

新安沈沒船의 構造的 特徵과 科學的인 保存處理

崔 光 南

- | | |
|------------|-----------------|
| 1. 머리말 | 라. 外板의 構造 |
| 2. 沈沒船의 構造 | 3. 水浸 木製遺物의 物性 |
| 가. 船型 | 가. 水浸木材의 物性 |
| 나. 龍骨 | 4. 新安 沈沒船의 保存處理 |
| 다. 隔壁 | • 參考文獻 |

1. 머리말

新安海底文化財 發掘調査는 全羅南道 新安郡 曾島面 防策里 앞바다(35°01' 15" N 126°05' 06" E)에서 漁撈作業을 하던 現地住民들에 의해 發見 신고됨으로써 우리나라의 埋藏文化財 發掘史上 유례없는 水中考古學이라는 새로운 章을 열게 되었다.

1976年 10月부터 始作된 第1次 引揚作業부터 1984年 第10次 引揚에 이르기까지 陶瓷器類, 銅錢을 비롯한 金屬器類, 木製品, 植物열매, 日用雜貨類, 船員의 生活用具등 多量의 遺物이 引揚되었으며 특히 新安海底文化財 發掘이 始作되면서 學界와 現場 關係者는 船體의 殘存與否에 至大한 관심을 보였다. 1982년에 沈沒船體를 本格的으로 引揚하기 始作하여 1984년까지 길이 28.4m, 너비 6.6m, 높이 2.5m, 荷重 200t規模의 大型船舶을 海中에서 部分別로 解體하여 引揚함으로써 14世紀경의 東아시아 交易史, 造船史, 陶瓷器 編年研究 등에 決定的이고도 貴重한 資料를 제공해 줄 綜合的인 文化史料로서의 가치를 충분히 지니고 있다고 評價된다. 또한 三面이 바다로 둘러싸인 우리나라의 地理的 環境에서 바다가 차지하는 重要性이 역사적으로도 比重이 큰 만큼 古代東洋의 海洋文化를 說明해 줄 수 있는 實際的 資料 즉 大型實船이 出頭되고 있지 않는 實情에서 新安海底 沈沒船의 發見은 대단히 큰 學術的 意味를 지니고 있다.

本稿에서는 1984年の 第10次 作業으로 發掘調査가 종료됨과 더불어 沈沒船體片을 整理分析하여 沈沒船의 規模와 構造方式 등을 考察하고 또한 그 무엇보다도 重要性和 稀貴性을 지닌 構造物을 어떻게 科學的으로 保存處理하여 復元할 것인가에 대해서 敘述해 보고자 한다.

2. 沈沒船의 構造

1979년에 實施된 第5次 新安海底文化財 發掘調査는 海底에 埋沒된 船體構造 및 現存狀態 확인과 周邊 環境調査를 目的으로 行해진 沈沒船體 發掘을 위한 豫備調査였다.

沈沒船의 引揚은 埋沒地의 地理的 條件과 船體의 腐蝕度 등을 고려하여 船體의 木材組立 單位別로 解體하여 片片이 끌어올리는 「piece by piece」方法을 採擇했다.

分解 引揚順序는 먼저 Air Lift로 船體가 묻혀 있는 海底面下의 뿔을 제거하고 15° 가량 右舷으로 傾斜되어 埋沒되어 있는 船體의 船尾部分인 第1, 2, 3 4隔壁區間까지의 龍骨과 左右舷의 舷板과 防舷板, 이어서 5, 6隔壁區間부터는 船首의 4個 肋骨區間的 龍骨에서 右舷部材 全部를 引揚함과 同時에 船體內의 殘存遺物을 引揚 整理하였다.

다음으로는 實測, 縮小模型製作 등 保存處理 過程중에 나타난 沈沒船體의 構造的 特徵과 沈沒船에 대한 先行 研究結果를 綜合整理해 보고자 한다.

가. 船型

東洋 古船의 形態는 배의 斷面形狀에 따라 船底가 平坦하고 넓은 平地船型과 船底 尖銳한 尖底船型으로 區分된다.

우리나라의 在來式 舟船은 모두 平底船이었는데 高麗史 金方慶傳, 朝鮮時代의 渡海使臣船(1822), 李忠武公全書의 龜船底板, 奎章閣 圖書의 各船圖本에 나타난 軍線 및 漕運船의 構造가 모두 平底船型임을 알 수 있다.

中國 古船에는 平底船型과 尖底船型이 并存했다.

「天工開物」등에 나타난 宋時代의 砂船은 平底船型이나 「高麗圖經」, 「武備志」등에는 中國의 古船이 尖底하다는 것을 기록하고 있다. 이러한 文獻資料外에는 東洋古代船의 形態를 確認 할만한 實際資料가 없었으나 다행히 新安海底 沈沒船의 引揚 結果 新安沈沒船의 船底가 尖銳한 尖底船型 構造로 밝혀졌다.

그러나 船首部位에서 引揚되어 船首部材로 推定되고 있는 4個의 船體片은 組立 結果 사다리꼴形의 方形船首部材이나 一般的으로 尖底船型에는 맞지 않는 構造로 많은 研究가 계속되어야 할 문제라 生覺된다.

나. 龍骨

尖底型船의 最低部에는 人體의 脊髓에 해당하는 方形龍骨(bar keel)이 있는데 이는 船體의 強度를 維持하고 또 배의 漂流를 억제하는 역할을 한다. 前述한 것처럼 中國船이 龍骨을 가진 尖底型船이라는 것은 文獻上으로도 分明하였지만 실상 그 船體構造가 西洋船型과는 다른 構造이고 龍骨도 船體 中心線上의 方形龍骨과는 同一하지 않다는 見解가 지배적이었다. 그러나 新安海底 沈沒船의 發掘結果 西洋船과 同一한 方形龍骨이 引揚됨으로써 從來의 定說을 뒤엎게 되었다. 第8次 發掘調査에서 船尾로부터 第4 隔壁區間과 船首쪽 第8, 9, 10隔壁구역의 方形龍骨을 引揚하는데 이어 나머지 第4, 5, 6, 7隔壁間인 中心部 龍骨은 第9次 沈沒船 發掘調査때 완전히 引揚되었다. (너비 64m, 길이 23.4m, 두께 50cm)連結部位는 凹凸形으로 견고하게 接觸되어 있으며 接着面에 直

徑 12.3cm, 깊이 3cm의 圓形홈에 銅鏡을 넣고 나무 뚜껑을 덮어놓았다. 이처럼 古代東洋 船舶에서 長方形의 龍骨이 引揚되었다는 것은 當時의 東洋古代造船기술이 西洋의 것보다 정교하고 월등히 우수했음을 잘 보여주는 資料라 평가할 수 있다.

다. 隔壁

原始形態의 배에서는 船體의 強度 등이 그다지 문제되지 않으나 木片을 組立하여 만드는 構造船에서는 外板을 支持하는 肋骨이나 隔壁과 같은 橫強度材를 一定한 間격으로 두고 船體內에 構造해야 한다. 이같이 橫強度材를 構成하는 方法은 西洋船과 中國船에 뚜렷한 差異가 있는데 西洋船은 肋骨을 주로 使用하고 中國船은 肋骨을 쓰지 않고 隔壁에만 依存해 왔다. 이처럼 西洋船과 東洋船은 橫強度部材를 使用하는 方法이 아주 다르다. 肋骨에 의한 西洋船은 肋骨間격의 調整이 가능해져 外板材의 두께를 얇게 하고 船艙을 넓게할 수 있는 반면 船體의 어느 한 곳이라도 浸水하면 막을 길이 없다. 이에 비해 隔壁에 의한 東洋船은 區劃마다 水密을 기하여 보다 安全한 반면에 船艙이 좁아지고 外板이 두꺼워지는 缺點이 있다.(新安 沈沒船 外板材의 平均두께는 11~12cm 폭이 40~50 cm임)

라. 外板의 構造

外板의 接合方式은 크게 2가지 形態로 나누어서 밑板위에 윗板을 겹쳐 붙이는 클링커式 이음(Clinker built : 鎧張)과 아래·윗板을 서로 맞대어 붙여 나가는 카벌式 이음(Carver built : 平張)이 있다. 造船技術이 미흡한 段階에서는 板을 겹쳐 붙이는 것이 防水하기가 보다 쉬웠던 이유로 클링커式 이음이 주로 使用되었다. 그러나 船舶이 大型化하고 接合技術이 向上됨에 따라 카벌式 이음이 쓰여지게 되었다. 그러나 바이킹 時代의 龍船(Dragon ship)만은 同時代의 다른 船舶들과는 달리 끝의 클링커式 이음을 固守한 예외적인 사례이다.

新安 沈沒船에 있어서의 두드러진 特徵은 外板의 接合方式에 있는 듯하다. 즉 外板材의 下緣內側에 래비트(rabbit : 은족홈)가 파져 있다던가 또는 下緣內側 및 上緣內側의 兩面に 래비트가 되어 있어 板과 板을 은족이음式으로 連結하는 클링커式 이음이라 할 수 있다.

이처럼 板材의 緣을 切缺하여 이어 올라간 클링커式 外板構造(홈붙이 鎧張構造)는 지금까지의 西洋船, 東洋船에서는 볼 수 없는 특이한 構造方式으로 古代 造船技術 研究에 貴重한 資料로서 평가받고 있다.

中國船의 外板構造는 二重 또는 三重으로 板材를 平張하는 方式이 採擇된 일이 있는데 이는 朝鮮王朝實錄에 “中國式 造船法人 甲造船法은 外板을 三重으로 한다.”라는 記錄이 있고 Marco Polo의 「東方見聞錄」에는 “固着에는 모두 鐵釘을 쓰고 外板은 서로 겹쳐 붙인 二重板이고 안팎으로 填隙(Caulking)이 된다. 船舶을 몇 년 쓰고 修理하고자 할 때 또 한점을 붙이고 필요할 때마다 더 계속한다. 이러한 일은 外板이 6겹 될 때까지 해 나간다.”고 記錄되어져 있다.

新安 沈沒船의 경우에는 船體外板에다 두께 2cm정도의 防舷板이 부착된 外板材가 引揚되므로 인하여 역시 複板構造임을 알 수 있다.

以上 沈沒船體에 對한 構造的 特性에 關하여 簡략하게 考察해 보았다. 이와 같은 內容은 保存處理가 완료되고 再組立 段階에서 要求되는 기초 資料로서 復元에 큰 比重을 차지하므로 더욱 관심을 가지고 研究 檢討해야 할 줄로 믿는다.

3. 水浸 木製遺物의 物性

水浸되었던 沈沒船을 더 이상의 損傷으로부터 保護하기 위한 保存處理 方法을 論할 때 그 材料에 대한 기초적 知識을 갖는 것이 무엇보다 필요하다.

그러므로 保存科學者들은 木材의 特性에 개해 糾明하여야 하며 그 侵害程度 그리고 侵害된 部分이 남은 다른 部分에 미치는 影響에 대해서도 把握이 要求된다.

가. 水浸木材의 特性

水浸木材는 水浸되는 동안에 木材의 物理的 構造나 化學的 特性에 變化가 일어나게 될 것이고 이러한 變化는 木材의 構造材用으로서의 適合성에 해로운 影響을 미치며 주로 微生物의 侵害에 의해서 일어난다.

木材가 얼마만큼 崩壞되는가의 판단은 樹種과 成長來歷, 埋沒場所의 環境狀態, 그리고 埋沒 經過時間과 條件 등에 따라 다르다. 또한 水浸木材의 材質이 分解되는 過程은 처음에는 木材內의 既存 水溶性 物質이 周邊 媒介體로 녹아들어 간다.

그 다음 Pectin과 Peptosan같은 加水分解되는 物質이 分解된다. 그 다음에 가서 보다 더 安定된 全셀룰로오스와 셀룰로오스의 微生物에 의한 分解가 始作될 것이다.

마지막으로 리그닌이 남는데 이것 역시 鹽基性 環境에서 微生物에 의한 分解가 서서히 일어나게 된다.

腐敗菌과 박테리아는 둘 다 木材의 微生物的 破損을 일으키는데 셀룰로오스, 리그닌, 全셀룰로오스 등을 加水分解시키는데 있어 둘 모두 細胞外的인 酵素를 使用한다. 腐敗菌에 의한 破損은 腐敗現狀이 적어도 細胞外的 酵素가 浸透할 수 있는 限度까지는 木材의 毛細管 系統을 통해 퍼져나간다.

細胞物質의 腐敗結果 初期의 強度가 상당히 損失을 가져온다.

乾燥될 때 오래된 水浸木材는 매우 강한 收縮 뒤틀림 龜裂을 보이며 가끔 完全 分解되기도 한다. 細胞破壞는 自然乾燥될 때 發生되는데 蒸發하는 水分의 收縮性으로 인하여 毛細管力의 狀態가 불량해져 木材의 毛細管 系統의 強度를 앞서게 된다. 그러므로 細胞物質이 破壞됨에 따라 毛細管의 크기는 增大되고 木材의 특수한 表面에서는 減少한다. 셀룰로오스의 流失도 吸着場所의 減少를 招來하며 新材와 비교해서 乾燥하고 吸引力을 減少시킨다.

실제로 乾燥收縮된 水浸木材는 물과 다시 接觸할 경우 매우 限定된 量만 吸水할 뿐이다. 細胞崩壞는 거의 復舊될 수 없다. 필자가 1983년에 研修받은 獨逸海洋博物館 Cog

호의 復元책임자인 P.Hoffman박사의 지도에 의하여 實驗한 結果 약간 腐敗된 木材에서 지름 方向으로 9~10%와 接線方向으로 20% 收縮되었고 길이方向의 收縮은 거의 없었다. 이러한 資料는 水浸木材의 건조기 內(105℃) 乾燥에 따른 것이다.

Zwammerdam에서 發見된 로마時代의 난파선에서 採取한 샘플과 Utrecht에서 얻어진 샘플을 관측할 수 있는 收縮値보다 훨씬 높은 收縮量을 보여주었다.

水浸木材가 乾燥후 發生하는 收縮量은 그 化學的 組成으로 反映되는 木材의 材質低下率과 관련되어 있는 것처럼 보인다. 이런 관계를 把握하기 위해 북서 구라과의 주요 船舶構造材의 데이터와 新安沈沒船의 調查研究(調查方法은 保存科學研究 第4輯에서술)結果를 表 1,2,3과 圖1에 나타내는데 含水率과 리그닌, 셀룰로오스 含量과의 相關關係 뿐만 아니라 收縮舉動과의 關係도 비교하여 보았다.

이러한 相關關係値를 分析하기 위해 각각의 데이터에 대해 셀룰로오스, 리그닌 含量 그리고 測定된 收縮量과 含水量의 一次曲線의인 回歸에 관한 相關關係를 計算하였다.

表1. 心材의 材質저하와 각 段階에서의 收縮거동과 化學的 조성

| 木材出處 | 오른乾燥木材의 含量 % | | | 건조기 (105℃, 24 시간) 乾燥에 따른 收縮濕潤狀態에 對한 % | | |
|--------------|--------------|---------|---------|---------------------------------------|------|------|
| | 水分 | 셀룰로오스 | 리그닌 | 길이方向 | 直徑方向 | 接線方向 |
| 新材 | 100 ~ 120 | 50 ~ 65 | 25 ~ 32 | 0.4 | 5 | 11 |
| Zwammerdam 船 | 375 ~ 400 | 5.5 | 51 | 13 | 11 | 20 |
| Bremen Cog | 120 ~ 145 | 46 | 36 | - | 10 | 33 |
| Utrecht 船 | 380 ~ 450 | 5.5 | 59 | 10 | 10 | 17 |
| 바사호 | 150 | 67 | 29 | - | - | - |

모든 相關關係는 直徑方向의 收縮만 除外하고는 增大되며 制限된 規模와 龜裂發生으로 直角方向 收縮을 充分할만큼 正確하게 測定하기란 어려운 일이다.

表2. 試料中에 殘存한 實質

| 試料 | 整理番號 | 單位體積당 全-乾燥量 | 炭水化物 | 리그닌 | 結晶度指數 |
|----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| | | g/cm ³ | g/cm ³ | g/cm ³ | |
| A | 包裝상자면 | 0.239 | 0.104 | 0.061 | 55.6 |
| B | 浮動船體片 | 0.810 | - | 0.050 | 0 |
| E | IV船體片 820526 | 0.289 | 0.147 | 0.080 | 49.2 |
| H | IV右甲板-1 820722 | 0.341 | 0.215 | 0.091 | 55.5 |
| M | II구역右2-2 820623 | 0.162 | 0.038 | 0.074 | 19.3 |
| K | 紫檀木 | 0.834 | 0.364 | 0.167 | 50.0 |
| O | 820905 VII-6點 | 0.411 | 0.245 | 0.114 | 54.3 |

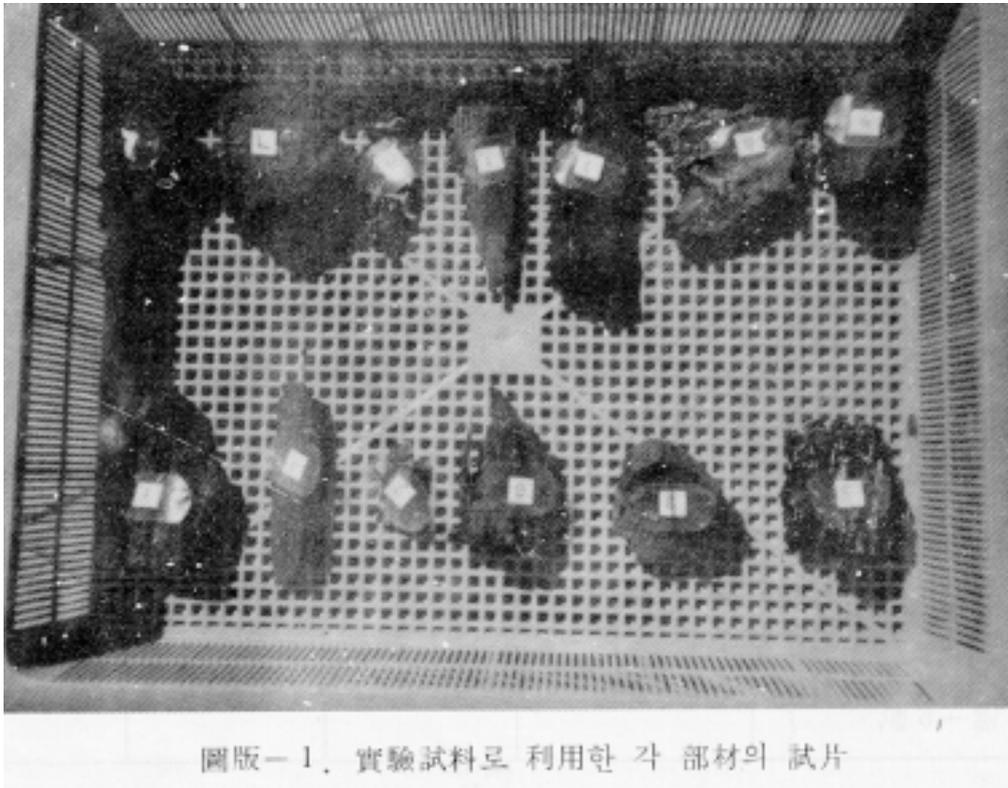
表3. 最大收縮量(각 試料마다 4個의 試片을 製作하여 測定함)

| 試料 | 容積密度 | 길이方向 | 直徑方向 | 接線方向 | 體積 |
|----|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | g/cm ³ | % | % | % | % |
| A | 0.239 | 0.12 ~ 0.68 | 2.6 ~ 2.8 | 6.6 ~ 7.3 | 9.3 ~ 10.1 |
| D | 0.180 | 14.1 ~ 16.0 | 7.2 ~ 11.0 | 32.0 ~ 37.7 | 45.9 ~ 52.5 |
| E | 0.289 | 0.06 ~ 0.26 | 2.8 ~ 3.0 | 7.0 ~ 8.1 | 10.0 ~ 11.0 |
| H | 0.341 | 0.05 ~ 0.09 | 4.6 ~ 5.0 | 8.0 ~ 9.0 | 12.4 ~ 13.2 |
| M | 0.162 | 9.1 ~ 11.2 | 2.0 ~ 3.2 | 6.4 ~ 9.1 | 17.3 ~ 21.8 |
| K | 0.834 | 0.24 ~ 0.75 | 7.2 ~ 9.9 | 11.3 ~ 12.6 | 18.4 ~ 21.4 |
| O | 0.411 | 0.30 ~ 1.15 | 16.8 ~ 25.2 | 22.0 ~ 28.0 | 37.4 ~ 46.4 |

表3에 의하면 新材의 最大體積 收縮率이 容積密度에 겨우 比例한다. 그 比例定數는 약 30%kg/cm³에 있으며 그것과 비하여 보면 K의 收縮率은 적으나 A.E.M은 약간 크며 M과 O는 다음으로 크고 D는 극히 크다. O의 收縮率이 큰 것은 보통의 闊葉樹에서 나타나는 경향이며 試片 상호간의 差가 약간 크므로 保存處理할 때에 균열이 생길 위험성이 있으므로 유의해야 한다.

이와같은 활엽수에 속하는 K의 收縮率이 작은 것은 熱帶産 優良材의 特徵을 나타내는 것 같다. 針葉樹이면서도 관계없이 M과 D와의 收縮率이 큰 것은 길이 方向 收縮率의 차이로 起因된 것이며 2次壁이 상당히 消失되어 있는 것은 乾燥될 때 橫割이 原因

이라 생각된다. 이러한 結果는 最適의 恒久的인 保存方法을 결정하는데 必須的일 뿐 아니라 復元現場에서의 古代 沈沒船舶의 보다 심한 材質 低下를 방지하기 위해 취해야 할 行動으로 인정하는데 決定的 역할을 담당하게 된다.



4. 新安沈沒船의 保存處理

1980年 5月부터 始作된 第5次 新安海底文化財 發掘調査부터 多量の 木船片 및 紫檀木이 引揚됨에 따라 이를 專門的으로 專但할 海底引揚 遺物 科學的 保存處理所의 必要性이 認定됨에 따라 1980年 12月부터 1981年 3月 30日까지 韓國科學技術院에 用役을 주어 保存處理所의 復元 施設建物 및 設備基本 計劃이 作成되었다. 이 計劃에 의거하여 1981年 8月 25日에 文化財管理局 文化財研究所 保存科學研究室 소속으로 全南 木浦市 龍海洞 37(속칭 갓바위)에 木浦保存處理場이 開設되었다.

第1處理室은 (301m²) 材質分析을 위한 實驗室, 模型製作室과 小形木片의 脫鹽槽가 배치되어 있으며 第2處理室(150m²)에는 P.E.G.含浸槽 보일러室 등이 施設되어 있다. 建物は 비닐被覆鋼板 및 鐵骨트라스 組立建物이며 大形木船片의 脫鹽處理를 위해 6m×2.5m×1.5m~2m(貯水量 250t)의 콘크리트構造物인 水槽를 설치하여 恒常 流水될 수 있도록 設計되어 있다. 科學的 保存處理 裝置중 가장 핵심적인 木材 硬化 含浸槽는 小形과 中形 船體片 處理에 活用할 수 있는 탱크 2대를(2m×1m×0.9m)(6m×0.95m×0.75m) 保有하고 있으며 1984년에는 龍骨 및 大形 外板, 隔壁의 處理를 위하여 東洋에서는 最大規模인 浸積容量 12.7m³의 含浸槽를 製作할 예정이다. 含浸槽에는 조절기가 附着되어 使用溫度인 55℃±5℃의 溫度가 一定하게 維持되며 이에 必要한 溫水는 溫水

보일러(容量 : 15萬 kcal)에 의해 供給된다.

保存處理할 沈沒船은 稀貴한 것이므로 保存處理 過程은 安全해야 하며 損傷의 위험을 가능한 피해야 한다. 保存處理를 위한 方法 및 藥劑의 選擇은 추후 還元이 가능해야 하며 良好한 最終結果를 얻을 수 있는 確實함이 있어야 한다.

또한 정상적인 博物館 環境條件(약 60~70%의 상대습도와 18~20℃ 온도)에서 展示할 수 있게끔 치수를 安定化시켜야 하며 同時에 腐敗가 심할 경우에는 機械的 特性 및 強度를 개선시키기 위한 조치도 병행되어야 한다. 이와 같은 조치는 水浸木材內의 過飽和狀態의 수분을 다른 化學藥品으로 치환시킴으로서 解決될 수 있다. 그러나 使用되는 化學藥品은 木材內에 殘留해야 하고 環境의 變化에 따른 영향을 주어서도 안되며 微生物의 浸蝕이나 觀察者가 접근할 때에 有害物質을 放出해서도 안된다.

이와같은 要求條件에 가장 부합되고 現在까지 水浸된 木製遺物 즉 덴마크의 바이킹 船과 스웨덴의 바사號 등의 保存處理方法으로 活用되었던 木材치수 安全化를 위한 高分子 化合物의 溶液에 浸漬시키는 方法을 新安海底 沈沒船의 保存處理方法으로 採擇하였다. 이 方法은 木材의 微細한 毛細管 속으로 安定化 合成物을 침투시켜 木材內部의 물과 置換함으로써 合成物이 細胞壁에 강하게 附着되어 물이 담당하고 있던 膨脹의 기능을 대신하고 木材內에 殘留하여 強化作用을 하게 된다.

이러한 機能을 充足시켜주는 것이 바로 Poly Ethylene Glycol(약칭 P.E.G.)과 그 重合物을 基礎로 한 合成物이다. P.E.G.는 물처럼 膨脹動因으로서 作用하고 蒸發하지 않으며 乾燥한 環境에서도 形態가 維持되며 木材를 恒久的으로 安定化시키며 硬質의 왁스형 P.E.G.를 사용하면 機械的 性質도 어느정도 增進效果를 나타낼 수 있다. P.E.G.는 一般化學式이 $H(OCH_2CH_2)_nOH$ 로 表示되는 酸化에틸렌의 高分子化合物이다.

P.E.G.는 分子量에 따라 性狀과 用途가 다르며 低分子量은 (#200~#600)低蒸氣壓 粘稠하고 透明한 軟膏狀의 液體로써 물과 有機溶劑에 完全히 溶解된다. 이러한 分子量의 것은 分子構造上 에틸綜合 또는 末端에 「OH」가 있기 때문에 좋은 溶媒로서 熱에 安定하고 化學藥品에 대하여 不活性이다. 또 이것에 酸化防止劑를 添加하면 熱安定性이 向上된다.

高分子量(#1,500~#6,000)은 常溫에서 固體狀이며 有機溶劑나 물에 녹는다. 分子量 #4,000이상은 대개 왁스형이며 물에 녹기 쉬운 것이 特徵이다.

그리고 P.E.G.는 에치렌그리콜에 酸化에치렌을 알카리觸媒의 存在下에서 加壓 加溫 狀態로 吹込 重合하여 製造되는데 分子量 #4,000의 포리에치렌그리콜과 1모루의 飽和 脂肪酸과의 에스텔은 코로이드狀 溶液을 形成하는 性質이 있다. #400~1,000分子數의 것과 飽和脂肪과의 에스텔은 물에 녹으며 油中에서도 잘 녹는다.

특히 平均分子量이 增加함에 따라 水分溶解度, 증기압, 吸溫性은 減少하지만 凝固範圍나 溶解範圍의 粘性은 增加한다.

그리고 P.E.G.의 水浸木材의 置換은 腐蝕도가 높을수록 硬化效果를 얻을 수 있으며 木材의 腐蝕도는 水分含有量과 깊은 관련이 있는데 一般的으로 150~200% 以上の 含水率을 나타내는 木材를 「Waterlogged Wood」(水浸出土材)라고 부르는데 新安船體片

의 含水率은 木質內部가 150%, 表面층은 320~650%의 含水率을 나타내고있어 置換力을 向上시키기 위해서는 低分子量의 P.E.G.處理가 바람직하나 處理後의 溶解點과 기공의 多發을 防止하기 위해서는 낮은 濕度를 維持시켜야만 된다. 이런 短點을 보완하기 위해 新安船體片은 高分子量의 P.E.G 1,500을 60%까지 利用하다가 마무리 段階에서 P.E.G 4,000으로 轉換하여 적용하고자 妥當性 實驗을 實施하고 있다. 例로써 Barkman은 바사船體에 P.E.G 600과 1,500을 五鳴은 柿經에 P.E.G -1540과 2,000 또 Christensen은 바이킹號에 P.E.G 4,000을 이용하였다.

現在 우리나라에서는 P.E.G 4,000이 代表的으로 活用되고 있다. 이와같은 處理方法을 P.E.G.含浸法이라고 부르며 이 處理法은 다른 方法에 比較하면 裝置가 簡單하여 가장 잘 보급되어 있는데 처음에는 P.E.G 20% 水溶液에 浸積시켜 차차 濃度를 높여 最終段階에서는 100% 가깝게 P.E.G.溶液에 浸積시키는 것으로 處理期間은 遺物의 크기에 따라 조금씩 다르나 대략적으로 6個月에서 2年程度 걸린다. 그러나 雁押池出土 木船의 保存處理 경우에는 1975年 7月부터 保存處理作業에 着手하여 1983年 12月까지 9年間의 長期間에 걸쳐 시도한 例가 있으므로 正確하게 期間을 단정지을 수는 없으나 新安海底에서 引揚된 木製遺物 中 科學的 保存處理 對象遺物에 의한 예비적實驗 데이터와 設備 및 人的構成 등을 檢討한 結果 1984年 6月부터 1990年까지를 保存處理 期間으로 設定하였다. 그에 대한 細部的인 P.E.G.탱크 運用 및 硬化處理計劃은 表-4와 같다. 이와 같은 特性을 가진 P.E.G.含浸法의 保存處理工程은 먼저 表面層에 附着되어 있는 腐蝕土와 金屬性 化合物을 除去하기 위해 부드러운 솔로 물을 噴射하면서 洗滌한後 有機溶劑를 利用하여 脫色處理를 하였다.

表-4. P.E.G TANK 運用 및 硬化처리계획

| 년도 - 월 | | | 85-6 | | 86-6 | | 87-6 | | 88-6 | | 89-6 | | 90-6 | | | |
|-------------------|-----------|----------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|------|----|----|----|
| | | | 84-6 | 84-12 | 85-12 | 86-12 | 87-12 | 88-12 | 89-12 | 90-12 | | | | | | |
| PEG (常溫) 상온침적조 | 소요월수 | | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 | 78 | 84 |
| | TANK (2m) | A | STS(2m) | 木片類 및 防蝕材 | | | | | | | | | A | A | | |
| B | | STS(2m) | | | | | | | | | B | B | B | | | |
| TANK (6m) | C | FRP(4m) | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | C/2 | | | | |
| | D | FRP(4m) | D/2 | | B/2 | | D/2 | | D/2 | | D/2 | | D/2 | | | |
| TANK (12m) | E | STS(4.5) | 龍骨 | | | | | | | | | EF | EF | | | |
| | F | FRP(6m) | | | | | | | | | | | | | | |

모든 각 部分은 1/5로 縮小하면서 實測을 하였다. 이 實測은 再組 立過程에서 가장 重要한 作業이기에 신속하고 效果的인 方法을 摸索한바 구멍이나 龜裂된 곳을 세밀히 觀察하면서 記錄할 수 있도록 特別히 透明유리판으로 된 實測臺를 製作하여 有效하게

使用하고 있다. 그리고 長期間의 實測作業時 遺物の 乾燥를 막기 위한 조치에 各별히 留意하였다. 왜냐하면 顯微鏡調査에 의하면 乾燥한 空氣下에서는 2~10個의 表面細胞層을 弱化시키는 充分한 原因이 된다는 學界의 發表 때문이다.

이와같은 豫備措置가 끝나면 P.E.G. 含浸탱크에 넣어 含浸을 시행하는데 遺物の 크기와 保有한 탱크의 容量에 따라 適切하게 標準時間表를 作成하여 配置하는 등 保存處理 工程過程의 調整方法을 體系化하여 進行하였다. 처음부터 有效한 溶液의 浸透效果를 얻기 위해서는 溫度를 60℃로 維持하여 주어야 하는데 本所에서는 P.E.G.#4,000의 融點이 약 55℃이어서 P.E.G 60%濃度까지는 常溫에서 그 以上부터는 液狀으로 維持하기 위해 加溫시키는 方法을 活用하였다. P.E.G.의 濃度上昇은 標準間隔과 標準量이 計劃된 濃度에 의해 增加量에 一致되도록 하였다. 물의 蒸發을 調節 可能하도록 하여 液體의 調節率은 1,333(물의 屈折率)에 매우 가깝도록 하고 마지막에는 1,454(60℃恒溫의 P.E.G.屈折率)에 接近시켰다. 즉 遺物の 狀態따라 差異는 있지만 濃度を 처음에는 10%(重量比)로 그리고 一定한 比率로 올려 마지막에는 90%(重量比)가 되게 하였다.

設定期間에 이르면 代表標本을 꺼내어 空氣中에 乾燥한 뒤 重量變化로 終了時點을 확인하고 空氣調和 施設이 完備된 保管庫에 옮겨 바로 表面層에 덮여 있는 餘分の P.E.G.를 스폰지와 溫水를 묻힌 천등으로 除去한다. 간혹 表面이 세로方向으로 收縮의 危險性이 따르므로 물보다는 溶劑를 使用하는 것이 安全하고 作業速度가 向上되며 效果的이라는 것이 實驗에 의해서 實證되었다. 완전히 마무리 作業이 完了된 遺物は 相對濕度 90~95%에서 始作하여 最後에는 50~60%에 도달하도록 하여 P.E.G.를 固着시켜 P.E.G.가 船材로부터 抽出될 可能性을 最小化하여 再組立할 수 있는 環境에 맞도록 調整한다. 實際적으로 保存處理 作業이 完了되면 船體의 再補強과 再組立을 實施하여야 하는데 引揚現場에서 기입된 整理番號와 實測圖 그리고 縮小模型에 의해 船舶의 輪廓을 把握한 後 에폭시系統의 接着劑를 사용하여 部分組立만을 實施하고 恒久的인 展示館이 建立될 때까지 船體狀態를 綿密히 점검하면서 保管시킨다. 保管中인 木造遺物을 事後 점검한 結果 比較的 龜裂과 收縮이 거의 없는 매우 양호한 狀態를 얻었는데 이는 다음과 같은 事實들에 부합되기 때문이라 하겠다.

가. 浸透時間동안 適切하게 높은 溫度(60℃)가 木材 속으로 P.E.G.의 浸透를 加速시킬 수 있었던 점.

나. 적당한 注入이 될 수 있도록 充分한 浸積時間을 두었던 점.

다. 注入處理동안 주기적으로 適切한 P.E.G.의 注入程度를 알기 위한 P.E.G 分析의 實施

라. 最終濃度を P.E.G.90%의 높은 濃도로 마감함으로써 보다 많은 P.E.G 를 木材속에 注入시킨 점.

마. 保存處理 期間동안 충격적인 處理를 받지 않은 점(갑작스런 溫度, P.E.G 濃度 등의 變化)

바. P.E.G.餘分을 除去한 後 保管庫 溫度를 낮게 함으로써 船材內에 P.E.G 를 固着시키고 이렇게 해서 船材로부터 P.E.G 가 抽出될 可能性을 最小化한 점이다.

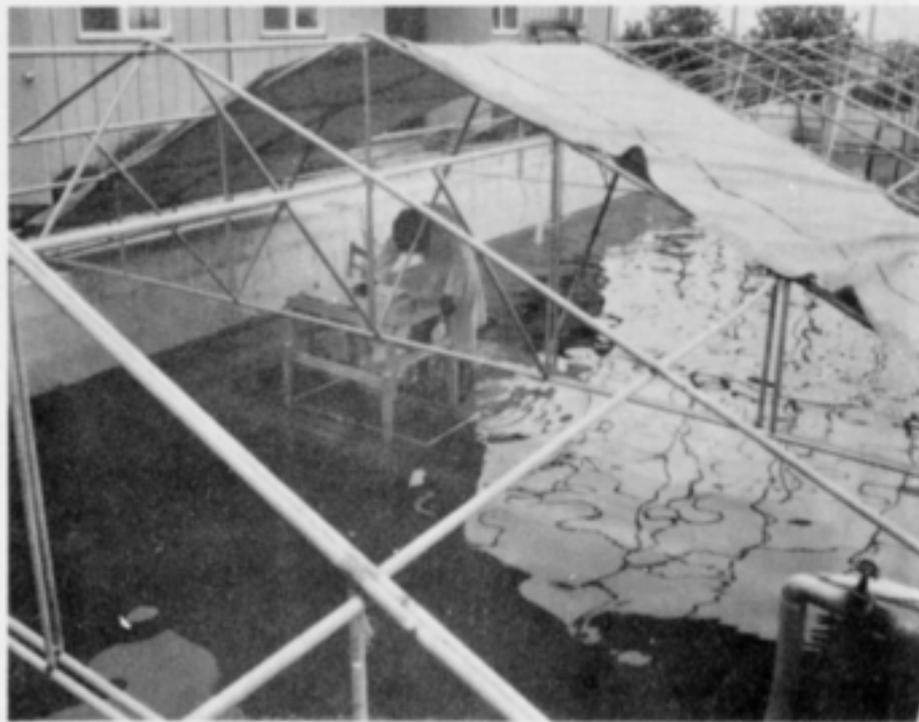
參 考 文 獻

1. 金正基：新安海底文化財 發掘「文化財11號」 p.3-6 (1977)
2. 金在瑾：배의 歷史, 서울 正宇社 (1980)
3. 李浩官：新安海底 遺物 第4次發掘概要「文化財12號」 p.14-26 (1979)
4. 金在瑾：中世의 船舶에 對하여 「文化財11號」 p.115-130 (1981)
5. 金在瑾：埋沒船體에 對한 學術調查研究 「新安海底文化財 發掘調查報告書」 (1980)
6. 金炳虎：雁鴨池 出土木船の保存處理(上下)月刊 韓國文化 5, 6月號(1984)
7. 伊東隆夫：京都大 木材研「木材研究資料」 No.14.(1979)
8. 松田隆：古文化財 9科學 No.60-73 (1981)
9. 澤田正昭：考古學研究 17(4) p.66-80(1971)
10. 小原二郎：岡本一木材學 會誌 2(2) p.191-195 (1956)
11. Borgin. K.parameswaran No and Liese Wiwood:Sci.& Tech, 13 49-57 (1979)
12. Jann,E.C,and Harlow, WM:Papers Robert S.Peabod Fdn Archaeol, 2, 90-95(1942)
13. Chowdhury,K,W. Preston.R.D and White.r K:Proc, Roy, Soc Lond, 168B(1011) 148-157(1967)
14. Mitchell, R.L and G.J:J.Amer, Chem.Soc.56(7). 1603-1605 (1934)
15. Gorther.W.A:J.Amer Chem Soc.60(10) 2509-2511(1983)
16. 松田隆：元興寺 傳教民俗資料 研究所 保存科學研究室 紀要 No.3 p.71-85 (1974)
17. 材業試驗場編：木材工業 ハンドーフツケ新版丸善 (1973)
18. Muhlethaler,B:“conservation of Waterlogged wood and Wet Leather” Paris(1979)
19. 五嶋考吉, 黒田後子：元興寺佛教民俗 資料研究所 年報 1967. 17-21(1968)
20. 今林博之 ガ編：“木材加工9化學” 共立出版 p.264-268(1983)
21. Barkman.L：“The prevation of Wasa”Stockholm(1965)
22. Christensen B.B:“The Conservation of Waterrogged Wood in the National Museum of Denmark” Copenhagen(1970)
23. Sawada M:Proc 1st ISCRCP Wood(1977) 49-58.
24. 澤田正昭：奈良國立文化財研究所「研究論集」 I 23-36(1972)
25. Mccawley J.C and Grattan DW：J Canadian Conservation I'nst 4 36-39 (1980)
26. 増澤文武 岡本一：古文化財の科學 No.25 89-102 (1982)
27. 増澤文武 田澤但：考古學と自然科學 No.14 89-102(1982)
28. Kramer W und Muhlethhaler B:Zeitsch. Archaeologie und Kunstge schichte 25(2) 78-88 (1968)

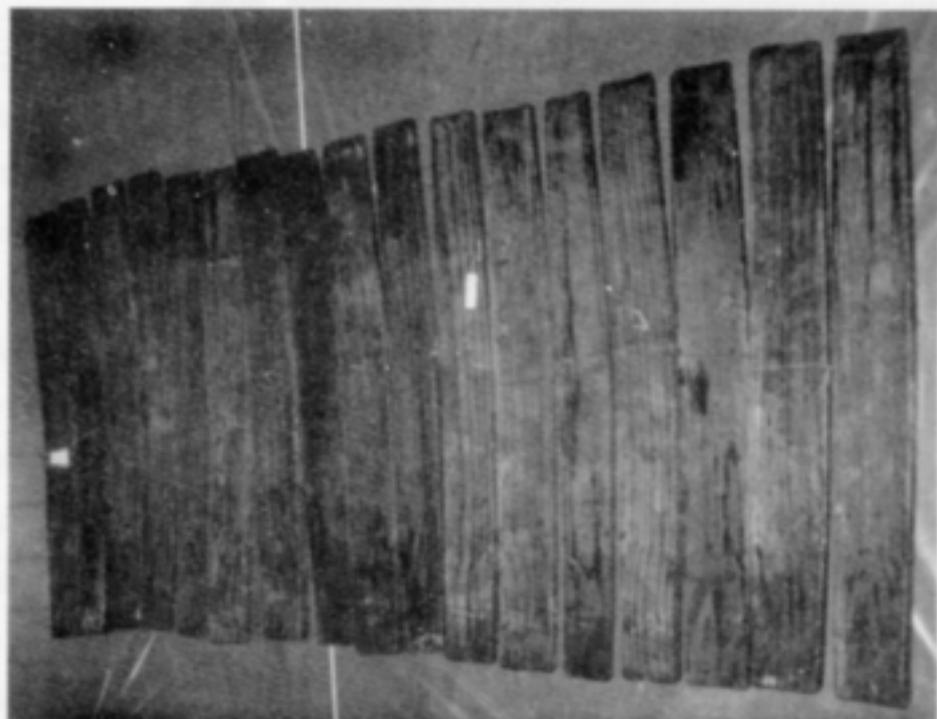
29. Irwin West wets website Wood Conservation Conference Sept 19-22 1976. Vol I p.49-59.
30. 杉下龍一郎, 崔光南 : 東京藝術大學 大學院 保存科學研究室 保存科學研究室 實習報告書(1979)
31. 崔光南 : 海底引揚 文化財의 科學的 保存에 따른 基礎實驗 研究(II) 保存科學研究4輯 p.71-88. 1983.
32. 崔光南 : 海底引揚 木製遺物의 科學的 保存處理 文化財 第14號(1981)
33. Per Hoffmann:Chemical Wood Analysis as a Means of Characterizing Archaeological Wood(1981)
34. BB Christensen : The Conservation of Waterlogged Wood in the National Museum of Denmark (1970)
35. SPAMMAJ : Wood and Cellulose, Ronald Press Co(1964)
36. 崔光南 : 유럽 地域 海底引揚 木造船舶의 保存處理에 관한 研究 「公務國外여행 귀국報告書」 (1983)
37. 崔光南・金鏞漢 : 신안해저 문화재 개요, 목포대학 「道林」 3號(1983)
38. 崔光南 : 木製船舶의 保存處理研究, 錦湖文化 7號 (1984)
39. 崔光南 : 新安沈沒船의 復元에 대해서, 월간 「바다」 5號 (1984)



圖版- 2-1 大型船體片일 경우에는 탈염조에 實測臺를 설치하여 그 위에서 實測



圖版- 2-2 小型船體片일 경우에는 이동식 實測臺와 透明유리판을 이용한 實測



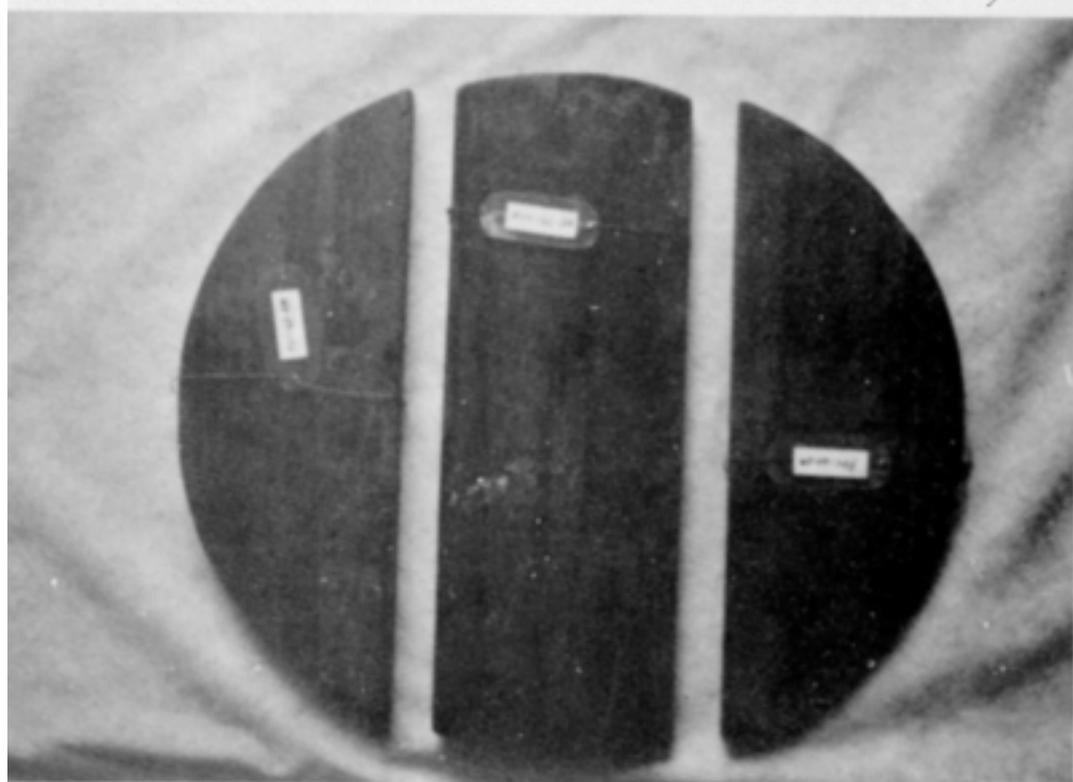
(圖版 3-1) 硬化處理 後의 圓筒形箱子片



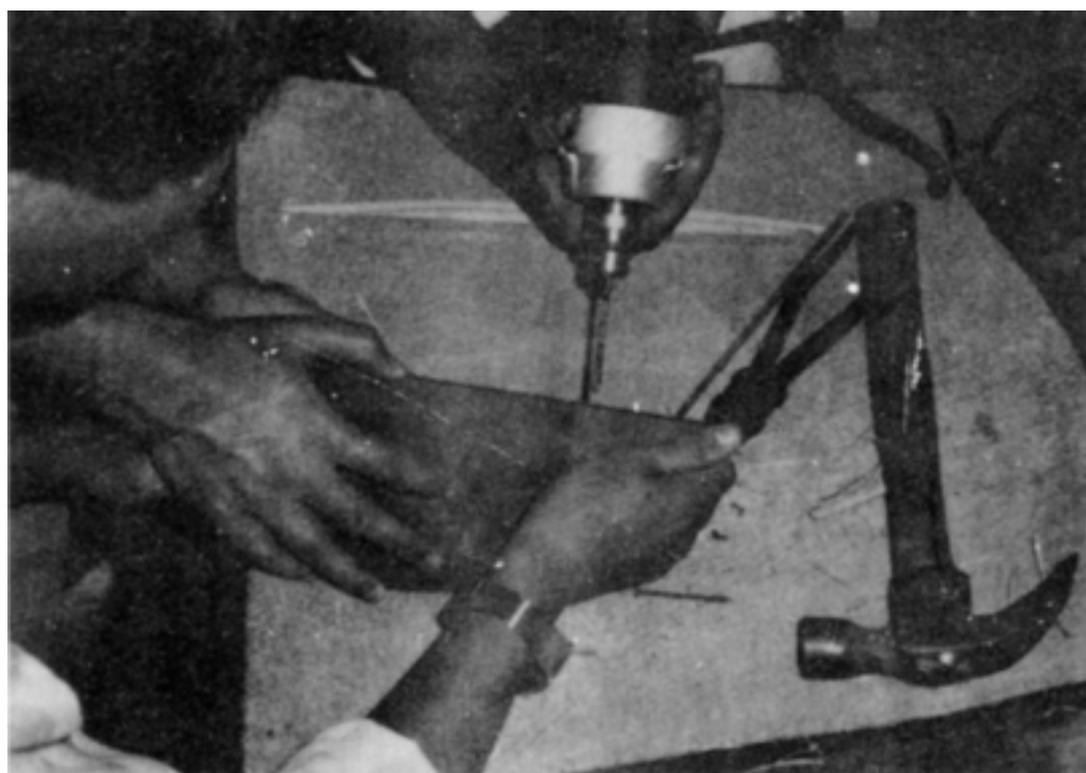
(圖版 3-2) 나이론 줄과 新竹材를 利用한 고정作業



(圖版 3-3) 復元組立이 완료된 狀態



(圖版 4-1) 硬化處理 後의 圓筒形 箱子뚜껑



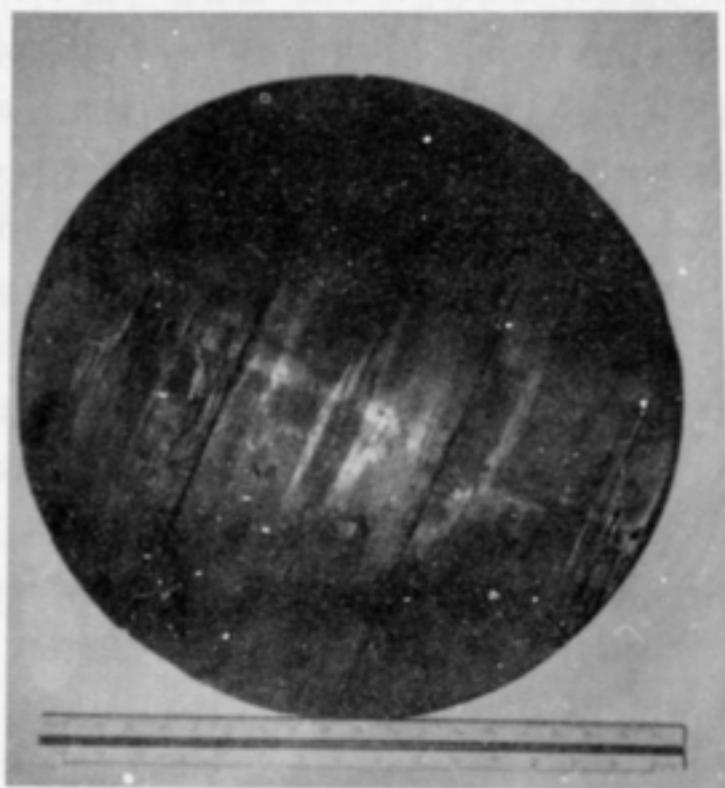
(圖版 4-2) 接着力 보강을 위해 연결못 홈을 드릴하는 作業



(圖版 4-3) 流失된 部分을 新材를 이용하여 復元



(圖版 4-4) 연결 못을 이용하여 양면을 接合하는 過程



(圖版 4-5) 復元組立이 완료된 狀態