木材의 칫수 安定劑「포리에치렌 그리콜(PEG)」의 性質과 利用

李 弼 宇*

Properties and Utilization of Polyethylene Glycol(PEG)

Phil Woo Lee*

1. 머리말

木材工業이 先進한 몇몇 나라에서는 이미 1950年 以來 PEG(polyethylene glycol)를 木材에 利用하기 爲한 硏究가 活發히 推進되어 왔다. 筆者는 最近에 PEG處理에 關한 몇가지 文獻을 入手하였기에 其中에서 美國 林産物硏究所의 PEG處理 專門家인 밋첼(H L. Mitchell)氏의 文獻을 中心으로 PEG에 關한 處理法을 簡單히 要約하여 소개하고져 한다.

初期의 PEG利用은 主로 木材의 치수 安定劑로 性能이 試驗되어 큰 成果를 거두게 되었고 이와같은 性能을 利用하여 銃개머리판에 對한 치수 安定劑로 開發되었다. 그후 PEG가 木材의 收縮과 膨脹을 最少限으로 막기 爲한 치수安定劑로서 뿐만 아니라 木材乾燥에 있어서 發生하는 割裂, 變形등 여러가지 결함을 막기 爲한 前處理劑로서 其效能이 認定되어 實用化하기에 이르렀고 이에 따른 PEG處理材의 接着, 塗裝 및 耐候效果에 關한 多角的인 硏究가 이루어지고 있다. 따라서 PEG處理의 利用 범위로 銃개머리판 이외에 후로링 木刻製品, 運動具 및 장난감等에 이르기까지 擴大되어 이들의 適正 處理法이 계속 硏究되고 있어 其活用이 크게 기대되고 있다.

2. PEG의 性質

PEG는 에치렌그리콜(ethylene glycol)을 單量體로 하여 重合한 포리마(polymer)로서 一般的으로 求할 수 있는 藥劑는 分子量이 400~4000에 이르는 여러가지 種類가 있다. 木材에 處理하는 PEG는 主로 分子量이 1,000인 物質이 利用되고 있다. 大體로 低分子量의 PEG는 常溫에서 液狀이지만 分子量이 높아질수록 固體狀으로 되어있다.

따라서 같은 PEG이라고 하드라도 分子量이 1,000을 基準으로 하여 높고 낮음에 따라 物理的, 化學的性質이 달라지게 됨으로 木材處理에 使用하는 藥劑는 반드시 PEG-1,000을 쓰지 않으면 處理效果를 기대할 수 없는 特殊性을 가지고 있다. PEG-1,000의 性狀을 보면 常溫(室溫)에서 固體狀이지만 比較的 낮은 溫度인 104°F에서 溶解하여 液狀으로 되는데 파라핀에 비슷한 왁스와 같은 性質로서 無毒, 無臭 및 無色性이며 金屬에 對한 耐蝕性이 우수한 性質이다. 한편 着火點이 매우 높은 580°F나 되는 特性을 지니고 있을 뿐만 아니라 溫水에 쉽게 溶解함으로 회석시키거나 取扱하기가 쉬운 物質로 알려져 있다.

3. PEG의 木材에 對한 作用

鐵材, 플라스틱, 콘크리트 등과 달리 木材材料의 가장 큰 弱點은 放濕吸濕에 의한 收縮과 膨脹等으로 因한 치수 安定性이 적다는 點인데, 木材를 PEG 30% 溶液이나 50% 溶液에 處理하게 되면 乾燥後의 收縮을 감소시킬 뿐만 아니라 處理材를 높은 關係濕度 狀態下에 놓아둔다고 하여도 거의 膨脹을 하지 않는 特性을 가지고 있어서 木材의 收縮膨脹에 의한 각종 결함을 감소시킬 수 있다.

PEG溶液은 木材의 微細構造속을 擴散하여 스며들어 가게 되기 때문에 加壓을 적용하여 침투시키는 것은 效果가 거의 없는 것으로 알려져 있다. 따라서 PEG處理는 浸漬法이나 擴散法을 적용하게 된다. PEG가 木材內에서 일으키는 固定作用은 木材細胞膜의 格子狀微細構造속에 吸着되어 있는 水分을 PEG의 大

* 서울大學校 農科大學, 林業試驗場 合板硏究室 共同硏究敎授

量分子가 스며들어 가서 置換하는 것으로 說明되고 있다. 木材에 PEG가 過量處理 되었다고 하드라도 大氣中의 關係濕度에 關係없이 收縮과 膨脹을 억제하여 부푸른 狀態로 生材容積을 無限定 維持하게 된다. 한편 PEG處理材는 非處理材 보다 吸濕性이 훨씬 크지만 吸濕하여 膨脹하지 않는 것이 特異하다.

木材의 最大치수 安定性을 얻기 爲한 硏究에 依하면 PEG는 木材乾量의 25~30%를 注入시켜야 하며 이와 같은 處理는 最大收縮膨脹量의 約 80%를 감소시킬 수 있는 것으로 報告되어 있다.

PEG處理는 材色과 香氣에 影響을 미치지 않으며 다만 被處理材의 强度와 硬度에만 약간의 減少 影響을 줄 뿐이다. 또 木刻과 旋削加工에 있어서는 타지는 現象을 훨씬 감소시켜 주기 때문에 效果的인 加工을 할 수가 있다. 最近에는 PEG處理材의 硏磨, 着色, 接着加工法이 技術的으로 開發되어 加工面에 活用되고 있다. 特히 處理材의 表面은 왁스성이기 때문에 시락, 백콰, 亞麻油, 와니스等 一般塗料를 利用한 마무리 作業이 不可能한 것으로 알려져 있지만 포리우레탄(polyurethane)계의 마니스와 다니쉬기름(Danish Oil)等 特殊塗料를 利用하면 效果的인 마무리 作業을 할 수가 있으므로 PEG의 木材에 對한 處理作用은 매우 優秀한 것임을 認定 받고 있다.

4. PEG의 處理方法

PEG의 處理方法은 一般木材 防腐處理에서 實施하고 있는 擴散法과 生材에 適用하는 長期浸漬法과 비슷한 方法인데 다음에 PEG의 處理容器, 處理方法, 處理材의 乾燥, 處理材의 接着, 處理材의 마무리 작업 그리고 處理材의 防腐處理等 몇가지에 關해서 簡單히 소개하기로 하다.

4.1. 處理容器

一般的으로 PEG處理를 爲해서 使用하는 容器는 유리製, 土製 및 프라스틱製가 있으나 프라스틱製가 가장 效果的이다. 金屬製 特히 鐵製容器는 木材의 抽出物質과 作用하여 材色을 損傷시키기 때문에 스테인레스製를 除外하고는 使用할 수가 없다. 長期間 處理時에는 容器에서 곰팡이, 박테리아, 菌類等이 發生하기 쉬우므로 PEG處理液에 1~2%의 붕산이나 펜타크로로페놀(Na-PCP)等의 藥劑를 섞어서 이를 防止하게 한다. 또한 PEG液의 處理中 적절한 濃度를 유지하기 爲해서는 언제나 물을 添加하여 줌으로서 使用할 수가 있고 使用하지 않을 때는 유리그릇에 넣어서 저장 보관하면 再使用할 수가 있다.

4.2. 處理方法

PEG處理時의 木材의 條件은 반드시 生材狀態를 유지하여야 한다. 따라서 伐採木을 製材하여 處理하고져 할때라도 處理時까지는 프라스틱비닐에 싸거나 水中에 浸漬하여 生材狀態를 유지하도록 유의하여야 한다. 一般的으로는 마른나무는 處理前 2~3日間 물속에 浸漬시키는 것이 PEG의 침투를 促進시킨다. PEG의 木材內浸透를 增進시키기 위해서는 處理材의 크기에 따라 差異가 있다고 하겠으나 PEG의 濃度, 處理液의 溫度를 增加시켜 줌으로 可能하다. 美國 林產物硏究所에서 호도나무 圓板材를 利用하여 試驗한 PEG 處理의 스케줄을 소개하면 다음과 같다.

호도나무圓板材의 浸漬推定時間(日)

PEG濃度	處理液의 濃度	直徑 9inch以下 두께1~1.5inch	直徑 9inch以上 두께 2~3inch
30%	70°F	20일	60일
50%	70°F	15일	45일
30%	140°F	7일	30일
50%	140°F	3일	14일

PEG處理의 時間은 一般的으로 木材의 比重에 따라서 差異가 있다고 알려져 있다. 위의 結果는 平均比重 0.55인 호도나무를 材料로 한것으로 이것은 中程度의 比重材를 基準으로 하여 處理 스케줄을 만든 것이다. 따라서 호도나무보다 比重이 작은 잣나무, 소나무, 가문비나무, 포푸라 等은 호도나무 處理時間의 1/2~2/3의 處理만으로 充分할 것이며 한편 호도나무보다 比重이 큰 단풍나무, 자작나무, 느티나무, 참나무류等은 호도나무 處理時間의 2~3倍의 期間이 必要하게 될 것이다.

4.3. 處理材의 乾燥

PEG를 處理한 木材는 通風이 잘 되는 室內에 서로 대를 넣고 적절히 쌓아서 氣乾시키게 되는데 冬季에는 난방된 室內를 利用한다. 氣乾에 所要되는 時間은 處理材의 두께, 溫度 및 關係濕度에 따라 差異가 있다.

直徑 4inch, 두께 4inch되는 圓板材는 冬季에 난방된 실내에서 6~8週間이면 마무리 作業을 하기에 充分한 조건으로 乾燥된다. 또 이것보다 얇고 작은 材料는 乾燥所要時間이 그 만큼 短縮될 것이며 夏季에 野外에서의 乾燥는 室內에서 보다 多少 時間이 더 걸리는 것으로 알려져 있다. 그러나 處理材는 乾燥中에 거의 收縮

을 하지 않기 때문에 이들을 加工하기에 앞서 完全하고 均一하게 말릴 必要는 없다. 다만 硏磨作業이나 마무리 作業을 하는데 지장이 없을 程度의 깊이 1/4inch의 表面만 充分히 乾燥시키면 된다.

4.4. 處理材의 接着

비닐계 樹脂接着劑를 비롯하여 大部分의 接着劑가 PEG로 處理한 木材의 接着에 效果가 없는 것으로 알려져 있으나 耐水性이 强한 리솔시놀樹脂와 에폭시 樹脂는 잘 接着하는 種類의 樹脂이며 尿素樹脂 接着劑도 接着이 可能하나 耐水性이 弱한 것이 흠이다.

處理材의 効果的인 接着을 爲해서는 木材表面의 PEG의 왁스性 物質을 除去할 수 있도록 적당한 溶劑로 닦아 내는 방법이 추천되고 있다. 즉 도류올에 浸漬한 천으로 接着面을 문지르고 乾燥시킨 다음 알코홀로 닦아내어 接着을 하면 効果的이다.

4.5. 處理材의 마무리作業

處理材가 마무리加工을 하기에 적당히 乾燥하게 되면 손대패나 기계대패 어느것으로나 硏削加工과 硏磨紙에 의한 硏磨加工이 可能하다. 또 處理材 表面에 나타나는 鐵分이나 色素를 除去하고저 할때는 뜨거운 물로 씻어주고 木材의 自然紋理가 살아나게 하고저 할때는 漂白處理를 하는 경우가 있다.

漂白은 生石의 뜨거운 물에 두 스푼의 蓚酸(結晶)을 녹인 溶液으로 木材表面을 닦아주면 되나 이때 過量의 酸을 除去시키기 爲하여 約 30分 後에 암모니아水에 浸漬된 천으로 다시 닦은 후 하루 동안 건조시킨 다음 再硏磨를 하여 바니스나 오일 처리를 하게 한다. 바니스 塗布處理를 할때는 이미 소개한 바와 같이 포리우레탄계의 樹脂와 니스를 1日 간격으로 4~5回 程度 塗布하게 되는데 最終 塗布處理를 除外하고 매번 處理 뒤에는 반드시 220번이상의 硏磨紙로 硏磨하여야 한다. 이밖의 데니쉬기름(Danish Oil)도 PEG處理材에 効果的인 塗料로 알려져 있다.

4.6. 處理材의 防腐處理

PEG處理材는 野外에서 濕한 土壤과 接하는 步道나 계단材로 使用할 때가 있다. 이와 같은 경우에 處理材는 一般木材와 같이 菌虫類의 侵害를 받기 마련이다 뿐만 아니라 降雨等의 反覆으로 處理된 PEG가 溶出되어 빠져 나오기 때문에 적절한 木材의 保護策이 마련되어야 할 것이다.

處理材의 保護는 PEG의 溶出을 막기 爲해서 왁스物質을 그리고 防虫防菌의 目的으로는 펜타크로로페놀과 같은 藥劑가 同時에 含有되어 있는 防水性 防腐劑를 첨가하여 使用하게 된다. 處理材의 防腐處理는 野外에 施工하기 前에 防腐處理液을 몇번이고 발려서 處理를 하여 주게 된다. 施工 後에는 一年에 1回 程度를 발려 줌으로서 防腐効果를 얻을 수가 있다.

5. PEG處理의 例

PEG處理를 함으로써 製品의 品質을 改善할 수 있는 製品은 매우 많다고 生覺한다. 이미 머리말에서 밝힌 바와 같이 運動具, 장난감, 木刻 및 木工藝品等 其種類가 매우 多樣하기 때문에 一律的인 處理가 不可能하다. 따라서 몇가지 特殊製品에 對한 PEG處理의 例를 各各 簡單히 소개하고자 한다.

5.1. 木製쟁반과 이에 準하는 木旋盤製

쟁반類는 生材나 部分的으로 乾燥한 木材를 깎아서 우선 쟁반과 비슷한 모양으로 만들게 된다. 이와같이 만든 生材 쟁반은 PEG處理 容器에 옮겨서 處理하게 되는데 乾燥한 木材로 만든 경우에는 處理前에 數日間 물에 담가 두어야 한다. 물에 浸漬시켜 두는 期間은 原料 木材의 種類, 쟁반의 두께와 모양, 그리고 PEG溶液의 濃度와 溫度에 따라 差異가 있다.

호도나무, 포푸라, 물푸레나무, 참나무, 느릅나무, 잣나무 및 소나무類로 만든 生나무쟁반은 30%의 PEG 溶液에 溫度 73°F를 유지시켜 3週間을 浸漬시킴으로서 좋은 結果를 얻을 수가 있다. 또 PEG 水溶液의 濃度를 50%로 하고 용액溫度를 140°F로 높여 줌으로서 浸漬時間을 3~7日로 短縮시킬 수 있다. 그러나 많은 熱帶闊葉樹材를 包含하여 高比重木材로 만든 쟁반류는 上述한 樹種보다 處理하기가 훨씬 困難함으로 處理期間을 延長하여 주게 된다.

PEG處理後의 生材쟁반은 난방이 된 室內에서 3~4週間 乾燥시키게 되며 處理가 적당하면 乾燥途中에 터지는 일이 없다. 쟁반의 마무리 作業을 하기에 充分히 乾燥하게 되면 處理쟁반을 旋盤에 걸고 最終的으로 完成品의 치수로 깎게 된다. 이때 表面에 過量集積된 왁스성 PEG를 除去하여 硏磨와 마무리 作業을 容易하게 한다. 다음에 漂白을 하고 포리우레탄바니스나 또는 다니쉬 기름을 발려서 製品을 完成하게 된다. 이와 같은 處理는 같은 旋盤製品인 촛대, 촘이 낮은 접시류 등에도 똑같이 적용할 수 있다.

5.2. 木彫刻

木彫刻品의 處理는 木製쟁반 類의 處理와 비슷하다. 生材 原木으로부터 完製品에 비슷하게 깎은 半製品을 PEG處理前의 乾燥를 막기 爲해서 우선 물속에 담가 두게 된다. 木彫刻品은 대체로 밑 部分이 두껍게 되어 있어서 여러가지 결함을 일으킬 우려가 있기 때문에 이 部分에 적절한 크기의 구멍을 뚫어주면 木材內部의 應力을 除去시켜 터지는 現象을 줄이게 할 뿐 아니라 이 들의 구멍을 通해서 PEG의 擴散을 촉진시켜 處理効果를 높일 수 있다.

이들 製品은 一般的으로 쟁반製品보다 두껍기 때문에 PEG處理時間을 쟁반류보다 두배 정도 길게 하여줄 必要가 있다. PEG處理뒤에는 乾燥시켜서 硏磨를 하고 漂白을 하여 다른 製品과 마찬가지로 마무리 作業을 한다.

만약 PEG處理를 할 조각품이 대단히 큰 것이라면 PEG溶液에 浸漬하는 方法은 非經濟的이다. 따라서 이와같은 경우에는 生材彫刻品을 비닐布와 같은 것으로 싸서 PEG를 확산 處理시킨다. 處理는 1回에 끝이는 것이 아니고 일주일 간격으로 4회 정도 처리하여 완료하게 한다. 以後에는 浸漬處理材와 같이 乾燥硏磨 및 마무리作業을 行함으로서 터지는 現象을 줄여서 製品의 處理를 끝맺게 한다.

5.3. 銃개머리판

生材 原木으로 부터 最終 製品 치수보다 1/8inch 크기의 餘尺을 두고 개머리판을 만든다. 處理時間은 개머리판의 두께에 따라 差異가 있으나 PEG 50% 液에 處理할 경우 140°F에서 10~14日동안 處理하게 되면 정밀 銃器의 치수安定에 적절한 25~30%의 PEG含量에 도달하게 된다. 이보다 過剩으로 處理하는 것은 銃器의 重量만을 높여주기 때문에 不必要한 일이 된다. 이와 같은 方法은 호도나무, 자작나무, 버즘나무, 단풍나무 마호가니류等의 木材로 만든 生材 개머리판의 PEG處理에 적당한 스케줄로 인정되고 있다. 그러나 벚나무로 만든 生材 개머리판은 110°F에서 45日間을 浸漬하여 주어야 되기 때문에 例外로 取扱되고 있다.

이상과 같이 PEG 處理를 實施한 다음에는 乾燥결함을 일으키지 않고 成功的으로 人工乾燥를 시킬 수가 있을 뿐만 아니라 난방된 室內에서 含水率 6%에 도달할 때까지 効果的으로 氣乾시킬 수가 있다. 乾燥된 개머리판은 다른 製品의 處理加工에서와 마찬가지로 硏磨機의 그리고 마무리 作業을 거쳐서 製品을 完成하게 된다.

6. 參考文獻

Hallock, H., and Bulgrin, E.(1972); Stabilization of hard maple flooring with polyethylene glycol 1000, U.S.D.A. Forest Service, Res. Pap. FPL-187, 8pp.

Mitchell, H.L., and Iversen, E.S. (1961); Seasoning green wood carvings with polyethylene glycol-1000, Forest Prod. Jour. 11(1); 6,7.

Mitchell, H. L., and Fobes, E.W. (1962); Protect imported carvings with PEG. Forest Prod. Jour. 11(10); 476,477.

Mitchell, H.L. (1963); PEG-treated walnut limbwood makes handsome decorator clock Forest Prod. Jour. 13(9):416.

Mitchell, H.L. (1972); How PEG. helps the hobbyist who works with wood, U.S.D.A. Forest Service, Forest Products Laboratory, 20pp.

Stamm, A.J. (1959); Effect of polyethylene glycol on the dimensional stability of wood, Forest Prod. Jour. 9(10): 375-381.