

이태리포푸라材의 乾燥性 및 性質改善에 關한 研究*1

鄭 希 錫*2

Study on Press-drying of Italian Poplar Board and its Effect on Improvement of Wood Property*1

Hee Suk Jung*2

Press drying was used on italian poplar (*Populus euamericana*) to find the profitable means of drying. This study was designed to investigate the process of platen drying considering core temperature, drying time, current moisture content, drying rate, shrinkage and recovery, and green volume specific gravity, equilibrium moisture content and dimensional stability of press dried material and air dried material. The drying tests were conducted using 1.5 centimeter thick material at platen temperature of 175°C. The results were summarized as follows.

1. Core temperature was divided into three stages of drying characterized by period initial heating, plateau temperature and rising core temperature. Plateau temperature was 114 to 119°C.
2. The following predicting equations of drying time(y) in different core temperatures were developed for initial thickness(x₁), initial moisture content (x₂) and final moisture content(x₃)

Core temp.	Regression equation
140°C	$y=7.010+4.349x_1-0.394x_2+0.033x_3$
150°C	$y=-31.672+5.596x_1-0.0184x_2+1.244x_3$
160°C	$y=-21.995+5.437x_1-0.074x_2-1.177x_3$

3. The predicting equation of current moisture content(u) was $\log u=4.658-0.060t$ as function of drying time(t) and that of drying rate(r) was $\log r=-2.797-0.049t$. Current moisture content and drying rate of air drying were shown in figure 2.
4. The predicting equation of shrinkage in thickness direction(y) was $\log y=1.933+0.038t$ as function of drying time(t), and that of expansion in width direction was $y=-0.692+0.043t-0.001t^2$.
5. Thickness shrinkage was increased more than proportional at to pressure increase. Width shrinkage and thickness recovery was greatest at 35psi.
6. Green volume specific gravity of press dried material was 25% greater than that of air dried material. But equilibrium moisture content of press dried material was less 24% than that of air dried material.

Antishrinkage efficiency of press dried material were obtained 27.7%.

이태리포푸라材의 乾燥의 한 方案으로서 熱板乾燥를 實施하여 乾燥中 板材의 內部溫度, 板材의 內部溫度別에 다른 板材두께, 初期含水率, 末期含水率과 乾燥時間의 關係, 乾燥中 含水率과 乾燥速度, 收縮率과 復元率, 그리고 熱板乾燥材의 生材比重, 平衡含水率, 徑斷方向 全收縮率 等を 調査하고 그

本 研究는 文敎部 學術研究造成費에 依해 이루어졌음.

*1 Received for publication on March 20, 1978.

*2 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National Univ.

結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 板材의 內部溫度는 乾燥初期에 급격히 上昇해서 15分 동안 거의 一定하게 유지된 다음 서서히 上昇하였다. plateau temperature는 114~119°C이었다.
2. 板材의 內部溫度別에 있어서 板材의 乾燥時間(y)와 板材두께(x₁), 初期含水率(x₂), 末期含水率(x₃) 사이에 關係式은 다음과 같다.

Core temp.	Regression equation
140°C	$y=7.010+4.349x_1-0.394x_2+0.033x_3$
150°C	$y=-31.672+5.596x_1-0.0184x_2+1.244x_3$
160°C	$y=-21.995+5.437x_1-0.074x_2-1.177x_3$

3. 熱板乾燥의 乾燥時間(t)에 對한 乾燥中 含水率(u)의 關係는 $\log u=4.658-0.060t(R=-0.990)$ 이고, 乾燥速度(r)의 關係는 $\log r=-2.797-0.049t(R=-0.992)$ 의 曲線으로 各各 나타났다. 그리고 天然乾燥中 含水率과 乾燥速度는 그림 2와 같다.
4. 熱板乾燥中 乾燥時間(t)에 對한 板材두께(y) 收縮率의 關係는 $\log y=1.933+0.038t(R=0.927)$ 이고, 板材幅 膨脹率(y)의 關係는 $y=-0.692+0.043t-0.001t^2(R=0.984)$ 의 曲線으로 各各 나타났다.
5. 末期含水率 2%까지 乾燥時에 熱板의 壓力別에 따른 두께 收縮率은 壓力이 높아질 수록 커졌으나, 幅收縮率과 두께 復元率은 35psi에서 가장 컸다.
6. 熱板乾燥材의 生材比重은 天然乾燥材의 것보다 25% 증가하였으며, 平衡含水率은 24% 감소하였고, 熱板乾燥材의 抗收縮率은 27.7%이었다.

緒 論

林木은 樹種, 個體, 樹幹의 部位, 季節 등에 따라 差異가 있으나, 大部分 纖維飽和點 以上の 높은 含水率을 갖고 있다. 이러한 狀態의 木材를 乾燥하지 않고 그대로 使用하면, 使用中에 乾燥로 因해 收縮되고, 不均一한 收縮에 依한 變形과 理學的 性質이 떨어져지며, 接着과 塗裝 等の 加工性도 좋지 않아서 여러 가지 損傷을 받게 된다. 그래서 木材의 理學的 性質과 加工性을 改善하고 損傷을 防止할 目的으로, 木材의 使用場所에 알맞은 含水率로 乾燥하여 使用한다. 그러나 木材의 乾燥는 상당한 技術과 時間이 要求되며, 樹種에 따라 乾燥性이 다르기 때문에 問題가 된다.

우리 나라의 木材資源은 넉넉치 못하여 많은 外材를 導入해서 充當하고 있으며, 또한 木材資源의 早速한 造成을 위하여 1962年度부터 造林되고 있는 이태리포푸라材는 主要한 木材資源의 하나로 登場케 되었다. 이 나무는 速成短伐期 樹種으로서 比重이 적고 強度가 약하다. 그리고 收縮할 때에 異方性이 크기 때문에 乾燥시 warping이 잘 일어난다. 이태리포푸라材는 材質의 缺陷 때문에 主要로 판이나 單板用材 等に 利用되고 있으나, 用途上에 制限을 받고 있다. 이태리포푸라材의 加工과 材質改良에 依하여 用途를 개발하는 것은 重要한

課題라 하겠다.

木材乾燥에 있어서 乾燥時間의 短縮과 乾燥損傷의 防止를 위해 여러 가지 特殊乾燥法이 알려져 있으나, 乾燥費用이 많이 들어 널리 利用되지 않고 있다. 그래서 木材乾燥는 主要로 天然乾燥나 熱氣乾燥에 의존하고 있는 實情이다. 이태리포푸라材를 天然乾燥나 熱氣乾燥로 乾燥한다면 乾燥時間이 길고 乾燥中에 심한 變形이 나타날 것이다. 이태리포푸라材는 速成生長으로 因하여 大部分 未熟材(juvenile wood)로 構成되어 徑斷과 觸斷方向 사이의 收縮異方性이 커서 चित수가 不安定한 性質을 갖고 있다. 이러한 性質때문에 板材나 角材를 신속하고 warping을 防止할 目的으로 熱壓乾燥(press drying)를 適用해서 몇 가지 乾燥特性과 乾燥材의 材質을 알고자 하였다. 熱板乾燥는 熱壓機의 熱板 사이에 木材를 넣어 乾燥하면 加熱板에서 木材로 熱傳導가 잘 되어 乾燥가 促進되고, 乾燥中 變形이 熱板에 依해 防止되는 利點이 있다. 木材乾燥에 있어서 이러한 利點을 活用한다면, 從來에 얻지 못한 效果를 期待할 수 있을 것이다. 즉 오늘날 乾燥材에 對한 認識이 높아짐에 따라 乾燥材의 需要量의 增加와 加工製品의 多樣化로 因하여, 여러 가지 部材가 必要해 됨에 따라 適切한 乾燥材를 適時에 供給할 수 있을 것이다. 國內 林産資源의 大部分이 幼齡林으로 構成되어 있기 때문에 大徑 良質의 木材 供給은 當분간 어려운 사정에 있

는 바, 小徑 低質材와 速成短伐期材 等の 未熟材의 乾燥損傷을 防止하고 乾燥促進과 warping의 防止는 물론 材質을 改良할 수 있다. 木材가 熱處理된 加熱處理木材(stayb wood)는 셀룰로스의 熱化學的 變化에 依해 吸濕性이 줄어들어서 抗收縮率(antishrink efficiency)이 커지고, 또한 加熱壓縮處理木材(staypak)는 抗收縮率, 比重, 機械的 性質 等이 改善되는 結果로 알려져 있으므로 熱板乾燥로 乾燥의 促進과 warping 防止, 그리고 木材의 性質을 同時에 개선코자 하였다.

本 研究의 主案點으로는 이테리포푸라材의 熱壓乾燥時에 몇가지 因子別 乾燥性과 乾燥材의 理學的 性質을 알고자 實施하였다.

研究史

乾燥材는 生材보다 有利한 性質을 갖고 있기 때문에 木材를 使用하기 前에 天然乾燥나 熱氣乾燥를 한다. 이들 乾燥法에 對해서는 前부터 많은 研究가 수행되었고 乾燥時間의 短縮이나 乾燥損傷을 防止하기 위한 몇가지 特殊乾燥法이 알려져 있다. 지금까지 알려진 特殊乾燥法에 對해 Kollmann(1968)¹²⁾은 高溫乾燥(high temperature drying), 化學乾燥(chemical seasoning), 高周波乾燥, ジュール(Joule's heat)에 依한 乾燥, 眞空乾燥, 有機溶劑乾燥, 有機化學物의 蒸氣乾燥, oily liquid에 依한 乾燥, 赤外線에 依한 乾燥法 等에 關하여 論述하였고, Koch(1972)¹¹⁾와 寺澤(1976)²⁵⁾은 上記 特殊乾燥法 以外에 最近에 많이 研究되고 있는 熱壓乾燥에 對해 그 特性을 論述하고 있다.

熱壓乾燥는 近來 木材工業에 있어서 未熟材 또는 小徑低質材의 利用이 擡頭됨에 따라 이들 木材가 尺寸安定性이 적어서, 從來의 乾燥法으로는 變形되기 쉬워 所期의 乾燥效果를 期待할 수 없기 때문에 새로운 乾燥法을 開發케 되었다. Koch(1964)¹⁰⁾는 熱壓乾燥를 初期에 試圖하였는데, southern pine의 板材를 大氣壓以上의 壓力과 溫度 300°F에서 熱壓乾燥한 結果 乾燥速度가 天然乾燥, 人工乾燥, jet drying보다 빠르코 乾燥中에 warping이 적고 幅의 收縮이 적음을 報告하였다. McKean(1966)¹⁶⁾은 너도 밤나무 邊材의 板材를 溫度 330°F에서 熱壓乾燥하면 不過 2時間에 乾燥가 되나, 타이로시스(tylosis)의 存在와 內部高溫으로 因하여 乾燥損傷의 原因이 될 수 있으므로, 어떤 前處理의 必要性을 主張하였다. Heebink et al(1966)⁵⁾은 低質潤葉樹材로 마루板과 paneling을 加工하기 위해 溫度 300~350°F와 壓力 50~100psi 條件에서 熱壓乾燥에 所要되는 乾燥時間과 乾燥損傷을 調查 報告하였다. Hann(1966)³⁾

은 yellow poplar材의 迅速한 乾燥를 위해 高溫과 大氣壓 以上의 壓力을 適用해서 乾燥의 mechanism과 材質變化에 對한 研究에서, 壓力이 클수록 熱退化는 커진다고 報告하였고, Schmidt(1967)²¹⁾은 너도 밤나무 板材를 溫度 165°C, 壓力 170~200psi로 熱壓乾燥하여 乾燥時間別 木材의 溫度와 含水率, 壓力別 板材 두께의 變化, 熱壓乾燥材의 比重과 尺寸安定性 等を 調查한 結果, 從來 未利用의 低質 너도 밤나무材로 比較的 우수한 마루板으로 利用할 수 있다고 報告하였다. Haygreen(1967)⁴⁾은 카울(caul) 形態가 乾燥時間에 미치는 研究에서 無通氣카울, 通氣카울, 그리고 通氣카울과 40mesh의 wire cloth를 각각 適用하여 乾燥時間을 比較하였다. Turkia et al(1968)²⁹⁾은 포푸라 邊材의 熱壓乾燥에서 乾燥速度, 乾燥經過, 乾燥材의 尺寸安定性 等を 調查 報告하였다. Hittmcier et al(1968)⁶⁾은 美國產潤葉樹 8樹種과 針葉樹인 삼나무 等の 低質의 原木을 paneling과 pallet 用으로 利用하기 위해 熱板乾燥를 해서 板材 두께別 乾燥時間, 乾燥材의 材質을 調查한 結果 乾燥時間은 크게 短縮되고, 材質은 熱氣乾燥材와 비슷하여 모든 供試樹種의 邊材와 乾燥損傷이 적은 心材는 熱板乾燥가 可能함을 밝혔다. Haygreen(1968)⁴⁾은 포푸라 邊材와 paper birch를 家具用材로 熱壓乾燥하기 위해 乾燥時間에 미치는 影響因子, 乾燥損傷, 經濟的인 實用性 等を 기초로 해서 乾燥費用을 分析한 結果 板材 두께가 두꺼울수록 經濟性이 큰 事實을 報告하였다. Kimball(1968)⁹⁾은 loblolly pine의 두꺼운 sliced lumber와 sawed lumber를 熱氣乾燥, roller-type veneer drying, 熱板乾燥別 乾燥時間과 乾燥材의 寸數 變化 等を 調查 報告하였다. Cech(1968)¹⁾은 從來에 潤葉樹生材를 高溫乾燥 할때에 collapse와 內部割裂이 發生되던 것을 防止하기 위해, 乾燥하기 前에 transverse compression處理해서 乾燥하여 乾燥損傷을 防止하는 것에 對해 報告하였고, 또한 Cech(1970)²⁾는 자작나무 람바의 乾燥性을 改善하기 위해 乾燥하기 前에, dynamic transverse compression 處理를 하여 乾燥時間의 短縮과 乾燥損傷은 減少시켰고, 乾燥材의 機械的 性質도 無處理材와 差異가 없음을 報告하였다.

Lutz(1974)¹⁵⁾는 單板 乾燥時에 發生하는 buckling과 end waviness를 防止하기 위해 호도나무 生材의 flat sliced veneer의 適切한 熱板乾燥 條件을 밝혔다, 또한 오늘날 널리 使用되는 continuous mechanical veneer dryer에서 乾燥한 單板은 接着에 適正한 含水率을 얻기 어려운 問題를 解決하기 위해, red oak의 心材 單板을 熱板乾燥와 蒸氣處理를 하여 適正含水率로 調節할 수 있음을 밝혔다.

Wang et al(1975)²⁸⁾는 red oak의 熱板乾燥에 關한 研究에서 板材 두께, 初期含水率, 密度, 溫度, 壓力 等 諸因子가 乾燥速度 等에 미치는 影響에 關해 報告하였다.

乾燥材의 材質에 關한 報告에서는 Seborg(1953)²²⁾과 Stamm(1964)²⁴⁾는 高溫乾燥材의 尺寸安定과 強度에 關하여 報告하였고, Ladell(1956)¹⁴⁾은 자작나무의 熱處理材의 toughness는 無處理材와 有意的인 差異가 없음을 報告하였다. Salamon(1963, 1965, 1969)^{18,19,20)}는 美松과 솔송나무의 高溫乾燥材는 熱氣乾燥材보다 比例限界, 破壞係數, 壓縮強度가 低下되고, 高溫乾燥材의 機械的 性質은 樹種에 따라 相異함을 報告하였다. Seborg(1953)²²⁾는 加熱壓縮處理木材는 密度, 충격강도, 경도 등이 증가함을 報告하였다. Hann(1966)⁹⁾은 熱板乾燥材에 collapse와 內部龜裂이 나타나지 않으면 熱氣乾燥材와 材質의 差異가 없다고 하였으며, Hittmeier(1968)⁶⁾은 熱板乾燥材를 熱氣乾燥材와 比較하여 軟性, 硬度, 磨耗, 接着, 切削, 塗裝, 收縮과 膨潤 等を 研究 報告하였다. Turkia(1968)²⁶⁾은 포푸라 邊材의 熱板乾燥時에 尺寸安定性, 吸濕性, 比重에 對하여 報告하고 Cech(1970)²⁾은 자작나무 熱板乾燥材의 平衡含水率, 두께와 幅의 變化를 報告하였다. Lutz(1974)¹⁶⁾은 호도나무 單板의 두께와 幅의 變化를 報告하였으며, Wang(1975)²⁸⁾은 red oak의 熱板乾燥時에 壓力, 初期含水率 末期含水率別 壓縮과 復元 等を 研究 報告하였다. 以上과 같이 熱板乾燥에 對한 研究은 1960年代부터 着手되어 現在까지 꾸준히 研究가 수행되고 있다. 우리 나라에서는 鄭(1977)⁸⁾이 상수리나무 心材와 邊材의 板材에 對해 乾燥中 內部溫度, 含水率, 乾燥速度, 그리고 乾燥材의 收縮率과 復元率 等を 報告한 바 있다.

材料 및 方法

I 材 料

1. 供試木

本 研究에 供試한 이태리포푸라는 人工植栽한 14年 生으로 胸고직경 20cm 以上인 供試林木 10本을 選定하여, 地上高 0.2m 部位에서부터 材長 1m인 原木 3本씩 採取하여, 水分蒸發과 橫斷面割裂을 防止하기 爲해 페인트로 엔드·코팅(end coating)하여 研究室內에 貯材 하였다. 生材含水率 測定用 원片的 採取部位는 地上에서 樹高의 1/3 部位에 두께 5cm인 원판을 採取하여 使用하였다.

2. 供試木의 製材

供試木의 製材는 두께 0.6cm, 1.5cm, 2.4cm 幅 9cm

인 板材를 얻기 爲해 觸斷面製材法으로 製材하고, 製材된 板材는 乾燥가 되지 않도록 것은 가마니로 싸서 通風이 거의 안되는 곳에 貯材하면서, 試驗內容에 따라 供試片의 두께를 定하고 길이는 25cm의 供試片을 各 處理別 5개씩 使用하였다.

3. 供試機器

(1) 熱壓機 : 熱壓機의 加熱板 크기가 7"×10"이고 加熱溫度 350°C, 總壓力 24,000파운드 容量을 가진 油壓式 熱壓機를 使用하였다.

(2) 카울 : 加熱板과 乾燥材 사이에 插入해서 水蒸氣 排除가 잘 되도록 通氣카울(ventilated caul)을 使用하였는데, 카울크기는 두께 6.4mm, 幅 175mm, 길이 254mm이고, 카울形態는 한면에 지름 3.2mm인 구멍을 四方 25mm 間隔으로 뚫고, 다른면에는 矩形의 길이 1.5mm, 幅 4.5mm 홈을 세로 方向으로 판 通氣카울을 使用하였다.

(3) 溫度指示計 : 熱壓中 板材 內部溫度測定에는 熱電式 溫度指示計를 使用하였다. 이 溫度計의 性能은 溫度測定 範圍가 0~400°C이고 精度 ±1deg. 그리고 應答은 中速에 屬하는 것이다. 이 溫度計에는 CA타입의 熱電對와 1C 타입의 補償導線으로 構成된 것을 使用하였다.

(4) 尺寸測定器 : 乾燥材의 壓縮과 復元率 測定에는 精度 0.01mm의 screw micrometer를 使用하였고, 收縮率 測定에는 精度 0.001mm의 comparator를 使用하였다.

(5) 其他 : 板材와 通氣가을 사이에는 80mesh의 鐵絲網을 使用하였고, 두께 測定에는 感度 0.01g의 秤평을 使用하였다.

II 方 法

1. 生材含水率

供試圓板에서 含水率 測定用 試片을 採取하여 乾燥前 무게를 測定하고, 이 試片을 105°C를 유지하는 乾燥器에 넣어서 恒量에 倒達하였을 때의 全乾무게를 測定하여 다음 式 (1)로 生材含水率을 求하였다.

$$U = \frac{W_g - W_o}{W_o} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

U: 含水率(%) W_g: 乾燥前 무게(g)

W_o: 全乾무게(g)

2. 板材 內部溫度

熱板乾燥中 板材의 內部溫도의 變化를 알고자 初期 含水率이 98%이고, 두께 15mm인 板材에 熱板溫度 175°C, 壓力 35psi를 適用한 乾燥條件에서 乾燥中 板材의 內部溫度를 測定하였다. 溫도의 測定位置는 板材 橫斷面에서 材長의 1/4이 되는 곳에 두께의 중앙이 지

를 3.5mm의 구멍을 깊이 3cm까지 관 후에 熱電對를 挿入하여 内部溫度를 測定하였다.

3. 乾燥時間

熱板乾燥時에 内部溫度 140°C, 150°C, 160°C에 倒達時에 板材의 두께, 初期含水率, 末期含水率 等の 因子와 乾燥時間과의 關係를 알기 위하여, 표 2와 같은 두께와 初期含水率을 가진 供試片을 熱板溫度 175°C, 壓力 35psi로 熱板乾燥하여, 内部溫度가 140°C, 150°C, 160°C에 倒達되는 乾燥時間을 各各 測定하고, 그 때의 末期含水率을 式 (2)로 求하였다.

4. 乾燥中 含水率과 乾燥速度

熱板乾燥와 天然乾燥의 乾燥中 含水率(current moisture content)과 乾燥速度를 알기 위하여, 熱板乾燥의 경우는 두께 16mm 板材에 熱板溫度 175°C, 壓力 35psi를 適用한 乾燥條件에서 5分 間隔으로 板材 무게를 測定하여 含水率과 乾燥速度를 구하였다. 乾燥中 含水率의 計算은 먼저 末期含水率(final moisture content)을 式 (2)로 求하고, 이를 利用하여 板材의 全乾무게를 式 (3)으로 求하였다. 이 全乾무게와 板材의 乾燥中 무게를 利用하여, 板材의 乾燥中 含水率을 式 (4)로 求하였다. 天然乾燥의 경우는 熱板乾燥에서 供試한 같은 크기의 板材를 6月 4日부터 7月 1日까지 건조대에 貯藏하여, 乾燥日數 3日間隔으로 板材 무게를 測定하여 乾燥中 含水率과 乾燥速度를 구하였다.

그리고 熱板乾燥와 天然乾燥의 乾燥時間別 乾燥速度는 式 (5)로 求하였다.

U_f = (W_mf - W_o) / W_o * 100(2)

U_f: 末期含水率(%)

W_mf: 末期含水率 試驗片의 乾燥前 무게(g)

W_o: 末期含水率 試驗片의 全乾무게(g)

W_bo = (W_bf / (1 + U_f/100)) * 100(3)

W_bo: 板材의 全乾무게(g)

W_bf: 乾燥末期의 板材 무게(g)

U_t = (W_bt - W_bo) / W_bo * 100(4)

U_t: t乾燥時間의 乾燥中 含水率(%)

W_bt: t乾燥時間의 板材 무게(g)

R = (dg / dt) / W_bo(5)

R: 乾燥速度 H2O(g)/W_bo(g)·min.

g: 除去된 水分量(g) t: 乾燥時間(min)

5. 寸數變化

熱板乾燥를 實施할 때에 乾燥時間과 壓力이 徑目材의 收縮率과 復元率에 미치는 影響을 알기 위해 熱

板溫度 175°C와 壓力 35psi로 一定하게 하고, 乾燥時間 10分, 20分, 30分, 40分, 50分別로 熱板乾燥한 것과 熱板溫度를 175°C로 一定하게 하고, 壓力을 20psi, 35psi, 50psi로 熱板乾燥한 것의 收縮率을 式 (6)으로 求하였고, 復元率을 式 (7)로 求하였다. 復元率을 求할 때에는 乾燥한 板材를 恒溫恒濕器에 넣어 溫度 20°C, 關係濕度 65%에서 恒量이 될 때까지 調濕處理를 實施하였다.

C = (t - t_c) / t * 100(6)

C: 收縮率(%) t: 乾燥前 寸數(mm)

t_c: 乾燥後 寸數(mm)

r = (t_r - t_c) / (t - t_c) * 100(7)

r: 復元率(%) t_r: 復元後 寸數(mm)

6. 生材比重, 平衡含水率 및 收縮率

溫度 175°C와 壓力 35psi로 45分間 熱板乾燥한 板材와 天然乾燥材의 生材比重, 平衡含水率 및 收縮率은 다음과 같이 測定하여 比較하였다.

① 生材比重: 生材의 부의와 全乾무게로 求하였다.

② 平衡含水率: 두가지 乾燥材를 恒溫恒濕器를 利用하여 含水率 12%가 되는 溫度 20°C와 關係濕度 65%條件에서 恒量이 될 때까지 調濕處理를 하여 式 (1)로 平衡含水率을 求하였다.

③ 收縮率: 두가지 乾燥材의 徑斷方向의 全收縮率을 式 (8)로 求하고, 抗收縮率은 式 (9)로 求하였다.

S_r = (l_g - l_o) / l_g * 100(8)

ASE = (S_c - S_r) / S_c * 100(9)

l_g: 生材길이(mm), l_o: 全乾길이(mm)

S_c: 天然乾燥材의 徑斷方向 全收縮率(%)

S_r: 熱板乾燥材의 徑斷方向 全收縮率(%)

結果 및 考察

1. 生材含水率

이테리포푸라의 心材와 邊材의 含水率은 表 1과 같이, 心材의 平均 生材含水率과 標準偏差는 198%±23.15로서, 邊材의 平均 生材含水率과 標準偏差 83%±12.8보다 훨씬 많았다. 一般的으로 나무의 邊材는 心材보다 生材含水率이 많은 것으로 알려져 있으나, 이와는 반대로 心材가 邊材보다 含水率이 매우 많은 것이 特徵이다. 邊心材 平均 生材含水率과 標準偏差는 112%±15.15이었다. 이 값은 Jo et al(1974)⁷⁾가 報告한 이테리포푸라 I-214의 生材含水率 121%보다 약간 작은

값을 나타내고 있다. 生材含水率は 樹種, 個體, 部位에 따라 相異하고, 同일 樹種內에서도 樹齡, 比重, 季節, 生長地, 遺傳因子 等에 따라 다르다. 同일 個體일 지라도 心材와 邊材, 春材와 秋材, 樹高部位에 따라 다른 것으로 알려져 있다.¹¹⁾

Table 1. Green moisture content(%)

Wood type	Mean	Range	S.D.	C.V.
Sapwood	198	159-241	23.15	0.12
Heartwood	83	66-114	12.80	0.15
Mixed hrtwd & sapwood	112	80-135	15.15	0.14

2. 乾燥中 内部溫度

初期含水率이 98%인 板材의 乾燥時間에 따른 内部溫도의 變化는 그림 1과 같이 内部溫度는 乾燥時間 5분에 114°C까지 급속히 上昇한 다음, 乾燥時間 20분까지는 119°C로 15분 동안 거의 一定하게 유지되고, 20分以後부터 서서히 上昇하여 乾燥時間 40分後에 이르러 150°C에 倒達하였다. 즉, 内部溫도의 變化를 보면 乾燥初期에 内部溫度가 거의 一定하게 유지되는 단계, 内部溫度가 서서히 上昇하는 단계 등을 나타내고 있다. 内部溫度가 거의 일정하게 유지되는 plateau temperature의 범위는 114~119°C를 나타내고 있다. 乾燥時間 20분까지는 木材内部에 自由水가 存在하는 것을 알 수 있다. 따라서 진도된 熱은 自由水 증발에 소모되기 때문에 内部溫度가 거의 一定하게 유지되는 것이다. 乾燥時間이 20분이 경과한 이후에는, 内部溫度가 서서히 上昇하는 것은 木材内部에 自由水가 거의 除去되고 吸着水만이 남게 되어, 乾燥에 必要한 熱소모가 감소하는 현상으로 볼 수 있다.

포푸라材에 對한 内部溫도의 研究報告로서 Turkia

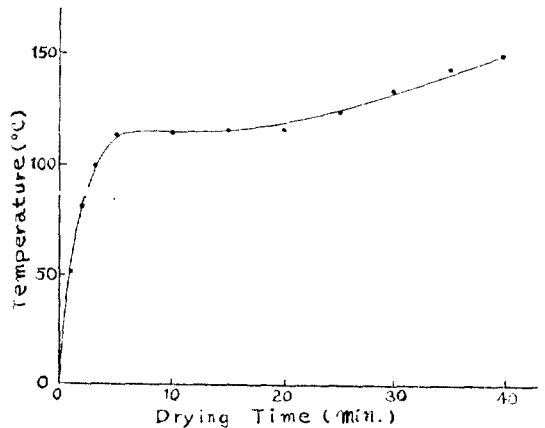


Fig. 1. Temperature behavior at core of board for thickness of Italian poplar. Platen temperature was 175°C

(1968)²⁷⁾는 aspen 邊材의 内部溫度가 3가단계로 變化되는 것으로 報告한 內容과 本 研究의 結果와 잘 일치하고 있다. 또한 内部溫度는 木材의 透過性, 初期含水率, 壓力, 熱板溫度에 따라 좌우된다고 報告하였으며, Haygreen(1968)⁴⁾은 aspen邊材의 内部溫度는 板材두께에 따라 相異하다는 사실을 報告한 바 있다. 그리고 鄭(1977)⁸⁾이 상수리나무에서 調査한 内部溫도와 비교하면, 포푸라材는 상수리나무보다 plateau temperature가 낮고 그 유지시간도 짧았다. 이와 같은 사실은 상수리나무의 初期含水率이 낮은데 基因된 것으로 생각된다.

3. 乾燥時間

板材의 内部溫度가 140°C, 150°C, 160°C일때의 含水率과 乾燥時間을 測定한 結果는 表 2와 같다. 그리고 板材의 두께, 初期含水率, 含水率에 對한 乾燥時間의 關係를 統計分析한 結果는 表 3과 같다.

Table 2. Drying time and final moisture content

Core temp. (°C)	No.	Sample		Final moisture content(%)	Drying time (min.)
		Thickness(mm)	Initial moisture content(%)		
140	1-1	8.7	84.8	9.7	12.0
	1-2	8.3	86.8	9.8	11.0
	1-3	8.2	87.5	4.3	12.0
	1-4	6.9	95.1	42.4	3.0
	1-5	6.4	90.4	16.2	6.0
	Mean			16.48	8.8
	S.D.			15.09	4.09
	C.V.			0.92	0.46

	2-1	15.8	95.9	14.5	27.0
	2-2	15.5	98.8	4.3	33.0
	2-3	15.1	99.7	5.3	29.0
	2-4	15.1	97.0	4.9	30.0
	2-5	15.7	94.8	2.3	35.0
	Mean			6.3	30.8
	S.D.			4.75	3.19
	C.V.			0.76	0.10
	3-1	23.2	88.8	2.4	83.0
	3-2	23.2	89.1	3.4	75.0
	3-3	24.0	79.4	5.0	73.0
	3-4	25.3	86.7	2.4	84.0
	3-5	26.1	108.1	2.2	85.0
	Mean			3.1	80.0
	S.D.			1.17	5.57
	C.V.			0.38	0.07
150	1-1	8.6	88.5	8.4	11.0
	1-2	8.3	103.7	8.2	13.0
	1-3	6.6	110.8	14.1	8.0
	1-4	6.5	105.5	20.0	6.0
	1-5	8.0	102.4	11.4	14.0
	Mean			12.4	10.4
	S.D.			4.88	3.36
	C.V.			0.39	0.32
	2-1	13.7	103.5	3.4	30.0
	2-2	15.7	64.5	3.8	37.0
	2-3	15.1	103.4	4.8	38.0
	2-4	15.5	90.0	3.4	36.0
	2-5	15.0	96.5	7.8	32.0
	Mean			4.6	34.6
	S.D.			1.86	3.44
	C.V.			0.40	0.10
	3-1	24.7	75.8	2.2	96.0
	3-2	24.8	113.7	3.5	81.0
	3-3	24.1	111.9	4.3	96.0
	3-4	24.6	92.5	2.7	96.0
	3-5	23.1	87.6	2.2	95.0
	Mean			3.0	92.8
	S.D.			0.91	6.78
	C.V.			0.31	0.07

160	1-1	7.4	90.8	4.0	10.0
	1-2	7.0	113.7	6.4	13.0
	1-3	7.6	103.0	5.9	12.0
	1-4	6.8	86.5	3.6	9.0
	1-5	7.7	98.2	10.1	9.0
	Mean			6.0	10.6
	S.D.			2.59	1.82
	C.V.			0.43	0.17
	2-1	15.4	105.0	5.3	39.0
	2-2	15.6	85.1	2.3	35.0
	2-3	15.0	104.1	4.8	31.0
	2-4	15.4	103.0	3.9	34.0
	2-5	15.8	118.9	1.1	47.0
	Mean			3.5	37.2
	S.D.			1.75	6.18
C.V.			0.50	0.17	
3-1	23.4	87.4	3.2	96.0	
3-2	23.7	93.9	3.7	77.0	
3-3	25.3	117.2	1.0	137.0	
3-4	24.1	72.2	2.7	130.0	
3-5	24.2	93.7	3.7	84.0	
Mean			2.9	104.8	
S.D.			1.25	27.18	
C.V.			0.44	0.26	

Table 3. Summary table of multiple linear regression

Core temp.	Regression equation	F	R
140°C	$y=7.010+4.349x_1-0.394x_2+0.033x_3$	105.14**	0.983**
150°C	$y=-31.672+5.596x_1-0.0184x_2+1.244x_3$	98.00**	0.982**
160°C	$y=-21.995+5.437x_1-0.074x_2-1.177x_3$	23.05**	0.929**

y : Drying time(min.)

x_1 : Board thickness(mm)

x_2 : Initial moisture content(%)

x_3 : Final moisture content(%)

板材의 内部溫度가 140°C인 경우 두께別로 알아보면 두께 7.7mm 板材는 乾燥時間 8.8분에 末期含水率 16.6%이고, 두께 15.4mm 板材는 乾燥時間 30.8분에 末期含水率 6.3%이었으며, 두께 24.5mm 板材는 乾燥時間 80분에 末期含水率 3.1%이었다. 板材두께(x_1), 初期含水率(x_2), 末期含水率(x_3)에 對한 乾燥時間(y)의 重回歸式은 $y=7.010+4.349x_1-0.394x_2+0.033x_3$ 이며, 重相關係數가 $R=0.983$ 으로 高度의 有意性을 보여 주는 狀態에서 回歸係數도 高度의 有意性을 보여 주

고 있다.

板材의 内部溫度가 150°C인 경우 전체 板材의 平均 乾燥時間은 45.9분이 所要되고, 末期含水率은 6.7%이었다. 各 두께別로 알아보면 두께 7.6mm 板材는 乾燥時間 10.4분에 末期含水率 12.4%이고, 두께 15.0mm 板材는 乾燥時間 34.6분에 末期含水率 4.6%이었으며, 두께 24.3mm 板材는 乾燥時間 92.8분에 末期含水率 3.0%이었다. 板材두께(x_1), 初期含水率(x_2), 末期含水率(x_3)에 對한 乾燥時間(y)의 重回歸式은 $y=-31.$

672+5.596x₁-0.0184x₂+1.244x₃이며, 重相關係數가 R=0.982로 高度의 有意性을 보여주는 狀態에서 回歸係數도 高度의 有意性을 보여주고 있다.

板材의 內部溫度가 160°C인 경우 전체 板材의 平均 乾燥時間은 50.9분이 所要되고, 末期含水率 4.1%이었다. 板材의 두께別로 알아보면 두께 7.3mm 板材는 乾燥時間 10.6분에 末期含水率 6.0%이고, 두께 15.4mm 板材는 乾燥時間 37.2분에 末期含水率 3.5%이었으며, 두께 24.2mm 板材는 所要乾燥時間 104.8분에 末期含水率 2.9%이었다. 板材두께(x₁), 初期含水率(x₂), 末期含水率(x₃)에 對한 重回歸式은 y=-21.955+5.437x₁-0.074x₂-1.177x₃이며, 重相關係數가 R=0.929로 高度의 有意性을 보여주는 狀態에서 回歸係數도 高度의 有意性을 보여주고 있다.

板材의 內部溫度가 높을수록 所要乾燥時間은 길어지나 含水率은 減少하고 있었다. 또한 同一한 內部溫度 일지라도 板材의 두께가 두꺼울수록 內部溫度의 差異別에 따른 所要乾燥時間의 差異는 커지나, 末期含水率의 差異는 오히려 적어지는 경향을 나타내고 있다.

Turkia(1968)²⁷⁾가 報告한 內部溫度와 乾燥時間의 關係는 두께 3/4인치 板材를 熱板溫度 340°F 條件에서, 內部溫度 290°F에 到達되는 乾燥時間은 無通氣카울의

경우 59分, 通氣카울만의 경우 55分, 通氣카울과 40 mesh의 wire cloth를 使用한 경우 66분이 各各 所要되었는데, 使用한 카울의 타입에 따라 乾燥時間이 異異하였다. 이는 熱傳導率과 表面通氣의 程度가 다른데 基因된 것으로 報告하였다. 本 實試의 條件과는 板材두께, 熱板溫度, 內部溫度 등이 달라서 乾燥時間의 精確한 比較는 어려웠다.

4. 乾燥中 含水率과 乾燥速度

1) 熱板乾燥: 乾燥時間別에 다른 乾燥中 含水率과 乾燥速度는 表 4와 같다. 乾燥時間 t에 對한 乾燥中 含水率 u, 그리고 乾燥速度 r의 關係를 統計分析한 結果는 表 5와 같이, 各 乾燥時間에 있어서 乾燥中 含水率에 對한 回歸式 log u=4.658-0.060t이며, 相關係數가 R=-0.990로 高度의 有意性을 보여주는 狀態에서 回歸係數는 高度의 有意性을 보여주고 있다. 그리고 乾燥速度에 對한 回歸式 log r=-2.797-0.049t이며, 相關係數가 R=-0.992로 高度의 有意性을 보여주는 狀態에서 回歸係數는 高度의 有意性을 보여주고 있다.

熱板乾燥에서 乾燥中 含水率은 乾燥時間의 경과에 따라 급속히 減少하고, 또한 乾燥時間의 경과에 따른 乾燥速度도 대단히 크게 감소하는 事實을 알 수 있다.

Table 4. Current moisture content(%) and drying rate(10⁻⁴ H₂O(g)/min.W_{b0}(g) during press drying

No	Original thickness (mm)	Initial moisture content (%)	Current moisture content and drying rate								
			5min.	10min.	15min.	20min.	25min.	30min.	35min.	40min.	45min.
1	17.0	103.1	80.4 (54)	64.3 (322)	51.7 (253)	40.9 (216)	31.8 (182)	23.9 (160)	16.7 (144)	10.3 (127)	6.1 (85)
2	15.4	98.1	70.2 (559)	46.4 (476)	31.5 (299)	20.5 (219)	12.2 (168)	6.4 (116)	3.4 (61)	1.9 (30)	1.2 (14)
3	15.9	112.4	91.7 (414)	71.2 (393)	55.4 (316)	42.6 (256)	32.6 (201)	24.6 (160)	17.6 (139)	12.3 (107)	8.4 (79)
4	16.6	104.4	85.0 (390)	60.4 (491)	50.3 (203)	39.0 (226)	29.9 (181)	21.5 (170)	15.1 (127)	10.4 (96)	6.9 (70)
5	17.2	102.7	84.8 (358)	62.3 (450)	47.7 (292)	36.9 (218)	28.2 (174)	20.3 (158)	14.4 (118)	9.8 (92)	6.9 (59)
Mean	16.4	104.1	82.4 (435)	60.9 (426)	38.7 (273)	36.0 (227)	26.9 (181)	19.3 (153)	13.4 (118)	8.9 (90)	5.9 (61)

Note: () drying rate

Table 5. Summary table of regression relation between current moisture content(u) and drying time(t), drying rate(r) and drying time

Kind	Regression equation	F	R
Current moisture content(u)	log u=4.658-0.060t	430.86**	-0.990**
Drying rate	log r=-2.297-0.049t	457.26**	-0.992**

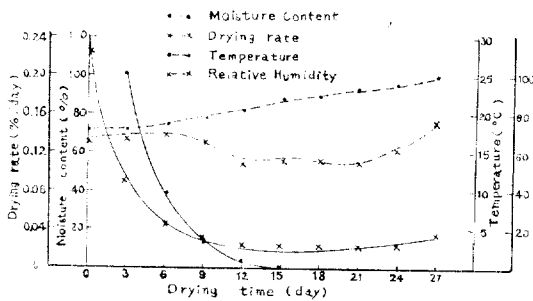


Fig. 2. Current moisture content and drying rate during air drying

熱板乾燥의 경우는 다른 乾燥法에 비해 高溫의 加熱板에서 木材로 많은 熱이 용이하게 傳導될 수 있기 때문에, 木材內 含有水分을 木質과 分離, 氣化, 移動을 촉진시켜 乾燥速度가 커지는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 급속한 乾燥에도 불구하고, warping이 일어나지 않는 理由는 乾燥中에 熱板에 依해 억제되고 있기 때문에 外形上의 變形이 防止되고, 신속한 乾燥가 이루어지는 點점이 있다.

2) 天然乾燥: 乾燥日數別에 따른 乾燥中 含水率과

乾燥速度, 그리고 乾燥場의 溫度와 關係溫度의 變化는 그림 2와 같이 初期含水率이 112.4%인 板材의 乾燥中 含水率은 乾燥日數 3日만에 46.2%로 급속히 감소하였고, 乾燥日數 6日에서 23.1%로, 乾燥日數 12日에서 12.2%까지 乾燥되었다. 乾燥日數 12日以後부터는 大氣의 溫度와 關係溫度의 變化에 따라 木材의 含水率이 과우되었다. 乾燥速度도 乾燥中 含水率의 變化에서와 같이 비슷한 경향으로 나타나고 있다. 乾燥速度는 乾燥初期에 木材內 自由水가 乾燥되는 동안에는 매우 컸으나, 乾燥後期の 吸着水의 乾燥期間에는 매우 적음을 알 수 있다. 따라서 木材를 乾燥할 때 高含水率材는 人工乾燥를 實施하기 前에 天然乾燥를 實施하여도, 섬유 포화점까지는 비교적 신속하게 乾燥될 수 있음을 알 수 있다. 그러나, 天然乾燥의 경우는 天候의 支配를 크게 받는 點점이 있다.

5. 寸數변화

乾燥時間別에 따른 校目板材의 두께와 幅 變化는 表 6과 그림 3과 같다. 그리고 乾燥時間과 두께 收縮率의 關係를 統計分析한 結果는 表 7과 같다.

Table 6. Dimensional change and current moisture content in different drying times

No.	Thickness shrinkage					Width shrinkage					Current moisture content					
	10min.	20min.	30min.	40min.	50min.	10min.	20min.	30min.	40min.	50min.	I.M.C.	10min.	20min.	30min.	40min.	50min.
1	4.1	14.1	19.1	25.6	29.4	-0.23	-0.23	-0.23	-0.34	-0.70	143.6	74.3	44.7	26.4	13.0	5.5
2	8.7	18.0	31.1	37.5	40.2	-0.22	-0.45	0.11	0.22	0.00	132.5	59.6	31.1	11.8	4.0	0.6
3	8.3	17.8	28.0	34.3	39.0	-0.11	0.45	0.57	0.00	-0.34	128.4	64.4	33.0	15.2	5.5	2.1
4	7.4	16.6	30.2	38.5	41.1	-0.23	-0.58	0.00	-1.4	-1.90	129.1	73.1	42.0	23.7	11.5	3.4
5	9.4	24.1	31.1	34.3	37.1	-1.03	-0.57	-1.61	-1.83	-2.30	141.1	73.1	41.4	21.2	9.4	4.8
Mean	7.6	18.1	27.9	34.0	37.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.7	-1.1	134.9	68.9	38.4	19.7	8.7	3.3

Negative value mean expansion

Table 7. Summary table of regression between shrinkage and drying time (t)

	Regression equation	F	R
Thickness shrinkage	$\log y = 1.933 + 0.038t$	18.35*	0.927*
Width shrinkage	$y = -0.692 + 0.043t - 0.001t^2$	40.73**	0.984**

두께 收縮率은 乾燥時間 10분에 7.6%, 20분에 18.1%, 30분에 27.9%, 40분에 34.0% 그리고 50분에는 37.4%로 증가하고 있었다. 乾燥時間(x)에 對한 두께 收縮率(y)의 回歸式을 $\log y = 1.933 + 0.038x$ 이며, 相關係數가 $R = 0.927$ 로 有意性을 보여주는 狀態에서 回歸係數도 有意性을 보여주고 있다.

板材幅은 乾燥時間 10분에 0.4%, 20분에 0.3%, 30분에 0.2%, 40분에 0.7%, 50분에 1.1%로 膨脹하고 있었는데, 乾燥初期에 일단 膨脹된 量이 乾燥時間 30분까지는 다시 收縮하다가, 그 以後는 다시 膨脹되고 있었다. 乾燥時間(x)에 對한 두께 膨脹(y)의 關係는 二次項式의 曲線으로 나타나고 있어, 이의 曲線回歸式은

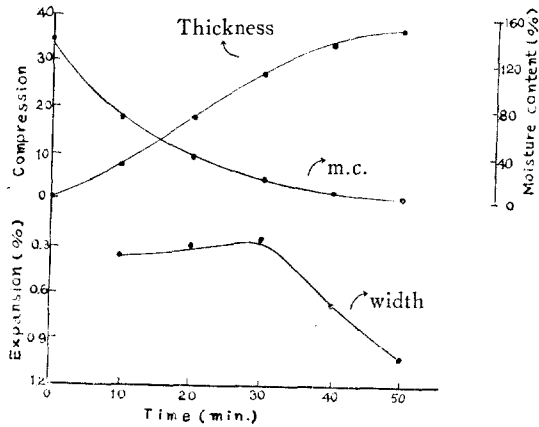


Fig. 3. Change in thickness and width of board at 35psi and 175°C

$y = -0.692 + 0.043x - 0.001x^2$ 이며 相關係數가 $r = 0.984$ 로 高度의 有意性을 보여주는 狀態에서, 回歸係數도 高度의 有意性을 나타내고 있다. 이와 같은 현상은 乾燥初期 壓縮外力에 依해 幅이 늘어났다가, 乾燥가 됨에 따라 收縮이 되고 어느 정도 乾燥된 以後에는, 收縮量이 감소됨에 따라 收縮量이 膨脹量보다 적어짐으로, 전체적으로는 膨脹하는 현상을 나타내게 되는 것으로 생각된다.

壓力別 柁目板材의 두께 收縮率은 表 8과 같이 壓力 20psi에서 17.3%, 35psi에서 22.8%, 50psi에서 52.8% 까지 收縮하였는데, 壓力이 커질수록 收縮率은 증가하였다. 熱壓下에 乾燥된 木材는 壓力除去에 따른 原形으로 회복과 平衡狀態까지 吸濕에 依한 膨潤이 일어날 수 있다. 乾燥한 板材는 關係濕度 65%, 溫度 20°C

Table 8. Shrinkage and recovery

Pressure (psi)	No.	Final moisture content (%)	shrinkage (%)		Recovery (%)
			Thickness	Width	Thickness
20	1	2.5	16.1	0.3	12.2
	2	2.1	15.7	0.2	16.5
	3	1.9	17.7	0.2	10.8
	4	1.4	20.0	0.1	8.0
	5	2.5	16.8	0.2	4.1
	Mean	2.1	17.3	0.2	10.3
	S.D.	0.46	1.71	0.07	4.64
35	1	2.2	23.7	0.3	13.8
	2	2.4	24.9	0.1	12.0
	3	2.1	22.7	1.1	15.2
	4	2.0	18.4	0.3	10.1
	5	1.5	24.1	0.5	10.8
	Mean	2.0	22.8	0.5	12.4
	S.D.	0.34	2.56	0.37	2.11
50	1	2.6	52.5	-0.2	4.7
	2	1.5	55.1	0.4	4.3
	3	1.9	49.5	-0.2	11.0
	4	2.0	51.7	0.1	4.8
	5	2.4	55.0	-0.4	3.1
	Mean	2.1	52.8	-0.1	5.6
	S.D.	0.43	2.36	0.31	3.10
C.V.	0.21	0.04	-3.12	0.55	

의 條件으로 調濕處理한 경우 두께 復元率은 壓力 20psi에서 10.3%, 35psi에서 12.4% 그리고 50psi에서 5.6%를 나타내고 있어, 35psi에서 復元率이 가장 크고, 50psi에서 復元率이 가장 적었다. 이러한 結果는 높은 壓力에서는 收縮率이 매우 커질 뿐만아니라, 약간의 塑性變形이 일어나서 壓力 除去에 따른 復元率이 減少되는 것으로 생각된다.

木材는 一般의으로 纖維飽和點以下에서만 收縮하게 되는 것이 原則이나, 熱壓乾燥時에는 纖維飽和點 以上에서도 收縮하고 있었다. 그리고 두께의 收縮은 正常的인 경우보다 훨씬 크나, 幅의 收縮은 훨씬 적은 경향을 나타내고 있었는데, 이는 壓縮外力에 의한 加壓收縮 현상으로 받아 들일 수 있다. 이와 같은 加壓收縮에 대해 Kollmann(1975)¹²⁾은 Perkitny(1937, 1938), Keylwerth(1962) 등의 實驗結果를 인용 報告한 바 있으며, Zieger(1971)³⁰⁾은 eastern hemlock의 收縮率은 壓力이 높고, 乾燥時間이 길수록 收縮率은 커진다고 하였고, Wang(1975)²⁹⁾은 참나무의 收縮率은 壓力, 初期含水率, 末期含水率에 따라 變한다고 報告한 바 있다. 本 實驗의 結果는 上記 報告內容의 條件에 따라 相應하였다.

6. 生材比重, 平衡含水率 및 全收縮率

溫度 175°C와 壓力 35psi로 45分間 乾燥한 熱板乾燥材와 天然乾燥材의 生材比重, 平衡含水率 및 徑斷方向의 全收縮率은 表 9와 같다.

熱板乾燥材의 生材比重은 0.35이고, 天然乾燥材는 0.28로서 두 乾燥材 사이에는 有意的인 差異가 나타났다. 熱板乾燥材는 天然乾燥材의 生材比重을 기준해서 25% 증가하였다. 熱板乾燥材는 壓縮에 의해 細胞膜이

緻密化되고 細胞空隙이 縮小되기 때문에 증가되는 것으로 生覺된다. Tarkow et al(1968)은 red wood와 탄풍나무를 수질 psi 壓力과 260°C 溫度의 연속적인 belt press에 處理함으로써 表面의 比重이 1.0까지 증가됨을 報告하였다. Haygreen(1969)는 lobolly pine 邊材를 熱板乾燥함으로써 比重 1.0까지 증가되는 事實을 報告하였다. 그리고 yellow birch의 로타리 單板을 積層할 때 常溫에서 만들어진 積層材의 比重은 0.70에 지나지 않으나, 加熱壓縮處理로 만들어진 積層材의 比重은 1.4까지 증가되는 事實을 報告하였다.²⁸⁾

熱板乾燥材와 天然乾燥材를 溫度 20°C, 關係濕度 65% 條件에서 求한 平衡含水率은 熱板乾燥材가 8.6%이고, 天然乾燥材는 11.3%로서 두 乾燥材 사이에 有意的인 差異가 나타났다. 熱板乾燥材의 平衡含水率은 天然乾燥材를 기준하였을 때에 24% 감소하였다. 熱板乾燥材의 平衡含水率은 高溫處理에 의해 木材의 吸濕性이 떨어지는데 基因한 것 같다. Panshin(1970)¹⁷⁾은 木材가 全乾됨으로 해서 親水性 水酸基의 20% 정도가 직접 結合됨으로 吸濕性이 감소된다고 報告하였다. Koch(1972)¹¹⁾은 結合水가 除去된 木材는 極性的 水酸基들이 서로 만족할 만큼 접근해 있으므로, 收縮이 일어나며 이 結果로 吸濕性이 감소된다고 하였다. Turkia(1968)²⁷⁾은 aspen邊材의 熱板乾燥材와 天然乾燥材의 반복된 關係濕度別에 따른 平衡含水率은 關係濕度 43%인 경우 天然乾燥材의 것은 8.01%, 熱板乾燥材의 것은 5.36%이고, 關係濕度 82%인 경우 天然乾燥材의 것은 15.05%, 熱板乾燥材의 것은 12.57%로서 熱板乾燥材의 平衡含水率은 天然乾燥材의 것보다 낮았다. 이와같이 熱板乾燥材는 乾燥中 高溫處理를 받음으로써 吸濕性이 감소되어 無處理材보다 平衡含水率이 떨어져

Table 9. Green volume specific gravity, equilibrium moisture content, radial shrinkage from green to oven-dry and antishrink efficiency of press dried wood and air dried wood

Sample No.	Green volume sp. gr.		E.M.C. (%)		Radial shrinkage (%)		ASE
	Press dried wood	Air dried wood	Press dried wood	Air dried wood	Press dried wood	Air dried wood	
1	0.35	0.29	8.8	11.0	2.72	3.21	15.3
2	0.35	0.29	8.6	11.7	4.63	4.98	7.0
3	0.35	0.27	8.3	12.2	2.13	3.68	42.1
4	0.35	0.29	8.5	10.8	3.91	5.41	27.7
5	0.34	0.28	8.3	11.0	3.00	5.36	44.0
6	0.35	0.26	9.3	11.1	2.62	3.76	30.3
Mean	0.35	0.28	8.6	11.3	3.17	4.40	27.7
T value	t=12.43** > 3.71=t0.01		t=8.72**		t=4.04**		

게 된다.

熱板乾燥材와 天然乾燥材의 徑斷方向의 全收縮率은 熱板乾燥材의 것이 3.17%이고, 天然乾燥材의 것이 4.40%로서 두 乾燥材 사이에 有意的인 差異가 나타났다. 그리고 熱板乾燥材의 寸수安定度를 나타내는 抗收縮率은 27.7%이었다. Seborg(1953)²²⁾, Koch(1972)¹¹⁾은 150°~300°C 溫度에서, 人工乾燥한 木材는 乾燥時間에 따라 다르나, 無處理材에 比해서 60%까지의 寸수安定度를 얻을 수 있다고 하였으며, Koch(1972)¹¹⁾은 熱壓處理한 Staypack의 收縮率은 無處理材보다 幅方向에서는 적지만 두께 方向에서는 크다고 하였다. 美國 林產研究所에서 報告한 積層材의 두께 方向의 寸수安定度는 無處理 積層材는 不過 9.9%이나, 熱壓 積層材는 29%로 크게 改善되었다.²⁸⁾ Kollmann(1975)는 木材의 構造水가 상실될 때까지 加熱된 木材는 收縮率이 감소된다고 하였다. 그리고 乾燥濕度가 높고 時間이 길 수록 收縮率은 더욱 감소한다고 하였으며, 180°C에서 일주일 加熱에 의해 收縮率과 膨脹率이 40% 감소함을 報告하였다. Mittmeier(1967)¹⁾은 참나무류를 除外한 樹種의 幅 寸수安定度는 熱板乾燥材가 熱氣乾燥材보다 30~60% 더 크다고 하였으며, Turkia(1968)²⁷⁾도 Aspen邊材의 熱板乾燥材 寸수安定은 幅方向에 있어서 改善된다고 報告하였다. 本 試驗에서 熱板乾燥材의 徑斷方向 收縮率은 天然乾燥材를 기준하여 比較할 때 28% 감소하였다.

本 試驗에서 얻어진 熱板乾燥材는 天然乾燥材에 比해서 生材比重은 증가하고, 平衡含水率과 收縮率은 감소하였으며, 上記 報告者의 報告內容과는 相應하고 있다. 따라서 木材를 熱板乾燥하면 比重의 증가와 水分에 對한 寸수安定 效果를 얻을 수 있다. 그래서 이내리포푸라와 같이 생장은 빠르나, 比重이 적고 寸수가 不安定한 木材는 熱板乾燥를 適用함으로써 보다 높은 比重과 強度 그리고 寸수 安定이 要하는 目的에 使用할 수 있다.

引 用 文 獻

- Cech, M. Y., Goulet, M. 1968. Transverse compression treatment of wood to improve its drying behavior. Forest Prod. J. Vol. 18, No. 5:90-91.
- Cech M. Y., 1970. Dynamic tansverse compression treatment to improve drying behavior of yellow birch. Forest Prod. J. 21(2).
- Hann, R. A. 1966. Theoretical considerations in the drying of wood at pressures above atmos
- pheric. Forest Prod. J. 16(4).
- Haygreen, J. G. and Turkia, 1968. Technical and economic considerations in the platen drying of aspen sapwood and paper birch cut stock. Forest Prod. J. Vol. 18, No. 8.
- Heebink, B. G. and K. C. Compton, 1966. Paneling and flooring From low grade hardwood logs. U. S. Forest Service Res. Note, EPL-0122: 24.
- Hittmeier, M. E., G. L. Comstock and R. S. Hann. 1968. Press drying nine species of wood. Forest products journal Vol. 18. No. 9-996.
- Jo, J. M., S. G. Kang. Y. D. Lee. H. S. Jung. J. M. Ahn. J. S. Shim. 1974. studies on the propretics of Populus grown in Korea. Res. Rep. of the Forest Research Institute. No. 21.
- Jung H. S. and P. W. Lee. 1977. Study on press-drying of sapwood and heartwood of oak. J. of Korean forestry society No. 36.
- Kimball, K. E., 1968. Accelerated methods of drying thick sliced and thin-wawed lobolly pine. Forest Prod. J. Vol. 18, No. 1.
- Koch, Peter, 1964. Techniques for drying thick southern pine veneer. Forest Prod. J. 14(9):382-386.
- Koch, P. 1972. Utilization. of the southern pines Vol. I. Raw material. USDA Forest Service. U. S. Government Printing office.:307-314.
- Kollmann, F.F.P. and W. A. Cote 1968. Principles of wood Science and technology. Vol. I. Springer Verlag.
- Kollmann. F.F.K., E.W. Kuenai and A.J. Stamm. 1975. Principles of wood Science and Technology Vol. 2. Springer Verlag.
- Ladell, J. L., 1956. High temperature drying of yellow birch. Forest Prod. J. 6(11).
- Lutz, J. F., and Planger H. R., 1974. Press drying green flat sliced walnut veneer to reduce bucking and the waviness. Forest Prod. J. Vol. 24. No. 5:29-34.
- Mckean, Herber. B. 1966. Hot press drying of beech beech billets. FPRS News Digest, File No. G-1, 7. 29.
- Panshin A. J., Carl De Zeeum and H. P. Brown 1970. Textbook of wood Technology Vol. 2.

18. Salamon, M., 1963. Quality and strength properties of Douglas fir dried at high temperature. *Forest Prod. J.* 13(8).
19. Salamon, M., 1965. Effect of high temperature drying on quality and strength of western hemlock. *Forest Prod. J.* 15(3).
20. Salamon, M., 1969. High temperature drying and its effects on wood properties. *Forest Prod. J.* 19(3).
21. Schmidt, J., 1967. Press drying of beechwood. *Forest Prod. J.* 17(9):107-113.
22. Seborg, R. M., Tarkow, H., and Stamm, A. J. 1953. Effect of heat upon the dimensional stabilization of wood. *J. Forest Prod. Res. Soc.* 3(3).
23. Skaar C. 1972. *Water in Wood*. Syracuss Univ. Press.
24. Stamm, A. J. 1964. *Wood and cellulose science*. Ronald Press Co.
25. 寺澤眞, 筒本卓造, 1976. 木材の人工乾燥, 日本木材加工技術協會.
26. Tarkow, H. and Seborg, R. M., 1968. Surface densification of wood. *For. Prod. J.* 18(9).
27. Turkia. and Haygreen, 1968. Platen drying of aspens sapwood. *Forest Prod. J.* 18(6):43-48.
28. U.S.D.A. 1974. *Wood Handbook*. Agriculture. Handbook. No. 72. U. S. Government Printing Office.
29. Wang, J.H., F.C. Beall. 1975. Laboratory press-drying of red oak. *Wood science* Vol. 8. No. 2.
30. Ziegler, G. A., W. K. Murphey, F. C. Beall. 1971. Operational variables in press drying earstern hemlock. *Forest. Prod. J.* 11(10):32-34.