간 침적시켜 이물질들을 약화시켜 주었다. 약화된 이물질은 부드러운 스펀지를 사용하여 깨끗이 제거시켜주었으며, 결실된 손잡이는 세라믹용 에폭시 퍼티(8)와 소성점토(2)를 혼합하여 3줄의 긴 가닥을 만들어 실제 자기를 성형할 때 만든 방법 그대로 형태를 만들어준 후 복원시켜 주었다(Figure 11). 기존 복원재료를 배합하여 새롭게 만든 복원재료는 토기뿐만 아니라 청자태토의 복원에도 쉽게 적용이 된다. 원래 유물이 만들어질 당시의 제작기



Figure 12. A detail of the handle.

법을 그대로 재현하여 형태를 성형하였으므로 원래 자기의 형태와 유사하게 복원할 수가 있었다. 형태가 완성된 손잡이 처리는 열풍건조기에 15분간 가온하여 안정시켜 주었다. 하지만, 15분간의 가온시간동안 토기의 접착제로 사용된 순간접착제의 내열성이 130℃의 온도에 안정

한지를 확인할 필요가 있음을 인식하였다. 이에 이때 순간접착제의 내열성에 대한 온도실험을 선행하여 실시하였다. 즉, 토기나 자기를 접합할 때 사용하는 순간접착제가 열풍건조기의 130℃ 온도에도 안정하여 실제 유물에 적용할 때 문제점이 없는지를 확인하기 위해 실제 토기편을 구하여 내열실험을 하였다. 파손된 토기편을 순간접착제로 접합한 후 130~200℃에서 30분 조건으로 가온하였다. 그 결과, 대부분의 온도 범위에서는 내열성이 있었으나, 200℃ 정도의 온도에서는 순간접착제의 접착력이 약화됨을 확인할 수가 있었다. 또한, 실제 경질토기나 청자와 같은 유물들은 환원분위기인 등요가마에서 800℃에서 1300℃의 온도에서 가열되어 소성된 유물들이다. 그러므로 130~160℃온도와 같이 비교적 저온인 온도로 가온하는 것은 토기나 자기들이 소성될 때 경험했던 온도보다 현저하게 낮은 온도이므로 이런 온도는 유물 내부에 어떠한 물성변화가 없다는 점은 이미 여러 실험을 통해 확인된 바⁴⁾이다. 도자기 분석에서 이런 특성을 이용하여 소성온도를 추정할 때 이런 결과를 이용하기도 한다. 채색은 아크릴 칼라 물감을 사용하였으며 유약층 복원은 아크릴 광택제를 사용하여 복원시켜 주었다(Figure 10,12).

둘째로는 토기복원 사례로서 고고부에서 주최한 특별 전 호우충 전시대비 유물들 신수117 대부장경호에 대한

복원 과정이다. 처리전 상태는 경질의 토기로 복원하기 이전에 이미 여러 조각으로 파손된 것을 이전 처리자가 접합한 것으로 추정된다. 하지만, 시간이 경과된 후, 접합부위에 접합제가 열화 되어 흘러내리고 있었으며 토기 굽부분의 표면에는 칠산화물이 고착되어 있었다. 발굴현장 당시 같은 장소에 있던 여러 편들 중에서 이 대부장경호의 일부로 추정되는 다섯 개의 편을 함께 보관하고 있던 상태였다. 토기 굽의 1/3 가량이 이미 결손 되어 직립상태로서 잇기 조차 힘들 정도이며 구연부분은 끝부분까지 남아 있지 않아 형태를 추정하여 복원하기에는 다소 어려움이 있었다. 기벽에는 이물질이 고착되어 있었으며 결실된 부분도 상당수 있었다.

보존처리는 토기고배의【해체 및 세척 - 재접합 - 복원틀제작 - 복원 - 채색 - 가온정화】순서로 이루어졌다. 토기고배 전체를 아세톤에 5시간 침적시켜 열화 되어 흘러내렸던 세메다인-C를 완전히 제거시켜준 후, 접합된 편들을 전부 해체시켜주었다. 해체된 편들은 아세톤 상에서 꺼내어 자연건조를 시켜주었다. 자연 건조된 후에는 기존 접합면의 이물질을 메스를 사용하여 정리한 후 재접합 시켜 주었다. 접합순서는 저부부터 접합하였는데 접합방법으로는 매직테이프를 이용하여 전체를 가접합 과정을 거쳐 접합순서를 정하였다. 이러한 과정에서 미처 자리를 찾지 못한 다섯 개의 편중에서 세 개의 편이



Figure 13. Fill the Mould with Chosen casting Material and Separate the mould and remove the cast once it has set hard.

4) 이영은, 조선분청의 성분 및 미세구조 연구, 중앙대학교 박사학위 논문, p104, (1998).

5) 시아노아크릴레이트계 접착제로 접착물의 표면에 부착된 미량의 수분에 의해 중합반응이 순간적으로 진행된다. 특히 CN-2타입은 금속용으로 만든 것으로 내열, 내충격, 고강도용으로 고안된 점도 3Pcs의 저점도 접착제이다. JIS K6861 인장전단강도측정을 한 결과에 의하면 EE type은 150℃ 1시간에서 97.5%의 접착력을 유지하며 이 보다 내열강도가 강한 CN-2타입은 보다 더 안정하다.



Figure 14. A detail of the Repaired body(left : before coloring, right : before coloring).

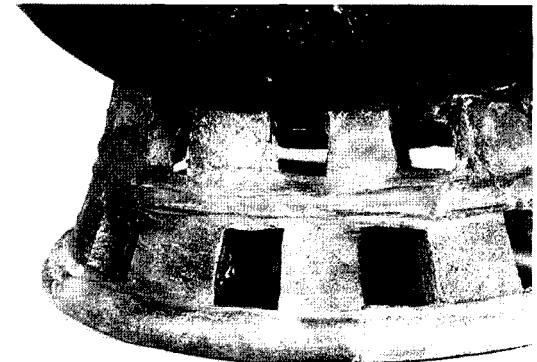
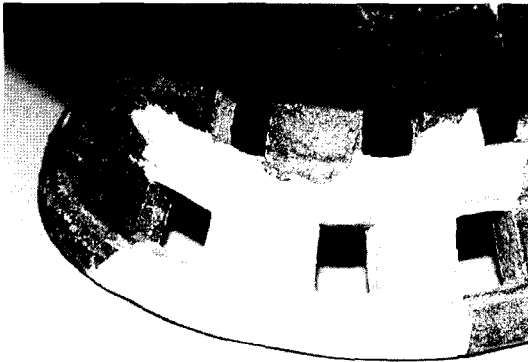


Figure 15. A detail of the Repaired foot(left : before coloring, right : before coloring).

이 항아리의 일부임을 확인할 수가 있었다. 토기의 접합은 순간접착제(CN-2 type)⁹⁾를 사용하여 접합하였다. 복원은 고배부터 복원하였는데, 복원재료는 세라믹용 에폭시퍼티와 소성점토를 7:3로 혼합하여 사용하였다. RQ+SC는 에폭시퍼티 자체의 강도를 낮추며 경화속도도 늦추어 사용할 수 있는 배합비율이었다.

저부의 다리 부분인 고배는 거친 질감의 기벽에 상하로 엇갈린 투창이 두개씩 불규칙하게 뚫어져 있었는데, 복원제를 사용하여 윤적법으로 쌓아올리면서 복원시켜 주었다(Figure 15). 이때 완전히 굳기 전에 성형에 필요한 시간과 적당한 경도가 확보되는 신복원재료를 사용하였으므로 핸드드립과 같은 물리적인 성형과정을 생략할 수가 있었다.

동체는 넓은 부위가 결실되어 토기자체의 질감을 손

으로 직접 성형을 하거나 도구로 재현하기가 어려웠다. 그러므로 토기의 결실되지 않고 남아있는 부위를 실리콘 러버로 복제한 후 신복원재료인 RQ+SC를 7:3으로 혼합하여 이 틀에 압착한 채 경화시켰고, 이 복제한 복원된 편을 결실부위의 모양에 맞추어 잘라서 결실부에 끼워 넣었다(Figure 13,14). 모든 복원과정은 형태성형 뿐만 아니라 물감으로 색처리까지 마친 후 열풍건조기에서 160℃로 가열하여 복원과정을 완료시켜 주었다. 그 결과, 색처리가 완료된 아크릴물감은 유물 복원부분의 표면에 좀 더 자연스럽게 융착되는 특징을 보였는데 이러한 결과는 복원부분에 자연스러운 질감과 색감을 갖게 하여 원래의 토기와 흡사한 마무리를 가능하게 하였다.(Figure 17).

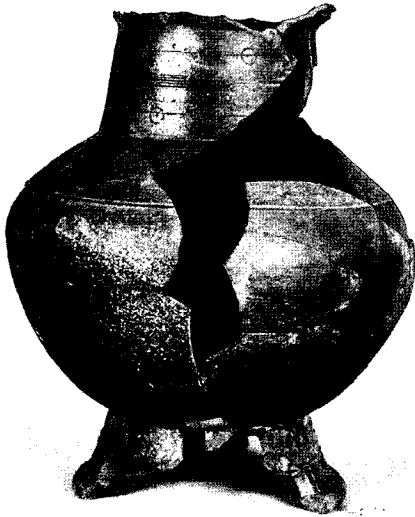


Figure16. Gourd-Shaped Pitcher(before treatment).



Figure 17. Gourd-Shaped Pitcher(after treatment).

V. 결론

지금까지 일반적으로 사용되어온 토기/자기 복원재료와는 다른 소성점토와 에폭시페티를 혼합한 신개념의 복원재료를 만들었다.

신복원재료는 지금까지 사용되어온 복원재료와는 다른 가온이라는 방법을 통해 사용되는 재료이다. 실제 유물의 결손부 복원처리에 가온이라는 방식을 통해 복원재료를 사용될 수 있는 이유는 130℃-160℃의 온도에서도 유물에는 어떠한 손상이나 물성변화가 없기 때문이다. 또한, 깨진 토기나 자기의 편을 접합하는데 사용된 접착제가 가온에서 내열성이 전혀 없으면 복원재료가 아무리 좋은 재료일지라도 이 재료는 전혀 사용할 수가 없을 것이지만, 본 실험에서는 순간접착제의 내열성 실험을 통해 안정성을 확인할 수 있었다. 황변성이라는 측면에서도 신복원재료는 다른 복원재료에 비해 황변정도가 늦은 편이며 경도 또한 원래의 토기나 자기유물보다는 약하면서도 형태 복원에 적합한 물성을 가지고 있는 훌륭한 재료임을 알 수가 있었다. 특히, 200℃ 범위의 가온온도에서는 복원재료가 가진 접착력 및 내구성이 현저하게 낮아져 복원재료의 가역성 문제를 어느 정도 해결할 수 있었다.

본 연구에서는 이런 신복원재료의 개발로 인해 유물 복원과정에서의 긴 처리시간을 획기적으로 감소시킬 수가 있었으며 질감이나 색감처리에서도 한층 더 효과적인 결과를 낼 수 있는 재료임을 확실할 수 있었다. 다만, 이번에 새롭게 개발된 신복원재료가 경질토기나 자기의 복원재료에는 비교적 효과적인 재료이었지만, 백자와 같은 치밀한 태도를 복원하는 재료로는 다소 어려움이 있음을 알 수가 있었다. 따라서 치밀한 태도를 가진 도자기에 적합한 복원재료를 따로 연구하고 자연소재로 활용하여 황변성이 전혀 없는 복원재료의 개발되도록 노력해야 할 것이다.

참고문헌

1. 이영은, 조선분청의 성분 및 미세구조 연구, 중앙대학교 박사학위 논문, (1998).