

熱氣 및 熱水處理가 木材의 理學的 性質에 미치는 影響^{*1}

蘇 元 澤^{*2} · 鄭 希 錫^{*3}

Influence of Oven Heating and Water Heating on the Physical and Mechanical Properties of Wood^{*1}

Won-TeK So^{*2} · Hee-Suk Jung^{*3}

Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of heating periods on the physical and mechanical properties of maple (*Acer mono* Max.) by oven heating and heating in water at 100°C for 0, 2, 4, and 6 days respectively.

The results obtained are summarized as follows:

1. The green volume specific gravity due to oven heating decreased from 6 days of exposure, and that due to heating in water decreased from 4 days of exposure.
2. The radial shrinkage due to oven heating decreased from 2 days of exposure, but that due to heating in water increased from 6 days of exposure.
The tangential shrinkage due to oven heating decreased from 2 days of exposure, but that due to heating in water increased from 2 days of exposure.
3. The amount of water absorption due to oven heating decreased from 2 days of exposure, but that due to heating in water increased from 4 days of exposure.
4. The compressive strength paralled to grain due to oven heating increased till 4 days of exposure but decreased from 6 days, and that due to heating in water decreased from 2 days of exposure.
5. The shearing strength paralled to grain due to oven heating increased till 2 days of exposure, but decreased from 4 days of exposure, and that due to heating in water decreased from 4 days of exposure.
6. The bending strength due to oven heating increased till 4 days of exposure but decreased from 6 days, and that due to heating in water decreased from 6 days of exposure.
7. The impact bending absorbed energy due to oven heating decreased from 4 days of exposure, and that due to heating in water decreased from 2 days of exposure.

Keywords: Maple, mechanical properties, oven heating, physical properties, water heating.

1. 緒 言

우리나라의 木材工業은 急激한 伸張과 繼續的인 木材 加工品의 輸出增大에 따라 多量의 原料材를 必要로 하

고 있으나 國內 林産資源의 不足으로 莫大한 量의 木材를 輸入하여 充當하고 있는 實情이다.

오늘날 木材資源國들의 原木輸出規制로 因하여 原木輸入의 難로 依리되거니 原木價 또한 急激的으로 昂騰

*1. 1980. 4. 5접수 Received for publication on April 5, 서울대학교 農學碩士學位論文일.

This paper is based on the M.S. thesis at Seoul National University.

*2. 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul, Korea 130.

*3. 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, S.N.U. Suwon, Korea 170.

하고 있음은 우리나라 木材工業의 큰 問題點이 되고 있는 바, 이러한 木材資源難을 解決하는 方法에는 여러가지가 있겠으나 加工技術의 改善으로 木材의 利用度를 높이는 것도 하나의 重要한 方法이다 하겠다.

그러나 木材의 加工工程中에는 燻化處理, 人工乾燥, 藥, 藥注入加工의 熱處理가 隨伴된 뿐만 아니라 其他 木材加工 生産過程에서도 熱處理를 받는 境遇가 많다. 特히 木材加工에 있어서 熱水處理, 蒸氣處理, 高溫乾燥等에는 甚한 熱處理를 받게 되는데 이러한 木材熱處理는 材質에 相當한 影響을 미치는 것으로 알려져 있다. 그러나 樹種, 形質, 加熱條件等에 따라 差異가 있을 수 있고 報告者間에도 많은 差異가 있음을 알 수 있다. 따라서 本 實驗은 우리나라에서 比較의 主要한 資源이 되고 있는 槲寄生屬中의 槲寄生나무를 供試材로하여 熱氣와 熱水の 加熱媒體別 處理時間에 따라 몇가지 物理的 性質과 機械的 性質이 어떻게 변하는가를 알기 위해 實施되었다.

2. 研究史

溫度가 木材의 性質에 미치는 影響에 대해서 Hatt (1906)가 報告한 以來 많은 研究結果가 報告된 바 있다. Koehler와 Pillow(1925)는 溫度 138°C에서 8日間 高溫乾燥한 結果 比重이 5% 減少했음을 報告하였고, MacLean(1954)은 樹種別 加熱溫度에 따른 材質變化의 研究에서 槲寄生屬材는 針葉樹材보다 加熱溫度가 增加한 수목 韌強度가 더욱 減少한다는 事實을 報告하였다.

Graham(1957)에 의하면 韌強度는 熱氣乾燥의 境遇 溫度 66°C보다 溫度 88~102°C에서 乾燥한 木材가 強度損失이 7% 程度 더 컸고 熱水處理의 境遇 溫度 88~102°C에 비해 121°C溫度에서 強度損失이 16% 程度 더 컸음을 報告하였으며, Youngs(1957)는 Red oak의 低溫乾燥試驗에서 壓縮強度와 引張強度는 乾燥溫度가 높을수록, 含水率이 낮은수록 強度減少가 顯著하였고 乾燥時間이 길수록 引張強度가 減少함을 報告하였으며, Wood, Erickson 및 Dohr(1960)는 溫度 126°C에서 長時間 蒸氣處理를 한 境遇 強度損失이 40%까지 일어났다고 報告하였다.

Kollman(1961)은 低溫乾燥에 대한 高溫乾燥의 長點으로 木材의 吸濕性이 改善되며 따라서 收縮과 膨潤이 적어진다고 報告하였고 Salamon(1963)은 高溫乾燥에 의한 美松의 材質變化에 關한 研究에서 過熱蒸氣乾燥는 低溫人工乾燥보다 材質變化가 甚하고 107°C 以上에서 甚甚한 材質低下가 일어나며 木材의 吸濕性은 크게 떨어진다 보고하였다. 또한 Salamon(1965)은 Hemlock

의 高溫乾燥材는 低溫乾燥材보다 韌強度 10%, 縱壓縮強度 4% 增加하였다고 發表하였다.

그러나 Kozlik(1967)는 美松과 槲寄生의 低溫乾燥材와 高溫乾燥材의 材質比較에서 高溫乾燥材가 低溫乾燥材에 비해 引張強度 25% 剪斷強度 15~20% 減少하였으나 韌強度는 오히려 14% 增加하였다고 報告하였다.

한편 Thompson(1969)은 Southern pine기종의 乾燥에서 蒸氣處理를 하면 壓縮強度 및 韌強度가 20% 程度 減少하나 蒸氣處理를 하지 않은 熱氣乾燥에서도 10% 以上 減少한다고 報告하였으며, Kozlik(1976)는 美松과 槲寄生의 용이材를 乾燥할 때에 溫度 110°C의 乾燥材는 77°C의 乾燥材보다 縱引張強度가 11% 減少되었음을 報告하였다. 그러나 우리나라에서는 國產材에 대해 熱處理의 材質變化에 대한 研究가 아직 遂行된 바 없다.

3. 材料 및 方法

3.1 材 料

3.1.1 供試材

供試樹種은 江原道產 槲寄生나무(*Acer mono* Max.)로서 直徑 24cm인 原木을 邊長 4cm의 角材로 製材한 後 陰乾하여 供試材로 使用하였다.

3.1.2 供試片

供試片은 試驗內容에 따라 物理的 性質과 機械的 性質로 區分하였으며 供試片의 採取는 End matched sampling方法에 의해 無處理와 熱處理條件別로 各各 4個씩 製作하였다.

3.1.2.1 物理的 性質

生材比重: 邊長 30mm, 길이 100mm인 直六面體로 製作하여 測定하였다.

收縮率: 邊長 30mm, 두께 5mm의 2面이 放射面인 直六面體로 製作하여 放射方向 및 接線方向의 收縮率을 測定하였다.

吸水量: 邊長 30mm, 길이 100mm의 2面이 放射面이고 材軸이 纖維方向과 平行한 直六面體로 製作하여 測定하였다.

3.1.2.2 機械的 性質

縱壓縮強度: 邊長 30mm, 길이 60mm의 材軸이 纖維方向과 平行한 直六面體로 製作하여 測定하였다.

剪斷強度: 邊長 30mm, 길이 40mm의 材軸이 纖維方向과 平行한 直六面體로 製作하여 測定하였다.

韌強度: 邊長 20mm, 길이 320mm의 材軸이 纖維方向

과 平行한 直六面體로 製作하여 測定하였다.

衝擊 靺 吸收에너지: 邊長 20mm, 길이 300mm의 材靺이 纖維方向과 平行한 直六面體로 製作하여 測定하였다.

3.1.3 供試機器

Comparator는 0.001mm까지 測定할 수 있는 SR-2型을 使用하여 物理的 性質을 測定하였고 強度機器는 最大荷重 10 ton의 油壓式 Universal wood testing machine을 使用하여 機械的 性質을 測定하였다.

3.2 方 法

3.2.1 加熱處理

加熱處理는 供試片을 乾燥機에 넣어 加熱하는 熱氣加熱과 끓는 물속에 넣어 加熱하는 熱水加熱로 處理하였다. 加熱條件은 溫度 100°C에서 加熱期間 0日(無處理), 2日 4日, 6日로 各各 處理하였다.

3.2.2 調濕處理

加熱處理한 供試片은 溫度 20°C, 關係濕度 65%를 維持하는 恒溫恒濕器에 넣어 恒量에 達할 때까지 調濕處理해서 材質變化를 測定하였다.

3.2.3 測定方法

3.2.3.1 物理的 性質

生材比重: 生材狀態의 體積과 100°~105°C를 維持하는 Oven內에서 恒量에 達했을 때의 무게를 測定하여 式(1)로 求하였다.

生材比重 = W0 / Vg(1)

W0: 全乾무게 (g)

Vg: 生材體積 (cm³)

收縮率: 方射方向과 接線方向의 全收縮率은 供試片의 橫斷面에 年輪과 直角 및 平行하게 測定基準線을 그린 後 生材일 때와 60°C에서 24時間 乾燥하여 完全히 乾燥되었을 때의 基準線의 길이를 測定하여 式(2)로 求하였다.

全收縮率(%) = (Lg - L0) / Lg x 100(2)

Lg: 生材길이(mm)

L0: 全乾길이(mm)

吸水量: 調濕된 供試片을 25±1°C의 清水 50mm길이에 水面과 纖維方向이 平行하게 位置시켜 24時間 浸水시킨 後 무게를 測定하여 式(3)으로 求하였다.

吸水量(g/cm²) = (W2 - W1) / A(3)

W1: 浸水前의 무게(g)

W2: 浸水完了直後의 무게(g)

A: 供試片의 總面積(cm²)

3.2.3.2 機械的 性質

縱壓縮強度: 調濕된 供試片을 強制板사이에 놓고 每分 約 100kg/cm²의 速度로 荷重을 加하여 最大荷重을 測定한 後 式(4)로 強度를 求하였다.

縱壓縮強度(kg/cm²) = P / A(4)

P: 最大荷重(kg)

A: 荷重面積(cm²)

剪斷強度: 調濕된 供試片의 放射面을 剪斷斷面으로 하고 每分 約 100kg/cm²의 速度로 荷重을 加하여 最大荷重을 測定한 後 式(5)로 強度를 求하였다.

剪斷強度(kg/cm²) = P / A(5)

P: 最大荷重(kg)

A: 荷重斷面積(cm²)

靺 強度: 調濕된 供試片의 材靺 中央 放射面에 每分 約 150kg/cm²의 速度로 荷重을 加하여 最大荷重을 測定한 後 式(6)으로 強度를 求하였다.

靺 強度(kg/cm²) = 3Pl / 2bh²(6)

P: 最大荷重(kg)

l: 스펀길이(cm)

b: 供試片의 폭(cm)

h: 供試片의 두께(cm)

衝擊 靺 吸收에너지: 調濕된 供試片의 放射面을 衝擊 荷重面으로 하고 10kg.m의 衝擊에너지를 가진 衝擊靺 따로 스펀中央에 衝擊을 加하여 衝擊에너지量을 測定한 後 式(7)로 吸收에너지를 求하였다.

衝擊 靺 吸收에너지(kg.m/cm²) = Q / bh(7)

Q: 衝擊에너지量(kg.m)

b: 供試片의 폭(cm)

h: 供試片의 두께(cm)

4. 結果 및 考察

4.1 物理的 性質

4.1.1 生材比重

加熱媒體別 加熱期間에 따른 生材比重의 變化는 表 1과 같고 統計分析 結果는 表 2와 같다.

表 1. 生材比重

Table 1. Green volume specific gravity

Heating medium	Heating period (days)	Replication				Total
		I	II	III	IV	
Oven heating	0	0.607	0.606	0.608	0.607	2.428
	2	0.607	0.606	0.612	0.606	2.431
	4	0.610	0.600	0.603	0.605	2.418
	6	0.604	0.594	0.596	0.600	2.394
Total		2.428	2.406	2.419	2.418	9.671
Water heating	0	0.607	0.606	0.608	0.607	2.428
	2	0.602	0.604	0.606	0.607	2.419
	4	0.593	0.599	0.602	0.604	2.398
	6	0.591	0.587	0.584	0.594	2.356
Total		2.393	2.396	2.400	2.412	9.601

表 2. 生材比重的 最少有意差檢定

Table 2. L. S. D. table of green volume specific gravity.

Medium	Period(days)				
	0	2	4	6	Mean
Oven heating	0.607	0.608	0.605	0.599	0.6048
Water heating	0.607	0.605	0.600	0.589	0.6003
Mean	0.6070	0.6065	0.6025	0.5940	

L. S. D. $[(M_w) - (M_a)] = 0.0092$
 L. S. D. $[(P_2) - (P_0)] = 0.0043$
 L. S. D. $[(M_a P_2) - (M_a P_0)] = 0.0061$
 L. S. D. $[(M_w P_0) - (M_a P_0)] = 0.0099$

表 3. 收縮率

Table 3. Shrinkage

Heating medium	Heating period (days)	Replication (%)								Total	
		I		II		III		IV		R	T
		R	T	R	T	R	T	R	T		
Oven heating	0	4.51	6.97	4.56	7.05	4.43	6.99	4.51	7.01	18.01	28.02
	2	3.90	6.32	4.02	6.25	3.92	6.35	4.04	6.37	15.88	25.27
	4	3.60	5.97	3.52	6.01	3.67	5.87	3.69	6.05	14.48	23.90
	6	3.72	6.34	3.76	6.24	3.68	6.26	3.76	6.36	14.92	25.20
Total		15.73	25.60	15.86	25.55	15.70	25.45	16.00	25.79	63.29	102.39
Water heating	0	4.51	6.97	4.56	7.05	4.43	6.99	4.51	7.01	18.01	28.02
	2	4.20	7.38	4.25	7.42	4.16	7.40	4.28	7.35	16.89	29.55
	4	4.60	7.48	4.63	7.52	4.59	7.50	4.60	7.50	18.42	30.00
	6	5.32	8.09	5.17	8.01	5.43	8.18	5.14	8.07	21.06	32.35
Total		18.65	29.92	18.61	30.00	18.61	30.07	18.53	29.95	74.38	119.92

※ R: Radial shrinkage, T: Tangential shrinkage

分散分析을 한 結果 加熱媒體間에 有意성이 없으나 加熱期間間에는 1%水準에서 有意성이 나타났으며 最少有意差 檢定을 한 結果는 表 1에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.0043이므로 0日 = 2日 = 4日 > 6日, 0日 > 4日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.0061이므로 熱氣加熱에서 0日 = 2日 = 4日 = 6日, 0日 = 2日 > 6日이고 熱水加熱에서는 0日 = 2日 = 4日 > 6日, 0日 > 4日이되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 0.0099이므로 加熱期間 6日에서 熱氣加熱 > 熱水加熱이었다.

따라서 熱氣加熱에서는 加熱期間 6日부터, 熱水加熱에서는 4日부터 生材比重이 減少하는 事實을 알 수가 있다. 加熱期間 6日에서 無處理에 대한 熱氣 및 熱水加熱의 生材比重 減少程度는 各各 1.3% 및 3.0%로서 熱水에 의한 減少가 熱氣보다 컸는 데 이는 熱水加熱中 木材內 含有된 水溶性 物質이 抽出됨으로서 重量減少를 가져오는데 起因된 것으로 생각된다.

4.1.2 收縮率

加熱媒體別 加熱期間에 따른 放射方向과 接線方向에 대한 全收縮率의 變化는 表 3과 같고 統計分析結果는 表 4 및 5와 같다.

表 4. 放射方向 收縮率의 最少有意差檢定

Table 4. L. S. D. table of radial shrinkage

Period(days)	0	2	4	6	Mean
Oven heating	4.52	3.97	3.62	3.73	3.960
Water heating	4.52	4.22	4.61	5.27	4.655
Mean	4.520	4.095	4.115	4.500	

L. S. D. $[(M_w) - (M_a)] = 0.129$
 L. S. D. $[(P_2) - (P_0)] = 0.109$
 L. S. D. $[(M_a P_2) - (M_a P_0)] = 0.154$
 L. S. D. $[(M_w P_0) - (M_a P_0)] = 0.176$

表 5. 接線方向 收縮率의 最少有意差檢定

Table 5. L. S. D. table of tangential shrinkage

Period(days)	0	2	4	6	Mean
Oven heating	7.01	6.32	5.98	6.30	6.403
Water heating	7.01	7.39	7.50	8.09	7.498
Mean	7.010	6.855	6.740	7.195	

L. S. D. $[(M_w) - (M_a)] = 0.149$
 L. S. D. $[(P_2) - (P_0)] = 0.069$
 L. S. D. $[(M_a P_2) - (M_a P_0)] = 0.098$
 L. S. D. $[(M_w P_0) - (M_a P_0)] = 0.161$

分散分析을 한 結果 放射方向 및 接線方向 收縮率 共히 加熱媒體間과 加熱期間間 그리고 加熱媒體와 加熱期間의 相互作用에 있어서 高度의 有意性이 나타났다.

放射方向 收縮率에 대해 最少有意差 檢定을 한 結果는 表 4에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.109%이므로 0日 = 6日 > 4日 = 2日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.154%이므로 熱氣加熱에서 0日 > 2日 > 6日 = 4日이고 熱水加熱에서는 6日 > 4日 = 0日 > 2日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 0.176%이므로 加熱期間 2, 4, 6日에서 모두 熱水加熱 > 熱氣加熱이었다.

接線方向 收縮率에 대해 最少有意差 檢定을 한 結果는 表 5에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.069%이므로 6日 > 0日 > 2日 > 4日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.098%이므로 熱氣加熱에서 0日 > 2日 = 6日 > 4日이고 熱水加熱에서는 6日 > 4日 > 2日 > 0日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 0.161%이므로 加熱期間 2, 4, 6日에서 모두 熱水加熱 > 熱氣加熱이었다.

따라서 熱氣加熱期間이 길어질 수록 대체로 收縮率이 減少하는 傾向이 있는 데 이는 木材가 加熱되어 全乾狀

態로 될 때 遊離水酸基가 서로 直接 結合하여 吸濕能力이 低下되는데 起因된 것으로 생각된다.

Panshin et al (1970)은 木材가 한민 全乾狀態가 됨으로써 平衡含水率은 約 20%程度 低下된다고 報告하였는데 本 實驗에서 熱氣加熱의 境遇 收縮率이 低下되는 理由도 吸濕性의 低下와 關聯된 것으로 볼 수 있다. 또한 熱水加熱에서는 加熱期間에 따라 木材內에 含有된 水溶性物質의 抽出이 많아지고 따라서 木材의 吸濕性이 增加되어 收縮率이 더욱 커지는 것으로 생각된다. Skaar (1972)는 抽出物의 含量이 많은 木材는 吸濕性이 減少되어 收縮과 膨潤이 적기 때문에 치수 安定에 有利하다고 報告하였으며 Koch(1972)는 抽出物이 많은 木材는 熱水抽出의 境遇 收縮率이 增加한다고 記述하였는데 本 實驗과 附合되고 있다.

4.1.3 吸水量

加熱媒體別 加熱期間에 따른 吸水量의 變化는 表 6과 같고 統計分析 結果는 表 7과 같다.

表 6. 吸水量

Table 6. Amount of water absorption

Heating medium	Heating period (days)	Replication(10 ⁻³ g/cm ²)				Total
		I	II	III	IV	
Oven heating	0	89	88	88	89	354
	2	84	80	82	80	326
	4	74	71	74	72	291
	6	80	78	79	76	313
Total		327	317	323	317	1,284
Water heating	0	89	88	88	89	354
	2	93	90	91	91	365
	4	96	94	95	97	382
	6	112	105	108	103	428
Total		390	377	382	380	1,529

表 7. 吸水量의 最少有意差檢定

Table 7. L. S. D. table of the amount of water absorption

Period(days)	0	2	4	6	Mean
Oven heating	89	82	73	73	80.5
Water heating	89	91	96	107	95.8
Mean	89.0	86.5	84.5	92.5	

L. S. D. $[(M_w) - (M_a)] = 1.5$
 L. S. D. $[(P_2) - (P_0)] = 2.2$
 L. S. D. $[(M_a P_2) - (M_a P_0)] = 3.1$
 L. S. D. $[(M_w P_0) - (M_a P_0)] = 3.0$

分散分析을 한 結果 加熱媒體間과 加熱期間間에 모두 高度의 有意性이 나타났다.

最少有意差檢定을 한 結果는 表 7에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = $2.2 \times 10^{-3} \text{g/cm}^2$ 이므로 6日 > 0日 > 2日 = 4日이었다.

加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = $3.1 \times 10^{-3} \text{g/cm}^2$ 이므로 熱氣加熱에서 0日 > 2日 > 6日 > 4日이고 熱水加熱에서는 6日 > 4日 > 2日 = 0日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = $3.0 \times 10^{-3} \text{g/cm}^2$ 이므로 加熱期間 2日, 4日, 6日에서 熱水加熱 > 熱氣加熱이었다. 熱水加熱의 吸水量이 熱氣加熱의 吸水量보다 컸는 데 이는 熱水加熱中 木材內에 含有된 水溶性物質이 抽出되는데 起因된 것으로 생각된다. Koch(1972)는 抽出된 소나무材는 抽出되지 않은 소나무材보다 透過性이 크고 따라서 吸水量도 커진다고 하였으며 Fogg(1969)는 熱수에 4~12時間程度處理로 透過性이 增加된다는 事實을 發表하였는 데 이는 本實驗과 附合되고 있다.

4.2 機械的 性質

4.2.1 縱壓縮 強度

加熱媒體別 加熱期間에 다른 縱壓縮強度의 變化는 表 8과 같고 統計分析 結果는 表 9와 같다.

表 8. 縱壓縮強度

Table 8. Compressive strength

Heating medium	Heating period (days)	Replication (kg/cm ²)				Total
		I	II	III	IV	
Oven heating	0	621	630	638	630	2,519
	2	650	666	664	644	2,624
	4	660	674	690	657	2,681
	6	635	637	633	640	2,545
	Total	2,566	2,607	2,625	2,571	10,369
Water heating	0	621	630	638	630	2,519
	2	600	597	595	579	2,371
	4	572	605	587	588	2,352
	6	551	592	578	580	2,301
	Total	2,344	2,424	2,398	2,377	9,543

表 9. 縱壓縮強度의 最少有意差檢定

Table 9. L. S. D. table of compressive strength

Medium	Period(days)				Mean
	0	2	4	6	
Oven heating	630	656	670	636	648.0
Water heating	630	593	588	575	596.5
Mean	630.0	624.5	629.0	605.5	

L. S. D. [(M_w) - (M_a)] = 15.6

L. S. D. [(P₂) - (P₀)] = 13.5

L. S. D. [(M_aP₂) - (M_aP₀)] = 19.1

L. S. D. [(M_wP₀) - (M_aP₀)] = 21.6

分散分析을 한 結果 加熱媒體間과 加熱期間間 그리고 加熱媒體와 加熱期間의 相互作用에 있어서 모두 高度의 有意性이 나타났다.

最少有意差檢定을 한 結果는 表 9에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 13.5kg/cm^2 이므로 0日 = 4日 = 2日 > 6日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 19.1kg/cm^2 이므로 熱氣加熱에서 4日 = 2日 > 6日 = 0日이고 熱水加熱에서는 0日 > 2日 = 4日 = 6日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 21.6kg/cm^2 이므로 加熱期間 2日, 4日, 6日에서 熱氣加熱 > 熱水加熱이었다. 熱水加熱에 의한 強度損失이 보다 甚하였는 데 이는 熱氣加熱보다 木材의 脆弱化가 빠르며 加水分解에 의한 熱軟化에 起因된다고 생각된다.

4.2.2 剪斷強度

加熱媒體別 加熱期間에 다른 剪斷強度의 變化는 表 10과 같고 統計分析 結果는 表 11과 같다.

表 10. 剪斷強度

Table 10. Shearing strength

Heating medium	Heating period (days)	Replication (kg/cm ²)				Total
		I	II	III	IV	
Oven heating	0	201	189	193	195	778
	2	213	204	213	200	830
	4	204	198	213	193	808
	6	194	187	188	190	759
	Total	812	778	807	778	3,175
Water heating	0	201	189	193	195	778
	2	196	185	184	187	752
	4	185	174	177	176	712
	6	168	166	171	172	677
	Total	750	714	725	730	2,919

表 11. 剪斷強度의 最少有意差檢定

Table 11. L. S. D. table of shearing strength

Medium	period(days)				Mean
	0	2	4	6	
Oven heating	195	208	202	190	198.8
Water heating	195	188	178	169	182.5
Mean	195.0	198.0	190.0	179.5	

- L. S. D. $[(M_w) - (M_a)] = 10.2$
- L. S. D. $[(P_2) - (P_0)] = 5.8$
- L. S. D. $[(M_a P_2) - (M_a P_0)] = 8.2$
- L. S. D. $[(M_w P_0) - (M_a P_0)] = 11.7$

分散分析을 한 결과 加熱媒體間과 加熱期間間 그리고 加熱媒體와 加熱期間의 相互作用에 있어서 모두 高度의 有意性이 나타났다. 最少有意差 檢定을 한 결과는 表11에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 5.8kg/cm²이므로 2日 = 0日 = 4日 > 6日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 8.2kg/cm²이므로 熱氣加熱에서 2日 = 4日 = 0日 = 6日, 2日 > 0日 = 6日, 4日 > 6日이고 熱水加熱에서 0日 = 2日 = 4日 > 6日, 0日 > 4日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 11.7kg/cm²이므로 加熱期間 2日, 4日, 6日에서 熱氣加熱 > 熱水加熱이었다. 加熱期間 6日에서 熱水加熱에 의한 剪斷強度의 減少程度는 無處理에 대해 13.3%로 나타났는 데 이는 Kozlick(1967)의 低溫乾燥材와 高溫乾燥材의 材質比較試驗에서 102°C의 高溫乾燥材가 32°C의 低溫乾燥材보다 15~20%의 剪斷強度 低下를 가져왔다고 報告한 內容과 附合되고 있다.

4.2.3 韌強度

加熱媒體別 加熱期間에 따른 韌強度의 變化는 表 12와 같고 統計分析 結果는 表 13과 같다.

表 12. 韌強度

Table 12. Bending strength

Heating medium	Heating period (days)	Replication(kg/cm ²)				Total
		I	II	III	IV	
Oven heating	0	1,205	1,190	1,220	1,200	4,815
	2	1,274	1,270	1,296	1,242	5,082
	4	1,250	1,224	1,256	1,255	4,985
	6	1,226	1,210	1,224	1,203	4,863
Total		4,955	4,894	4,996	4,900	19,745
Water heating	0	1,205	1,220	1,190	1,200	4,815
	2	1,199	1,202	1,184	1,180	4,765
	4	1,198	1,209	1,208	1,178	4,793
	6	1,177	1,176	1,151	1,168	4,672
Total		4,779	4,807	4,733	4,726	19,045

表 13. 韌強度의 最少有意差檢定

Table 13. L. S. D. table of bending strength

Period(days) \ Medium	0	2	4	6	Mean
Oven heating	1,204	1,271	1,246	1,216	1,234.3
Water heating	1,204	1,192	1,193	1,168	1,190.5
Mean	1,204.0	1,231.5	1,222.0	1,192.0	

- L. S. D. $[(M_w) - (M_a)] = 28.5(5\% \text{ level})$
- L. S. D. $[(P_2) - (P_0)] = 15.2$
- L. S. D. $[(M_a P_2) - (M_a P_0)] = 21.5$
- L. S. D. $[(M_w P_0) - (M_a P_0)] = 53.4$

分散分析을 한 결과, 加熱媒體間에는 5% 水準에서 有意性이 나타났으며 加熱期間間과 加熱媒體 및 加熱期間의 相互作用에 있어서는 1% 水準에서 高度의 有意性이 나타났다.

最少有意差 檢定을 한 결과는 表 13에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 15.2kg/cm²이므로 2日 = 4日 > 0日 = 6日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 21.5kg/cm²이므로 熱氣加熱에서 2日 > 4日 > 6日 = 0日이고 熱水加熱에서 0日 = 4日 = 2日 > 6日, 0日 > 2日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 19.9kg/cm²이므로 加熱期間 2日에서 熱氣加熱 > 熱水加熱이었다.

加熱期間 6日에서 熱水加熱에 의한 韌強度의 減少程度는 無處理에 대해 3.0%로 나타났는 데 이는 Thompson(1969)이 Southern pine기둥의 乾燥試驗에서 發表

한 韌強度 20%減少보다 韌性 적게 나타났다.

4.2.4 衝擊 韌 吸收에너지

加熱媒體別 加熱期間에 따른 衝擊 韌 吸收에너지의 變化는 表 14와 같고 統計分析 結果는 表 15와 같다.

表 14. 衝擊 韌 吸收에너지

Table 14. Impact bending absorbed energy

Heating medium	Heating period (days)	Replication(kg. m/cm ²)				Total
		I	II	III	IV	
Oven heating	0	1.22	1.20	1.24	1.22	4.88
	2	1.19	1.15	1.19	1.18	4.71
	4	1.08	1.05	1.11	1.10	4.34
	6	1.02	1.04	0.99	1.04	4.09
Total		4.51	4.44	4.53	4.54	18.02

Water heating	0	1.22	1.20	1.24	1.22	4.88
	2	1.09	1.02	1.08	1.10	4.29
	4	1.01	0.99	1.00	1.02	4.02
	6	0.99	0.99	0.95	0.99	3.92
Total		4.31	4.20	4.27	4.33	17.11

表 15. 衝擊 휨 吸收에너지의 最少有意差 檢定
Table 15. L. S. D. table of impact bending absorbed energy

Period(days)	0	2	4	6	Mean
Medium					
Oven heating	1.22	1.18	1.09	1.02	1.128
Water heating	1.22	1.07	1.01	0.98	1.070
Mean	1.220	1.125	1.050	1.000	

L. S. D. $[(M_w) - (M_o)] = 0.020$
 L. S. D. $[(P_2) - (P_o)] = 0.031$
 L. S. D. $[(M_o P_2) - (M_w P_o)] = 0.043$
 L. S. D. $[(M_w P_o) - (M_o P_2)] = 0.041$

分散分析을 한 結果 加熱媒體間과 加熱期間間 그리고 加熱媒體와 加熱期間의 相互作用에 있어서 모두 高度의 有意性이 나타났다.

最少有意差 檢定을 한 結果는 表 15에 表示되어 있는 바와 같이 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.031kg. m/cm² 이므로 0日 > 2日 > 4日 > 6日이었다. 加熱媒體의 同階級에서 加熱期間別 平均間 L. S. D. = 0.043kg. m/cm²이므로 熱氣加熱에서 0日 = 2日 > 4日 > 6日이고 熱水加熱에서 0日 > 2日 > 4日 = 6日이 되며 加熱期間의 同階級에서 加熱媒體別 平均間 L. S. D. = 0.041kg. m/cm²이므로 加熱期間 2日, 4日에서 熱氣加熱 > 熱水加熱이었다. 따라서 熱氣加熱과 熱水加熱 모두 加熱期間이 길어질수록 顯著하게 衝擊 휨 吸收에너지가 減少하였다.

加熱期間 6日에서 熱氣加熱과 熱水加熱의 衝擊 휨 吸收에너지의 減少程度는 無處理에 對해 各各 16.4%, 19.7%로서 熱水加熱에 의한 減少가 보다 甚하였는 데 이는 Panshin et al(1970)에 의하면 木材가 熱을 받을 境遇 強度의 性質이 低下되고 低下되는 程度는 乾燥材보다 濕潤材의 加熱에서 보다 크며 이것은 木材의 Plasticity가 溫度의 增加에 따라 크게 增加되기 때문이라고 記述한 內容과 附合되고 있다.

5. 摘 要

本 實驗은 高溫熱處理가 고로쇠나무(Acer mono Max.)의 材質에 미치는 影響을 알기 위하여 溫度 100°C에서 熱氣와 熱水의 加熱期間別로 處理한 後 몇가지 物理的 性質과 機械的 性質의 變化를 測定하였으며 그 結

果를 要約하면 다음과 같다.

5.1 生材比重은 熱氣加熱期間 6日부터, 熱水加熱期間 4日부터 減少하였다.

5.2 放射方向 收縮率은 熱氣加熱期間 2日부터 減少하였으나 熱水加熱期間 6日부터 增加하였으며, 接線方向 收縮率은 熱氣加熱期間 2日부터 減少하였으나 熱水加熱期間 2日부터 增加하였다.

5.3 吸水量은 熱氣加熱期間 2日부터 減少하였으나 熱水加熱期間 4日부터 增加하였다.

5.4 縱壓縮強度는 熱氣加熱期間 4日까지 增加하였으나 6日부터 減少하였으며, 熱水加熱期間 2日부터 減少하였다.

5.5 剪斷強度는 熱氣加熱期間 2日까지 增加하였으나 4日부터 減少하였으며, 熱水加熱期間 4日부터 減少하였다.

5.6 휨強度는 熱氣加熱期間 4日까지 增加하였으나 6日부터 減少하였으며, 熱水加熱期間 6日부터 減少하였다.

5.7 衝擊 휨 吸收에너지는 熱氣加熱期間 4日부터, 熱水加熱期間 2日부터 減少하였다.

인 용 문 헌

1. Davis, W.H., and Thompson, W.S. 1964. Influence of thermal treatments of short duration on the toughness and chemical composition of wood. Forest Prods. Jour. 14(8) : 350—356.
2. Fogg, P.J. 1969. Longitudinal air permeability for four species of southern pine wood. Wood Sci. No. 2.
3. Graham, R.D. 1957. Effect of several drying conditions on strength of coast-type Douglas-fir. Forest Prods. Jour. 7(7) : 228—233.
4. Hatt, W.K. 1906. Experiments on the strengths of treated timbers. USDA Forest Ser. Circ. No. 39.
5. Kellogg, R.M., and Ifju, G. 1962. Influence of sp. gr. and certain other factors on the tensile properties of wood. Forest Prods. Jour. 12(10) : 463—470
6. Koch, P. 1972. Utilization of the southern pine, Vol. 1. USDA Forest Ser. Southern Forest Experiment Station.
7. Koehler, A. and Pillow, M.Y. 1925. Effect

- of high temperature on the mode of fracture of a softwood. *Southern Lumberman*. 121 : 219—221.
8. Kollman, F.F.P. 1961. High temperature drying; research, application, and experience in Germany. *Forest Prods. Jour.* 11(11):508—515.
 9. Kozlik, C.J. 1967. Effect of kiln conditions on the strength of Douglas-fir and western hemlock. *Forst Res. Lab., Oregon State Univ., Corvallis. Rep. D-9* : 32.
 10. Kozlik, C.J. 1976. Kiln temperature effect on tensile strength of Douglas-fir and western hemlock lumber. *Forest Prods. Jour.* 26(20)
 11. Leontyev, N.L., Krechetov, T.V., Tsarev, B.G., and Suchova, A.V. 1958. Influence of high-temperature drying schedules on the physical and mechanical properties of wood. *Aust. CSIRO Trans. No. 3800*
 12. Lowery, D.P., Krier, J.P., and Hann, R.A. 1968. Hightemperature drying of lumber; a review. *USDA Forest Ser., Res. Pap. INT-48* : 1—7
 13. Maclean, J.D. 1953. Effect of steaming on the strength of wood. *AWPA Proceedings.* 49 : 88—112.
 14. Maclean, J.D. 1954. Effect of heating in water on the strength properties of wood. *AWPA Proceedings.* 50 : 253—281.
 15. Panshin, A.J., Brown, H.P., and Forsaith, C.C. 1970. *Textbook of wood technology, Vol. II.* Mac Graw-Hill Book Company, INC.
 16. Salamon, M. 1963. Quality and strength properties of Douglas-fir dried at high temperature. *Forest Prods. Jour.* 13(8) : 339—344.
 17. Salamon, M. 1965. Effect of high-temperature drying on quality and strength of western hemlock. *Forest Prods. Jour.* 15(3) : 122—126.
 18. Salamon, M. 1969. High temperature drying and its effect on wood properties. *Forest Prods. Jour.* 19(3) : 27—32.
 19. Skaar, C. 1972. *Water in Wood.* syracuse university press.
 20. Thompson, W.S. 1969. Effect of steaming and kiln drying on the properties of southern pine poles. *Forest Prods. Jour.* 19(1) : 21—27.
 21. Wood, L.W., Erickson, E.C.O., and Dohr, A.W. 1960. Strength and related properties of wood poles. *ASTM wood pole res. Program, Final Report.* ASTM Philadelphia, Pa.
 22. Youngs, R.L. 1957. Mechanical properties of red oak related to drying. *Forest Prods. Jour.* 7(10) : 315—324.