

臺灣省林業試驗所  
林產管理局 合作試驗報告

第 四 號

BULLETIN  
of  
TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE  
in Co-operation with  
TAIWAN FORESTRY ADMINISTRATION  
No. 4

臺灣產主要木材之理學性試驗 (四)

馬 子 斌

Tests on Mechanical and Physical Properties of Important  
Timbers in Taiwan(4)

by

Ma Tze-ping

中華民國四十三年十月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣 臺北

*Published by*

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, China

October, 1954

# 臺灣產主要木材之理學性試驗 (四)

馬 子 斌

## Tests on Mechanical and Physical Properties of Important Timbers in Taiwan (4)

by  
Ma Tze-ping

### 一、供試樹種之形態

#### 1. 臺灣冷杉 (*Abies Kawakamii* (Hay.) Ito) 屬松科 (Pinaceae)

臺灣名白松柏，常綠大喬木，生於海拔高 2,800 公尺以上之陽光強而乾燥地帶，形成純林，保其良好鬱閉，徑達 100 公分，高達 16 公尺。樹皮灰褐色，鱗片狀，樹幹通直，幼枝有褐色毛，葉螺旋狀生，排成二列，潤線狀，長 10—15mm，先端凹，球果直立，圓筒狀長卵形，成熟後呈暗紫色，長 7.5 公分，寬 4 公分，果鱗扇形，種子不整齊，稜角有翅共長 15mm。

本樹種為本省中央山脈海拔最高之寒帶林主要林木，分布於北部南湖大山，南部之關山及卑南主山。

木材無邊心材之分，材淡黃白色，年輪分明而均勻，輕軟，富彈性，紋理直，少反張，結構中庸，施工容易，春秋材區別明顯，春材帶較秋材帶為寬，髓線甚細，無樹脂管及樹脂細胞。其材可供製箱板，窗板，門扉，傢具襯板及火柴梗，更為造紙之優良原料，惜因分佈於最高山區，迄今尚甚少開發利用。

#### 2. 臺灣五葉松 (*Pinus morrisonicola* Hay. (*P. formosana* Hay.)) 屬松科 (Pinaceae)。

臺灣名山松柏、短毛松，常綠大喬木，陽性樹，同株，不成純林，常與潤葉樹混生，樹幹通直，徑達 120 公分，高達 15—20 公尺，樹皮幼時平滑，老呈粗糙，灰褐色，葉 5 針一束，橫斷面三角形，脂溝 2 接近於外表皮，球果卵狀橢圓形，長 10 公分，寬 5 公分，果鱗長橢圓形，先端圓形，外部反捲，基部楔形，種子長橢圓形，兩端尖，長 12—18mm，種子具薄膜翅。

本樹種產於全省海拔高 300—2,300 公尺之山地，尤以臺北石碇，新竹茅原，南投埔里等地為最多。

木材邊心材區別明顯，邊材淡黃或淡紅色，心材黃褐色，具粘韌性，不脆，緻密，易施工，秋材帶狹而顯著，樹脂管大，在縱斷面上易辨認，材可供建築，家具，枕木，車輛等。

#### 3. 小葉桃花心木 (*Swietenia Mahagoni* (L.) Jacq.) 屬棟科 (Meliaceae)

英文名 Mahogany，原產墨西哥及西印度諸地，為常綠大喬木，高達 20 餘公尺，羽狀偶數複葉，小葉四至五對，全緣，先端漸尖，柄短，花腋生或頂生，圓錐花序，各始花帶綠色，萼小，先端五裂，共五，瓣蕊筒狀，先端十裂，子房卵形，五室，蒴果為立體圓錐形，或橢圓形，長 8—15 公分，寬 3—5 公分，成熟後呈暗褐色，基部縱裂，種子有翼。

本樹種於民國前一年引進，試種於林業試驗所恆春分所，經三十餘年之觀察，成績良好，現中南部一帶多有用為造林之重要樹種者，如旗山、潮州、恆春、埔里、中埔等地均有造林。

木材材質堅韌，木理細緻，加工後不反插，色澤美麗，心材呈桃紅色波紋，為世界上珍貴之傢具及裝飾材，另如船艦，車輛，美術彫刻品，樂器等無不合宜，尚可用為飛機之螺旋槳。

#### 4. 大葉桃花心木 (*Swietenia macrophylla* King.)

本樹種與小葉桃花心木之區別即在葉之大小，其他性狀及用途均相同，惟比重稍輕。

#### 5 印度紫檀 (*Pterocarpus indicus* Willd.) 屬豆科 (Leguminosae)

落葉喬木，樹皮灰色，微有縱裂，奇數羽狀複葉，七至十一片，小葉長卵形而尖，全緣，花為帶黃色之蝶形花冠，排列成圓錐花序，果實圓形有翅。

本樹種原產印度、緬甸、泰國、馬來半島及我國南部，在日人據臺初期，即購入栽培試驗，成績良好。

木材邊材白色較軟，心材朱赤色而堅重緻密，有光澤，並有美麗之回旋斑紋及條紋，材可供家具，樂器，彫刻及裝飾品等之用。

#### 6. 毛柿 (*Diospyros utilis* Hemsl.) 屬柿樹科 (Ebenaceae)

常綠大喬木，徑可達 120 公分，樹皮粗糙，小枝、葉柄、葉背、花及果均有黃褐色之毛，葉披針形，長 10—15 公分，寬 6—10 公分，葉柄強剛，花腋生，花梗長 7mm.，萼 4 深裂，裂片橢圓形，果扁球形。徑 8 公分。

本樹種產於恆春半島，綠島，蘭嶼等處。

木材堅重滑澤而緻密，有邊心材之分，邊材淡紅白色，心材黑色，混有蒼綠色條紋，加工困難，吸水性小，年輪不明，材可供製傢具，裝飾，鑲嵌，箸，手杖及建築之用。

## 二、供試樹種之生長環境

臺灣冷杉採自八仙山事業區之上埠線，海拔高 2,800 至 3,000 公尺，臺灣五葉松採自八仙山，海拔高 900 至 1,000 公尺，生長良好，均以砂質壤土為主，年平均總雨量為 3,004mm.，最多六月間平均為 861.41mm.，最少十一月間平均為 40.37mm.，二月至九月間為雨期，十月至翌年一月間為旱期，八仙山（佳堡臺）之年平均溫度為 18.92°C，最高七月間平均為 22.42°C，最低一月間平均為 14.26°C，（上列數值係根據 1939 至 1947 年間之平均紀錄）。

印度紫檀，小葉桃花心木及大葉桃花心木採自高雄山林管理所旗山分所之磅磅坑及竹頭角熱帶母樹園，毛柿採自該所恆春分所 64 林班。均以礫質壤土為主，混有砂岩之細粒及頁岩之薄片，間有相擬之腐植質土，該區已入熱帶圈內，惟有海洋風之調節，並不過熱，平地氣溫全年較差頗低，如屏東區每年一月間平均氣溫為 20.9°C，七月間平均為 30.9°C，每年五月至九月為雨期，全年降雨量以此期為最多，如 36 年 6 月間，降雨量曾達 2635.8mm.，而一日間最大降雨量有達 286.4mm. 者，每年十月至翌年四月間為旱期，如 36 年 11 月間降雨量僅 40.2mm.。

## 三、試驗之計劃及方法

過去本試驗之力學性質部份，係用日製 Amsler 30 噸萬能試驗機試驗，茲為節省試驗材料增加

工作效率計，乃申請美援新購日製四噸 Amsler 式木材強度試驗機一臺，本報告之強度值即係用此項試驗機試驗之結果。試驗之計劃與方法與第一號合作試驗報告大同小異，其所不同者為本試驗各項力學性質部份之試材係全部分別製成，並不需取自試驗後之完整部份，另則標準試材之斷面為 $2 \times 2$ 公分，長度因試驗種類而異。關於物理性測定如含水量，收縮率及比重之標本其大小為 $2 \times 2 \times 2$ 公分，其測定方法亦與本試驗第一號報告所敘者相同，不另贅述。

至於力學性試驗，日製四噸 Amsler 式木材強度試驗機之原設備可供靜力彎曲，衝擊彎曲，縱向壓力，橫向壓力，縱向張力，劈裂度等六種試驗，至於橫向張力，縱向剪力兩項試驗之機械裝置，則擬配製後另行試驗，茲將上列原設備機械之六種力學性試驗之方法略述於后：

1. 靜力彎曲 (Static Bending) 試驗：試材斷面 $2 \times 2$ cm.，長36cm.，試驗時用中央加力法，徑間距離28cm.，自試驗開始至最大荷重，用自動記錄器記錄其荷重與撓度之關係曲線 (load-deflection curve)，在試驗進行中，以每分鐘1公厘之速率繼續施以荷量。

2. 衝擊彎曲 (Impact Bending) 試驗 (韌性試驗 Toughness test)：由此項試驗求取木材吸收之能量，試材斷面 $2 \times 2$ 公分，長30公分，徑間距離24公分，所用試驗機為日製 Amsler 擺式衝擊試驗機，擺錘之能量為10公尺一公斤，加力之擊塊為金屬製，半徑15mm.，每一試條破壞時所吸收之能量 (Energy absorbed) 直接由試驗機讀出之，其單位為公尺一公斤/試樣。

韌性對於需要耐動性之構造材如飛機用材，螺旋槳，運動器具，工具柄等極為重要，蓋質脆之木材，可因突然之衝擊而折斷，而事前毫無象徵，故選材時須注意擇取韌性大之樹種，本試驗之結果其數值僅作比較用。

3. 縱向壓力 (Compression Parallel to Grain) 試驗：試材之斷面為 $2 \times 2$ 公分，長為8公分，試驗時將試材垂直放置於試驗機台上，加壓至破壞荷重時為止。

4. 橫向壓力 (Compression Perpendicular to Grain) 試驗：試材之大小為 $2 \times 2 \times 2$ 公分，試驗時，荷重由金屬圓柱體，施於試體之全面，荷重與橫壓之關係曲線，由自動記錄器記錄之。

橫向彈性限界之纖維應力，用以估計材料受橫向壓力時之安全工作應力，在計算樑，桁與接頭之接觸面及比較枕木之樹種時，甚為重要。

試驗橫向壓力時，木材不能呈顯真正之最大強度，因荷重繼續增加，可將試材壓裂或壓平為止，故不如縱向壓力試驗可以獲得最大之強度值。

5. 縱向張力 (Tension Parallel to Grain) 試驗：試材橫斷面 $1.5 \times 1.5$ 公分，長36公分，試驗時將試材放入張力試驗器中，直至破壞荷重時為止。

6. 劈裂度 (Cleavage) 試驗：試材橫斷面為 $2 \times 3$ 公分，割裂面2公分，長8公分，製材時分二種，一半為弦斷，一半為徑斷，試驗之結果則求其平均值，試驗時用鈎一對鈎住試體加荷重，直至破壞裂開時為止。

#### 四、試驗之結果(見附表)

#### 五、參考文獻

1. 航空研究院：木材力學試驗標準草案 三十二年七月

2. 馬子斌：臺灣產主要木材之強度試驗(一) (林業試驗所第十號報告1947年12月)  
臺灣產主要木材之理學性試驗(一) (合作試驗報告第一號1951年5月)

3. 金平亮三：臺灣樹木誌

四知總之(景)樹

正參卷一第

附 表

試 驗 之 結 果

臺灣八仙山產臺灣冷杉 臺灣五葉松 (針葉樹) 暨高雄山林管理所產小葉桃花心木、大葉桃花心木、印度紫檀毛柿 (闊葉樹) 之生材及氣乾材強度表

種 類 Species	學 名 Scientific Name	試 驗 樣 本 數 目 Number of trees tested	氣 乾 試 驗 總 數 Total number of tests	生 長 年 數 Annual Rings Per cm.	含 水 率 Moisture Content	比 重 Specific Gravity	收 縮 率 Shrinkage 由生材至氣乾 From green to oven dry					靜 力 Static Bending				韌 性 韌 性 Impact Bending (Toughness)	縱 向 壓 力 Compression Parallel to Grain		橫 向 壓 力 Compression Perpendicular to Grain		縱 向 張 力 Tension Parallel to Grain		劈 裂 度 Cleavage	硬 度 Hardness						
							徑 向 Radial	弦 向 Tangential	體 積 Volumetric	彈 性 限 界 at Elastic Limit	破 壞 係 數 Modulus of Rupture	彈 性 係 數 Modulus of Elasticity	最 大 縱 向 剪 力 Calculated Longitudinal Shear	吸 收 之 能 量 Energy absorbed	最 大 抗 壓 強 度 Maximum Crushing Strength		彈 性 限 界 之 縱 向 應 力 Fiber Stress at Elastic Limit	抗 張 強 度 Tensile Strength	劈 裂 強 度 Cleavage	勃 令 式 硬 度 Brinell Hardness										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14		15		16		17		18		19		20		21		22
Common Name	Scientific Name			年 數 輪 cm	%		%	%	%	%	%	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	cm-kg in-lb 試驗	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s	kg/cm <sup>2</sup> ±s	lb/in <sup>2</sup> ±s
臺灣冷杉	Abies kawakamii (Hay.) Ito	3	301	7.4	生材	88	0.343	0.382	4.25	6.17	10.26	387±21	5076±298	537±32	7636±453	83900±7900	1.19×10 <sup>6</sup> ±112000	19.2±1	273±14	209±46	181±40	224±22	3105±312	17±3.3	241±46	478±129	6797±1934	22±2.4	123±13	1.76
			441		氣乾	12						562±43	7991±611	780±54	11091±707	109600±19800	1.56×10 <sup>6</sup> ±281000	23.2±2	329±2	228±62	198±54	469±35	6669±497	33±7	469±99	633±101	9031±1439	27±6	151±33	2.37
臺灣五葉松	Pinus morrisoni-cola Hay. (P. formosana Hay.)	3	315	3.6	生材	67	0.488	0.536	3.36	5.48	8.97	573±51	8148±728	831±90	11816±1279	109600±12300	1.55×10 <sup>6</sup> ±178000	29.7±1.3	422±18	234±44	203±36	382±43	5005±611	34±7	483±99	748±206	10636±2528	35±5.5	195±31	2.62
			504		氣乾	12						677±79	12470±1123	1201±118	17070±1677	146200±26400	2.06×10 <sup>6</sup> ±378000	35.5±4.3	504±61	269±66	233±57	631±53	8972±753	77±11	1094±156	795±182	11304±2588	43±7	240±38	4.37
小葉桃花心木	Swietenia Malagani (L.) Jacq.	3	280	1.3	生材	56	0.509	0.560	3.62	5.02	9.08	822±86	1222	720±138	10233±1962	89200±13500	1.27×10 <sup>6</sup> ±182000	25.7±6.3	365±61	191±38	165±24	270±25	3839±365	69±14	981±199	443±147	6299±2090	43±10	240±56	2.65
			343		氣乾	12						666±74	1052	930±127	1803	112200±21500	1.39×10 <sup>6</sup> ±306000	27.6±4.5	392±63	209±39	181±34	481±26	6639±511	144±23	2047±327	493±88	7010±1251	53±14	296±78	3.82
大葉桃花心木	Swietenia macrophylla King.	3	287	1	生材	51	0.491	0.540	3.90	4.96	9.09	490±84	6967±1194	653±118	9235±1677	86900±9820	1.26×10 <sup>6</sup> ±182000	23.3±3	331±42	190±47	165±41	302±48	4294±662	82±21	1166±298	569±167	8991±2374	43±11	240±61	3.08
			427		氣乾	12						677±80	1137	962±119	1692	13600±21200	1.51×10 <sup>6</sup> ±309000	28.4±4	403±56	230±50	173±43	497±57	7057±810	159±22	2260±312	592±116	8418±1649	54±11	301±61	3.68
印度紫檀	Pterocarpus indicus Willd.	3	282	1.7	生材	95	0.390	0.430	3.07	4.17	7.23	565±99	834±140	787±134	11193±1933	97600±15900	1.39×10 <sup>6</sup> ±228000	28.1±1.6	399±66	245±46	212±40	324±57	4607±810	56±15	782±213	680±208	9243±2957	44±8	246±48	2.08
			380		氣乾	12						718±72	10209±1123	979±107	13921±1521	126700±21300	1.72×10 <sup>6</sup> ±303000	29±3.6	412±51	275±79	238±69	617±49	7351±696	94±17	1336±241	708±93	10067±1322	46±10	257±56	3.53
毛 柿	Diospyros utilis Hemsl.	3	308	不明	生材	50	0.725	0.851	5.87	9.01	14.79	675±96	9696±1657	969±141	13779±2118	116200±12950	1.37×10 <sup>6</sup> ±179000	34.6±5.4	492±76	476±100	413±87	366±45	5204±639	98±11	1393±156	921±264	13095±3762	57±10	318±56	4.06
			504		氣乾	12						961±148	13655±2104	1028±196	16256±2787	160100±33300	2.28×10 <sup>6</sup> ±453000	38.3±5.5	544±78	529±132	459±114	605±63	924	197±20	2801±284	1039±107	14774±1521	72±10	402±56	6.14

註：1. 試驗值數係指各項力學試驗次數之總和。  
 2. ±s 係標準差 (Standard Deviation)。  
 3. 表中 6—12 項係物理性質，13—22 項係力學性質。  
 4. 氣乾材除靜曲之最大縱向剪力，韌性，劈裂度，硬度等係氣乾狀態之數值外，其餘各項力學性質均調整 12% 含水量之數值。