

新安海底 古代船의 科學的 保存處理(IV)

崔光南 牟沅種 金益柱
鄭兩好 金珉旭

目 次

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| 1. 緒 論 | 5. P. E. G. 용액의 재활용 |
| 2. 實驗對象 | 6. 濃度測定 및 水分蒸發을 이용한
自然濃度上昇 |
| 3. 實 驗 | |
| 4. 新安船의 殘存 鹽分測定 | 7. 結論 및 考察 |

1. 緒 論

新安海底 發掘調査는 1976년부터 1984년까지 9년간 10차에 걸쳐 全南 新安郡 曾島 面 道德島 앞바다에서 실시하였다. 그동안 청자 등 도자기를 중심으로 學術的 糾明과 新安海底 遺物 特別 展示會를 통하여 그 중요성과 가치에 대해서 국민과 국내외 학계로 부터 인정을 받고 많은 성과를 거두었다.

그중에서 가장 핵심적인 新安海底古代船 (약칭 新安船)은 構造와 諸元으로 보아 現存하는 東洋 古代船舶의 유일한 실증적 자료로써 古代 東洋의 造船史 交易史 및 古代 西洋 船舶과의 비교 연구에 대단히 중요한 史料로 평가 받고 있다. 그러나 新安船은 약 700년간이나 海底의 환경조건에서 매몰되어 있었기에 선체의 구성재료인 木材는 海水, 海蟲, 微生物 등의 복합적인 分解要因에 의해 劣化(degradation)되어 있다.

즉 목재는 過飽和水分을 함유하게 되고 더욱이 그 중요성분인 셀룰로오스 등의 天然 高分子가 거의 崩壞되고 허약한 상태이다. 이것을 大氣중에 그대로 노출 할 경우 건조하게 되면 갑자기 급격한 收縮이 일어나 완전히 原形을 상실하게 된다. 다시 말하면 일단 수축된 목재는 膨潤容積이 적기 때문에 본래의 크기를 회복하기가 不可能하다.

그렇게 되면 文化財로서 가치가 상실되므로 인양이 곧 破壞를 자초하는 것이 되어 바다, 호수, 하천에서 발굴된 水沈古木材 (old water-logged wood)의 공개전시 및 장기간 보관은 科學的 保存處理가 선행되어야만 可能하게 된다. 따라서 水沈 船體片을 保存하기 위해서는 이러한 수축을 방지하는 置數安定劑인 폴리에틸렌 글리콜의 고분자 물질을 목재孔隙에 주입하는 처리가 必要하다.

그러나 완벽한 保存處理 方法과 조건은 처리대상 고목재의 劣化정도와 밀접하게 연관되기 때문에 신안선의 과학적 保存을 위해서는 古木材의 이학적 조사가 어느정도 완벽하느냐에 따라 결정되는 것이다. 왜냐하면, 水沈古木材의 수축률은 함수율과 化學的 組成의 변화와 밀접한 상관관계가 있기 때문이다.

그래서 1981년부터 신안선의 목편에 대한 이학적 조사를 실시 (I, II, III)하고 이번엔 理化學的 基礎性質 (최대함수율, 수축율)과 폴리에틸렌 글리콜 함침처리에 의한 保存效果(P. E. G 침투율 측정, P. E. G 재활용, P. E. G 충전 농도측정 및 수분증발에 의한 자연 농도상승 방법)에 관한 연구를 실시하였다.

2. 實驗對象

新安船의 主要船材는 馬尾松(Pinus massoniana)과 넓은 잎 삼나무 (Cunninghamia lanceolata)이다. 그러나 이들의 自生地가 中國南部 一帶인 관계로 國內에서 同一樹種인 목재를 구하기 어려워 부득이 代表樹種인 소나무와 삼나무를 實驗用材로 사용하였다.

2.1 소나무(赤松, 陸松 Korean red pine, Pinus densiflora)

心·邊材의 경계가 약간 不明하며 심재는 황색을 띤 연한 갈색이고 변재는 연한 황백색이다. 분포지역은 수직적으로 표고 1,300m이하 (특히 제주도에서는 1,800m이하)에 분포하며 수평적으로는 북부고원지대를 제외한 전국에 분포한다.

2.2 삼나무(杉 Cryptomeria japonica)

心·邊材는 경계가 명확하며 심재는 연한 赤色~暗赤色 등이고 변재는 백색이다.

분포지역은 전·남북, 경·남북 및 제주도이다.

소나무와 삼나무의 木材里學的 特性은 다음표와 같다.

소나무와 삼나무의 理學的 特性 비교

특 성	수 종		소 나 무	삼 나 무
	기 전 비 중	변 재		
생 재 비 중	변 재	0.866	0.866	
	심 재	0.460	0.793	
생재함수율%	변 재	148.7	148.0	
	심 재	33.7	113.1	
평균수축율%	접선방향	0.29	0.25	
	방사방향	0.18	0.1	
강 도 kg / cm ²	압 축	450	350	
	휨	900	650	

3. 實 驗

3.1 最大含水率測定

3.1.1 實驗目的

含水率을 測定하는 目的은 木材의 含水量이 목재의 物理的性質 및 強度에 미치는 影響이 대단히 크기 때문이다. 목재는 吸濕性 物質이기 때문에 특별한 상태가 아니고서는 항상 수분을 함유하고 있으며 水分에 대한 親和力 때문에 완전 건조시키면 木質의 化學的 變化를 초래하게 되는 것이다.

그러므로 實驗의인 方法에 의하여 全乾狀態라 할지라도 木片內에 0.5% 정도의 수분이 잔류하고 있는 것이다. 이 0.5%정도의 수분은 목재가 物理的, 機械的 強度를 유지하기 위한 最少必要量으로 構造水라고 하며 이는 세포막을 구성하는 Cellulose의 -OH基에 基因하는 수분으로서 熱分解에 의해서만 제거할 수 있다.

木材內의 수분은 그 狀態에 따라서 다음과 같이 구분한다.

1) 全乾狀態 (oven dried condition)

100~105℃에서 恒量에 달한 건조된 無水狀態로서 0.5%이하의 構造水 (water of constitution)가 存在한다.

2) 氣乾狀態(air dried consition)

목재가 통상 大氣의 溫濕도와 평형된 수분을 함유한 상태를 말하며 이때의 木材氣乾含水率은 계절, 장소, 기후 등에 따라 다르지만 國內의 경우 15(±2)%이고 歐美의 경우 12%이다.

3) 纖維飽和狀態(fiber saturated condition)

細胞膜 內部가 완전히 水分으로 포함되어 있고 細胞內腔 및 孔隙등에는 液體 水分이 存在하지 않는 狀態를 말하며 纖維飽和點 (Fier Saturation Point, FSP) 은 25~35%(평균 28%)이다.

4) 生材狀態(green condition)

細胞膜 內部가 水分으로 飽和되어 있고 細胞內腔 및 孔隙의 일부가 液體水分으로 存在하는 狀態로서 立木 또는 伐木 직후의 含水상태이다.

5) 飽水狀態 (water saturated condition)

木材內部가 모두 수분으로 완전히 飽和된 狀態로서 이때의 含水율을 最大含水率이라고 한다.

3.1.2 試片의 規格

船體片의 弱腐蝕層材와 深腐蝕層材, 소나무 新材 各 3片을 取하고 크기는 3×3×3cm(ℓ×r×t)이다. 包板材와 삼나무新材 各 3片을 取하고 크기는 2×5×5cm(ℓ×r×t)이다.

新材試片은 共히 各實驗前에 100℃의 물에 5~10分 끓인후 1週日정도 水浸시켜 최대含水율을 가질 수 있는 狀態로 만든다.

* 纖維方向 (; Longitudinal direction), 방사방향 (: Radial direction), 접선방향 (; Tangential direction)

3.1.3 實驗方法

목재의 함수율측정 방법에는 全乾法, 電氣的測定法, 抽出法, 濕度法 등이 있다. 全乾法은 測定所要時間이 길고 抽出物이 많을 때는 過大置를 가져오는 단점이 있지만 가장 정확한 방법이다. 여타의 방법은 간편한 반면 측정한계가 짧거나 전건법에 비하여 오차가 크고 온도의 영향을 받는 등의 단점이 있다. 따라서 本實驗에서는 全乾法을 使用한다.

1) 試片을 採取하여 材表面의 수분을 除去하고 즉시 重量을 測定한다.

2) 試片을 室溫에서 自然乾燥시켜 恒量에 달할 때의 重量을 基準으로 氣乾基準 最大含水率을 求한다.

3) 氣乾狀態試片을 恒溫乾燥機에 넣고 100~105℃ 2~3시간 유지시켜 完全乾燥시킨 후 全乾重量을 基準으로 全乾基準 最大含水量을 求한다.

4) 기건기준함수율과 전건기준함수율을 基準으로 하여 氣乾狀態含水率과 全乾狀態含水率을 측정한다.

5) 含水率 算出式

$$\text{含水率 (Moisture Content ; M. C)} = \frac{\text{初重量} - \text{乾燥後의重量}}{\text{乾燥後의重量}} \times 100$$

3.1.4 實驗結果

실험결과 船體片의 약부식층재가 147.2%, 심부식층재가 156.9%, 소나무 新材수침시편이 150.5%의 최대함수율을 나타냈다. 이는 소나무 健全材의 生材 함수율이 148.7% (邊材)인데 比하여 過少值로 실험과정상의 誤謬가 있었던 것임을 나타낸다.

그러한 오류는 분석결과 첫째 海蟲에 의하여 腐蝕되어 木材內에 많은 大小孔隙가 생겼는데 이를 試片으로 하여 重量을 測定할 때 孔隙內의 水分이 多量 이탈되어 手作業上의 誤差가 발생하였다.

둘째 海蟲에 의한 侵害孔隙과 木材自體가 갖는 많은 微細孔隙內로 海底堆積物 등의 異物質이 沈着하여 材內의 水分移動을 방해하고 手作業中 異物質의 脫落등으로 인하여 正確한 重量의 變異을 測定하지 못하였다.

이상과 같은 1次實驗의 誤謬를 고려하여 船體片에 대하여 2次實驗을 실시 하였다.

2次實驗에서는 重量測量時의 誤差를 最少化하기 위하여 試片의 크기를 크게 하였으며 試片의 數는 弱腐蝕層材, 深腐蝕層材, 移行材 各 3片으로 하였다.

2次實驗結果 약부식층은 237.5%, 이행제¹⁾는 253.1%, 심부식층재는 280.9%의 전건기준함수율을 나타냈다.

이상의 실험결과는 表3-1, 3-2와 같다.

表 3-1. 船體片의 含水率 (2次實驗)

		단위 : %		
材別	含水率	기전기준M.M.C	기전 상태 M C	전전기준M.M.C
약 부 식 층 재		190.3	14.95	237.5
심 부 식 층 재		242.4	10.15	280.9
이 령 재		219.8	10.15	253.1
소 나 무 신 재		156.9		158.6

表 3-2. 包板材의 含水率

		단위 : %		
材別	含水率	기전기준M.M.C	기전 상태 M C	전전기준MMC
포 판 재		196.7		222.6
삼 나 무 신 재		141.4		167.3

함수율과 자연건조수축을 측정시 氣乾狀態까지는 15~20일이 소요되었다.

또한 시편의 크기가 작아서 목재내의 수분경사²⁾도 완만하여서 변형이나 변질의 상태도 심하지 않았다.

그러나 시편의 크기는 실재유물목재와 비교하여 볼 때 매우 작은 것으로 이러한 變形이나 變質의 정도를 遺物木材에 比較하는 것은 不可하다고 하겠다.

健全材에서 木材變形의 主原因은 木材内部와 木材表面과의 含水量의 差異(表面이 内部보다 먼저 건조되는것)에 의한 내부와 표면 강도의 不均衡이다.

水浸木材는 이에 더하여 腐朽 腐蝕의 狀態가 深하므로 (木材의 骨格物質이 破壞됨) 大氣溫濕度下에서 건조되면 原形을 喪失하게 되는 것이다.

本 實驗에서의 自然乾燥過程은 圖1과 같다.

* 水分傾斜 (moisture gradient)

木材는 乾燥時 表面水分이 증발하여 表面含水率이 内部보다 낮아지면 그 함수율의 차이에 의해 内部水分이 表面으로 이동하면서 건조된다. 이와같이 더 건조된 表面과 덜 건조된 内部사이의 함수율의 차이를 水分傾斜라 한다.

3.2 P.E.G 浸透率 測定

3.2.1 實驗目的

P.E.G 처리에 의한 목재의 安定에 관한 實驗으로 木材遺物에 P.E.G가 침투되는 시간과, 침투되는 깊이를 측정한다. 또한 P.E.G처리시의 溫度條件이 P.E.G의 침투에 미치는 영향과 P.E.G의 목재에로의 浸透起作에 대해 알기 위함이다.

이러한 실험결과를 토대로 하여 부후·부식의 상태와 정도에 따르는 적정 P.E.G농도 및 분자량을 選定하는데에 그 목적이 있다. 그러나 P.E.G처리 목재

의 수축을 效果的으로 감소시켜 주기는 하지만 목재의 함수율을 감소시켜 주는 것은 아니므로 차후 유물의 展示에 資料가 될 수 있는 관계습도와의 관계에도 유의하여야 할 것이다.

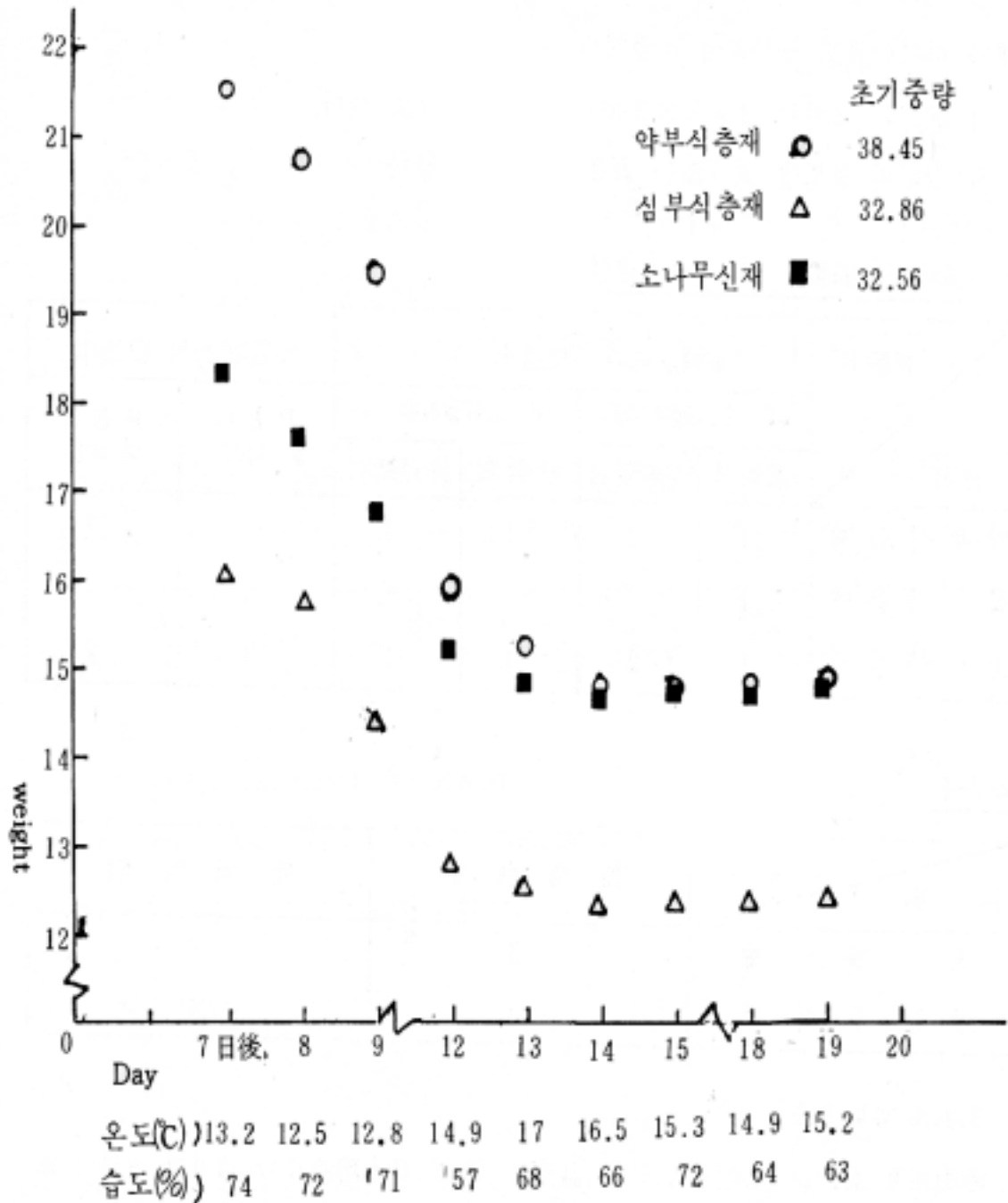


圖 1. 선체편과 소나무신재의 자연건조과정

3.2.2 試片의 規格

침투율 실험에서는 加溫狀態와 室溫狀態, P.E.G# 4000과 P.E.G# 400, 차단재와 비차단재로 구분하여 실험한다.

각 試片의 크기는 3×3×3cm (ℓ×r×t)로 한다.

각 상태와 농도별 試片數는 表 3-3, 3-4와 같다.

表 3-3. 船體片 및 소나무新材 試片

實驗名 材別	加溫狀態의 浸透率				室溫狀態의 浸透率	
	P. E. G#4000		P. E. G#400		P. E. G # 4000	P. E. G # 400
	遮斷材	非遮斷材	遮斷材	非遮斷材		
약부식층재	1	2	1	2	2	2
심부식층재	1	2	-	-	2	-
소나무신재	1	2	1	2	2	2

表 3-4.

材別	實驗名	加溫狀態	室溫狀態
포관재		3	3
삼나무신재		3	3

3.2.3 實驗方法

過飽和의 水分을 含有하고 있는 試片을 P.E.G 水溶液에 沈積시켜 重量의 變化를 점검하고 실험기간이 終了된 후 化學藥品을 이용한 發色實驗을 하여 P.E.G의 材內 浸透長을 측정한다.

本 實驗에서의 發色實驗은 독일 선박박물관의 목재과학자 Dr. P. Hoffmann 이 제의한 發色印畫法(print-off method)에 準한다.

P.E.G의 濃度는 #4000, #400 共히 10%~50%까지 5단계로 나누고 각 농도별 期間은 2週이며 每週마다 重量의 變異를 측정한다.

P.E.G處理에 의한 木材安定性의 實驗室的인 實驗을 解釋할 時나, 保存處理가 進行중인 상태에서 P.E.G 濃度와 分子量을 조절하는데 發生印畫法이 有用하다. 特히 長期間 海底에 묻혀있던 수침목재는 腐朽苗에 의한 變色, 異物質의 沈着 등으로 因하여 材色이 매우 어둡다. 이러한 이유로 發色印畫法이 더욱 적합하다 하겠다.

<發色印畫法(Print off method)>

P.E.G處理가 끝난 시편을 접선방향이나 방사방향으로 두께 5mm정도로 切片한다. 물로 고르게 적셔진 여과지를 수접의 화장지위에 (흡습성이 좋으며 절편의 屈曲面을 찍어내기에 알맞음) 놓은 다음 여과지 위에 切片을 順序대로 놓고 5~10초간 압착한 후 즉시 熱板위에서 건조시킨다.

調製한 試藥을 濾過紙 위에 過量噴霧하여 發色狀態를 觀察한다. 이와같은 實驗은 매우 민감한 반응을 나타내므로 P.E.G가 다른 部位에 轉移되지 않도록 세심한 注意를 必要로 하며 發色된 部位도 空氣中에서 乾燥되면서 脫色되거나 變色되어 버리므로 必히 表示를 하거나 사진촬영을 해두어야 한다.

사용할 때약은 다음과 같다.

- 1) Ammonium cobalt thiocyanate
- 2) Potassium bismuth iodide/Barium chloride
- 3) Boromin/ Potassium iodide

<P.E.G

<發色印畫法 豫備實驗>

本 實驗前 몇가지 豫備實驗을 하였다.

1) Ammonium cobalt thiocyanate를 發色劑로 사용한 실험에서 반응색은 하늘색 (blue), 바탕색은 엷은 하늘색(light blue)으로 나타났으며 試藥處理後에도 비교적 양호한 色保存을 보였다.

2) Potassium bismuth iodide/ barium chloride를 發色劑로 사용한 실험에서 P.E.G 처리부분은 주황색(orange), 바탕색은 엷은 황색(light yellow)으로 나타났으며 바탕색이 먼저 脫色됨으로 해서 觀察이 容易하였다.

3) Bromine/Potassium iodide를 發色劑로 사용한 실험에서 반응색은 황색(yellow)으로, 바탕색은 갈색(brown)으로 나타나며 실험후 쉽게 脫色되어 觀察이 불편하였다.

이와같은 예비실험결과와 Dr. P. Hoffmann이 提案한 바와같이 Potassium bismuth iodide/ barium chloride를 實驗藥劑로 사용하였다.

이 試藥의 製法은

A : 1.7g의 alkaline bismuth nitrate ($\text{BiONO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)를 20ml의 초산 ($\text{CH}_3 \text{COOH}$)에 녹이고, 이를 100ml의 증류수에 溶解시킨다.

D : C용액 1000ml에 20%의 barium chloride (BaCl_2) 용액 50ml를 첨가한다.

<遮斷材>

試片의 兩 橫斷面은 遮斷하여 放射斷面과 接線斷面만을 통한 P.E.G의 침투를 실험하기 위한 것으로 板유리와 고무판, 고무밴드를 사용하였다.

3.2.4. 實驗結果

1) 重量變異

실험 결과 水浸木材試片은 底濃度에서 약간의 減量을 보인후 高濃度로 갈수록 거의 均一한 微量의 增量을 나타냈다.

한편 新材는 底濃度(10%)에서 비교적 많은 增量을 보인후 濃度가 上昇함에 따라 極히 微量의 증량을 나타낼 뿐이었다.

그러나 이러한 실험결과는 P.E.G용액 沈積初期(10%, 20%)에 試片內의 異物質의 溶出과 脫落에 의해서 重量變化 測定에 誤差가 발생하였다. 또한 重量 測定時 試片表面의 P.E.G溶液을 거즈로 닦아내는 과정에서 均一한 手作業이 어려운 것도 誤差의 幅을 크게 하는 要因이 되었다.

前述한 遮斷材는 微細한 틈을 가져서 完璧한 効果를 나타내지 못하였으나 木材에로의 P.E.G 浸透徑路를 確認할 수 있을만큼의 差異(차단재와 비차단재간의)를 나타냈다.

실험의 결과는 표3-5, 3-6, 3-7과 같다.

表 3 - 5. PEG # 4000 處理後의 船體片 浸透率

실험 조건	材 別	초중량 g	말중량 g	증 량 (g)					침투율 (%)	
				10 % 후	20 % 후	30 % 후	40 % 후	50 % 후		
가 온	차 단 재 (각 1 편)	약	37.39	38.26	-0.03	-0.18	0.47	0.51	0.87	2.33
		심	30.25	30.90	-0.52	-0.51	0.06	0.23	0.65	2.15
		신	30.91	35.89	3.55	3.74	4.37	4.60	4.98	16.11
상 태	비차단재 (각 2 편 평균)	약	36.39	41.06	3.34	3.57	3.96	4.36	4.67	12.83
		심	40.45	42.33	0.52	0.85	1.22	1.58	1.88	4.65
		신	30.94	36.80	4.44	4.76	5.4	5.67	5.86	18.94
실온상태	비차단재 (각 2 편 평균)	약	38.41	41.31	0.92	1.72	1.8	2.23	2.90	7.55
		심	33.99	36.56	0.53	0.95	1.06	1.49	2.57	7.56
		신	30.92	37.99	5.33	5.86	6.19	6.55	7.07	22.87

* 약 ; 약부식층재 심 ; 심부식층재 신 ; 신재

表 3 - 6. PEG # 400 處理後의 船體片 浸透率

실험 조건	材 別	초중량 g	말중량 g	증 량 (g)					침투율 (%)	
				10 % 후	20 %	30 %	40 %	50 %		
가 온	차 단 재 (각 1 편)	약	34.77	35.30	-0.37	-0.20	0.08	0.36	0.53	1.52
		신	30.91	36.86	4.67	5.19	5.55	5.77	5.95	19.25
상 태	비차단재 (각 2 편 평균)	약	37.29	38.18	-0.26	0.14	0.21	0.68	0.89	2.39
		신	30.91	36.41	3.83	4.24	4.44	4.88	5.50	17.79
실온상태	비차단재 (각 2 편 평균)	약	40.58	42.35	0.42	0.80	1.03	1.09	1.77	4.36
		신	30.92	37.33	4.48	5.16	5.57	5.80	6.41	20.73

表 3 - 7. PEG # 4000 處理後의 포판재 침투율

실험조건	材 別	초중량 g	말중량 g	증 량 (g)					침투율
				10%후	20 %후	30%후	40 %후	50 %후	
가온상태	포판재	55.31	56.66	-0.88	-0.13	0.51	0.82	1.35	2.44
	신 재	48.08	58.42	2.71	4.86	7.48	9.08	10.34	21.51
실온상태	포판재	57.46	60.51	0.42	0.61	1.40	2.04	3.05	5.31
	신 재	52.53	56.66	0.22	0.92	1.83	3.07	4.13	7.86

* 材別 각 3편의 평균치임.

2) 發色印畫

發色印畫法은 P.E.G의 分子量이나 濃度에 따른 色의 差異나 變化를 나타내지 않으므로 在內로의 浸透長만을 測定할 수 있으며, 또한 본실험에서의 시편의 크기가 작아 실험기간동안 짧은 시간에 試片 全體에 침투하여 큰 效果를 얻지 못하였다.

그러나 P.E.G가 침투되지 못한 부위와의 차이가 뚜렷하여 P.E.G의 침투를 妨害하는 要因(異物質 등)을 觀察할 수 있었다.

3.3 收縮率 測定

3.3.1 實驗目的

新安船의 木材들은 長期間 海底에 埋藏되어 있으면서 海洋生物에 의한 腐朽 및 腐蝕이 深한 狀態로 이를 保存處理하지 않을 경우에 목재가 심하게 變形, 變質되어 原形을 喪失하게 될 것이다. 따라서 본 실험에서는 無處理材의 收縮의 정도와 處理材의 安定度를 測定하여 收縮에 의한 木材의 變形을 防止하기 위하여 적합한 處理條件을 얻는데 그 目的이 있다.

<木材의 收縮 및 膨潤>

木材의 收縮과 膨潤現像은 細胞膜內에 있는 吸着水와 毛管凝縮水의 增減에 기

인된다. 細胞膜의 微細構造는 셀룰로오스의 鎖狀分子가 길이 방향으로 정연하게 달리고 있는 結晶質領域³⁾ (crystalloids, micell)의 竝列이 깨뜨려져 불규칙하게 산란한 부분을 이룬 非結晶質領域 (amorphous region) 으로 되어 있어서 水分을 吸收하게 되면 表面은 吸着水 micell 間隙은 毛管凝縮水を 吸着하게 되는데 吸着된 물의 容量에 따라 micell과 micell사이의 거리가 멀어지게 된다. 멀어지는 거리, 즉 물의 吸水能力은 大氣壓下에서 물分子的 凝準力과 물분자 및 木材分子間의 附着力의 均衡유지로 調節된다.

이와같이 micell 間的 거리가 멀어짐에 따라 細胞膜은 膨潤되고 木材全體의 容積變化가 일어난다. 木材의 接線方向에서의 收縮 및 膨潤은 放射方向에서의 약2배가 된다. 이와같은 狀態를 木材의 異方性⁴⁾이라고 한다.

一般的으로 木材에서 收縮이 不均一하게 일어나는 原因은 同一材內에서의 部位에 따른 乾燥速度의 差異 方向別 輸出率의 差異, 材內의 密度의 差異 등을 들 수 있다.

新安船의 木材는 腐朽 및 腐蝕의 상태가 심하여 이와같이 조건이 훨씬 더 脆弱하다. 따라서 保存處理를 하지 않을 경우에는 심한 變形과 害裂이 發生하여 原形을 喪失하게 되는 것이다.

* 結晶質領域

木材組織을 微視的으로 觀察하여 보면 木材의 cellulose는 全體가 길게 연속된 鎖狀分子로 되어 있는데, 이는 格子狀配列을한 단순한 block에 속하는 것이 아니라 어느 부분에서는 불규칙 산란하게 總狀으로 분리하여 不定形部分이 되는 것이다.

이와같이 cellulose는 결정질 영역 (crystalloids)과 비결정질 영역 (amorphous region)과의 사이에 명확한 경계가 있는 것이 아니라 규칙정연하게 배열되고 있는 cellulose의 鎖狀分子가 말단부로 향함에 따라 점차 산란하게 배열되어 비결정질 영역으로 들어가게 되는 連續的 變異가 있는 것이다.

* 木材의 異方性

목재의 이방성은 microfibril의 排列方向 및 春秋材의 排列, 膜孔의 存在, 膜두께의 차이 등의 要因에 基因한다.

이에 따라 목재는 切取하는 方向에 따라 다른 3방향(섬유방향, 접선방향, 방사방향)이 서로 다른 收縮과 膨潤을 나타내는데 이러한 것을 목재의 이방성 이라 한다.

3.3.2 試片의 規格

시편의 크기는 船體片 및 소나무新材는 0.5×3×3cm(ℓ×r×t)로 하고 包板材는 0.5×2×2cm로 한다.

表 3-8. 船體片 및 소나무新材 試片數

材 別 \ 實驗名	自然乾燥	P.E.G # 4000	P.E.G # 400
弱腐蝕層材	3	4	3
深腐蝕層材	3	4	-
新材	3	4	3

板
材
및
삼

나무新材는 各 3片을 取한다.

3.3.3 實驗方法

1) 線收縮率

- ① 방사방향고 접선방향의 수축율은 橫斷面의 中心部位에서 나이트에 직각 및 평행하게 測定基準線을 設定하고 길이를 測定한다.
- ② 纖維方向 收縮率은 極히 微細하여 本實驗에서의 測定機器로는 測定하기 어려우므로 除外한다.
- ③ 試驗片을 室內에서 自然乾燥하여 恒量에 도달하였을 때 氣乾材의 길이를 測定基準線에서 測定한다.
- ④ 試驗片을 먼저 60℃에서 24시간정도 예비건조 시킨 다음 100~105℃에서 2~3시간정도 全乾시켜 恒量에 도달하였을 때 데시케이터에 넣고 室溫狀態에 도달한 후 측정기준선에서 길이를 측정한다.
- ⑤ 길이측정의 精密度는 1/10mm이내, 수축율은 1/100% 이내로 한다.
- ⑥ 收縮率 算出式(全收縮率)

$$\text{全收縮率} = \frac{l_g - l_o}{l_o} \times 100$$

l_g : 生材의 길이

l_o : 乾燥材의 길이 (P.E.G 處理後의 길이)

2) 容積 收縮率 (β)

$$\beta \approx \beta_r + \beta_t$$

β_r : 방사방향 수축율

β_t : 접선방향 수축율

* 木材의 섬유방향 수축율은 接線方向이 4.3~14%, 放射方向이 2.1~8.5%인데 비하여 0.1~0.2%에 불과하므로 보통 無視된다.

纖維方向에서의 수축율이 적은 것은 樹軸에 대하여 섬유(fibril)의 走向傾斜가 심하지 않기 때문이다.

2) 濃度 및 期間

P.E.G #4000처리후의 수축율에서는 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 65%, 80%, 90%에서 각 2週,, P.E.G #400처리후의 수축율에서 10%~50%까지 5단계로 나누어 각 2주동안 沈積한다.

3.3.4 實驗結果

木材는 3方向에 따라서 收縮率과 膨潤率이 다른데 그 比는 楨선방향 : 방사방향 : 섬유방향이 100 : 60 : 4이다.

P.E.G처리 후에는 대부분 微量의 膨潤을 보이며 濃度變化에 따른 變形(膨潤)의 程度가 極히 微細하여 顯微鏡 觀察로서만 測定이 可能하였다. 그러나 本實驗에서의 測定機器로는 (캘리퍼스) 微細한 變異를 測定할 수 없어 最初試片의 크기와 1次處理試片만을 採取(40%, 50% 濃度)하여 그 變化를 測定하는 것으로 그쳤다.

木材遺物의 數量이 많고 크거나 腐蝕의 狀態 또한 多樣하여 小量, 小規格의 試片으로 全體를 代表하기에는 부족함이 많으나 되도록 유물에 損傷을 可하지 않는 方法으로 실험하고 그 結果를 代表置로 함에 따르는 상당한 誤差가 發生하였다.

실험결과는 表 3-8, 3-9, 3-10과같다.

表 3-9. 선체편의 자연건조 수축율

材 別	기준선크기 cm		건조후기준선크기 cm		선수축율%		용 적 수축율%
	접 선	방 사	접 선	방 사	접 선	방 사	
약부식층재	3.95	3.77	3.78	3.66	4.30	2.92	7.22
심부식층재	2.55	2.13	2.42	2.03	5.10	4.70	9.80
소나무신재	3.42	3.35	3.30	3.33	3.51	0.60	4.11

* 재별 각 3편의 평균치임.

表 3-10. P.E.G # 4000 처리후

실험대상	材 別	기준선크기 cm		50% 처리후 기준선 cm		선팽윤율%		용 적 팽 윤 율 %
		접 선	방 사	접 선	방 사	접 선	방 사	
선 체 편	약부식층	4.06	4.34	4.10	4.33	0.99	-0.23	0.76
	심부식층	3.34	2.51	3.37	2.54	0.90	1.20	2.10
	소 · 신	3.58	3.46	3.62	3.48	1.12	0.58	1.70
포 판 재	포 판 재	2.0	2.01	2.05	2.08	2.50	3.48	5.98
	삼 · 신	3.97	1.63	4.04	1.66	1.76	1.84	3.68

* 재별 각 4편의 평균치임. 소·신: 소나무신재 삼·신: 삼나무신재

'-'는 수축을 표시함.

表 3-11. P.E.G # 400 처리후 선체편

材 別	기준선크기 cm		30% 처리후 기준선 cm		선팽윤율%		용 적 팽 윤 율 %
	접 선	방 사	접 선	방 사	접 선	방 사	
약부식층재	3.30	3.65	3.33	3.68	0.91	0.82	1.73
소나무신재	3.20	3.13	3.23	3.15	0.94	0.64	1.58

* 재별 각 3편의 평균치임.

4. 新安船의 殘存 鹽分測定

4.1 脫鹽處理에 대한 概要

海水中에는 염소(Cl), 나트륨(Na), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘 (Mg), 브롬(Br) 등 약 60여종의 元素가 용해되어 있는데, 이들 성분중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 것이 鹽分(NaCl)이다. 염분(Salinity)은 해수 1kg중에 녹아있는 總 鹽類의 양을 g수로 나타낸 것을 말하며 千分率(%o permilli)로 나타낸다. 대개 海水의 염분은 장소와 시기에 따라 다르나 全海水의 평균 염분량은 약 35%이다. 海水中の 主要鹽과 그 量은 표4-1과 같다.

表4-1. The principal salts and the quantity in the sea water

염	화학식	염분(1000에 대한)	염	화학식	염분(1000에 대한)
염화나트륨	NaCl	27.21	염화마그네슘	MgCl ₂	3.81
황산마그네슘	MgSO ₄	1.66	황산칼슘	CaSO ₄	1.26
황산칼륨	K ₂ SO ₄	0.86	탄산칼슘	CaCO ₃	0.12
브롬화마그네슘	MgBr ₂	0.08	합계		35.00

또한 新安船이 인양된 全羅南道 新安郡 曾島面 防築里 앞바다의 지리적 위치는 35°01'05"N 126°02'06"E로 이곳은 荏子島와 그 맞은편에 연해있는 曾島, 沙玉島, 智島 사이에서 北東方向으로 水島水道를 따라 비교적 깊은 골을 형성하고 있으며 海底의 堆積物은 모래 (Sand), 자갈 (Gravel), 실트(silt), 粘土(Clay) 등으로 水分을 20%內外 함유하고 있어서 비교적 단단한 堆積層을 이루고 있다.

新安船이 인양된 底層海水의 水溫은 겨울철에는 5℃, 여름철에는 20℃로 年間變化幅은 15℃를 나타내며 염분도(Salinity)는 32.3%~33.3%로 변화하는데, 표층에서는 여름철에 강우로 인하여 31.6%까지 내려간다. 표4-2에서는 木浦大學 沿岸生物 研究誌에서 발표한 1971년부터 1980년까지 조사한 全南地方 南部와 西部의 계절별 염도(‰)를 제시하여 보았다.

表 4-2. The range, mean of salinity(‰) in the southern and western of Chon Nam Province from 1971 to 1980

Period		Feb		May	
Area	Depth / Partition	Range	Mean	Range	Mean
Sin An	S	31.74 ~ 33.64	32.94	31.61 ~ 33.50	32.85
Mok Po	B	31.58 ~ 33.69	32.99	32.28 ~ 33.51	32.90
Period		Sep		Nov	
Area	Depth / Partition	Range	Mean	Range	Mean
Sin An	S	25.97 ~ 32.67	30.72	32.10 ~ 33.30	32.62
Mok Po	B	27.36 ~ 32.91	31.04	31.85 ~ 33.44	32.70

出土되거나 인양된 모든 유물들은 여러 가지 有機溶劑를 사용하여 表面에 붙어 있는 이물질들을 제거하고 염기를 함유한 유물들에 대해서는 유물이 놓여진 환경 등을 고려하여 脫鹽處理를 한다.

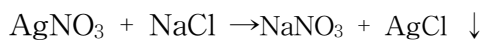
특히 新安 海底에서 인양된 선체편 및 각종 목재유물들은 오랜 세월 海水中에 있었기 때문에 淡水에 침적시켜 염분을 제거해 주어야 하는데, 이는 염분을 제거해주는 効果外에도 木材를 공기중에 노출시키면 表面과 内部와의 含水量의 차이에 의한 수축의 염려가 있으므로 물속에서의 매장환경과 동일한 조건을 유지시켜 주며 목재표면의 孔隙 사이마다의 泥土를 세척해 주는 效果가 있다.

本處理場에서는 신안 선체편을 상수도를 이용하여 탈염처리를 실시하고 있는데 선체편에서 용출되는 염도가 어느 정도인가를 탈염수로 사용하는 목포시 상수도와 비교 검토하여 脫鹽基準 選定에 활용하고자 한다.

4.2 實驗

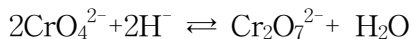
4.2.1 概要

실험은 沈澱滴定法인 Mohr's法을 이용하였다. 즉, Ag^+ 를 가지고 Cl^- 를 적정하여 $AgCl$ 로 침전시켜서 Cl^- 의 존재량을 확인하였다.



그리고 Ag^+ 과 Cl^- 이 완전히 반응을 하고 난 후 지시약인 CrO_4^{2-} 과 Ag^+ 이 반응하여 Ag_2CrO_4 가 적색을 띠며 침전한다. 이때 $AgCl$ 의 흰 침전이 떠있는 물에서 Ag_2CrO_4 의 생성을 알아볼수 있기 위해서는 상당한 양의 Ag_2CrO_4 가 침적하여야 할 것이므로 많은 양의 CrO_4^{2-} 를 사용하여야 당량점에 충분히 접근될 것이다.

CrO_4^{2-} 를 지시약으로 사용할 때는 용액을 中性내지 약한 鹽基性으로 유지하여 다음 반응에서와 같은 CrO_4^{2-} 의 소비를 막아야 한다.



그리고 강한 鹽基性에서는



로 Ag_2O 가 침전한다. 따라서 pH 7~10정도가 적당하며 탄산수소나트륨($Na-HCO_3$)이나 붕사($Na_2B_4O_7$)를 미량 첨가한다.

4.2.2 實驗方法

- 선체편 침적수조 각각에서 물 100ml를 피펫을 이용하여 취한 후 5%, K_2CrO_4 용액을 지시약으로 수적(약 1~2ml)한다. 그후 0.1N $AgNO_3$ 표준 용액으로서 색의 변화를 잘 觀察하면서 적정한다. 종말점은 용액의 색이 노랑색에서 갈색으로 변하는 점이다.

b. AgNO₃ 용액의 標定

AgNO₃ 용액의 정확한 농도를 알기 위해 KCl 로써 보정한다. G.R KCl을 105℃에서 2시간 건조후 정확히 0.1N 용액을 만든다. 그리고 이것을 Cl⁻ 표준용액으로 한다. 이 용액을 pipet으로 25ml를 취한다. 그리고 2% NaCrO₄ (5% K₂CrO₄) 지시약을 수적 (1~2ml)하고 AgNO₃ 용액으로 적정한 후 흔들 어 주어도 적색이 소실되지 않는 점을 종말점으로 하여 소비 ml수를 구한다. 표준용액을 만들기 위한 물은 이온교환수지를 이용해 받은 1차 증류수를 이용한다.

4.3 考察

脫鹽水로 사용하는 木浦市 상수도의 平均 鹽分 含有量은 1984년 平均 20.66ppm 으로, 表4-3에서는 各 鑿井水조의 염분함유량을 비교해 본 것이다.

表4-3 . 鑿井水조 염분함유량

鑿井水조	구분	AgNO ₃ 소비량(ml)	염 분 (Cl ⁻) 농 도 (ppm)	비 고
상 수 도		1.0	16.78	
新	2	1.15	19.18	
新	3	1.23	20.57	
新	4	1.26	21.38	
新	5	1.3	21.69	
新	6	3.15	52.50	
新	9	1.60	26.69	
新	10	2.07	34.53	
S新	1	1.10	18.66	
S新	4	1.32	22.34	

위의 결과로 보아 상수도와 鑿井水조간의 Cl⁻의 농도는 10ppm 내외의 차이를 보이고 脫鹽종료 기준인 50ppm 이하로 떨어진 것으로 보아 脫鹽處理의 과정은 거의 완료되었다고 볼 수 있으나, 木材表面의 염분량과 목재내의 염분량의 약간의 차이가 있을 것으로 보인다.

木材 内部의 잔존 염분은 硬化各理時 P.E.G의 침투시기에 대한 영향은 앞으로 再考할 研究과제이다.

5. P.E.G의 용액 재활용

5.1 概要

硬化處理를 위해 신안 선체편을 P.E.G용액에 함침시켰을 때 船體片에 浸着되어 있던 이물질들이 아주 심한 악취와 함께 용출되는대, 특히 기온이 높은 여름철과 저분자량 P.E.G(#200, #400)를 사용하였을 때, 저농도(5%~20%)일 때 더욱 심하다.

이러한 현상들은 특히 海底에서 인양된 수침목재에서는 보편적으로 나타난 것으로 P.E.G 용액이 수침된 木材組織 内部層에 충전하게 되면 목재 내부층에 침적되었던 堆積物이 P.E.G용액의 영향으로 인출하게 되는 것으로 이 원인으로 수침목재 외부층이 암갈색으로 변화하고 동시에 P.E.G 저농도에서 미생물의 번식이 활성화 되는 등 P.E.G 硬化處理에 장애요소가 되므로 이에 대한 해결책으로는 새로운 P.E.G 용액으로 교환하여 주는 수밖에 없다. 이러한 방법은 독일 해양박물관의 보존과학실장으로 Bremen cog船의 보존처리 책임자인 Per. Hoffmann 박사도 확인해 주었다.

또한 P.E.G경화처리가 완료된 70~100%까지의 용액을 재사용하므로써 경제적인 측면 즉, 416cm×176cm×20cm 규모의 탱크에 P.E.G 1% 용액을 희석하는데는 약 17kg이 소요되는데 시중 공업용 P.E.G 20kg 1포당 6만원 (1986년 현재) 정도임을 감안하면 버리는 P.E.G용액의 소모가 크다 하겠다.

이와같이 이물질이 용출된 용액과 처리가 완료된 용액을 재활용하기 위해서 여과법을 응용하여 가능할 수 있는지를 알기 위해서 여러 實驗을 시도하였다.

濾過方法에는 물을 정화시킬 때 자갈·모래층을 통과시키는 방법, 솥을 이용하는 방법, 그리고 강제적인 압력을 이용하는 방법과 자연압하에서 여과하는 방법이 있다.

여러 가지 여과방법들 중에 본 실험에서는 여과지를 이용하여 (filter paper) P.E.G의 回收率이 얼마 정도인지 알아 보았다.

5.2 실험

P.E.G #1500과 #4000을 각각 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%를 100ml씩 제조하고 여과지를 사용하여 갈대기 위에서 자연압으로 濾過를 실시, 여과 속도와 P.E.G 回收率을 비교하고 선체편을 침적시킨 탱크의 10% P.E.G용액에서 100ml씩 채취하여 같은 방법으로 여과하면서 상태를 비교했다.

5.3 考察

濾過한 P.E.G 용액의 상태들을 表5-1, 2에 나타냈다. 表 5-1,2에서와 같이 농도가 증가할수록 여과시간은 길어지고 P.E.G 回收率은 감소하였으며 50% 정도에서는 P.E.G 회수율이 현저하게 줄어들 뿐 아니라 거의 여과가 되지 않았다. 즉 P.E.G의 재활용은 40% 이내에서 저농도 용액만이 가능하다고 볼 수 있겠다.

또한 침적탱크내 P.E.G 용액의 여과 결과 불순물 입자는 제거할 수 있었으나 용액의 투명도는 반투명(비이커에 담긴 용액을 통해 맞은 편을 볼 때 흐릿하게 보이는 상태)이었으며 악취는 제거되지 않았다.

이러한 악취 등 이물질의 용출로 침적탱크에서 100ml씩 용액을 채취하여 2개의 비이커에는 5%의 防微劑(붕산7 : 붕사3)를 투입하고 1개의 비이커에는 그대로 두어 비교 관찰하였다. 그 결과 방미제를 투입한 것은 24시간 정도만에 부유물이 완전히 침전되고 용액이 맑아진 반면 원액은 72시간 정도가 지나서야 부유물이 약간 침전될 뿐 용액이 탁하였다. 이 관찰결과로 해서 침적탱크의 용액내에 微

生物이 존재해서인지 아니면 콜로이드(colloid)性 부유입자와 防微劑 이온(ion) 간의 착화합물이 형성되어 침전되었는지에 관해서 의문점을 제시해 주었다. 이 부분은 앞으로 배양실험 등 여러 방법을 통해서 미생물의 존재여부를 확인해 보아야 할 연구과제이다.

P.E.G 회수율

구분 농도(%)	P.E.G(Mw)	여과액 측정농도(%)	P.E.G 회수율(%)	비 고
5 %	1,500	4.40	88.0	
	4,000	3.51	70.2	
10 %	1,500	8.81	88.1	
	4,000	9.70	97.0	
20 %	1,500	15.00	75.0	
	4,000	18.80	94.0	
30 %	1,500	21.90	73.0	
	4,000	23.36	77.8	
40 %	1,500	28.08	70.2	
	4,000	29.04	72.6	
50 %	1,500	33.80	67.0	
	4,000	34.19	68.3	

표 5-2. 숯浸탱크內 P.E.G # 1,500, # 4,000 10% 용액의 여과시간 및 P.E.G 회수율

구분 농도(%)	P.E.G(#)	P.E.G 회수율	상 태	비 고
10 %	1,500(G탱크)	85.2	탁 함	
	4,000(C탱크)	96.0	투 명 함	

6. 濃度測定 및 水分蒸發을 이용한 自然濃度上昇

6.1 濃度測定

水中에 매장된 過飽和狀態의 新安船體片들의 치수안정화를 위한 硬化處理 과정은 목재의 미세한 毛細管 속으로 安定化 化合物을 浸透시켜 목재내부의 물과 置換하므로써 세포벽에 강하게 부착되어 水分이 담당하고 있던 膨脹의 기능을 대신하고 목재 내부에 殘留하여 보강작용을 하는 P.E.G (Polyethylene Glycol)를 사용하고 있다.

浸積槽에 低濃度(5%)의 P.E.G 수용액을 넣고 水沈木材를 含浸한다. 침적후 농도를 측정하면 목재를 침적하기 전보다 낮은 농도로 산출되는데, 이는 목재내의 함유수분이 P.E.G라는 化合物에 의해 활발히 置換되고 있음이다.

水沈木材를 P.E.G 용액에 침적시킨 후에는 沈積槽內 상태를 파악하기 위하여 정기적으로 농도를 측정하여야 하고 또 함침된 선체편 內로의 P.E.G 침투여부를 파악하여야 한다.

P.E.G 용액의 농도측정 방법에는 용액의 농도별로 나타나는 屈托角을 이용하는 방법, 濃度別 고유한 비중의 差 에 의한 방법, 용액 건조후 중량 측정에 의한 방법이 있는데, 屈拆角을 이용할 경우 溶液內에 이물질이 있을 때 정확한 屈拆角을 측정하기 어려운 점이 있으며 용액의 비중의 차에 의한 방법은 少量의 이물질(海底堆積物中的 鑛物質은 高比重이다.)에 의해서도 차이가 있으므로 일반적으로 용액 건조후 重量測定方法을 채택하고 있다.

용액 건조후 중량측정방법은 정밀한 측정을 위해서 건조기에서 105℃로 3시간 건조시킨 비이커에 용액을 채취하여 열을 가하고 수분이 증발된 P.E.G만을 추출하는 방법으로 농도 산출식은 다음과 같다.

비이커 중량 ; W

P.E.G 수용액과 비이커 중량 ; W₀

건조시한과 비이커 중량 ; W_D

P.E.G 의 농도 ; C

$$C = \frac{W_D - W}{W_0 - W} \times 100$$

P.E.G 농도는 한 沈積槽마다 試料 5點을 채취하여 위의 重量乾燥方式으로 산출한다. P.E.G 농도의 最後決定은 시료 5점의 농도 중 最高置(MAX), 最低置(MIN)를 버리고 나머지 3점의 평균치로 구한다.

含浸된 선체편의 P.E.G 침투여부를 파악하기 위한 방법으로는 선체편을 함침시킨 후 정기적으로 중량을 측정하면서 浸透量의 변화를 파악하는 방법과 P.E.G와 化合하여 발색을 나타내는 화학약품을 사용하는 방법이 있다.

함침후 선체편을 정기적으로 중량측정하는 방법은 P.E.G 용액의 비중을 기준으로 한 부력을 감안하여 목재의 무게를 보정하여 주어야 하는 번거로움이 있다. P.E.G 와 化合하여 發色處理하는 방법으로는 生長錐를 이용하여 Core를 추출하고

화학약품을 木材面(Core)에 직접 분무(direct spraying)하는 방법과 실험 시편을 여과지에 떠서 여과지면에 전이된 P.E.G 에 화학약품을 분무하는 발색 인화방법(print-off method ; Dr. p. Hoffmann에 의해 시도)이 있다. 그러나 生長錐를 이용하는 방법은 破壞的이므로 新安船體片의 경우는 完了段階에 있는 大型木片에 한하여 적용시키고 있다.

여러가지 농도측정 방법에서도 非破壞的인 重量乾燥方式을 보편적으로 사용하는데, 本 處理場에서도 이 방법을 채택하여 농도를 측정하고 있다. P.E.G 용액에 수침목재를 침적시킨 후부터 浸積槽의 농도를 정기적으로 隔週로 하여 측정하는데 各 浸積槽의 溶液採取는 침적조의 용액을 上·下·左·右로 하여 전체적으로 고르게 교반하고 溶液採取用 容器(本 處理場에서 고안한 것으로 둥근 용기에 긴 자루를 단 것)로 浸積槽內의 용액 下層部와 上層部로 구분하여 5점을 채취하고 알콜램프를 이용하여 수분을 증발시켜 위의 방법에 따른 농도산출식을 적용하여 농도를 측정하고 있다.

浸積槽F(166cm×106cm×60cm)의 농도측정 결과를 보면 表6-1과 같다.

表6-1. 浸積槽 F의 농도

(g)

측정일시	비이커 번호	비이커 중량	비이커중량+용액중량		부분별 농도 (%)	최후농도 (%)	비고
			건조전 중량	건조후 중량			
1986.6.26	F ₁	53.4	86.5	71.6	54.98	54.27	最高置
	F ₂	48.5	82.9	67.1	54.06		
	F ₃	47.9	83.8	67.4	54.31		
	F ₄	43.6	74.0	60.02	54.01		最低置
	F ₅	49.2	79.5	65.70	54.45		

처리중에 있는 P.E.G 용액의 농도를 상승하는 기간은 침적조내 선체편의 제원 및 부후·부식상태를 고려하여 40日에서 70日 이내에 5%단위로 상승 시키고 있다. 농도침적 기간의 例로서 처리중에 있는 浸積槽A의 경우를 보면 表6-2와 같다.

침적조A의 농도상승 기간은 계절에 따라 약간의 차이는 있지만 경기적으로 이루어지고 있다. 참고적으로 木材工學 14(3)號에서 발표한 ‘木浦地方의 계절별 평균 온·습도’ 자료를 제시하면 表6-3과 같다.

P.E.G 용액의 농도를 高農度(55%이상)로 상승할 때는 P.E.G 의 物性 때문에 加溫하여 주지 않으면 용액이 응고되어 선체내로 용액이 침투할 수 없으므로 50℃ 정도로 열을 가하여 주어야 한다. 또한 常溫에서 급격히 加溫 할 때 목재내에 영향을 미칠 염려가 있으므로 여건만 갖추어지면 저농도에서도 계절적으로 여름철의 실내온도에 맞추어 겨울철에 침적온도를 여름철의 온도로 유지시킬 수 있다.

表 6-2. 浸積槽A 농도침적기간

처리내용	침 적 기 간		비 고
P.E.G 5 %	1984. 7. 6 ~ 1984. 7.17	12일간	P.E.G # 4000
10 %	1984. 7.18 ~ 1984. 9. 6	51	
15 %	1984. 9. 7 ~ 1984.10. 3	27	
20 %	1984.10. 4 ~ 1984.11.15	43	
25 %	1984.11.16 ~ 1984.12.16	31	
30 %	1984.12.17 ~ 1985. 1.23	28	

表 6-3. 목포지방의 계절별 평균 온·습도

月 溫·濕度	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												평균
	온 도	1.2	1.2	6.1	12.1	16.9	20.8	24.8	26.2	22.0	16.4	10.0	
습 도	71	71	70	74	75	80	85	81	77	71	70	71	75

65 %	1986. 1.18 ~ 1986. 3. 5	47	
70 %	1986. 3. 6 ~ 1986. 5. 6	62	자연농도상승
75 %	1986. 5. 7 ~ 1986. 9. 1 현재 침적중		"

6.2 水分蒸發을 이용한 자연농도 상승

P.E.G 용액이 高農道(55% 이상)가 되면 油類보일러로 加溫(55℃~60℃)하여 주는데 보일러 작동후 함침탱크의 온도가 가장 높이 올라가는 시간에 정기적으로 뚜껑을 열어 수분을 증발시켜 주는 방법을 말한다.

本 處理場에서는 加溫중인 浸積槽A와 浸積槽B에 수분증발을 이용하여농도를 상승하고 있는데 침적조 외부 온도의 高·底에 따라 수분이 증발하는 시간을 조절하여 침적조 내부의 온도가 급격히 하강하는 것을 막아 주어야 한다. 浸積槽A의 경우 자연농도 상승결과 現在(1986年 4月~9月) 까지 5%의 효과를 얻을 수 있었다. 表6-4 에서는 浸積槽A를 그 例로써 제시하였다.

表 6 - 4 . 浸積槽 A 의 자연농도 상승율

적정농도	상 승 기 일	농도측정(%)	비 고
70 %	1986. 4. 22	71.9	수분증발 시작
	1986. 5. 22	73.0	
	1986. 6. 4	73.3	
	1986. 6. 19	73.4	
	1986. 7. 4	73.98	
	1986. 7. 24	74.25	
	1986. 8. 8	74.5	
	1986. 8. 21	74.7	
	1986. 9. 4	75.6	5 % 자연농도 상승

浸積槽의 경우 탱크의 容積이 600cm×106cm×90cm로 P.E.G가 소요되었는데, 이때의 소요 P.E.G를 金錢으로 환산하여 보면 170만원 정도이므로 수분증발을 이용하여 농도를 상승할 경우 유류보일러를 이용하여 열을 가야할 때의 유류비가 어느 정도 소모되기는 하나, 高農度가 되면 必히 가온하여 주므로 여러면으로 절약할 수 있다. 앞으로도 처리중인 고농도 침적조의 경우에는 같은 방법을 적용할 것이다.

7. 結論 및 考察

본 실험은 신안선의 과학적 보존을 위해서 기본적인 자료를 얻고자 한 실험으로 전술한 바와 같이 함수율은 250% 내외를 나타냈다. 이는 건전재의 생재함수율이 150% 내외인데에 비하여 매우 높은 함수율이며 목재의 부후 및 부식상태가 심하다는 것을 나타내는 것이다.

P.E.G 침투율은 섬유방향을 차단한 시편과 차단하지 않은 시편간의 차이에서 볼 수 있듯이 P.E.G의 침투는 주로 섬유방향을 통해서 이루어진다. 또한 농도가 높아 질수록 가온이 필요하다는 것을 알 수 있다. 실험결과 나타난 P.E.G의 침투율은 작으나 목재에로의 P.E.G 침투는 목재내 수분과 P.E.G의 치환으로 이루어지므로 실재 중량의 변이보다 많은 P.E.G가 침투 되었음을 알 수 있는 것이다.

수축율이 일정치를 나타내지 않은 것은 목재의 수축과 팽윤에 가장 큰 영향을 미치는 cellulose의 破壞로 인한 것이다. 또한 자연건조재에서 10% 정도의 용적수축율을 나타낸데 비하여 P.E.G처리재는 2% 정도의 팽윤을 나타 내었다.

이와같은 실험과 그 방법의 보다 과학적이고 효율적인 개선은 계속되어야 할 과제이다 특히 부후·부식에 의한 목재성분의 파괴와 그로 인한 변형, 변질을 규명하기 위한 조성분 분석과 P.E.G 처리시 영향을 미치는 異物質의 성분분석, 처리후 목재의 강도실험, P.E.G처리상태의 현미경관찰 염분이 材의 강도등 안정성을 미치는 효과 측정 등도 숙제로 남는다.

參 考 文 獻

- 崔光南, 海底引揚 木製遺物の 科學的 保存處理, 文化財 14號, 1981.
- 崔光南, 海底引揚文化財의 科學的 保存에 따른 基礎實驗研究(II), 保存科學 第4輯, 1983.
- 崔光南, 新安沈沒船의 構造的 特徵과 科學的 保存處理, 保存科學第5輯 1984.
- B.L. Browning, Methods of Wood Chemistry, John Wiley & Sons Inc. 1967.
- Per Hoffmann, A rapid method for thd Defection of P.E.G in Wood, Studies in Conservaton, 1983.

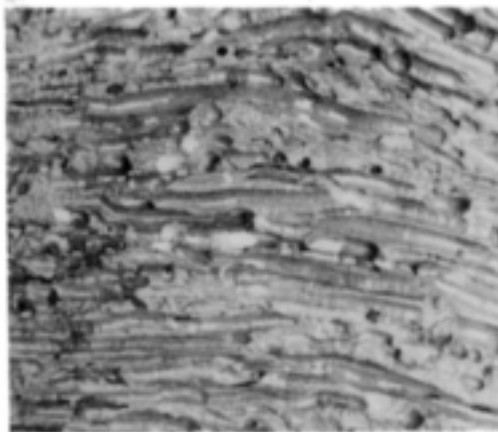


사진 1. 船體片의 腐蝕狀態 I

황으로 길게 퍼진 흔적은 Teredo 類의 부식痕으로 사료 된다.

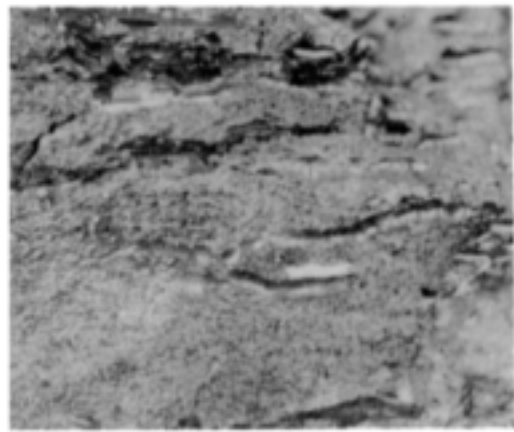


사진 2. 船體片의 腐蝕狀態 II

윗쪽에 Teredo 類의 부식痕이 보이며 아래의 소孔들은 Limnoria 類의 부식흔적이다.

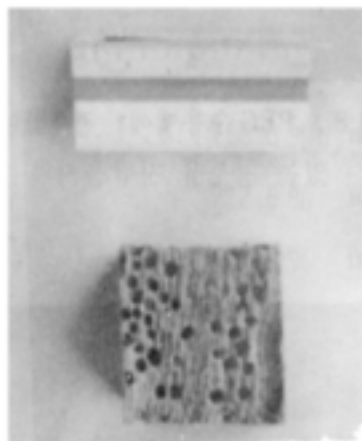


사진 3. 선체편의 침투율시험 I (횡단면)

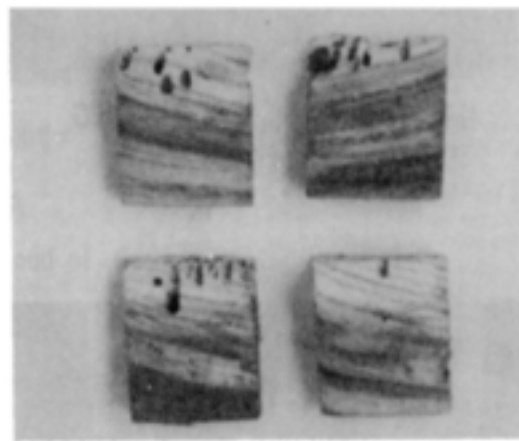


사진 4. 선체편의 침투율시험 II (방사방향으로의 切開片-발색인화법에 사용키 위한 것)

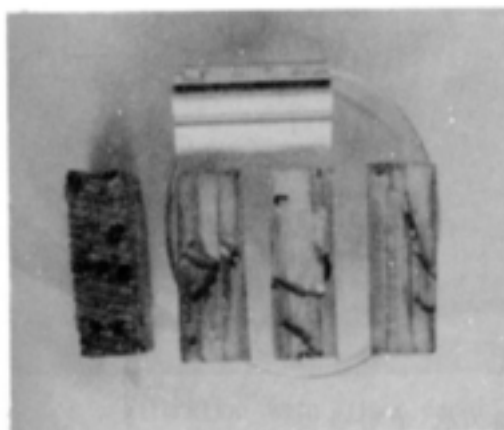


사진 5. 포판재 침투율시험 I (면좌측은 횡단면, 우측 3편은 방사방향으로의 절개편)

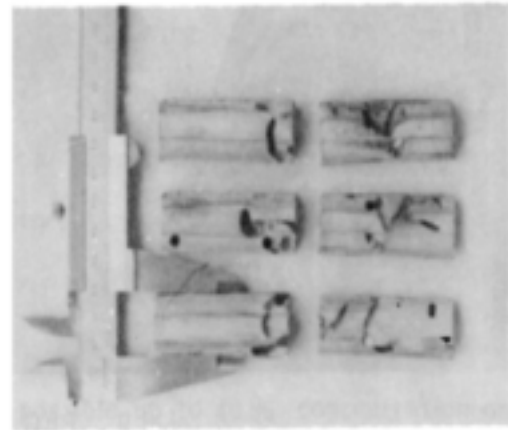


사진 6. 포판재 침투율시험 II (방사방향으로의 절개편으로 특히 Teredo 類에 의한 부식이 심한상태)

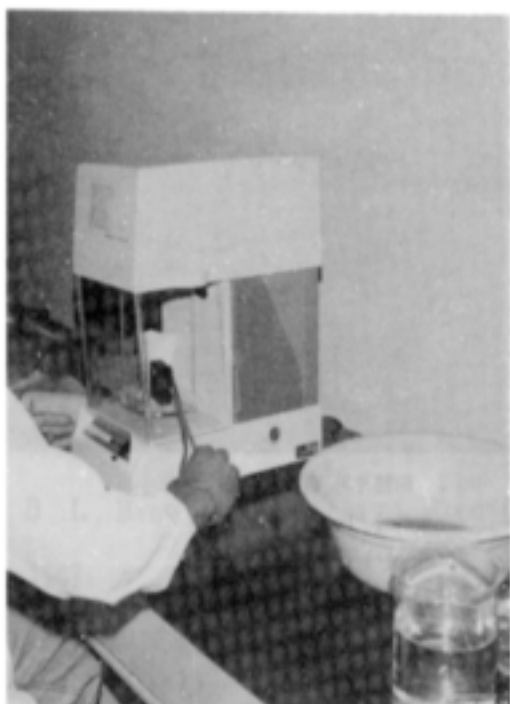


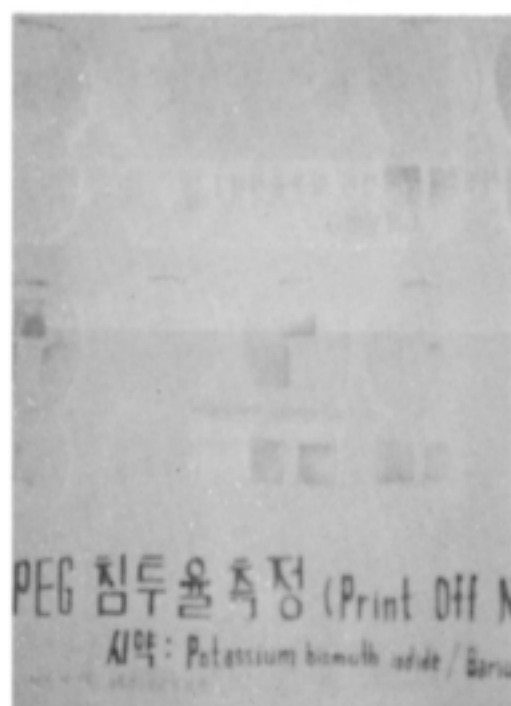
사진 7. 화학천평을 이용한 PEG
침투율시험 중량측정



사진 8. PEG 수용액에 침적되어
있는 침투율 시험용시편



사진 9. PEG 침투율시험 (발색
인화법)



SUMMARY

The aim of this study is to scientific conservation for the Sin An Ship.

The test object is *Pinus massoniana* and *Cunninghamia lanceolata* of Sin An Ship's timber.

Comtrast object is water soaked fresh wood of *Pinus densiflora* and *Cryptomeria japonica*

The results were as follows.

1. M. C is 280.9% in high degraded Planking board,
237.5% in low degraded Planking board,
158.6% in fresh wood of *Pinus densiflora*,
222.6% in Bulkhead
167.3% in fresh wood of *Cryptomeria japonica*
2. Absorption rate of P.E.G is good at heating condition (55~60°C), especially in high degraded wood.
3. The dimensional change of wood during air drying is somewhat shrinked
That's 7.22% in low degraded Planking board
9.8% in high degraded Planking board
and 4.11% in water soaked *Pinus densiflora*.
4. The dimensional change of wood during P.E.G treatment is mostly swollen of very small quantity.

5. Salinity in desalinization tank showed below 50 p.p.m. It's indicate the end of desalinization treatment.
6. Filtration with filter paper was possible up to 40% concentration only.

Key words :

M.c ; Moisture Content, Absorption rate, Dimension change, Salinity, Filtration.