목재공학17(2) : 20~25(原著)
Mogjae Gonghak. 17(2) : 20~25. 1989

單板의 PEG 處理條件에 따른 合板의 性質*1

徐珍錫*2· 都金鉉*2

Plywood Properties by PEG Treatment Conditions on Veneer*1

Jin Suk Suh*2· Geum Hyun Doh*2

SUMMARY

This study was carried out in order to investigate the treatment effect of PEG soln. which is a common dimensional stabilizer to green log, sawing panel etc, on bonding product including plywood widely-used in secondary processing unit.

The 30% concentration of aqueous PEG soln. with molecular weight of 400, 1,000 and 4,000 were prepared respectively, and also dipping the veneer in the PEG soln., spreading the PEG soln. on veneer and mixing the PEG soln. in the adhesive were allowed.

Then the ratio of PEG impregnation on veneer, the adhesive strength of plywood were epitomized as follows:

1. The ratio of impregnation by PEG 4,000 at dipping condition was highest, while that by PEG 400 at same condition was lowest. However, the effect of PEG molecular weight on the ratio of impregnation at spreading condition did not occur.
2. The adhesive strength was great in the order of 4,000>400>1,000 in molecular weight of PEG at dipping and spreading conditions. In case of mixing the PEG soln. in the adhesive, the adhesive strength was great in the order of 400>1,000>4,000 in molecular weight of PEG. Throughout three treatment conditions, PEG 400 was relatively favourable with about 10kg/㎠ dry strength.
3. The adhesive strength was great in the order of spreading>dipping>mixing condition.
4. Although adhesive strength with the 30% concentration of aqueous PEG soln. was decreased by 35% and over, compared to control (non-treatment) adhesive strength, all types of PEG treatment except mixing the PEG soln. in the adhesive exceeded the standard dry strength for common use panel, 7.5kg/㎠.
5. In warm water-proof test, the adhesive strengths by all PEG treatment conditions were

*1. 接受 1989年3月15日, Received March 15, 1989.
*2. 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

less than the standard wet strength, 7.5kg cm², and also delamination of glue line occured mostly in mixing in the PEG soln. in the adhesive condition.

1. 序 言

合板은 普通合板과 特殊合板으로 分類되어진다. 特殊合板은 普通合板에 塗裝, 印刷紙接着, 樹脂積層加工, 天然化粧單板 오버레이 및 防腐·防火劑 等을 處理함으로써 機能性을 부여한 것이다.

우리나라의 '88年度 10大 合板製造會社의 總生產量中 特殊合板에 屬하는 加工合板(processed plywood)이 차지하는 比率은 8%였고, 그 輸出量은 總合板수출량의 22%(加工合板 生產量中 50% 차지)로 比較的 높은 便이다.

이렇듯 產業이 高度化되고, 生活·居住環境이 多樣·專門化해짐에 ! 라 機能性이 附與된 特殊用途의 合板은 날로 加할 것이므로, 이에 焦点을 맞춘 合板製造[illegible]는 바람직하다고 생각된다.

本研究는 生材狀態의 木製品에 치수安定劑로서 恒用되는 PEG(polyethylene glycol)를 氣乾單板에 適用하여 合板을 製造함으로써, PEG의 含浸量 및 處理形態가 接着力에 어떠한 影響을 미치는지를 考察해 보고자 한다.

2. 研 究 史

木材 및 木質에 對한 改質處理研究는 活發히 行해지고 있는데 國外에서의 研究動向은 다음과 같다.

中戶莞二(1969)[5,6,7]는 木材에 對한 高分子 重合體의 吸着機構를 仔細히 論한 바있으며, 佐道健(1983)[4]은 PEG($HO{\cdot}CH_2CH_2(OCH_2CH_2)_nOH$) 分子量의 大小에 따라 吸濕性과 力學的 性質이 달라짐을 報告하여, 低分子量의 PEG는 흡습성이 높고, 高分子量의 PEG는 吸濕性이 낮게 된다고 하였다. 또한 sitka spruce材에 PEG1000을 15－45% 程度 含有處理한 結果 MOR는 未處理材의 62～87%에 達해, 生材의 56%보다 크다는 事實을 引用報告하였다.

富永洋司 等(1971)[1]은 PEG에 따른 接着性에 있어 PEG의 含浸量이 많으면 接着力이 낮아진다는 事實을 發表했는데, 이는 PEG와 水分이 接着劑－被着材 界面의 分子間引力을 低下시키는데 緣由한 것이며 有機酸을 加해 PEG를 ester化시키고 PEG의 極性을 높이면 接着劑와의 親和性을 높일 수 있다는 事實을 提示하였다.

川村二郎 等(1987)[8]은 杉나무와 赤松의 LVL에 PEG와 polyurethane 塗料를 함께 處理하는 試驗을 하여 polyurethane 塗料는 低吸濕性으로 PEG에 對한 親和力을 가짐으로써 PEG注入된 LVL에 polyurethane 塗料를 處理하는 것은 實用部品의 耐久性에 效果的임을 보여주었다.

石丸優 等(1986)[2,3]은 PEG를 木材에 處理함에 있어, 前膨潤劑와 分子量을 달리하여 處理함으로써 그 充塡效果, 吸濕性 및 抗膨潤能을 深層分析한 바있다.

3. 材料 및 方法

3.1 供試材料

3.1.1 單板

kapur單板을 表·裏板用으로, keruing單板을 中板用으로 使用하여 無處理와 PEG處理를 한 것으로 區分 3ply 合板을 製造하였다.

單板은 氣乾含水率로 調整使用하였다.

3.1.2 PEG및 接着劑, 其他

單板에 處理한 PEG의 分子量은 400(常温 液

體), 1,000(常温高粘性·固體)및 4,000(常温 固體)이었으며, 接着劑는 50% 樹脂率의 尿素樹脂 接着劑를 使用하고, 其他, 增量劑로는 밀가루, 硬化劑로는 20% NH_4Cl 水溶液을 使用하였다.

3.2 實驗方法

3.2.1 單板의 PEG處理 및 接着製造

表·裏板用 單板에 30% 濃度의 PEG水溶液을 塗布, 浸漬, 또한 接着劑에 直接 混入하는 것의 세가지 方法에 準해, 事前에 分子量 400의 PEG는 液狀그대로, 分子量 1,000 및 4,000은 加温溶融시켜 液狀으로 하여 물을 加해 30%의 濃度로 調整한 後 單板에 適用하였다.

PEG의 浸漬條件은 單板을 PEG水溶液槽에 暫時 담갔다가 꺼내어 3日間 棧積하여 氣乾狀態로 調製하였으며, 塗布條件은 浸漬直後 무게에 準한 一定量의 PEG水溶液을 붓으로 塗布하여 3日間 棧積시켜 PEG水溶液을 塗布한 表·裏板의 面이 接着時 中板과 集結되도록 하였다.

한편 接着劑에 PEG水溶液을 混入하여 合板을 製造하는 條件은 樹脂+PEG : 增量劑 : 硬化劑의 重量比率을 50+50 : 10 : 1로 하였다.

PEG水溶液의 浸漬·塗布條件에 併行한 接着條件은 樹脂 : 增量劑 : 硬化劑=100 : 10 : 1의 重量比로 25 g/(30cm)²의 製糊量을 塗布하였다.

其他, 熱壓縮條件은 110℃의 温度, 10kg/cm²의 壓縮壓力, 3分~5分의 壓縮時間이었다.

3.2.2 試驗方法 및 試驗成績 分析

單板에 對한 PEG含浸量을 調査하고, 製造된 合板으로부터 所定치수의 接着試片을 떼어 常態·耐温水接着力을 求하였다.

그 後 PEG處理條件別 接着力을 막대그래프로 나타내어 傾向을 分析하고, PEG處理에 따른 接着力群間의 有意差를 던칸多重檢定으로 比較·考察하였다.

4. 結果 및 考察

4.1 單板의 PEG含浸

PEG의 分子量, 處理形態別로 單板에 含浸된 PEG의 量은 表1과 같았다.

Table 1. The impregnated loadings of PEG soln. on veneer

Type of Treatment \ Molecular weight		400	1.000	4.000
Dipping	Amount of impregnation (g)	3.52 — 4.20 — 4.80	5.00 — 6.36 — 8.24	7.76 — 9.04 — 11.36
	Ratio of impregnation (%)	6.1	9.1	12.9
Spreading	Amount of impregnation (g)	4.44 — 5.60 — 6.16	6.12 — 6.36 — 7.04	4.84 — 6.04 — 7.00
	Ratio of impregnation (%)	8.0	9.0	8.6

Note: 1. The above value of bar is mean. the left is min. value. and the right is max. value

2. The ratio of impregnation=Wt. of PEG impregnation/Wt. of veneer at pre-impregnation stage

그 內容을 보면, 浸漬下에서 PEG分子量 4,000을 침지한 것이 12.9%의 함침율로 가장 컸고, 分子量400을 침지한 것이 6.1%로 가장 낮았는데 무려 2倍의 差異가 있었다.

塗布下에서는 PEG分子量에 따른 含浸率間에 別差異가 없이 8.0~9.0%를 나타냈다. 또한 PEG1,000은 浸漬·塗布處理間에 含浸率이 비슷했고, 分子量 400에서 두 處理 모두 가장 낮은 含浸率을 보였으며(塗布處理에 依한 含浸率이 浸漬處理에 依한 含浸率보다 높았음), 앞에서 言及하였듯이 分子量 4,000의 浸漬下에서 顯隔히 높은 含浸水準이 나타났는데, 위의 浸漬狀況下에서의 含浸傾向의 差異는 分子量 400이 低粘度로 水分蒸發 및 PEG原液流失이 많이 일어나고, 分子量 4,000은 高粉度로 單板上에 PEG原液成分의 殘留가 많아진데 따른 것으로 推察된다.

4.2 PEG의 單板處理에 따른 接着力

PEG分子量, 處理形態別 接着力을 그림1에 나타냈다. 위 結果에 依하면 無處理合板의 接着力이 常態 18.2kg/㎠, 耐温水 9.8kg/㎠로 가장 높았다. 이를 基準으로 PEG의 各處理條件別 接着力을 比較해 보면 常態에서는 殘存率이 11~65%로서 35% 以上 接着力이 減少하였고, 耐温水에서는 殘存率이 0-62%로 38%以上 減少하는 現象이 나타났다.

위 研究結果는 富永洋司 等(1971)[1]이 너도밤나무 로터리單板에 여러濃度의 PEG1000水溶液을 注入시키고 페놀樹脂, 尿素·멜라민共縮合樹脂接着劑로 接着製造한 境遇, PEG 20% 含浸量에서 10~20% 接着力이 減少하였고, 尿素樹脂, 醋酸비닐樹脂接着劑에 依해서는 50%程度 減少하였으며, 表·裏板에 PEG를 處理한 3ply 羅王合板을 요소·멜라민共縮合樹脂로 接着製造한 結果 30%의 接着力 低下를 나타냈다고 報告한 바있음에 비추어 이와 一致하는 傾向을 얻었다.

그림1로 본 PEG分子量, 處理形態別 接着力의 推移는 塗布> 浸漬> 接着劑에의 混入處理條

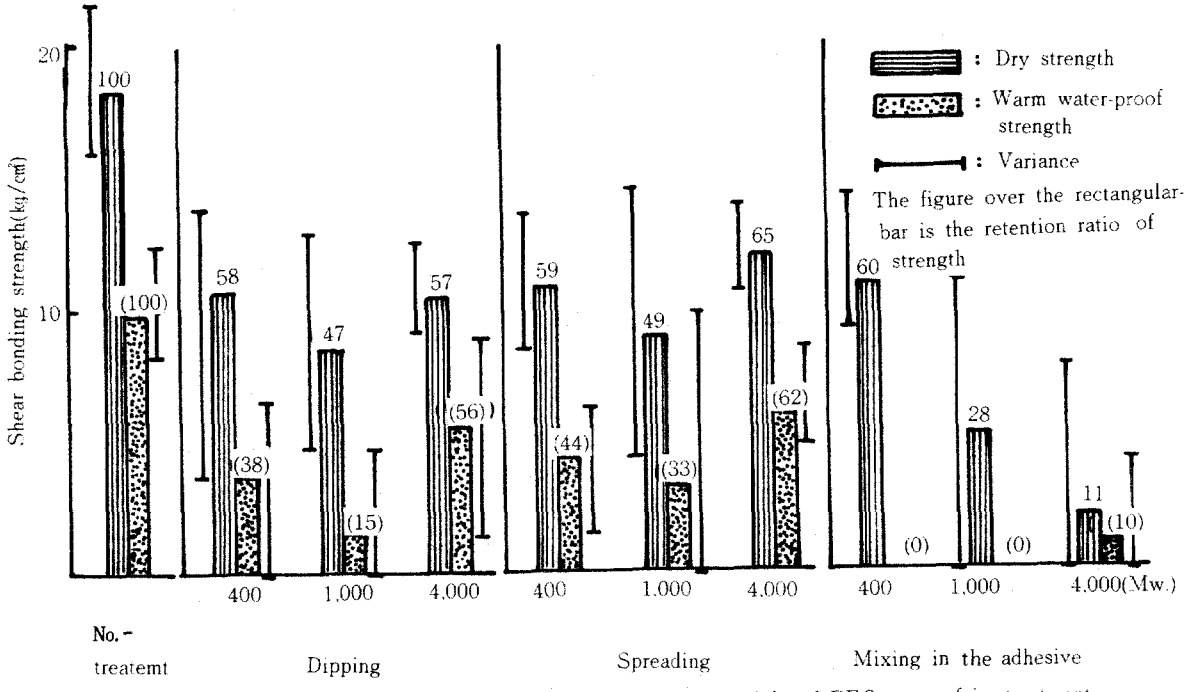

Fig.1 The shear bonding strength of plywood related to molecular weight of PEG, type of its treatment.

件 順으로 나타났고, 接着劑에의 混入形態를 除外하고는 常態·耐温水 共히 分子量 4,000> 400> 1,000順으로 나타났다.

但, 接着劑에의 混入의 境遇는 常態接着力이 分子量 400> 1,000> 4,000順으로 激減하고 있었으며, 위 耐温水接着力은 세分子量 모두 zero 水準에 머물었다.

그림1에서 앞 두條件 即 침지와 도포조건은 PEG가 3日間의 氣乾狀況下에서 이미 單板의 表面 또는 內部로 PEG의 含浸이 進行된 狀態이며, 水分蒸發에 依해 PEG의 固體成分이 殘留한 狀態이고, 接着劑에의 混入條件은 單板表面과 PEG의 反應이 先行된 狀態가 아니고 樹脂接着劑와의 混合液相을 이루면서 接着力發揮에 惡影響을 한 界面化學的作用을 일으킨데 따른 接着力 低下의 樣相으로 보아진다.

無處理와 PEG處理를 함에 따른 常態接着力間의 有意差를 살피고자 던칸多重檢定을 실시한 바(表2), PEG處理로서는 分子量 4,000을 塗布한 것이 11.9kg/㎠로 가장 接着力이 컸고, 以下 分子量400을 接着劑에 混入한 것, 塗布한 것, 浸漬한 것이 비슷한 接着力 (10.6−10.9kg/㎠)을 나타냈으며, 分子量 4,000을 浸漬한 것(10.4kg/㎠), 分子量 1,000을 塗布한 것(8.8kg/㎠)과 浸漬한 것(8.5kg/㎠)까지 普通合板의 基準接着力(7.5kg/㎠)을 上廻하며 1%水準에서 有意差를 보이지 않았다.

그러나 分子量 1,000 및 4,000의 高分子量 PEG水溶液을 接着劑에 混入한 條件은 基準接着力 以下의 値로서, 餘他 PEG處理와도 1%水準에서 有意差를 나타냄으로써 接着力이 要求되는 部位의 치수安定處理形態로는 바람직하지 못하였다.

따라서 全 處理條件을 通해서는 分子量 400의 PEG를 處理하는 것이 常態接着力에 비교적 適合한 것으로 나타났다 (表2).

耐温水接着力에 있어서는, 無處理와 PEG處理의 접착력間에 1%水準에서 有意差가 있었고, PEG處理는 모두 基準接着力 以下의 値를 나타냈다(0~6.1kg/㎠).

各 條件別로는 分子量 4,000의 PEG를 塗布處理한 것(6.1kg/㎠), 浸漬處理한 것(5.4kg/㎠)이 比較的 높은 接着力을 나타냈으며, 以下 分子量 400의 PEG를 塗布한 것(4.3kg/㎠), 浸漬한 것(3.7kg/㎠), 또 分子量 1,000의 PEG를 塗布한 것(3.2kg/㎠)까지 有意差가 없었다.

한편 耐温水接着性이 zero水準에 머문 處理群으로서 分子量 400, 1,000, 4,000의 PEG를 接着劑에 混入한 것과 分子量1,000의 PEG를 浸漬한 것이 있는데 이들은 上位그룹과 有意差를 나타냈다 (表2).

以上, 單板에 PEG를 處理하여 3ply製造한 合板은 耐温水接着性이 0~53%의 各 常態接着力에 對한 殘存率로 甚히 떨어짐을 보이고 있는

Table 2. The Duncan's multiple range test among the shear bonding strength of PEG treated or nontreated plywoods at 1% significant level (unit: kg/cm²)

Treatment of PEG	NT	S4,000	M400	S400	D400	D4,000	S1,000	D1,000	M1,000	M4,000
Dry strength	18.2	11.9	10.9	10.8	10.6	10.4	8.8	8.5	5.1	1.9

Treatment of PEG	NT	S4,000	D4.000	S400	D400	S1.00C	D1,000	M4,000	M400	M1,000
Warm Water-proof strength	9.8	6.1	5.4	4.3	3.7	3.2	1.4	1.0	0.0	0.0

Note: 1. NT:Non-treatment(control), S: Spreading, D: Dipping, M: Mixing in the adhesive
2. The figure behind the writing is molecular weight of PEG.

데, 이는 60℃의 水温에서 硬化된 接着劑와 癒着되어있던 PEG가 加温水狀況下에서 溶融하면서 接着部位의 加水分解를 助長한데 따른 것으로 여겨진다.

따라서 PEG處理한 合板은 加温水浸(또는 接觸)이 豫想되는 部位에는 使用하지 않음이 좋을 것으로 判斷된다.

5. 結 論

最終用途의 部品으로서 漸次 많이 使用되어지고있는 合板 等의 接着製品에, 素材에 對한 치수安定劑로서 一般化되어 온 PEG(polyethylene glycol)를 處理하여 그 影響을 살피고자, PEG의 分子量을 400, 1,000, 4,000으로 하여 30% PEG水溶液을 調製하고, 各 PEG水溶液을 單板上에 浸漬, 塗布, 또는 接着劑에 混入하는 方式으로 處理하였다.

그에 따른 單板上의 PEG含浸率과 製造된 合板의 接着力은 다음과 같이 要約되었다.

1. PEG4,000의 浸漬에 依한 單板含浸率(保留率)이 가장 컸고, PEG4.00 의 浸漬에 依한 含浸率이 가장 낮았다.

塗布處理下에서는 PEG分子量의 含浸率에 對한 影響은 없었다.

2. 單板에 PEG를 浸漬, 塗布한 境遇 接着力은 分子量 4,000 > 400 > 1,000의 크기경향을 나타냈으며, 接着劑에의 混入條件에서는 分子量 400 > 1,000 > 4,000의 크기경향을 나타냈다.

處理形態 全部를 通해서는 PEG400의 常態接着力이 10kg/㎠線으로 比較的 適合했다.

3. PEG의 處理形態別로는 塗布 > 浸漬 > 接着劑에의 混入順의 接着力의 크기경향이 나타났다.

4. 本 30% PEG水溶液處理로써 無處理時의 接着力보다 35%以上 接着力이 減少하는 現象이 나타났다.

그러나 接着劑에의 混入條件을 除外하고는 모두 基準常態接着力(7.5kg/㎠)을 充足시켰다.

5. 耐温水接着性에서, 本 PEG處理는 모두 基準接着力(7.5kg/㎠)以下를 나타냈으며, 接着劑에 PEG를 混入한 경우는 接着層의 剝離現象을 일으켰다.

參 考 文 獻

1. 富永洋司, 池田淳一郎, 松田邦康. 1971. PEGとPPG處理木材の 機械的性質 について. 木材工業 26(2) : 22－25.
2. 石丸 優, 井上惠美子, 佐道 健, 中戸莞二. 1986. ポリエチレングリコール吸着木材の寸法安定性(第1報)－分子量の影響. 木材學會誌 32(11) : 888－895.
3. _____, 淺井幸男. 1986. _____(第2報)－前處理法の影響. 木材學會誌 32(12) : 996－1002.
4. 佐道 健. 1983. ポリエチレングリコール(PEG) と木材, 木材工業 38(5) : 7－13.
5. 中戸莞二. 1969. 木材の ポリマー吸着(Ⅰ). 木材工業 24(2) : 2－5.
6. _____ 1969. 木材の ポリマー吸着(Ⅱ). 木材工業 24(3) : 10－13.
7. _____ 1969. 木材の ポリマー吸着(Ⅲ)完. 木材工業 24(4) : 8－11.
8. 川村二郎, 木口 實, 令村浩人. 1987. 針葉樹LVLのPEG, 塗裝 による寸法安定化. 木材工業 42(10) : 19－24.