

Monoethylene Glycol系 樹脂液을 注入한 소나무材에 있어서 樹脂成分의 分布와 防腐效果*1

李 鍾 信*2

Distribution and Preservative Effectiveness of Resin Element in Pine Wood Impregnated with Monoethylene Glycol Resin Solution*1

Jong-Shin Lee*2

ABSTRACT

With the aim to utilize pine wood(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) as an interior building materials, such as flooring material, monoethylene glycol(MEG) resin solution was impregnated into greenwood. Specimens of three different qualities, that is, normal wood, resinous wood and compression wood, were prepared. Distribution of resin element(phosphorus) in MEG resin solution-impregnated woods and preservative effectiveness against brown rot fungi(*Tyromyces palustris* and *Serpula lacrymans*) of these woods were investigated. The results were as follows:

1. The concentration of phosphorus into cell walls of resinous wood and compression wood was lower compared to that of normal wood. This shows that the quality of wood has an influence on the penetration of MEG resin solution into the wood. It was shown from a leaching test that MEG resin could be leached out easily from the cell walls.
2. The resinous wood and compression wood, even without MEG resin solution impregnation had high decay resistance. For normal wood, significant improvement of preservative effectiveness was observed after impregnation of MEG resin solution. It was shown that MEG resin was leached out from the woods after leaching test, resulting in the reduction of preservative effectiveness. From this result, suitability of MEG resin solution-impregnated woods as an interior materials was recognized.

Keywords : Pine wood, monoethylene glycol resin, X-ray analysis, brown rot fungi, decay resistance

1. 서 론

木材需要의 90% 이상을 輸入에 의존하고 있는 우리나라는 原木輸入의 주요 對象國들이었던 동

남아시아 여러나라들이 自國의 森林資源의 保護政策과 함께 原木輸出을 금지하고 附加價値가 높은 製材木이나 木質板狀製品으로 加工 輸出함에 따라 국내 木材價格이 暴騰하고 原料供給에 어려

*1 접수 1995년 2월 14일 Received February 14, 1995

*2 충남대학교 농과대학 College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

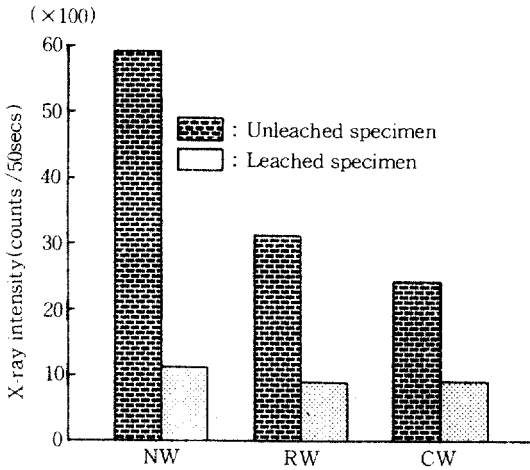


Fig. 3. The X-ray intensity of phosphorus(P) in the 2mm cross-section of woods impregnated with resin solution.

Note : NW : Normal wood, RW : Resinous wood, CW : Compression wood.

되기 쉬워 耐候性이 열등하다는 것이 밝혀졌다.

Fig. 2의 A-D는 天然樹脂成分을 다량 함유한 판재(A, B) 및 편심생장에 의해 생긴 壓縮異常材를 갖는 판재(C, D)로부터 채취한 시험편 중에서 耐候操作을 실시하지 않은 경우의 分析結果이다. 인의 分布狀態를 正常材質의 分析結果(Fig. 1-A, B)와 비교하면 횡단면에서의 P-K α 線의 피크와 特性X線의 發生密度가 正常材質에 비하여 낮은 것을 알 수 있다. 이 결과로부터 處理材의 細胞壁내에 浸透해 있는 수지액의 浸透量이 正常재질에 비하여 적다는 것이 인정된다. 이것은 天然樹脂成分을 다량 함유한 판재의 경우 수분에 不溶性을 나타내는 천연수지에 의해 monoethylene glycol系 수지액의 침투가 阻害되었기 때문이라고 생각된다. 壓縮異常材의 경우 정상재와는 매우 다른 物理的性質을 가지고 있으며 특히 比重과 硬度가 정상재에 비하여 높다³⁾. 목재의 비중과 液體의 浸透性과는 직접적인 관계가 없다고 알려져 있으나⁴⁾, 일반적으로 比重이 높은 목재일수록 액체의 침투성이 낮은 傾向을 나타낸다. 따라서 압축이상재를 갖는 판재의 경우 정상재에 비하여 수지액의 침투가 困難하여 수지액의 구성성분인 인(P)의 分布濃度 역시 낮게 나타났다고 생각된다.

각 處理板材別 수지액의 浸透狀態를 보다 明確

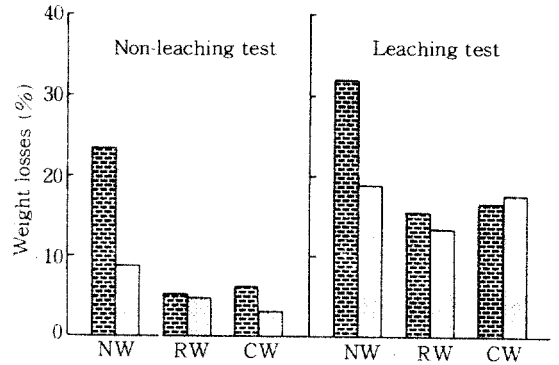


Fig. 4. Weight losses specimens decayed by *Tyromyces palustris* for 3 months.

Note : NW, RW, CW : Same as in Fig. 3.

Legened : [Hatched] : Unimpregnated specimen with resin solution.

[White] : Impregnated specimen with resin solution.

하게 調査하기 위하여 횡단면상의 細胞壁 3곳에 分析點을 設定하고 5회 반복하여 點分析을 실시하였다. 細胞壁으로부터 發生된 인의 特性X線強度를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타낸다. 인의 特性X線強度는 압축이상재를 갖는 판재, 天然樹脂成分을 다량 함유한 판재, 正常재질의 판재의 순으로 높은 값을 나타냈으며 線分析 및 面分析의 결과와 동일한 傾向을 보여 압축이상재를 갖는 판재와 천연수지성분이 많은 판재의 경우에는 정상재에 비하여 수지액의 침투가 매우 困難하다는 것이 인정되었다. 한편 耐候操作을 실시한 결과 모든 시험편에서 인의 特性 X線 強度값이 현저하게 低下되어 monoethylene glycol系 수지액은 水分에 용탈되기 쉬워 耐候性이 작다는 것이 보다 明確하게 밝혀졌다.

3.2 處理材의 防腐性能

無處理 및 각 處理材로부터 채취한 試驗片의 부후개떡버섯과 버즘버섯에 의한 重量減少率을 각각 Fig. 4와 Fig. 5에 나타낸다. 無處理 시험편 중 天然樹脂成分이 많은 시험편과 壓縮異常材의 시험편에서는 正常材質의 시험편에 비하여 낮은 重量減少率을 보여 木材腐朽菌類에 대한 抵抗性이 正常材質보다는 다소 높다는 것이 인정되었다. 이와 같은 결과는 天然樹脂成分을 다량 함유한 시험편의 경우 材中에 존재하는 천연의 樹脂成分이 腐

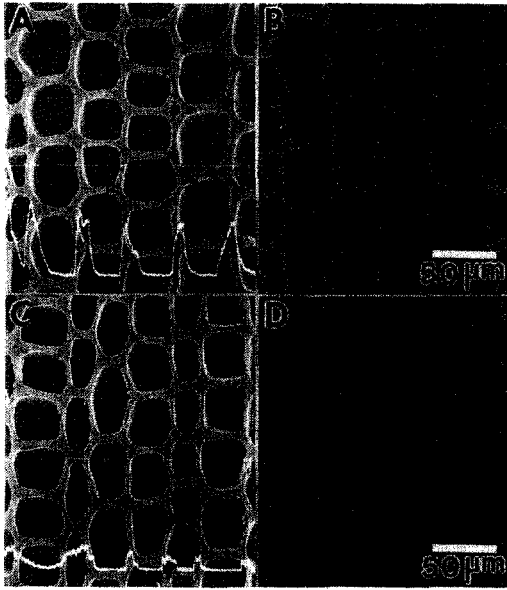


Fig. 1. EPMA micrographs of 2mm cross-section of normal wood impregnated with resin solution.

Note : A, C : Secondary electron image with P-K α line profile,

B, D : P-K α X-ray maps,

A, B : Unleached specimen,

C, D : leached specimen.

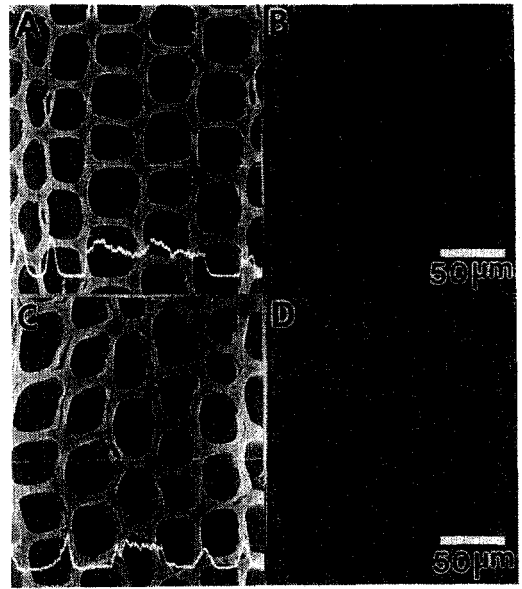


Fig. 2. EPMA micrographs of 2mm cross-section of resinous wood(A, B) and compression wood(C, D) impregnated with resin solution.

Note : The specimens were not subjected to a leaching test.

공시균을 無菌의으로 接種하여 배양기 表面에 菌絲가 蔓延한 후 殺菌한 유리봉을 놓고 그 위에 프로필렌 옥사이드를 사용하여 가스滅菌해 두었던 시험편을 배양병 1개당 4개씩 횡단면이 菌叢에 接하도록 설치하였다. 그리고 溫度 $26 \pm 2^\circ\text{C}$ (부후개떡버섯) 및 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (버즘버섯), 關係濕度 70% 이상의 培養室內에서 3개월간 強制腐朽試驗을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 處理材中에 있어서 樹脂液의 浸透狀態

樹脂液을 注入한 각각 다른 재질을 갖는 판재의 중앙 부위로부터 두께 약 2mm의 횡단면 切片을 채취한 후 X線 分析을 실시하여 樹脂液의 浸透狀態를 調査하였다. 그 분석 결과를 Fig. 1과 Fig. 2에 나타낸다.

Fig. 1의 A와 B는 耐候操作을 실시하지 않은 正常材質의 소나무의 橫斷面에 있어서 수지액의

構成成分인 인(P)의 分布狀態를 나타낸 것이다. 횡단면을 가로질러 線分析을 실시한 결과 A에서 볼 수 있듯이 2次 電子像의 細胞壁 部分에서 P-K α 線의 피크가 나타났다. 또한 面分析을 실시한 결과 B의 P-K α 線像에서 볼 수 있듯이 횡단면의 細胞壁으로부터 발생한 인의 特性X線이 圓점으로 나타나 있으며 細胞壁에 均一하게 分布하고 있는 것을 알 수 있다. 이상의 결과와 같이 수지액을 구성하고 있는 인의 分布狀態로부터 monoethylene glycol系 樹脂液은 材中에 均一하게 浸透되어 있다는 것이 인정되었다. 樹脂液의 水分에 대한 溶脫抵抗性を 알아 보기 위하여 耐候操作을 실시한 試驗片으로부터 橫단면 切片을 채취한 후 동일한 分析을 실시한 결과를 Fig. 1의 C와 D에 나타낸다. 耐候操作을 실시하지 않은 경우의 線分析과 面分析의 결과(A 및 B)와 비교하면 P-K α 線의 피크와 特性X線의 發生密度가 현저하게 낮은 것을 알 수 있다. 이것은 材中에 浸透되어 있던 수지액이 耐候操作에 의해 溶脫되었음을 나타내며 따라서 monoethylene glycol系 수지액은 水分에 의해 溶脫

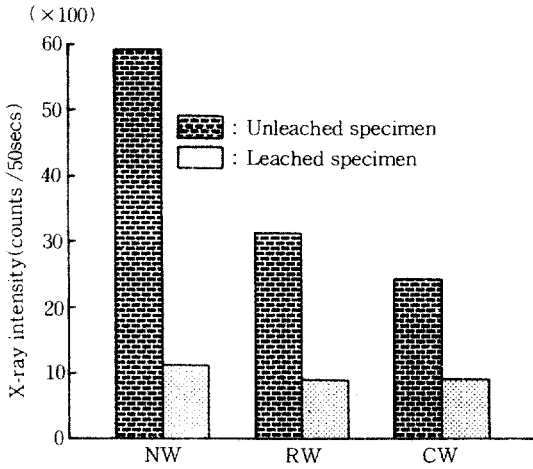


Fig. 3. The X-ray intensity of phosphorus(P) in the 2mm cross-section of woods impregnated with resin solution.

Note : NW : Normal wood, RW : Resinous wood, CW : Compression wood.

되기 쉬워 耐候性이 열등하다는 것이 밝혀졌다.

Fig. 2의 A-D는 天然樹脂成分을 다량 함유한 판재(A, B) 및 편심생장에 의해 생긴 壓縮異常材를 갖는 판재(C, D)로부터 채취한 시험편 중에서 耐候操作을 실시하지 않은 경우의 分析結果이다. 인의 分布狀態를 正常材質의 分析結果(Fig. 1-A, B)와 비교하면 횡단면에서의 P-K α 선의 피크와 特性X線의 發生密度가 正常材質에 비하여 낮은 것을 알 수 있다. 이 결과로부터 處理材의 細胞壁내에 浸透해 있는 수지액의 浸透量이 정상재질에 비하여 적다는 것이 인정된다. 이것은 天然樹脂成分을 다량 함유한 판재의 경우 수분에 不溶성을 나타내는 천연수지에 의해 monoethylene glycol系 수지액의 침투가 阻害되었기 때문이라고 생각된다. 壓縮異常材의 경우 정상재와는 매우 다른 物理的性質을 가지고 있으며 특히 比重과 硬度가 정상재에 비하여 높다³⁾. 목재의 비중과 液體의 浸透性과는 직접적인 관계가 없다고 알려져 있으나⁴⁾, 일반적으로 比重이 높은 목재일수록 액체의 침투성이 낮은 傾向을 나타낸다. 따라서 압축이상재를 갖는 판재의 경우 정상재에 비하여 수지액의 침투가 困難하여 수지액의 구성성분인 인(P)의 分布濃度 역시 낮게 나타났다고 생각된다.

각 處理板材別 수지액의 浸透狀態를 보다 明確

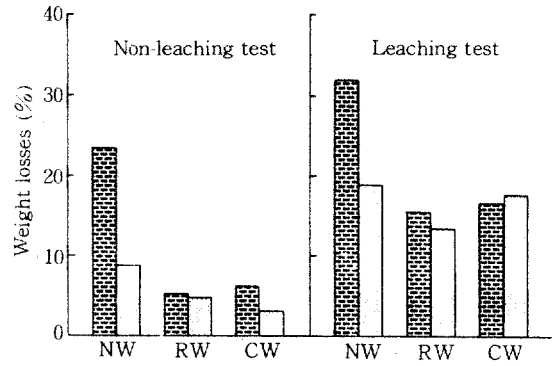


Fig. 4. Weight losses specimens decayed by *Tyromyces palustris* for 3 months.

Note : NW, RW, CW : Same as in Fig. 3.

Legened : : Unimpregnated specimen with resin solution, : Impregnated specimen with resin solution.

하게 調査하기 위하여 횡단면상의 細胞壁 3곳에 分析點을 設定하고 5회 반복하여 點分析을 실시하였다. 細胞壁으로부터 發生된 인의 特性X線強度를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타낸다. 인의 特性X線強度는 압축이상재를 갖는 판재, 天然樹脂成分을 다량 함유한 판재, 정상재질의 판재의 순으로 높은 값을 나타냈으며 線分析 및 面分析의 결과와 동일한 傾向을 보여 압축이상재를 갖는 판재와 천연수지성분이 많은 판재의 경우에는 정상재에 비하여 수지액의 침투가 매우 困難하다는 것이 인정되었다. 한편 耐候操作을 실시한 결과 모든 시험편에서 인의 特性X線強度값이 현저하게 低下되어 monoethylene glycol系 수지액은 水分에 용탈되기 쉬워 耐候性이 작다는 것이 보다 명확하게 밝혀졌다.

3.2 處理材의 防腐性能

無處理 및 각 處理材로부터 채취한 試驗片의 부후개떡버섯과 버즘버섯에 의한 重量減少率을 각각 Fig. 4와 Fig. 5에 나타낸다. 無處理 시험편 중 天然樹脂成分이 많은 시험편과 壓縮異常材의 시험편에서는 正常材質의 시험편에 비하여 낮은 重量減少率을 보여 木材腐朽菌類에 대한 抵抗性이 正常材質보다는 다소 높다는 것이 인정되었다. 이와 같은 결과는 天然樹脂成分을 다량 함유한 시험편의 경우 材中에 존재하는 천연의 樹脂成分이 腐

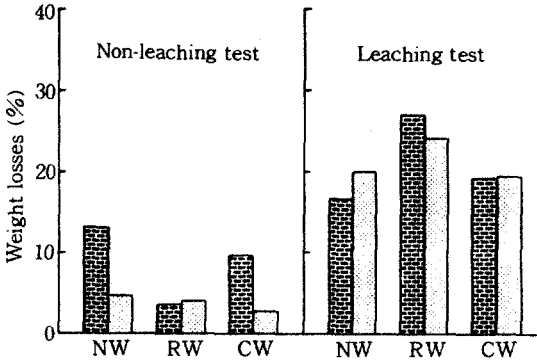


Fig. 5. Weight losses of specimens decayed by *Serpula lacrymans* for 3 months.

Note : Same as in Fig. 4.

朽菌類의 生育을 抑制시켰기 때문이라고 생각된다. 壓縮異常材의 경우에는 化學的으로 正常材에 비하여 리그닌의 含有量이 많고 셀룰로오스는 적다³⁾. 부후개떡버섯이나 버즘버섯과 같은 褐色腐朽菌類는 材中에 侵入하여 목재의 細胞壁을 구성하고 있는 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스를 選擇的으로 分解하여 營養源으로 利用한다. 셀룰로오스 骨格周圍을 채우고 있는 리그닌의 褐色腐朽菌에 의한 分解現象은 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 完全分解에 필요한 有機酸 등에 의한 間接적인 溶解除去일 뿐이며 갈색부후균은 리그닌을 營養源으로서 이용하지는 않는다⁵⁾. 따라서 리그닌 含有量이 많은 압축이상재의 경우는 兩供試菌에 의해 정상재에 비하여 그다지 腐朽가 進行되지 않았거나 또는 腐朽가 進行되었다 할지라도 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스만 분해되어 營養源으로 攝取되고 低分子로 分解된 리그닌은 消費되지 않고 재중에 殘存해 있기 때문에 重量減少率이 높게 나타나지 않았다고 推測된다. 이것을 명확하게 밝히기 위해서는 韌강도와 같은 强度的인 性質 또는 腐朽木材의 化學組成의 變化와 重量減少率과의 關係를 檢討할 필요가 있다고 생각된다. 한편 耐候操作을 실시한 모든 無處理 시험편에서는 耐候操作을 실시하지 않은 것에 비하여 높은 重量감소율을 나타내었으며 이것은 목재에 抗菌力을 附與하는 天然의 耐朽性 成分이 抽出되어 菌類의 生育에 좋은 條件을 가져온 結果라고 생각된다.

樹脂液의 注入處理에 의한 防腐效果를 살펴보면 정상재질의 처리 시험편은 무처리 시험편에 비

하여 10%이하의 매우 낮은 重量減少率을 보여 수지액의 處理效果가 인정되었으며 이것은 樹脂液中에 添加한 포르마린에 의해 나타난 防腐效果라고 생각된다. 그러나 天然樹脂成分이 많은 시험편과 壓縮異常材의 시험편에 있어서는 버즘버섯에 대한 壓縮異常材의 시험편을 제외한 모든 시험편에서 無處理와 處理 모두 重量減少率이 낮고 게다가 差異가 매우 작아 樹脂液處理에 따른 防腐效果를 명확하게 判斷할 수 없었다. 한편 耐候操作을 실시한 모든 처리 시험편에서는 높은 重量減少가 發生하여 樹脂液의 溶脫에 의한 防腐效力의 低下가 인정되었다. 따라서 이들 결과로부터 monoethylene glycol系 樹脂液은 室內에 사용할 목재의 保存處理 藥劑로서는 適合하나 野外에 사용할 목재를 처리하기 위해서는 水分에 의해 溶脫되지 않고 장기간 防腐效力을 發揮할 수 있도록 耐候性的인 改善이 필요하다는 것이 밝혀졌다.

4. 결 론

마루바닥재 등 內裝材로의 利用을 目的으로 monoethylene glycol系 樹脂液을 注入하여 材質改良을 시도한 각각 다른 材質의 소나무 판재에 대하여 X線分析和 強制腐朽試驗을 실시한 후 樹脂液의 浸透狀態, 耐候性, 防腐效力 등을 材質과 관련시켜 比較檢討한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. X線分析에 의하여 처리판재 중에 있어서 수지액의 浸透狀態를 조사한 결과 天然의 樹脂成分을 다량 함유한 판재와 比重이 높은 壓縮異常材를 갖는 판재에서는 正常材質의 판재에 비하여 낮은 樹脂成分(인)의 分布濃도를 나타내어 材質에 따른 樹脂液의 浸透量의 差異가 인정되었다. 耐候操作을 실시한 결과 모든 처리판재에서 樹脂成分의 分布濃도가 낮아져 水分에 의한 樹脂液의 溶脫이 인정되었으며 monoethylene glycol系 樹脂는 耐候性이 낮다는 것이 밝혀졌다.
2. 無處理의 경우 多量의 天然樹脂成分을 含有한 시험편과 리그닌이 많은 壓縮異常材의 시험편은 正常材質의 시험편에 비하여 낮은 重量減少率을 보여 비교적 높은 耐朽性이 인정되었다. 樹脂液을 注入한 正常材質의 시험편은 무처리에 비하여 매우 낮은 重量減少率을

보여 樹脂液處理에 따른 防腐性能의 向上이 인정되었으나 天然樹脂成分이 많은 시험편과 壓縮異常材의 시험편에서는 무처리 및 처리시험편 모두 낮은 重量減少率을 보여 뚜렷한 處理效果는 인정되지 않았다. 耐候操作을 실시한 경우 모든 처리시험편에서 높은 重量減少率을 보여 樹脂液의 溶脫에 따른 防腐性能의 低下가 나타났다. 따라서 monoethylene glycol系 樹脂液을 注入處理한 목재는 室內使用에 適合하다고 判斷된다.

참고 문헌

1. 李春澤, 1993. 小徑材의 利用方案. 木材工學 21(1) : 65~73
2. 土居修一, 西本孝一, 1985. ナミダケによつて腐朽したエソマツ材の顯微鏡觀察. 木材學會誌 31(10) : 843~849
3. 島地 謙, 須藤彰司, 原田 浩, 1976. 木材の組織. 森北出版 : 216~223
4. 日本木材保存協會, 1982. 木材保存學. 文教出版 : 52, 112
5. 日本材料學會木質材料部門委員會編, 1982. 木材工學辭典. 工業出版 : 87