

무령왕릉 출토 목관재 실험 및 보존처리

신성필*, 김수철**, 최기은*
국립공주박물관*, 국립중앙박물관**

Conservation and Experiment of the excavated wooden coffin from King Muryeong's Tomb

Seong Phil Shin*, Soo Chul Kim** and Gi Eun Choi*

*National Museum of Gongju,
360 Ungjin-dong Gongju, Chungcheongnam-do, 314-020 Korea

**National Museum of Korea,
youngsan-dong 6ga youngsan-gu seoul, 140-026 Korea

초록 무령왕릉 목관재의 보존 처리를 위하여 목관재의 물리적 특성과 유사한 시편을 제작하여 처리 약제별 침투에 따른 중량변화와 수축률, 색변화, 침투확산 등을 관찰하였다. 그 결과 수축변형을 방지하고 유물 원래의 색을 살리면서 재질을 강화시키는 처리제로 Dammar 2%(in Xylene)가 가장 우수한 것으로 나타났다. 따라서 Dammar을 사용하여 무령왕릉출토 목관재 중 측판 2점(공주 689)을 강화 보존처리하였다. 또한 목관재의 보존처리를 위한 예비조사 결과 측판 목관재의 표면 옷칠도막은 목재에 생칠로 초칠을 한 후 칠에 흑색안료(목탄, 그을음)를 혼합하여 바른 다음 그 위에 칠을 3회 더 올린 것으로 관찰되었으며, 이는 FT-IR분석을 통해 옷칠로 확인되었다.

1. 서론

무령왕릉 목관재는 1971년 무령왕릉의 수많은 유물과 함께 출토되었으나 발굴 당시의 상황적 어려움으로 인해 일부분만이 보존 처리가 행해져 보관된 상태로, 현재 목관재의 목재와 칠이 상당히 취약하여 보관 및 연구조사에 어려움이 있다.

따라서 무령왕릉 목관재 측판 2점의 보존처리에 앞서 열화가 심한 목재의 재질을 강화시키기 위하여 목재처리제로 사용되는 약제 중 목관재와 물리적 특성인 최대함수

율이 유사한 목재시편을 대상으로 약제 침투에 따른 중량의 변화와 수축률, 색상의 변화, 침투 확산 형태 등을 관찰 실험하였다. 그리고 실험 결과를 바탕으로 하여 수축 변형을 방지하고 유물 원래의 색을 살리면서 재질을 강화시키는 약제를 선택하여 무령왕릉 목관재의 보존처리를 실시하고자 하였으며 보존처리를 위한 조사로써 X-ray 촬영, 광학현미경 관찰, FT-IR 분석 등을 실시하였다.

2. 조사 및 방법

2.1 보존처리를 위한 실험

실험 시편은 최대함수율 410 %의 참나무로 목관재의 최대함수율(346 %)과 유사한 열화상태의 목재를 진공동결 건조하여 건조 상태로 만든 후 가로, 세로 15×15mm로 각각 절단하여 27개의 시편을 제작하였다. 실험방법을 Table 1과 같이하여 Dammar 1%, 2%, Paraloid B72 1%, Hydroxypropyl Cellulose(H.P.C) 0.5%, 1%의 처리용액을 중량비로 만들어 각각의 방법으로 실험하였다.

Table 1. 처리종류별 실험방법

처리종류	실험방법		시편수
Dammar 1%(in Xylene)	1차	1회	3
Dammar 2%(in Xylene)		(30방울×5회 30초 간격)	3
Paraloid B72 1%(in Acetone)		1일 6회(90분 간격)	3
H.P.C 0.5%(in Ethanol)			3
H.P.C 1%(in Ethanol)		총7일	3
Dammar 1%+H.P.C 0.5%(in Ethanol)	2차	1차 처리 후	3
Dammar 2%+H.P.C 0.5%(in Ethanol)		100방울 처리	3
Paraloid B72 1%+H.P.C 0.5%(in Ethanol)			3
무처리			3
※ 1방울: 1ml 유리 피펫으로 떨어뜨린 방울의 용량			27

약제 침투에 따른 목재의 색변화 정도를 관찰하기 위해 색도계(MINOLTA Reader CR-10)를 이용하여 색차값을 측정하고 처리제를 떨어뜨린 전과 후의 중량변화를 전자저울로 측정하여 증가율을 계산하였다. 또한 시편의 방사방향의 길이를 측정하여 처리 전·후의 수축률을 구하였으며 처리 후 목재표면의 관찰을 통하여 처리제의 종류별 표면의 형태변화를 관찰하였다.

$$\Delta E^*_{ab} \text{ (색차값)} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\text{중량변화율(\%)} = \frac{W_a - W_b}{W_b} \times 100$$

(W_a : 약제 침투 후 시험편 중량(g), W_b : 약제 침투 전 시험편의 중량(g))

$$\text{수축률(\%)} = \frac{L_g - L_o}{L_g} \times 100 \quad (L_g: \text{실험 전 길이}, L_o: \text{실험 후 길이})$$

2. 2 예비조사

측판내부의 열화상태 및 제작형태 등을 조사하기 위하여 35Kvp, 5mA, 30초의 조건으로 X-ray촬영을 실시하였고 칠도막 프레파라트를 만들어 투과(편광) 현미경으로 칠도막을 관찰하였으며 적외선분광분석기(Nicolet 6700)를 사용하여 ATR타입으로 측정 분석 하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 보존처리를 위한 실험

약제 침투 실험을 마친 후의 모든 시험편에서 명도(L*)와 황색도(b*)는 감소한 반면, 적색도(a*)는 증가하였다. 큰 변화의 색차를 가져온 약제는 Paraloid B72 1% > Hydroxypropyl Cellulose 0.5% > Hydroxypropyl Cellulose 1% > Dammar 2% > Dammar 1% 순이며 1차 처리제만을 침투시킨 시험편 보다 H.P.C 0.5%로 2차 처리를 한 시험편의 색차가 조금 더 큰 것을 볼 수 있다.(Fig.1) 약제 침투 횟수에 따른 중량 증가는 Dammar 2% > Dammar 1% > Hydroxypropyl Cellulose 1% > Paraloid B72 1% > Hydroxypropyl Cellulose 0.5% 순으로 나타났다.

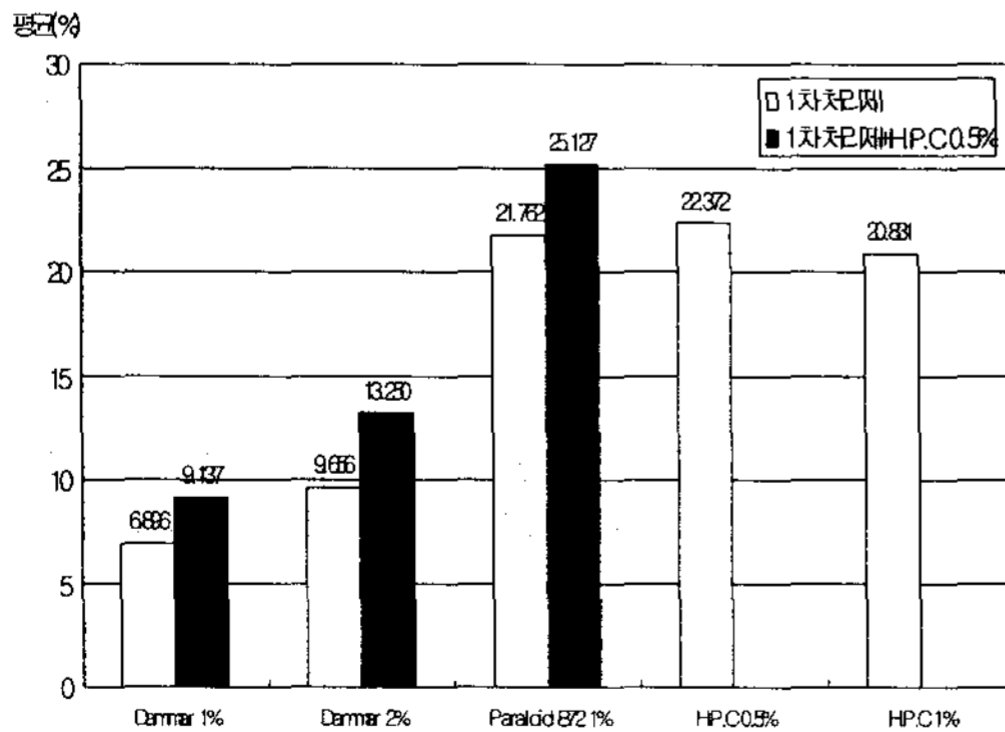


Fig. 1. 약제 침투에 따른 색상 변화 값

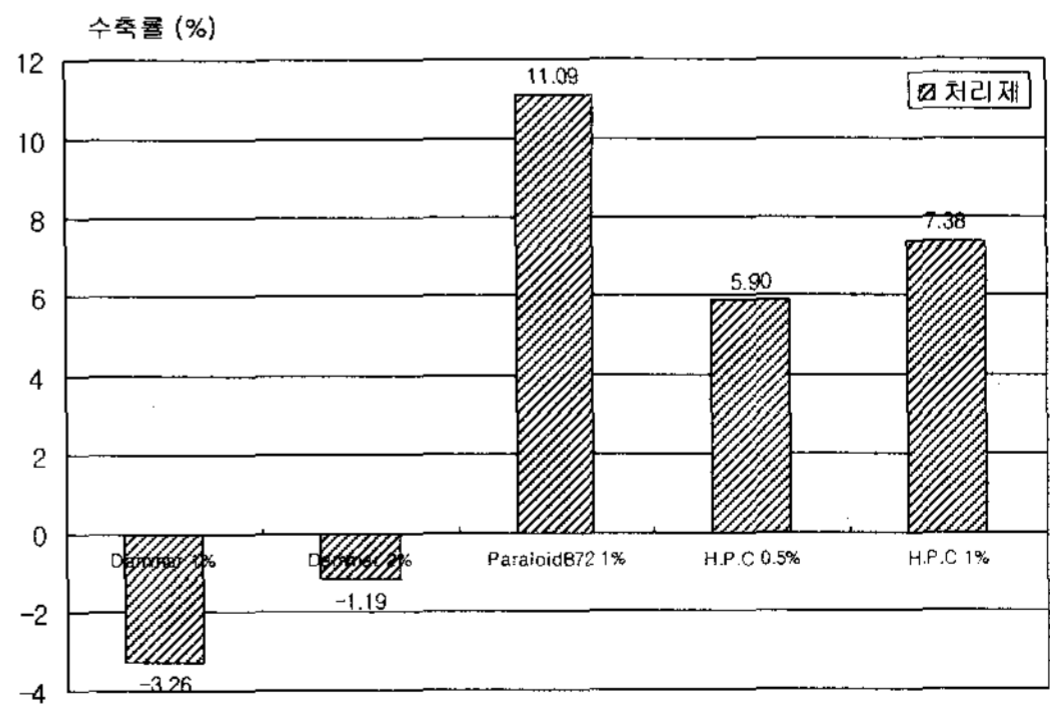


Fig. 2. 침투 약제에 따른 수축률 변화

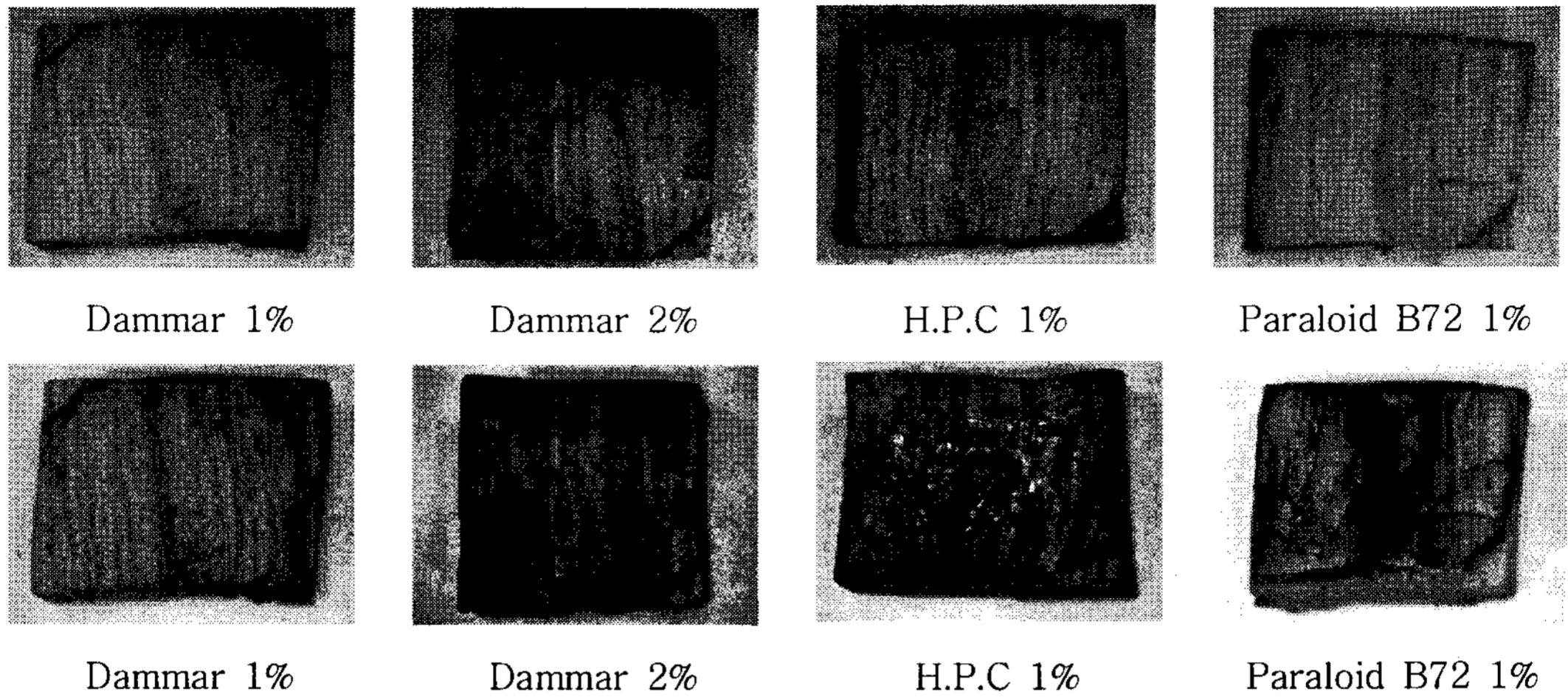


Fig. 3. 실험 전·후 시험편 표면 변화 사진($\times 0.63$)

방사방향의 수축률을 측정한 결과 Dammar 1%와 2%는 팽윤하였으며 Paraloid B72는 수축으로 인해 표면이 함몰되거나 형태 변형이 크게 일어난 것을 볼 수 있다.(Fig.3) Hydroxypropyl Cellulose에서도 함몰과 수축이 일어났으나 형태의 변형은 크지 않았다.

색차값, 중량증가, 수축률 및 표면변화를 종합하여 비교한 결과 Dammar 2%(in Xylene)처리가 강화처리제로 가장 우수한 것으로 판단된다.

3. 2 조사 및 보존처리

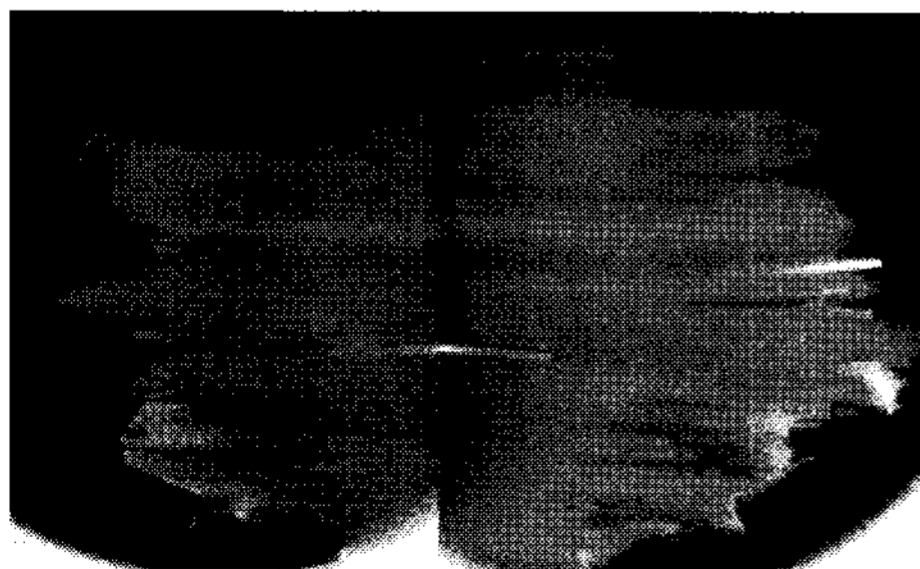


Fig. 4. 목관재 X-ray 사진

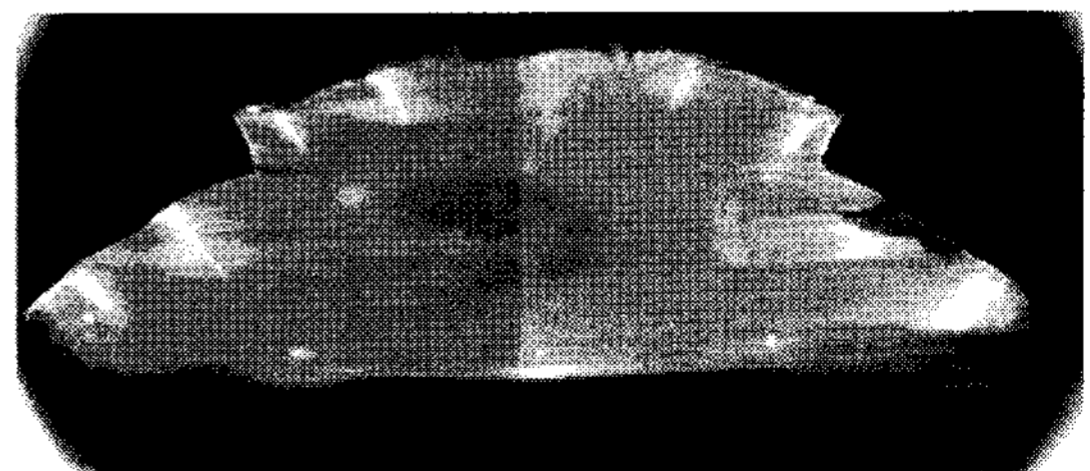


Fig. 5. 목관재 X-ray 사진



Fig. 6. 칠도막 투과광현미경 사진 (x200)

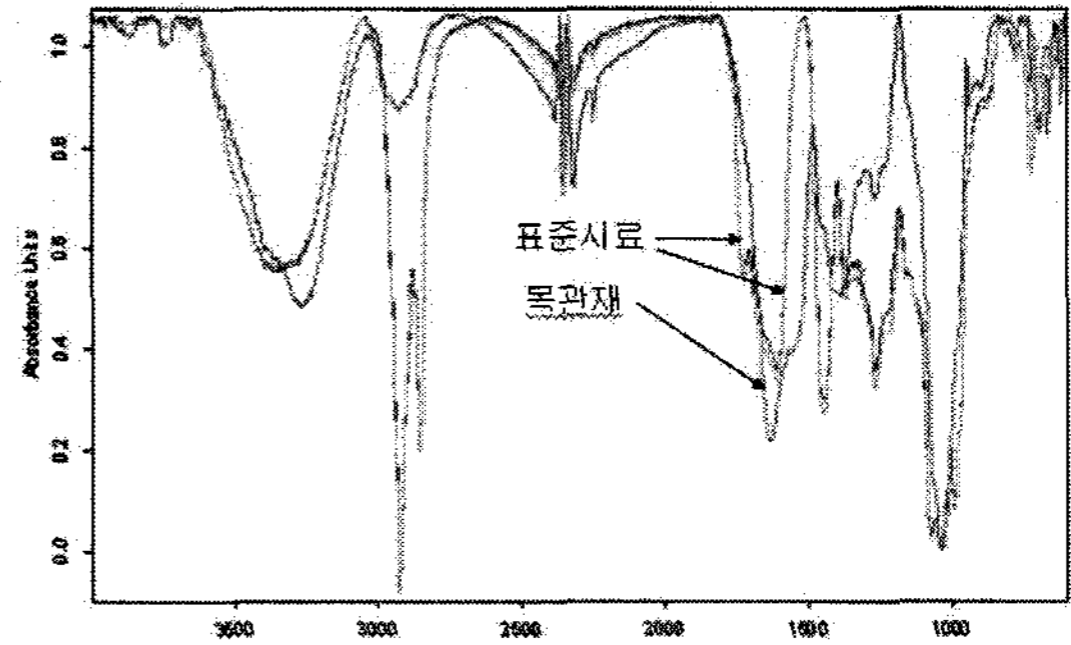


Fig. 7. FT-IR분석 스펙트럼

X-ray 촬영조사결과 관재는 정목판으로 가공하여 제작되었고 금속성 관정 등의 위치와 목재의 열화정도를 확인할 수 있다. 칠도막의 경우 두께는 약 $50\sim 70\mu\text{m}$ 로 칠을 올릴 때 목재표면에 기본적으로 초칠을 한 후 칠에 흑색안료(목탄분, 그을음)를 혼합하여 검은 색(흑칠)을 띄게 하였다. 그리고 그 위에 옷칠을 여러 번 올려 주었다. 또한 IR분석 스펙트럼에서 칠의 표준시료 스펙트럼은 2950 cm^{-1} 과 2850 cm^{-1} 에서 C-H, 1730 cm^{-1} 과 1620 cm^{-1} 에서 C=O, 1450 cm^{-1} , 1280 cm^{-1} 등에서 특성밴드가 나타났으며 목관재 칠의 경우도 표준시료와 동일한 영역에서 스펙트럼을 나타내므로 옷칠임을 알 수 있다. 이상의 보존처리를 위한 실험 및 예비조사 결과를 통하여 보존처리를 실시하였다.

보존처리는 이물질제거, 목재 강화처리, 칠 접착 및 안정화처리, 목재 접합 및 충진 색맞춤, 표면코팅 등의 순으로 처리하였다. 먼저 이물질제거는 칠의 부착 상태에 따라 부드러운 붓을 이용하여 이물질을 제거해 준 후 고착된 먼지나 얼룩 등은 증류수와 알코올을 무게 비 1:1의 비율로 만들어 부드러운 면에 적셔 세척하였다. 목재 강화처리는 실험결과에 따라 Dammar (wt) in Xylene을 1%에서 2% 순으로 농도를 증가시켜가며 목재에 침투시켰다. 칠 접착 및 안정화처리는 칠이 가장자리가 말려 올라가면서 박리되거나 가뭄 든 논바닥처럼 갈라지며 표면에 잔 균열을 보이는 등 다양한 상태를 가지고 있어 칠의 상태에 따라 방법을 달리 적용하였다. 휘어져 올라간 칠은 25~35%의 묽은 아교를 들떠 있는 칠과 목재에 바른 후 따뜻한 습기를 가하여 칠이 퍼지면서 접착되게 하였으며 할렬이 심한 곳은 가는 붓과 주사기를 이용하여 묽은 아교를 스며들게 한 뒤 습기와 압력을 가해 접착시켰다. 인두는 요철이 심한 부분에 제한적으로 $200\sim 270^{\circ}\text{C}$ 온도 범위에서 아교가 열에 의해 퍼지면서 접착력을 강화시킬 수 있게 사용해 주었다. 또한 칠 표면에 일정 방향으로 잔 균열이 있는 부분은 약 20% 정도의 묽은 아교를 스며들게 해주어 칠을 안정화 시켰다. 목재 접합은 목편이 떨어

진 부분을 아교로 접합한 뒤 cellulose계 수지인 H.P.C 2%를 목편들 사이사이에 침투시켜 표면을 잡아줄 수 있도록 처리하였으며 취약한 균열부는 목분을 H.P.C 1%로 반죽하여 색맞춤 한 후 충전시켜 주었으며 목재 복원재로 고안된 Araldite SV427과 HV427을 이용하여 부분적으로 보강해 주었다. 표면코팅은 최대 채도의 표면색상을 얻기 위해서 점성이 낮아야 하고 처리 대상물 표면과 굴절률이 잘 조화되는 상태로 굳어져야 하므로 H.P.C 1%를 증류수에 녹여 칠과 목재의 표면을 다시 한 번 코팅해 주었다.

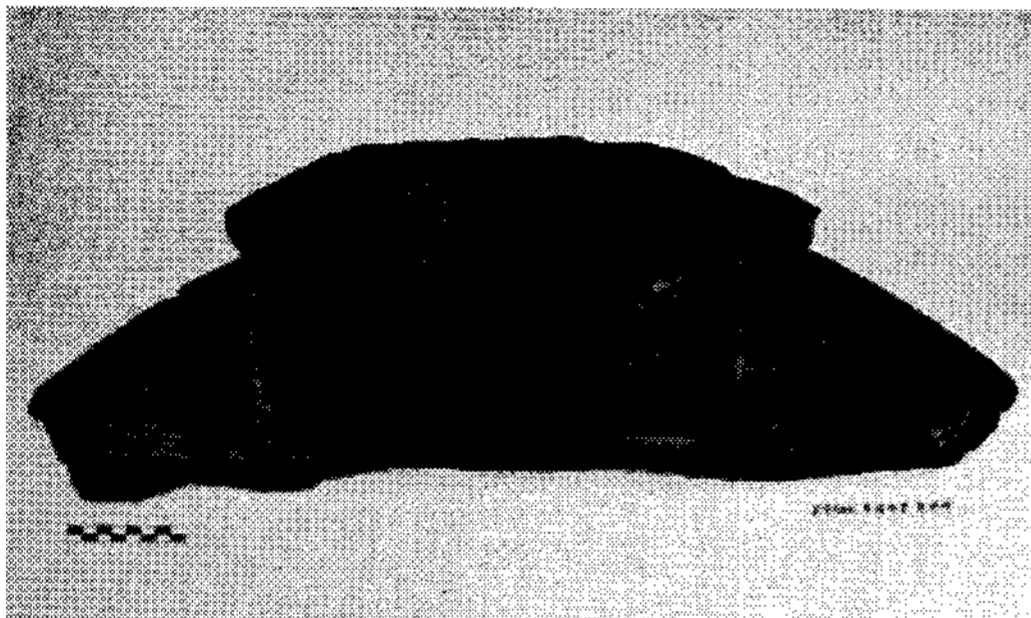


Fig. 8. 목관재 측판 처리 전 사진

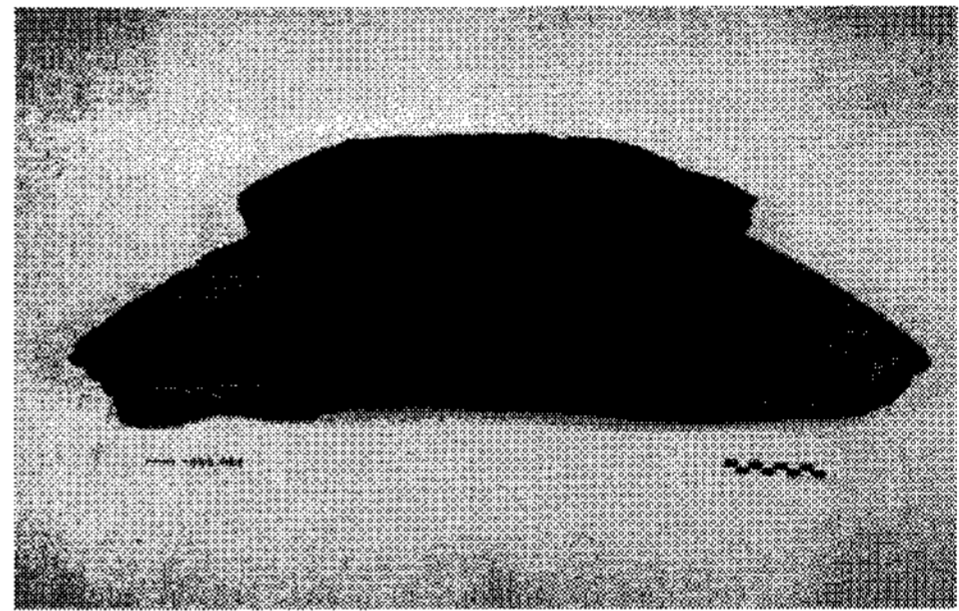


Fig. 9. 목관재 측판 처리 후 사진

4. 결론

무령왕릉 목관 보존처리를 위한 본 실험을 통해서 열화 된 건조 목재의 강화 처리제로는 Dammar수지가 목재내부에 침투하여 균일하게 분산되고 색의 변화가 적어 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 목관을 Dammar로 강화처리 하였으며 열화 된 목재표면은 Cellulose계 수지인 H.P.C로 코팅해 주었다. 이 결과는 한정된 처리제에 대한 비교결과이므로 향후 다양한 처리제와 열화 정도가 다른 건조목재를 대상으로 강화처리 효과에 대한 지속적인 연구가 요구된다.