

単板の引張強度に就て

満久 崇磨・松浦 尚士

(木材物理第2研究室)

On the Tensile Strength and Elastic Modulus of Veneer
by Takamaro MAKU and Takashi MATSUURA

I 緒 言

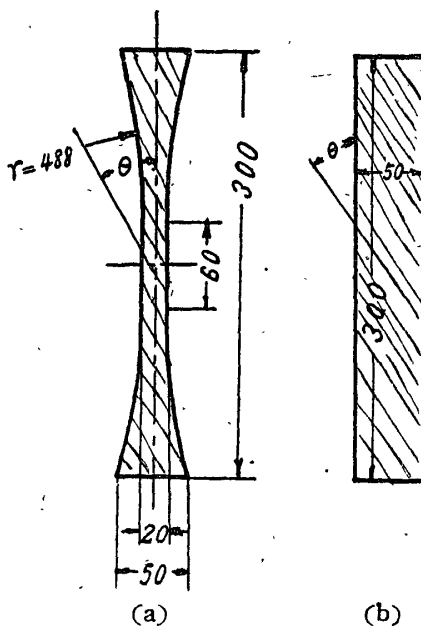
合板、積層材及其他の所謂改良木材の強度は接着剤の種類、塗布、圧縮等の製作条件の適当な選擇に負ふ事は勿論であるが尙本質的には単板の強度や構成の如何によるものであることは今更論を俟つ迄もなく既に一部は O. Kraemer¹⁾, E. Gaber, G. Christians²⁾, J. Bittner³⁾ 氏始め多数の研究者によつて實證せられている所である。

本論も又之等改良木材の品質に関する参考資料の1として繊維走向角並に圧縮力と単板の引張強度との関係につき検討したものである。

II 實 驗 方 法

a) 試 験 片

単板の引張試験片として従来専ら短冊形試験片が用ひられているが、この型による時は特に繊維に平行な引張試験に於て屢々破壊がチャックの固定部に起り易く、又之を避ける爲に試片に切欠きをつけ破壊断面の縮少を計ると断面變化による應力集中の爲によく剪斷破壊を生じ何れにしても正確な結果を期待し得ない懼れがあるので之等の缺點を除く爲に各種の型の試験片について引張試験を試みた結果第1圖(a)の形が最も満足すべき破壊状態を示し且つ製作も比較的容易であるので以下繊維に平行な引張試験に對してはこの形を採用することとした。



第 1 圖

b) 測定事項

(1) 単板の引張強度と繊維走向角との關係

供試用単板は ヒノキ 1.5 mm, カバ 1.0 mm, ブナ 1.0 mm 厚 (何れもロータリー・ベニヤ) の3種とし繊維走向角 (第1圖参照) は 0, 7, 15, 30, 45, 60, 75 及 90° なる如くとり、0° 及 7° に對して前記の試験片を、其他の角度に對しては普通の短冊形試験片を用ひいた。

(2) 圧縮力と単板の引張強度並に弾性係數との關係

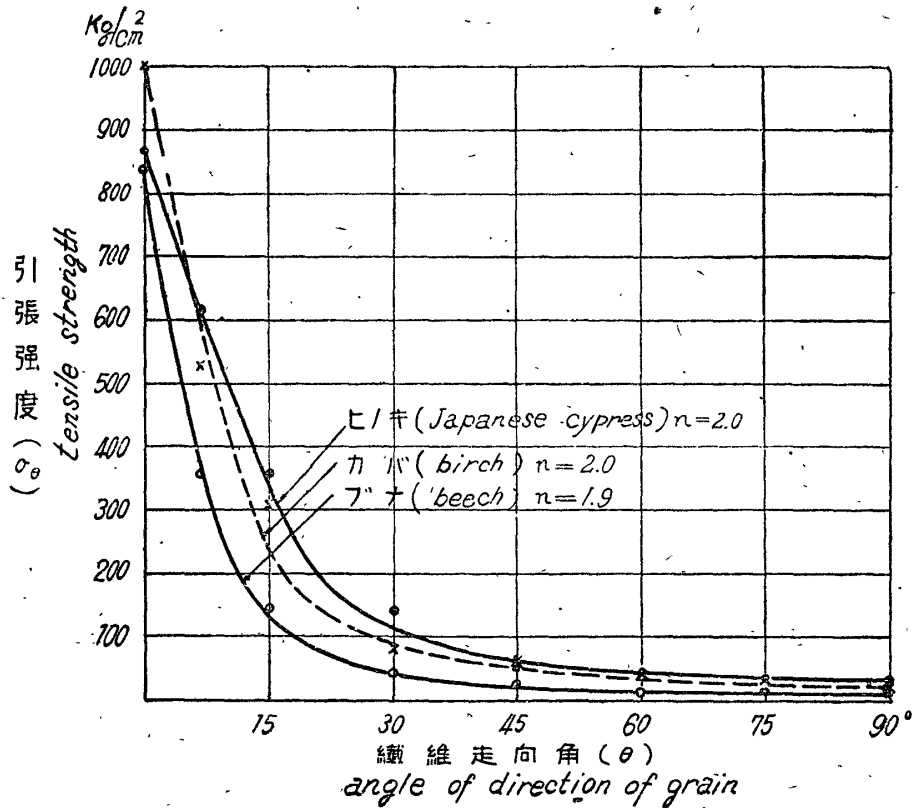
圧縮力が単板自體の引張強度並に弾性係數に如何なる影響を與へるかを明にしたもので冷壓及熱壓 (130°C) の各場合について實驗した。供試材は ヒノキ 1.5mm, カバ 1.0mm 厚の單板で之に夫々 0, 10, 20, 30, 50, 100, 200 並に 300 kg/cm²。

の壓縮力を30分間加へた後室内に約1ヶ月放置し上述の試験片を作成した。

Ⅲ 實 驗 結 果

(1) 引張強度と繊維走向角との關係

實驗結果は第2圖(第1表)の如くで素材の引張強度に關する Jackson⁴⁾氏の實驗式

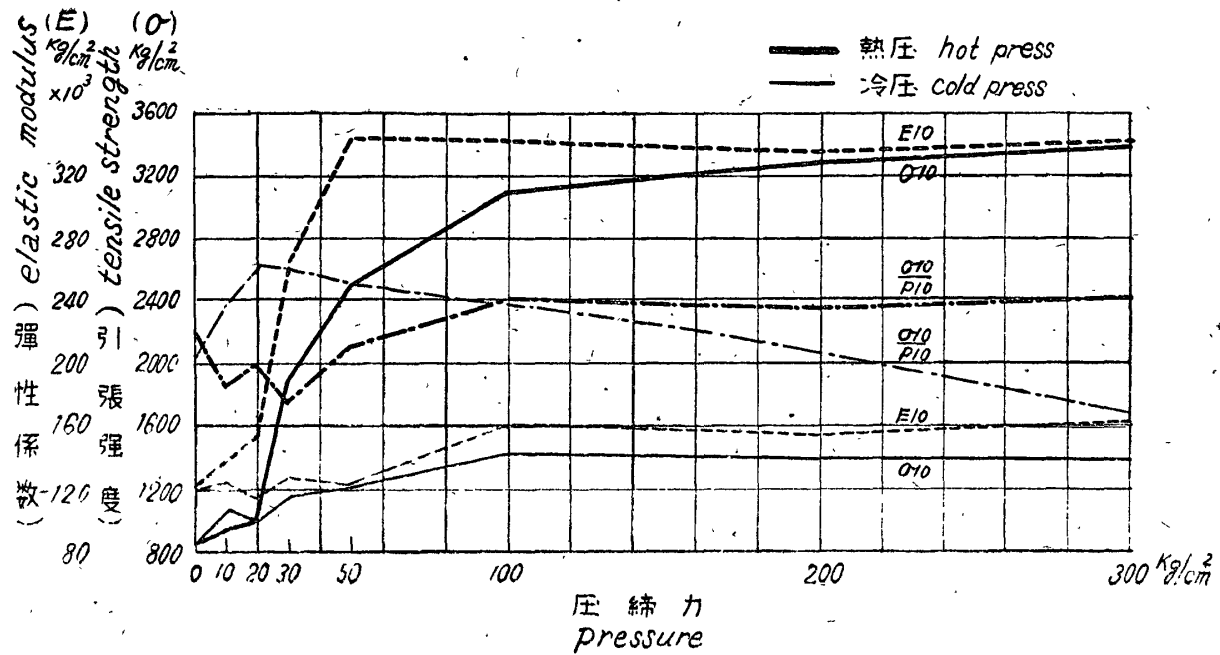


第 2 圖

第1表 單板の引張強度と繊維方向との關係

Table 1. Relation between the direction of grain and the tensile strength of veneer.

θ	ヒノキ (japanese cypress) γ=0.45			ブナ (beech) γ=0.66			カバ (birch) γ=0.71			實驗値 は何れ も各30 個の平 均値を 示す。
	Exper. 實驗値 (kg/cm²)	Mois- ture content 含水率 (%)	Calculation by (1) (1)式ニヨル 計算値 n=2 (kg/cm²)	Exper. 實驗値 (kg/cm²)	Mois- ture content 含水率 (%)	Calculation by (1) (1)式ニヨル 計算値 (kg/cm²)	Exper. 實驗値 (kg/cm²)	Mois- ture content 含水率 (%)	Calculation by (1) (1)式ニヨル 計算値 (kg/cm²)	
0°	868.5	—	868.5	842.0	9.4	842.0	1008.2	10.9	1008.2	
7	628.3	11.4	640.2	357.1	9.6	393.8	528.5	10.4	612.8	
15	362.7	10.6	331.2	148.1	10.0	136.6	311.8	9.2	233.4	
30	145.4	11.2	123.3	47.6	9.5	41.6	86.7	9.2	96.6	
45	54.8	11.1	66.4	28.9	10.1	21.3	64.1	9.9	51.2	
60	48.8	—	45.4	14.7	10.4	14.3	40.2	9.0	36.3	
75	39.6	10.8	36.9	15.3	10.7	11.6	28.7	9.0	29.7	
90	34.5	10.8	34.5	10.8	10.8	10.8	27.9	9.9	27.9	



第 3 圖

第2表 ヒノキ単板の引張強度並に弾性係数と壓縮力との關係

Table 2. Relation between pressure and tensile strength, elastic modulus of japanese cypress veneer.

熱 壓 (130°C) hot press								
壓縮力 pressure (kg/cm ²)	引張強度 tensile str. σ (kg/cm ²)	彈性係數 elastic m. E (kg/cm ²)	含水率 moisture content (%)	絶乾比重 abs. spec. gravity ρ_0	σ_{10}	σ_{10}/ρ_{10}	E_{10}	備考 Remarks
0	937	126×10 ³	8.10	0.36	886	2216	122×10 ³	強度及び 彈性係數 は何れも 30個の平 均値を示 す
10	1083	148	6.34	0.47	976	1876	139	
20	1223	160	8.22	0.53	1161	2002	155	
30	2050	273	8.08	0.99	1938	1778	264	
50	2594	352	8.83	1.06	2506	2124	345	
100	3230	348	9.47	1.19	3179	2427	344	
200	3396	343	8.95	1.26	3291	2367	337	
300	3326	338	10.80	1.26	3408	2452	343	
冷 壓 (常溫) cold press								
0	868	119×10 ³	10.3	0.39	876	2037	120×10 ³	同 上
10	992	119	12.1	0.40	1060	2402	124	
20	960	111	11.4	0.35	1002	2637	114	
30	1096	123	11.6	0.40	1151	2616	127	
50	1173	127	11.1	0.44	1213	2528	123	
100	1358	156	11.7	0.55	1431	2385	161	
200	1318	149	11.8	0.62	1395	2051	154	
300	1399	164	9.6	0.75	1381	1684	163	

註 σ_{10} , E_{10} , ρ_{10} は夫々含水率10%に於ける σ , E , ρ を表はし、含水率1%の増減に對し σ の値は3%, E の値は1.8% 夫々減増するものとして換算した。

σ_{10} , E_{10} , ρ_{10} means the value of σ , E , and ρ at 10% moisture content.

$$\sigma_{\theta} = \frac{\sigma_{II} \sin^2 \theta + \sigma_I \cos^2 \theta}{\sin^2 \theta + \cos^2 \theta} \dots \dots \dots (1)$$

σ_{II} : 繊維に平行なる引張強度 (kg/cm²)

σ_I : " 直角 " (")

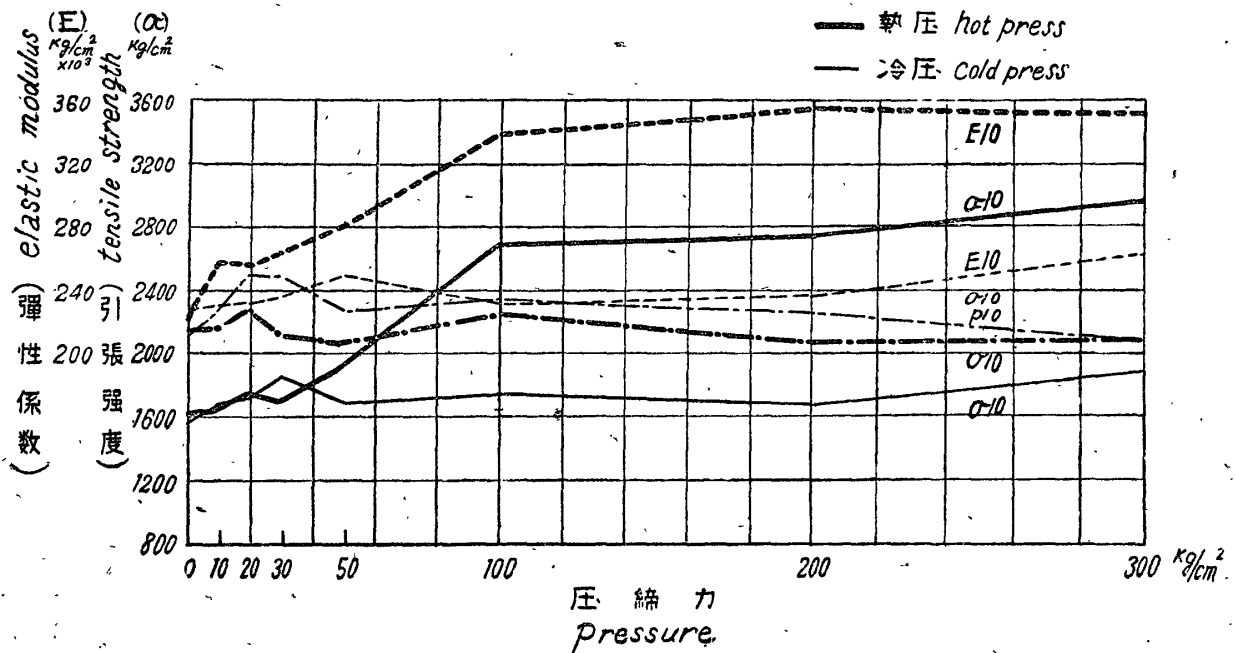
θ : 引張方向と繊維方向とのなす角

n : 樹種による常數

に極めてよく一致した。此處に n はヒノキ, ブナに對しては $n=2$, カバに對しては $n=1.9$ である。

(2) 壓縮力と引張強度並に彈性係數との關係

實驗結果は 第3圖 (第2表) 及び 第4圖 (第3表) の如くなりその結果を考察して見ると。



第 4 圖

第3表 カバ單板の引張強度並に彈性係數と壓縮力との關係

Table 3. Relation between pressure and tensile strength, elastic modulus of birch veneer.

熱 壓 (130°C) hot press								
壓 縮 力 pressure (kg/cm ²)	引張強度 tensile str. σ (kg/cm ²)	彈性係數 elastic m. E (kg/cm ²)	含 水 率 moisture content (%)	絶乾比重 abs. spec. gravity ρ	σ_{10}	σ_{10}/ρ_{10}	E_{10}	備 考 Remarks
0	1715	227×10 ³	8.0	0.68	1619	2159	219×10 ³	
10	1716	264	8.5	0.69	1644	2163	257	強度及び
20	1797	260	9.2	0.70	1755	2279	256	彈性係數
30	1717	266	9.5	0.73	1692	2115	263	は何れも
50	1938	286	9.4	0.84	1902	2067	283	30個の平
100	2668	335	10.4	1.09	2700	2250	337	均値を示
200	2778	355	9.7	1.20	2753	2086	353	す
300	2989	352	9.6	1.28	2954	2095	350	

冷 壓 (常溫) cold press								
0	1488	220×10 ³	11.8	0.67	1571	2123	227×10 ³	同 上
10	1533	218	12.7	0.66	1668	2285	229	
20	1617	222	12.2	0.63	1729	2506	231	
30	1775	229	11.7	0.68	1868	2491	236	
50	1539	235	13.1	0.68	1699	2265	249	
100	1596	219	13.2	0.68	1764	2351	232	
200	1615	232	11.2	0.67	1677	2266	237	
300	1825	256	11.1	0.82	1885	2095	261	

a) 比 重

熱壓の場合ヒノキ（軟材）、カバ（硬材）共に壓縮力 100 kg/cm²迄比重は急激に増力するが以後の増加は緩慢である。冷壓の場合ヒノキでは壓縮力に比例して比重は略直線的に増加するがカバでは 200 kg/cm²迄殆んど變化せず 300 kg/cm²に於て稍増加している。何れにしても壓縮力による比重の變化の割合は硬材のカバに比して軟材のヒノキが遙かに著しい。

b) 引 張 強 度

熱壓の場合ヒノキ、カバ共に壓縮力 100 kg/cm²迄は急激に強度が増加するが以後は殆んど變化しない。冷壓の場合はヒノキに對して略同様の事が言へるがカバに對しては強度は壓縮力に無關係であると看做することが出来る。尙軟材では約 20 kg/cm²迄、硬材では約 50 kg/cm²迄は冷壓、熱壓による強度の差異は僅少であるが以後は熱壓の場合が例外なく冷壓に比して大なる強度を示している。

c) 弾 性 係 數

引張強度に於ける場合と略同様の傾向を有しているが熱壓は冷壓に比し常に大なる値を示している。

d) 比 強 度

(a), (b) の實驗結果を輕くて強いものといふ見地から考察するとヒノキでは 100 kg/cm²以上の熱壓又は 10~100 kg/cm²の冷壓がよく、カバでは壓縮力の如何をとらず冷壓がよく特に 20~30 kg/cm²の冷壓がよい。然し乍ら冷・熱壓による差異はヒノキ程顯著ではない。

以上を綜合して壓縮力と單板の引張強度については次の事が言へる。即 (1) 強度を目的とする場合にはヒノキ、カバ共に 100 kg/cm²以上の高壓による熱壓がよく、(2) 輕くて強いものを必要とする場合にはヒノキ、カバ共壓縮力 20~30 kg/cm²の冷壓が最もよいと言ふ事が出来る。

Ⅳ 摘 要

(1) 單板の引張強度と纖維方向との關係を検討し素材に於ける Jackson 氏の實驗式とよく一致する事を確めた。

(2) 壓縮力と引張強度との關係を検討し強度を目的とする場合は 100 kg/cm²以上の高壓の熱壓、輕くて強いものを目的とする場合は壓縮力 20~30 kg/cm²迄の冷壓が少くとも單板の材質に關する限り有利であることを知つた。即この實驗結果によれば強化木、硬化合板には加熱接着劑を、普通合板、積層材には常溫接着劑を使用することが望ましいと言ふ事が出来る。

Summary

We investigated the influences of the direction of grain and the pressure to the tensile strength and elastic modulus of Veneer.

(1) Influence of the direction of grain to the tensile strength.

The test pieces were as shown in fig. 1. (a) was for $\theta=0, 7$ and 15° (b) for $\theta=30, 45, 60, 75$ and 90° .

The results obtained are shown in fig. 2 (table 1) and good coincide with the following Jackson's experimental formula for wood

$$\sigma_\theta = \frac{\sigma_{II}\sigma_I}{\sigma_{II}\sin^n\theta + \sigma_I\cos^n\theta} \dots\dots\dots(1)$$

where θ : angle between the direction of tensile force and that of the grain

σ_{II} : tensile strength parallel to the grain ($\theta=0^\circ$)

σ_I : " perpendicular " ($\theta=90^\circ$)

n : $\begin{cases} \text{for Japanese cypress (Hinoki)} & n=2.0 \\ \text{" birch (Kaba)} & n=2.0 \\ \text{" beech (Buna)} & n=1.9 \end{cases}$

(2) Influence of pressure to the tensile strength and elastic modulus of Veneer when it cold or hot (130°C) pressed.

The test piece was the same as fig. 1 (a), and applied pressures were 0, 10, 20, 30, 50, 100, 200 and 300 kg/cm^2 .

The results were as shown in fig. 3 (table 2) for Japanese cypress and in fig. 4 (table 3) for beech.

From these results it may be concluded that when the strength only of plywood is demanded hot press over 100 kg/cm^2 must be applied and when considering the specific gravity of plywood cold press between $20\sim 30\text{ kg/cm}^2$ is adoptable at least at the stand-point of veneer's properties.