보물 제1312호 무위사 아미타여래삼존좌상 소조층 보수 충전제에 관한 연구

이수예¹
(사) 사찰문화재보존연구소

Study About Filling-Material for Clay Layer Restoration of Seated Amitabha Triad at Muwisa Temple (Treasure No. 1312)

Su Yea Lee¹
Conservation Institute of Buddhist Temple Cultural Heritage

¹Corresponding Author: leesueya@hanmail.net, +82-2-462-9994

초 록 보물 제1312호 무위사 아미타여래삼존좌상은 기존에 목조불로 알려졌으나 2009년에 실시한 정밀안전진단을 통해 본존불인 아미타여래좌상은 흙으로 조성된 소조불로 밝혀졌다. 그런데 아미타여래좌상의 소조층은 손상이 심각하여 보수가 불가피하였고, 이에 보수재료로서 보다 안전하고 적합한 충전제에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구는 무위사 아미타여래좌상의 소조층 보수에 가장 적합한 충전제를 제작하기 위한 실험으로 다양한 비율로 배합한 조합토 샘플을 제작한 후 건조 시 표면의 경화상태, 균열 및 색상변화, 수축률 결과를 측정하였다. 충전제 제작에 사용된 조합토 재료는 황토와 세사, 면 솜을 적용하였으며 6가지의 배합비율로 조합토 시료를 만들고 여기에 찹쌀풀, 도박풀, 아교로 만든 12가지 농도의 접착제를 혼합하여 총 72가지 조건의 시료를 제작하여 비교분석 하였다. 실험결과 조합토는 황토와 세사의 질량비에 대하여 2.5%의 면 솜을 함유하고, 황토와 세사의 비율이 15:1일 때 수축률이 가장 낮은 것으로 판명되었으며, 천연접착제 중 색상의 변화가 적고, 물성변화량과 수축률이 가장 낮은 아교가 사용 가능한 접착제로 판단되었다. 즉, 조합토(황토:세사=15:1)와 아교15ml 첨가 시 가장 낮은 수축률을 나타내어 무위사 아미타여래좌상 보존처리 시 소조층의 충전제로 가장 적합한 것으로 판명되었다.

중심어: 무위사, 소조불, 불상보수, 충전제, 조합토

ABSTRACT Seated Amitabha Triad at Muwisa Temple (Treasure No. 1312) had been known as wooden Buddha statue, but a precise safety inspection revealed that the statue is terracotta Buddha statue made with clay. The clay layer of Amitabha Triad was conserved due to its severe damage. In this study, experiments were conducted to produce the most appropriate filler for the conservation treatment of the seated Amitabha Triad. Mixed clay samples with various ratios were produced and surface hardening state, crack, color change, and shrinkage of the samples during dry process were measured. Loess, fine sand powder, and cotton were used to produce the mixed clay for the filler with six different ratios and then 12 different concentration glues made with glutinous rice glue, *Pachymeniopsis Elliptica* glue, and animal glue were added as adhesives. Total 72 types of samples were prepared and comparative study was conducted. As a result, when the mixed clay contains 2.5% cotton compared to the weight per cent of loess and fine sand powder and also loess and fine sand in the mixed clay have a 15:1 ratio, the mixed clay had the lowest shrinkage. Animal glue is considered

as an appropriate glue since it had small color change, low physical property change and shrinkage. Therefore, mixed clay (loess:fine sand=15:1) mixed with 15ml animal glue is likely to be a suitable filler for conservation treatment of the seated amitabha triad at the Muwisa Temple.

Key Words: Muwisa Temple, terra-cotta buddha statue, buddhist sculpture restoration, filler, Mixed clay

1. 서론

흙으로 만든 소조불은 나무로 만든 목불, 돌로 만든 석불 그리고 금속으로 만든 금동불이나 철불과 함께 불상을 조성하는데 있어서 가장 많은 비중을 차지하고 있다 (Cultural Heritage Administration, 2010). 소조상은 조각이나 주조기법으로 제작되는 여타 상들에 비해 흙을 덧볼

여 만들기 때문에 크기나 형태의 제약으로부터 자유롭고 또 얼마든지 수정할 수 있어 작가의 의도를 가장 잘 표현할 수 있다는 장점이 있으나 금속이나 돌로 만든 상에 비해 내구성이 약하다는 단점이 있다. 이러한 이유에서인지 현존하는 불상유물 가운데 석조와 목조 등 다른 소재의 불상에 비해 그 비중이 크지 않다.

불상의 보수나 보존처리에 있어서도 소조불은 석불이

(A) γ -ray film(front)

(B) injury region of left arm

(C) injury region of back

(D) injury region of lower body

Figure 1. Damage condition of Buddha statue.

나 목불 또는 철불 및 금동불의 보존처리에 비해 까다로운 편이다. 석불의 보존처리는 표면의 이물질 제거 및 균열부의 수지접합이 대부분이며, 목불은 목재의 방부처리와 개금, 철불 및 금동불은 녹제거와 방청이 보존처리과정의 전 부라고 해도 과언이 아니다. 소조불의 경우 소조층이 건조되면서 발생한 균열부위나 손상부위를 합성수지가 아닌 동일한 소조층으로 충전하여 보수를 진행해야 하는 어려움이 있다.

보물 제1312호 무위사 아미타여래삼존좌상은 그동안 목조로 알려져 왔으나 2009년에 실시한 정밀안전진단 사업과정에서 본존인 아미타여래좌상을 비롯하여 연화대좌와 팔각대좌가 소조(塑造)로 조성된 것으로 밝혀졌다(Y.S. Research Institute of Cultural Heritage, 2010). 또한 X-선 및 γ -선 촬영 결과 아미타여래좌상의 내부에서 심각한 균열이 확인되어 시급한 보존처리가 요구되었다. 이에 2010년부터 2013년까지 무위사 아미타여래삼존좌상에 대한 보존처리 사업이 진행되었고, 그 과정에서 불상의 개금층을 제거하고 소조층의 손상 현황을 살펴본 결과 우려이상으로 손상이 광범위하고 심각한 수준이었다. 특히 불상의 왼쪽 팔과 등 뒤면 그리고 무릎부분은 불상의 원형을 유지하기 힘들 정도로 손상정도가 심각하였다(Figure 1).

따라서 소조층 가운데 일부분에 대한 보수가 아니라 소조층 전면에 대한 보수가 이루어져야 하는 상황이었고, 불상의 전면적인 보수를 위해 소조층의 충전제료를 심각하게 고민해야 하는 상황이었다.

본 연구는 광범위하게 손상된 소조층 보수를 위해 가장 적합한 충전제료를 찾는데 목적이 있다. 이를 위해 무위사 경내에서 채취한 황토를 수비한 후 얻은 고운 황토와 세사, 먼 솜 등으로 조합토를 제작하고 다양한 배합비율을 적용한 충전제료를 만들어 건조 시 충전제의 균열 및 색상변화와 수축율 결과를 분석하여 무위사 아미타여래좌상의 소조층 보존처리에 가장 적합한 배합비율을 선정하기 위한 실험을 진행하였다.

2. 재료 및 방법

아미타여래좌상의 소조층 토양을 대상으로 광물조성 및 희토류원소 분석, 식물규산체 분석 등의 분석을 실시하고 그 결과를 바탕으로 무위사 아미타여래좌상의 소조층 보수를 위한 충전제를 제작하였다. 충전제는 소조층의 토양 성분 뿐 만 아니라 소조층 내부에서 발견된 섬유와 재료

사이의 접착력을 높이기 위해 사용한 접착제 등의 구성비율을 조사하여 아미타여래좌상의 소조층 보존처리에 가장 적합한 형태로 만들었다.

2.1. 아미타여래좌상의 소조토 분석

아미타여래좌상 소조층의 특성을 밝히기 위해 토양분석을 실시하였다. 분석과 분석결과에 대한 종합의견은 한국지질환경연구소에 의해 이루어졌으며 그 내용과 결과를 정리하면 다음과 같다(Korea Institute of Geological environments, 2010).

먼저 육안관찰을 통해 토양의 색조와 구성물질을 관찰하였으며 다음으로 광물조성을 분석하기 위해 X-선 회절분석(XRD; X-Ray Diffraction)을 수행하였다. 그리고 토양의 기원과 산지 추정을 위해 희토류원소 분석(ICP-MS)과 식물규산체 분석을 수행하였다. 식물규산체 분석은 섬유질을 포함한 이물질이 제거된 시료를 이용하였으며 X-선 회절분석(XRD)과 희토류원소 분석(ICP-MS)은 이물질과 조립의 입자를 제외한 실트(silt)이하 크기의 입자를 대상으로 하였다.

토양의 색조와 구성물질의 관찰에는 실제현미경을 사용하였고 광물조성 분석에는 X-선 회절분석기(XRD; X-Ray Diffraction, Empycean, PANalytical, Netherlands)를 사용하였다. 희토류원소 분석에는 유도결합플라즈마질량분석기(ICP-MS; Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy)를 사용하였다.

분석결과 아미타여래좌상의 토양은 실제현미경 관찰에서 yellow orange(10YR 7/8)의 색조를 띠고 약 0.1~0.3mm 크기의 흰색 장석과 투명한 석영 입자가 관찰되었으며, 불순물로 섬유질이 관찰되었다. 광물구성에서는 녹니석, 고령석, 석영, 회장석 등의 광물이 검출되었고 식물규산체 분석에서 습지식물인 갈대속형이 가장 우세하게 산출되어 하천 배후습지의 세립질 퇴적물이 그 기원인 것으로 밝혀졌다.

이처럼 토양분석을 통해서 무위사 아미타여래좌상의 재료로 사용된 소조층 토양의 광물조성과 산지를 밝혀 낼 수 있었다. 그러나 아미타여래좌상 조성 당시에 사용한 토양과 동일한 토양을 찾는다는 것은 사실상 불가능하기 때문에 비교시료 토양을 주원료로 다양한 조합토를 제작하여 실험한 후 무위사 아미타여래좌상의 소조층 보수에 가장 적합한 충전제를 선정하였다.

2.2. 조합토 제작

토양분석 결과를 바탕으로 무위사 보제루 아래에서 채취한 황토를 이용해 아미타여래좌상의 토양성분과 비슷한 조합토를 제작하였다.

아미타여래좌상의 토양은 오렌지 색상에 석영과 장석의 알갱이가 관찰되고 식물규산체 분석결과 습지토양인 것으로 밝혀졌으나 무위사 보제루 아래에서 채취한 토양은 불순물이 섞이지 않은 순수한 황토에 가깝다. 따라서 황토에 석영 등의 광물입자를 대신할 시료로 세사를 선정하였다. 또한 아미타여래좌상의 토양을 대상으로 한 실험현미경 촬영에서 섬유가 발견되었는데 섬유의 재질은 면(Cotton)이며 점토의 접착력을 높이기 위해 첨가된 것으로 판단된다. 이에 토양 내부에 혼합되어 있는 섬유의 비율을 산출하여 일정한 양의 면 솜을 첨가한 조합토를 제작하였다.

2.2.1. 황토

충전제 제작을 위한 황토는 무위사 경내에 위치한 보제

Table 1. Blending rate of specimen(loess : sand).

	loess	sand
A	5	5
B	7	3
C	3	7

루 1m 아래의 퇴적층에서 약20kg을 채취하여 마련하였다. 충전제로 사용될 황토의 제작과정은 다음과 같다(Figure 2).

- ① 채취된 황토는 수비과정을 거쳐 불순물을 걸러주는 데, 약8개월 동안 여러 차례에 걸쳐 실시하였다. 동절기에는 일주에 2~3회, 하절기에는 일주일에 3~4회의 수비과정을 거쳐 황토와 함께 섞여있던 불순물을 제거하였다.
- ② 불순물이 제거된 황토는 수분을 최대한 제거한 후, 용기에 담아 열건조기(우성기업 WS-US 050H, 자외선 등을 제거하여 사용)에 넣어 50℃로 약72시간 동안 건조시켰다.
- ③ 건조된 황토는 유발에 넣어 곱게 갈아 분말화하였다.
- ④ 분말형태의 황토는 표준망체로 2회 걸러 입도선별하였는데, 1차는 1mm(체눈크기)의 체를 사용하여 실시하였으며, 2차는 1차 때 선별된 황토를 다시 75 μ m(체눈크기)의 체로 입도선별하였다.

2.2.2. 세사

무위사 아미타여래좌상 소조층 토양 분석결과 석영과 장석 및 백운모 등이 관찰되는 것이 특징이나(Korea Institute of Geological environments, 2010), 조합토의 주원료로 쓰일 황토는 거의 혼합물이 존재하지 않는 상태의 흙으로 본 연구에서는 세사를 혼합하였다. 조합토에 사용된 세사의 준비과정은 다음과 같다(Figure 3).

Figure 2. Loess preparation process.

Figure 3. Sand preparation process.

Figure 4. Measurement of fiber blending rate.

Figure 5. Blending rate of specimen.

- ① 입도가 고르지 않은 강모래 10kg을 마련하여 약 1개월 동안 일주일에 2회의 수비과정을 거쳐 세사와 함께 섞여있던 불순물을 제거하였다.
- ② 불순물이 제거된 세사는 수분을 최대한 제거한 후 용기에 담아 열건조기에 넣어 50℃로 약 48시간동안 건조시켰다.
- ③ 건조된 세사는 1mm(체눈크기)의 표준망체를 사용하여 입도선별하였다. 세사는 입도크기 0.1~0.02mm 사이의 모래를 선별하여 사용하였다.

2.2.3. 면 솜

무위사 아미타여래좌상의 소조층 분석결과 소조층 내부에 섬유질이 포함되어 있었다. 섬유의 재질을 확인하기 위해 소조층에서 섬유만 따로 검출한 후 한국섬유개발연구원에 성분분석을 의뢰한 결과 면(Cotton)으로 판별되었다(Y.S. Research Institute of Cultural Heritage, 2014). 섬유분석 결과에 따라 조합토 제작 시 혼합물이 첨가되지 않은 100% 목화솜을 첨가하였다. 또한 소조층에 포함되어 있는 섬유(면)의 배합비율을 산정하기 위하여 아미타여래좌상의 후면 하부에서 소조층 15g을 채취하여 배합비율 분

석을 수행하였다.

배합비율 분석은 다음과 같은 순서로 진행하였다(Figur 4).

- ① 살레, 비이커, 핀셋, 전자저울 등 실험도구를 준비하였다.
- ② 채취한 시료를 60℃ 이하의 온도에서 완전히 건조시킨 후, 저울로 질량을 정확히 측정하여 5g씩 살레에 나누어 담았다.
- ③ 소조층의 토양을 제거하고 섬유층만 분리하기 위하여 비이커에 증류수와 함께 시료를 넣고 수세하였다. 핀셋으로 6~8차례의 수세과정을 반복하여 이물질을 완전히 제거하였다.
- ④ 수세한 섬유는 섬유의 정확한 질량을 측정하기 위해 건조시켰으며, 건조과정에 섬유질이 탈 수 있으므로 60℃ 이하의 온도에서 약 24시간을 건조하였다.
- ⑤ 건조가 완료된 섬유의 질량비를 구하였다.

2.3. 조합토 배합비율

무위사 아미타여래좌상의 소조층 보존처리에 적합한 충전제를 제작하기 위해서는 조합토의 배합비율을 무위사

아미타여래좌상의 소조층과 동일하게 적용해야한다. 그러나 무위사 아미타여래좌상 소조층의 정확한 배합비율은 불상전체 소조층에 대한 입도분석을 통해서만 알 수 있을 뿐더러 당해 문화재의 추가손상을 방지하기 위하여 불상 전체를 대상으로 하는 입도분석은 수행할 수 없었으므로 정확한 배합비율을 확인할 수 없었다.

따라서 기존의 연구성과가 반영된 자료(Kim and jeong, 2008)를 바탕으로 배합비율(Table 1)을 선정하여 예비실험을 실시하였으나, 조합토와 접착제를 혼합하여 원통형의 몰드에 넣고 다졌을 때, 같은 양의 충전제를 다져 넣을 수 없었고 수분이 흘러나와 제대로 된 실험을 할 수 없었다.

이에 Table 1의 조합토 배합비율은 이번 연구에서는 적

절하지 않다고 판단하였으며, 무위사 아미타여래좌상의 소조층에 대한 광물조성(XRD) 분석결과 석영과 장석 등이 소량으로 함유되어있었다는 것에 착안하여 세사의 비율을 낮게 산정하여 Table 2과 같이 다양한 조합토의 배합비율을 선정하였다(Figure 5).

2.4. 천연접착제 제작

조합토의 배합비율을 결정하고 충전제를 만들 때 첨가되어야 할 중요한 재료가 있는데 바로 접착제이다. 접착제는 조합토를 구성하는 각 재료들을 혼합했을 때 서로 잘 결합할 수 있게 도와주는 역할을 한다. 무위사 아미타여래좌상의 조성시기를 고려해 봤을 때 사용된 접착제는 자연에서 추출한 천연접착제 즉 전통풀이다.

전통풀은 원료물질에 따라 동물성과 식물성 접착제로 나누는데, 대표적인 동물성 접착제로는 아교와 부레풀이 있고, 식물성 접착제로는 해초풀과 도박풀, 그리고 전분을 이용한 녹말풀이 있다(National Science Museum, 1996). 본 실험에서는 천연 원료 중 식물성원료로 도박풀과 참쌀풀을 선정하였다(Figure 6). 도박풀은 건조 후 갈라짐과 허물어짐을 방지하는 효과가 있다는 점과 흙벽 충전제로 도박풀을 첨가하여 반죽한 바탕층은 균열이 생기지 않으며

Table 2. Blending rate of specimen(loess : sand : cotton).

samples name	material		
	loess(g)	sand(g)	cotton(g)
B1	35.25	0.75	0.9
B2	34.50	1.50	0.9
B3	33.75	2.25	0.9
B4	33.00	3.00	0.9
B5	32.25	3.75	0.9
B6	31.50	4.50	0.9

(A) glutinous rice flour

(B) Pachymeniopsis Elliptica

(C) glue powder

Figure 6. Production material of traditional glue.

Table 3. Concentration of adhesive.

material	concentration	
	A(100%)	B(50%)
rice starch(a)	rice starch 100g	
Pachymeniopsis Elliptica(a)	Pachymeniopsis Elliptica10g+water 3600ml(3.6L)	
glue powder(a)	glue powder 4.35g+water 15ml	
glue powder(b)	glue powder 8.7g+water 15ml	
Pachymeniopsis Elliptica(b)	Pachymeniopsis Elliptica20g+water 1800ml(1.8L)	
rice starch(b)	rice starch 100g+water 100ml	

A of 50%

채색층과의 접착이 더 잘 되었다는 자료를 토대로 선정하였다(National Science Museum, 1996; Jang, 2003). 전분계 접착제 또한 벽체 제작에 사용된 사례들이 발견되어 찰쌀을 선정하였으며(Jeong and Han, 2008), 동물성 접착제인 아교나 어교는 예전부터 문화재 및 예술품의 복원에 사용된 재료로서 그 기능성을 검토해 보고자 선정하였다(Tongdosa Temple Museum, 2008).

2.4.1. 접착제 농도

접착제의 농도에 따른 물성변화량을 알아보고자 Table

3와 같이 접착제의 농도를 A와 B 두 가지로 준비하였다. 앞서 언급한 제작방법대로 만든 접착제를 A농도로 설정하고 A농도의 접착제와 물을 1:1의 비율로 희석하여 만든 것을 B농도로 설정하였다(Figure 7).

2.5. 충전제 제작

2.5.1. 충전제 배합비

조합토의 제작 및 배합비율, 천연접착제의 제작을 바탕으로 결정된 충전제의 배합비율은 Table 4와 같다.

Figure 7. Comparison of adhesive concentration.

Table 4. Structure material and blending rate of specimen.

	loess(g)	sand(g)	cotton(g)	concentration(%)
ㄱ	35.25	0.75	0.9	100 50
ㄴ	34.50	1.50	0.9	100 50
ㄷ	33.75	2.25	0.9	100 50
ㄹ	33.00	3.00	0.9	100 50
ㅁ	32.25	3.75	0.9	100 50
ㅂ	31.50	4.50	0.9	100 50

Figure 8. Test piece specimen preparation process.

2.5.2. 공시체 제작

충전제의 물성연구를 위하여 표면관찰 및 기타 물성측정을 위한 공시체를 제작하였다. 공시체는 ks규격을 참고하여 지름 3.5cm, 높이 3cm의 원통형으로 제작하였다. 시료의 성형을 위하여 원통형의 몰드에 준비된 조합토와 접착제를 혼합하여 같은 양의 흙을 넣어 공시체를 성형하였다(Figure 8).

성형된 공시체의 건조는 미생물의 번식을 방지하기 위하여 1차 건조는 열건조기를 사용하였으며, 2차 건조는 실온에서 온·습도의 영향에 대한 적응 후 수축율의 변화를 분석하였다. 1차 건조는 실온과 유사한 온도 27℃에서 약 48~72시간 동안 열건조기에서 건조시켰으며, 2차 건조는

온도 23℃~27℃, 습도 60~70%의 실온에서 약 7일간 건조시켜 물성변화를 분석하였다.

3. 실험결과

조합토 비율에 따라 건조가 완료된 공시체의 모습은 Figure 9와 같다.

3.1. 표면상태 변화

접착제로 찰쌀풀을 사용한 경우 시료가 건조되면서 접착제의 성분이 표면으로 응집되어 표면경화현상이 나타났

Figure 9. Results of analysis.

다. 열건조기를 사용한 공시체의 표면과 자연건조한 공시체의 표면 상태는 큰 차이를 나타내지 않았으며 몇몇 공시체에서 균열 및 미세균열이 발생하였지만 전반적으로 모든 공시체의 표면 상태는 고른 편이었다(Figure 10).

3.2. 색도변화

대부분의 시료들은 색도변화를 보이지 않았으나 찹쌀풀b를 첨가한 공시체는 어두운 황토 빛으로 가장 큰 색차를 보였다. 찹쌀풀b를 첨가한 공시체를 제외한 나머지 공

시체의 색상은 밝은 미색의 황토 빛을 나타내었다(Figure 11).

3.3 수축변화

공시체 건조 후 충전제의 수축변화를 측정하였다. 먼저 접착제의 첨가 없이 증류수만으로 충전제를 제작한 결과 평균 17.5%의 수축률을 보인다(Figure 12).

찹쌀풀a는 조합토의 세사 비율이 높을수록, 점도는 낮을수록 수축률은 감소하나 평균 24.5%의 수축률을 보일뿐

(A) surface hardening

(B) surface crack

Figure 10. Change of surface state.

(A) group 'a' specimens

(B) group 'b' specimens

Figure 11. Concentration according to the chromaticity change.

Figure 12. Distilled water.

Figure 13. Rice starch(a).

아니라 물성변화량이 크다. 그러나 황토와 세사의 비율이 7:1일 때 수축률의 변화가 낮다. 또한 점도가 50%일 때 수축률이 낮게 나타난다(Figure 13).

도박풀a는 찹쌀풀a와는 상대적으로 황토의 비율이 높고 세사의 비율이 낮은 조합토에서 수축률이 작게 나타난다. 또한 점도의 높고 낮음과는 상관없이 불균형적인 수축률과 물성변화량을 보이고 있다(Figure 14).

아교a는 평균 17%의 수축률을 보이고 있다. 도박풀a와 같이 점도의 농도와 상관없이 불균형적인 수축률을 보이고 있다. 점도 50%의 아교a의 첨가와 황토와 세사의 비율이 15:1일 때 가장 낮은 수축률을 보인다(Figure 15).

아교b 접착제는 13%의 수축률을 보이고 있다. 특히 조합토의 황토와 세사의 비율이 15:1이고, 점도의 50%일 때 수축률이 6%로 가장 낮은 수축률을 보이고 있다(Figure 16).

Figure 14. Pachymeniopsis Elliptica(a).

Figure 16. Glue(b).

Figure 18. Rice starch(b).

도박풀20g과 증류수 1.8L를 끓여 제조한 도박풀b 접착제는 전반적으로 물성변화량은 작으나 평균 17%의 수축률을 보이고 있고 증류수만을 첨가하여 만든 충전제와 수축률은 같다. 황토와 세사의 비율이 7:1이고, 점도가 100%일 때 수축률은 12%로 가장 낮게 나타난다(Figure 17).

찹쌀풀b 접착제는 6개월 이상 삭힌 풀을 수비한 후 100g 채취하여 건조한 뒤 분말상태로 만들어 다시 물 100ml를 첨가하여 만든 접착제이다. 이때 순수한 찹쌀가루는 35g이다. 찹쌀풀b 접착제는 점도 100%일 때 수축률이 30%, 점도 50%일 때 수축률이 24%로 평균수축률이 27%를 기록하여 가장 수축률이 높았다(Figure 18).

접착제의 사용에 따른 수축변화율은 도박풀a와 아교b 접착제의 사용이 가장 안정적이며 수축률이 낮았다. 또한 충전제의 배합비율에서 황토와 세사의 비율이 15:1이고, 점도가 50%일 때 가장 낮은 수축률을 보였다(Figure 19).

Figure 15. Glue(a).

Figure 17. Pachymeniopsis Elliptica(b).

Figure 19. Synthesis.

4. 결 론

조합토의 배합비율과 접착제의 종류에 따라 공시체를 제작하여 충전제의 물성변화 양상을 살펴본 결과, 사용 가능성이 있는 천연접착제는 아교로 파악되었다. 찰싹풀을 혼합한 충전제는 물성변화량이 크고 표면경화 현상이 나타나 표면의 색상이 균일하지 못하며 균열이 발생하였다. 도박풀은 물성변화량은 낮은 편이나 아교에 비해 미세균열의 발생이 많아 무위사 아미타여래좌상의 보존처리 시 소조층의 충전제로는 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 아교는 물성변화량이 작고 수축률이 가장 낮아 무위사 아미타여래좌상의 보존처리 시 충전제의 천연접착제로 가장 적합한 것으로 판단되었다.

앞서 살펴보았듯이 무위사 아미타여래좌상 소조층의 보수 시 수축률을 최소화하기 위한 목적으로 수행한 실험 결과 충전제의 구성 및 배합비율은 다음과 같다.

1. 조합토는 황토와 세사, 면솜으로 구성되어 있으며, 황토와 세사의 질량비에 대하여 2.5%의 면솜을 함유하고 있다. 황토와 세사를 15:1 배합비율일 때 수축률이 가장 낮은 것으로 판명되었다.
2. 천연접착제 중 색상의 변화가 작고, 물성변화량과 수축률이 가장 낮은 아교가 사용 가능한 접착제로 판단되었다.
3. 조합토(황토:세사=15:1)와 아교15ml 첨가 시 가장 낮은 수축률을 나타내어 무위사 아미타여래좌상 보존처리 시 소조층의 충전제로 가장 적합한 것으로 판명되었다.

사 사

본 연구는 문화재청의 지원을 받아 영산문화재연구소에서 실시한 보물 1312호 무위사 아미타여래삼존좌상 보존처리 사업의 일환으로 이루어졌으며, 본 연구를 위해 지원해주신 문화재청과 영산문화재연구소에 감사드립니다.

REFERENCES

Cultural Heritage Administration, 2010, report : the

- recording project(terracotta Buddha statue), Cultural Heritage Administration. (in korean)
- Jang, E.H, 2003, A Study on the Comparison between Traditional and Modern Materials Used for Conservation of the Surface of Clay wall Painting. (in korean with English abstract)
- Jeong, H. Y., and Han, k.s. 2008, Study on the Making Wall Techniques behind the Buddha in Main Building of Bongjeongsa Temple, Journal of Conservation Science, Korea, 23. (in korean with English abstract)
- Kim, S.K. and Jeong, H.Y., 2008, Study on the material for the painting wall layer of the temple wall painting using a natural adhesive, Conservation Science Research, 29. (in korean with English abstract)
- Korean Institute of Geological environments, 2010, Analysis of soil samples for the scientific nature of historical sites, Gangjin-gun, Jeollanam-do, Korea, muwisa, Korea Institute of Geological environments.
- National Science Museum, 1996, Footsteps of our mission to science(II). (in korean)
- Tongdosa Temple Museum, 2008, Features of the glue used for preserving the cultural heritage, Special lecture of Tongdosa Temple Museum.
- Y.S. Research Institute of Cultural Heritage, 2010, precision safety diagnosis of Seated Amitabha Triad at Muwisa Temple(The current situation of buddhist sculpture), Cultural Heritage Administration·Muwisa Temple Museum. (in Korean)
- Y.S. Research Institute of Cultural Heritage, 2014, Conservation of Seated Amitabha Triad at Muwisa Temple (Treasure No. 1312), Cultural Heritage Administration·Gangjin gun. (in Korean)