

臺灣省林業試驗所  
林產管理局 合作試驗報告

第一號

BULLETIN

of

TAIWAN FOREST RESEARCH INSTITUTE

in Co-operation with

TAIWAN FORESTRY ADMINISTRATION

No. 1

臺灣產主要木材之理學性試驗 (一)

馬子斌

Tests on Mechanical and Physical Properties of  
Important Timbers in Taiwan (1)

by

Ma Tze-ping

中華民國四十年五月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣臺北

*Published by*

TAIWAN FOREST RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, China

May, 1951

# 目 次

---

## 一、緒 言

## 二、供試樹種之形態

1. 臺灣扁柏
2. 紅 檜
3. 香 杉
4. 烏 心 石
5. 石 櫟
6. 三斗石櫟

## 三、供試樹種之生長環境

## 四、試驗之計劃

1. 試驗之目的
2. 試材之採集
3. 試材之處理及選定
4. 試材之形狀及試驗之種類

## 五、試驗之方法

### 甲、物理性試驗

1. 木材含水量之測定
2. 木材比重之測定及收縮之測定
3. 生長率之測定

### 乙、力學性試驗

1. 靜力彎曲試驗
2. 縱向壓力試驗
3. 橫向壓力試驗
4. 縱向剪力試驗
5. 橫向張力試驗
6. 劈裂度試驗
7. 勃令式硬度試驗

## 六、試驗之結果

附力學性質計算公式

## 七、參考文獻

# 臺灣產主要木材之理學性試驗 (一)

馬 子 斌

## Tests on Mechanical and Physical Properties of Important Timbers in Taiwan (1)

by

Ma Tze-ping

### 一、緒 言

臺灣森林面積約占全島三分之二，蘊藏豐富，其中有經濟價值之樹種頗多，急待研究，闡其用途，故為適應實際需要，明瞭主要樹種之材性，俾得以合理利用計，乃與林產管理局合作，試驗臺灣產主要木材之力學性質與物理性質。經雙方議定，對於試驗各樹種之試材及伐木運材費用由林產管理局負責供給，造材及試驗任務與採擇試材旅費暨試驗用之水電費等由林業試驗所負責。此次所採之樹種係由林產管理局太平山林場及竹東林場供給，茲將供試各樹種之名稱及產地分別如下表：

中 名	土 名	學 名	產 地
臺灣扁柏	厚殼	<i>Chamaecyparis taiwanensis</i> Masam et Suzuk.	太平山三星線
紅 檜	薄皮	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	太平山三星線
香 杉	欒大杉	<i>Cunninghamia Konishii</i> Hay.	竹東香杉山
烏 心 石	烏心石	<i>Michelia Compressa</i> Maxim. var. <i>formosana</i> Kanehira ( <i>Michelia formosana</i> Masamune)	竹東鹿場山
石 櫟	赤皮	<i>Quercus gilva</i> Bl.	竹東鹿場山
三斗石櫟	赤皮杜仔	<i>Lithocarpus Ternaticupula</i> Hay. ( <i>Quercus ternaticupula</i> Hay.)	竹東鹿場山

至於各種木材之採擇，標本之製作及試驗之方法，本文中亦略加申述（詳細請參閱臺灣省林業試驗所第十號試驗報告—臺灣產主要木材之強度試驗（一）民國三十六年十二月刊印）

本試驗開始於三十九年三月，經製材、試驗、計算及整理結果，歷時一年有餘，迄今始竣其事，爰將試驗結果彙成是篇，或可作木材利用上之參考，願海內賢達有以教之。

進行期間承林所長潤訪之指示，本篇脫稿時復承校閱，乃告完成，特表無限謝忱。

本試驗工作時，承唐技佐木協助及試材製作，孫係君協助物理性測定及計算，特此誌明，並表謝意。

## 二、供試樹種之形態

### 1 臺灣扁柏 (*Chamaecyparis taiwanensis* Masam et Suzuk) 屬柏科 (Cupressaceae)。

臺灣名厚殼，大喬木，樹幹通直，直徑可至 3 公尺，樹皮纖維質，淺縱裂，葉鱗狀，對生，扁壓，形成 3 列，排作覆瓦狀，密生，鱗葉三角形，先端鈍尖，毬果球形，徑 10—11mm。果鱗 8—10 片，橢形，每片含種子二，種子有翅，寬 4mm。

本樹種產於中央山脈海拔高 1,300—2,800 公尺間，成極盛相之美林，太平山，八仙山，阿里山及花蓮港之木瓜山，大魯閣，林田山等高山均有大面積之原生林存在。

木材性質優良，用途極廣，惟生長緩慢，木材邊心材境界分明，邊材淡紅黃白色，心材淡黃褐色，具芳香與光澤，性強韌，保存期久，反張少，爲本省最優良之木材，可供建築，橋樑，車輛，家具，枕木，彫刻，棺木，農具等之用。

### 2 紅檜 (*Chamaecyparis formosensis* Matsum.) 屬柏科 (Cupressaceae)。

臺灣名薄皮，樹幹巨大通直，樹皮薄，稍呈淡紅褐色，葉鱗狀似扁柏，三角形，對生，扁壓，形成覆瓦狀排列，表面綠色，背面灰白色，先端銳尖，中央有白色氣孔線之溝，毬果長橢圓形，長 10—12mm，徑 8—9mm，果鱗數 10—13，種子之周圍微有翅，徑約 3mm。

本樹種生長區域較臺灣扁柏稍低，以海拔高 1,500—2,150 公尺處爲最盛，全島蓄積豐富，僅次於鐵杉而居第二位。北部插天山海拔 1,050 公尺處已有發現，阿里山平遮那 (1,800 公尺) 二萬坪 (2,000 公尺) 間即見此樹，每居扁柏林稍下部，或與扁柏，鐵杉，華山松，紅豆杉，亞杉等混生，其在阿里山神廟下亦與銳葉新木槲子，長葉楠，森氏櫟，雲葉，臺灣江某，槭樹及錐栗等闊葉樹混生，太平山，八仙山，太魯閣，木瓜山，林田山等處甚多。

木材似扁柏稍帶淡紅色，質稍軟而生長較速，富耐濕性及耐蟻性，少割裂，具芳香，此種木材之最大缺點爲易受蓮根腐菌 (*Stereum salcutum* Brut.) 之侵蝕，幹心多呈空洞或爲多數同心圓蜂窩狀之腐朽孔，俗稱蓮根材，木材之利用率因之大爲減低。材可供建築，家具，枕木，橋樑棺木，樽桶，彫刻，造船，合板等用。

### 3 香杉 (*Cunninghamia Konishii* Hay.) 屬杉科 (Taxodiaceae)。

臺灣名欖大杉或烏杉，樹幹通直，高可達 50 公尺，直徑 1—2.5 公尺，樹皮纖維質，似杉木，幼枝葉長，老枝葉線狀鐮形，披針形，螺旋狀密生，先端銳尖，基部附着處下延狀，背面稍呈龍骨狀，斷面有脂溝 2 個，葉長 1—2cm，幅 2mm，先端鈍頂，葉緣有鋸齒，兩面具氣孔線，毬果卵狀球形，長 2—2.5cm，徑 2cm，果鱗成壓縮狀菱形，先端有小突起，表面中央肥厚，種子三個，偶有二個，種子周圍稍有翅或稍有翅之痕跡，扁平，寬 3—5mm。

本樹種初現於欖大山海拔 1,800 公尺處，繼在中部以北諸山海拔 1,300—1,800 公尺之森林中亦發現其能生育，如太平山 (1,300 公尺)，卑南，西卡也埔 (シカヤブ) 間 (1,900 公尺)，湯諾夫 (トンノフ) (1,600 公尺)，大雪山，小雪山，白狗大山，八仙山，香杉山 (竹東) 等處均有生長。

木材淡黃色，邊心材區別不明顯，材質緻密，有香氣，乃本屬特有之一種揮發油所致，橫斷面放置相當時日，則生白色針狀結晶，耐蟻性強，年輪密度約爲杉木之四倍，紅檜之倍半。其材可供建築、棺木、鉛筆桿等之用。

4. 烏心石 (*Michelia compressa* Maxim. var. *formosana* Kanehira) (*Michelia formosana* Masamune)，屬木蘭科 (*Magnoliaceae*)。

常綠喬木，徑可至100cm。直幹少，樹皮平滑，灰褐色，稍厚，葉芽被有茶褐色之絹毛，葉互生，披針形或長橢圓形，全緣，長8—10cm，幅2—3cm，革質，葉面不平，花腋生，蕾爲附着茶褐色絹毛之苞所包，花被12，淡黃白色，長橢圓形，長18mm，幅5mm，雄蕊多數，有柄，子房一室，胚珠6，側壁着生，子房花後增大，蓇葖果着生於長穗狀果序上，成熟後胞背裂開，種子2—4個，爲紅色紙質假種皮所包，種子硬而呈黑色。

本樹種分佈於全省潤葉樹林中海拔200—1,800公尺處。

木材邊心材區別分明，邊材淡黃色，心材伐採時紅褐色，後變黃褐色，木材堅硬強韌，磨之生光澤，易反張，難割裂，橫斷面上導管孔略多，成輻射狀散孔材，或成不規則之連結成爲聚合狀，圓形至卵圓形，沿切線方向排列之柔軟細胞顯著，縱斷面具有特種之花紋，木材用途極廣，供建築（柱，桁），器械構造材（油車架，布機臺，水車），搗臼，扁擔，轎槓，建築裝飾（門扉，窗戶），樂器（絃類之支柱，鼓箸），車輛，農具，榨油機，彫刻，家具，把柄，鑄模，象嵌等之用。

5. 石櫟 (*Quercus gilva* Bl.) 屬殼斗科 (*Fagaceae*)。

石櫟或稱櫟木，臺灣名爲赤皮。常綠喬木，徑可達三公尺，高可達三十公尺，樹皮老時呈灰褐色，剝落，幼枝、葉柄、葉之表面及殼斗茶褐色，葉長倒卵形及披針形，長8—12cm，先端有鈍形尾尖，基部銳形，上半部有鋸齒，下半部全緣，殼斗薄，呈杯狀，鱗片輪狀排列，堅果橢圓形，長1.5cm，徑12mm，先端微凸，頂上有毛。

本樹種分布于本省中部以北之潤葉樹林中，臺北縣烏來附近在海拔250公尺以上之潤葉樹林中均有之，新竹縣南庄加里前山方面海拔300—1,500公尺處亦有生育，尤以海拔1,000公尺附近最多，爲本省殼斗科植物中最重要之一種。

木材邊心材有區別而無分明之界限，邊材淡黃紅色，心材暗紅褐色，材質堅重緻密，木理通直，易割裂，富彈性，強韌，耐衝擊摩擦，少反張，滑澤，吸水性小，導管孔沿半徑方向散生，單獨，具重紋孔。其材供製車輛（車輪，車臺，車手），船具（舵頭），鋸柄，農具，扁擔，槌柄，楔木，滑車，礮齒，水車（輪及軸），樂器附屬品（鼓箸，絃類枷枳），靴模，鉋刀床，洋傘柄，木屐齒等用；他如建築，枕木，槍托等亦可適用。

6. 三斗石櫟 (*Lithocarpus ternaticupula* Hay. (*Quercus ternaticupula* Hay.) 屬殼斗科 (*Fagaceae*)。

臺灣名爲赤皮杜仔，常綠喬木，徑可達60cm，高可達12公尺，葉革質，披針狀長橢圓形，長10—12cm，先端急尖，鈍頭，全緣，緣邊稍反捲，側脈13或14對，果實三個叢生，殼斗杯狀

，長8mm.，徑15mm.，小鱗片輪狀排列，內部有灰色毛，堅果橢圓形，長2cm.，徑1.5cm.，先端有小突起。

本樹種分布於全島潤葉樹林中。

木材淡黃色，供建築，器具，把柄及鞞轆等用，排灣（パイワン）族高山同胞用爲穀倉支柱。

### 三、供試樹種之生長環境

紅檜及臺灣扁柏採自太平山林場所轄之太平山三星線事業區，該區海拔高約1,800-2,200公尺，林相爲天然針葉樹林帶，土壤以砂質壤土爲主，生長甚爲良好。年平均溫度爲14.5°C，最高爲八月間平均20.5°C，最低一月間平均6.3°C；年平均雨量爲3,130.6mm.，最多七月間平均爲549.2mm.，最少四月間平均爲74.1mm.，（上列數值係根據1933至1935年間之記錄）。

香杉採自竹東林場所轄之香杉山事業區，海拔高約1,600—1,800公尺，烏心石，石櫛，三斗石櫛採自竹東林場所轄之鹿場山事業區，海拔高1,200—1,600公尺，兩處均爲砂質壤土，生長良好，該區之年平均雨量爲2,114.1mm.，最多八月間平均305.6mm.，最少十一月間平均38.5mm.，二月至九月爲雨期，十月至次年一月爲旱期。

### 四、試驗之計劃

#### 1. 試驗之目的 (Purpose of tests) :

- 根據試驗結果 (Data)，比較各種不同木材之機械性。
- 根據試驗結果，且與建築材一般大之材料試驗結果相配合，訂定木材之分級標準。
- 根據試驗結果，以決定各種木材之比重，產地，橫切面上之位置，樹幹之高低部位，乾燥程度，邊材至心材之變更等因子對木材強度之影響。

#### 2. 試材之採集 (Material Collection) :

試材須採自林中之樹木，每種樹木，至少須採選三至五株，且爲近乎平均年齡而可代表該樹種 (Species) 在林中之標準模式者，同種樹木，不宜於生長靠近處採伐二株以上，選材時以樹幹通直而生長優良者爲上選。

樹木伐倒後，自伐採點起自下至上分段鋸斷，每段長二公尺，每株樹鋸成三段或四段，視其樹木生長之高度及其能代表樹木下、中、上等各部分爲度，鋸段後，依其下、中、上之順序依次編列樹號及段號，以資識別。並作記號以辨別樹木之北向。

每一木段之樹皮，均須保留之，注意勿使損壞，以防水份之蒸發，木段兩端，可能時須塗以油漆或泥灰，以防兩端斷面乾燥或裂開。

採得試材後，須儘速運至試驗室。

#### 試材之處理及選定 (Disposition of sticks and selection of specimens)

採自林間之木材，均有樹幹高低部位之記號，藉以比較各部位之強度，試材運回試驗室

後，即行開始製材工作，將圓材製成粗試材後，依次分成二部，一部供生材試驗之用，另一部則供氣乾材試驗之用。

備作生材試驗之木條（6cm.×6cm.×80cm.），堆積於適當之容器內，護以濕木屑，以防水分之蒸發，臨試之前始從濕木屑中取出，鉋削各斷面使成爲5×5×75cm之木條，或鋸成所需之長度，鉋光後，若未能立即試驗，則仍用濕木屑保護，且須放在密閉箱中。

至於供氣乾材試驗之木條，則堆積於不被陽光晒到或雨淋到之處，且不接近地面，材料之堆積，則留其空隙，兩木條之鄰近處，至少須隔開半吋，俾空氣得以流通。

堆積後每隔相當時期取出數根秤其重量，以觀察氣乾之程度，直至近於20%含水量時取出數根木條，切下水分試驗標本，置105°C之烘箱中測定其真正含水量，至重量趨於一定時，同堆木材始得視爲完全氣乾，堪供試驗之用，木材隨大氣情況之變化而吸收或放出水分，故絕不能到達一定之重量，臺灣氣乾材之含水量約在15%至17%之間。

試材之選定：試驗之材料係選擇無朽無疵者，惟節疤不在重要位置，而不影響木材之強度者，則可從寬選材。

由於取材時經過詳細選擇，當圓材鋸成板材後經過一番淘汰，板材鋸成木條後又經過一番淘汰，而中選之木材尚未必全部可供試驗之用，故由山地採集之材料頗有未能充分供應試驗之慮，因此各種試驗項目須採取一定之次序，庶一種試驗完成後，其完整部份猶可供他種試驗之用。

試驗之次序如次：

- (a) 靜力彎曲 (Static Bending)
- (b) 縱向壓力 (Compression Parallel to Grain)
- (c) 橫向壓力 (Compression Perpendicular to Grain)
- (d) 硬 度 (Hardness)
- (e) 縱向剪力 (Shear Parallel to Grain)
- (f) 橫向張力 (Tension Perpendicular to Grain)
- (g) 劈 裂 度 (Cleavage)

#### 4. 試材之形狀 (Forms of material tested) 及試驗之種類 (Kinds of test)：

試驗材料之形狀爲無疵小試材 (Small Clear Specimens)，斷面5×5cm.，長度因試驗種類而異，茲分列於後：

- (a) 靜力彎曲：用長5×5×75cm.之材
- (b) 縱向壓力：5×5×20cm.
- (c) 橫向壓力：5×5×15cm.
- (d) 縱向剪力：5×5×6cm.破碎面爲5×5cm.
- (e) 橫向張力：6×6×7cm. (爲適應本試驗室之機械設備)

(f) 劈裂度：5×5×9.5cm.

(g) 硬度：5×5×3cm.

註：試材之形狀及規格請參閱臺灣省林業試驗所第十號報告：臺灣產主要木材之強度試驗

(一)，內有繪圖說明。

## 五、試驗之方法

### 甲、物理性試驗

#### 1. 木材含水量之測定 (Determination of Moisture Content of Wood) :

木材含水量之多少與強度關係甚大，故試驗強度時必先檢定其水分，生材試驗之長處，即水分尚未蒸發至纖維飽和點 (Fiber Saturation Point) 時，不論含水多少，其強度毫無變化，因此所得試驗結果，可以直接比較，不必改訂。

註：「纖維飽和點 (F.S.P.)：木材水分在生材中有二種形式，即細胞腔中之游離水分及存在細胞壁中之限內水分，當木材乾燥時，游離水分必較在細胞壁中之限內水分先行排出，當細胞腔中之游離水分全行蒸發而細胞壁中之限內水分尚充滿飽和時，稱之為纖維飽和點 (F.S.P.)

即含水量大於纖維飽和點時，如含水量有變動，強度不受影響，如含水量少於纖維飽和點時，則含水量愈少強度愈大。」

氣乾材試驗則因含水量多少而強度起有顯著之變化，含水量遞減而強度遞增。臺灣氣乾程度約在含水量15%至17%之間（由於大氣之變化而有異），故各種木材之力學性質頗難以比較。茲為便於比較計，乃將氣乾含水量改訂至12%，而求取12%含水量時之強度值。

氣乾材標準含水量 (12%) 之改訂：含水量在12%附近之木材，由於含水量減少（或增加）而發生之各種強度增加（或減少）百分率：

性質	%增減
靜力彎曲 (Static Bending)	
彈性限界之纖維應力 (Fiber Stress at Elastic Limit) .....	5
抗彎強 (Modulus of Rupture) .....	4
彈性係數 (Modulus of Elasticity) .....	2
縱向壓力 (Compression Parallel to Grain)	
最大破壞強度 (Maximum Crushing Strength) .....	6
橫向壓力 (Compression Perpendicular to Grain)	
彈性限界之纖維應力 (Fiber Stress at Elastic Limit) .....	5 $\frac{1}{2}$
縱向抗剪強 (Shearing Strength Parallel to Grain) .....	3
橫向抗張強 (Tension Perpendicular to Grain) .....	1 $\frac{1}{2}$

註：上列增減數值係根據美國林產研究所對一般木材之試驗結果，調整而為氣乾材之數值時



，採用12%含水量為標準，此12%值乃代表美國大部份區域中木材氣乾狀態之安定含水量，(參閱 Markwandt, L.J. and Wilson T.R.C. "Strength and Related Properties of Woods Grown in the United States" P.6)我國現尚無此等數值可資依據，故為便于比較計，亦將試驗結果調整為12%時之強度值。

含水量之測定：在各試材中間處，切取木材一片(5×5×1.5cm.)，秤定重量(至小數後一位)，秤定後，將試材放在105°C烘箱中，經過數小時秤一次，秤至重量不變或稍增為止，此時所失之重量，即試材中所含之水量也。

含水量之計算：假定生材或氣乾材之重量為W，烘乾後之全乾材為W<sub>0</sub>，則含水量等於W-W<sub>0</sub>，用全乾材重量為基礎，算出木材含水量之百分率如次式：

$$\% \text{木材含水量} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

2. 木材比重之測定 (Determination of Specific Gravity of Wood) 及收縮之測定 (Shrinkage of Wood)：

測定比重及測定收縮之標本，亦即測定含水量之標本，其大小為5×5×1.5cm.，其比重與收縮則自同一生材標本決定之，其法為標本於生材狀態時，秤其重量，用測微計精確測量其體積，然後將標本散開放置於烘箱中，以105°C之溫度乾燥之，至重量不變時為止，爐乾後即將標本秤定重量，並隨即用測微計測定其徑向及弦向與縱向之長度，其算式如次：

A. 比重之計算：

$$(1) \text{ Sp. Gravity} = \frac{\text{全乾重量}(W_0)}{\text{生材體積}(V_g)}$$

即為全乾重量依據生材體積為基礎之比重。

$$(2) \text{ Sp. Gravity} = \frac{\text{全乾重量}(W_0)}{\text{全乾體積}(V_0)}$$

即為全乾重量依據爐乾體積為基礎之比重。

B. 收縮率之計算：

(1) 徑向收縮：

$$\% \text{徑向收縮} = \frac{R_g (\text{生材徑向長}) - R_0 (\text{全乾材徑向長})}{R_g (\text{生材徑向長})} \times 100$$

(2) 弦向收縮：

$$\% \text{弦向收縮} = \frac{T_g (\text{生材弦向長}) - T_0 (\text{全乾材弦向長})}{T_g (\text{生材弦向長})} \times 100$$

(3) 體積收縮：

$$\% \text{體積收縮} = \frac{V_g (\text{生材體積}) - V_0 (\text{全乾材體積})}{V_g (\text{生材體積})} \times 100$$

3. 生長率 (Rate of Growth) 之測定：

樹木在每一生長季節中，由形成層增生木材一層，稱為生長層，在橫切面上現出多數同心圈，稱之為生長輪 (Growth ring)，每一生長層早期生長之部分，質較軟，細胞較大，稱為早材 (Early wood)，晚期生長之部分，質較硬，細胞較小，稱為晚材 (Late wood)，生長輪之寬度，係表示木材之直徑生長率，生長率在各樹種間有差別，在各樹種間復受陽光，水分，溫度，土壤等因子之影響；測量生長率，係以每一試材之橫切面沿半徑方向量其2cm.之生長輪數，輪

數少者表示生長迅速，多者表示生長遲緩。

## 乙、力學性試驗

### 1. 靜力彎曲試驗 (Static Bending)：試驗機：日製 Amsler 30噸萬能試驗機。

靜曲試驗之材料，試材斷面為  $5 \times 5$ cm，長75cm，試驗時量其中心部份之真正高度與寬度及長度，徑間 (Span) 距離為70cm，用中央加力法，試材之弦切面 (Tangential surface or Flat-sawn) 之接近髓心之一面承受外力。

試驗時荷重 (Load) 與撓度 (Deflection) 之變化，均記載在草簿 (Log Sheet) 上，每加重一百公斤，讀出撓度一次，繼續至破壞荷重 (Maximum load) 時為止。

### 2. 縱向壓力試驗 (Compression Parallel to Grain)：

試驗機：Amsler 30噸萬能試驗機。

縱向壓力試驗之材料，橫切面為  $5 \times 5$ cm，長20cm，其真正之長、寬、厚則於試驗前量度之，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。

### 3. 橫向壓力試驗 (Compression Perpendicular to Grain)

試驗機：Amsler 30噸萬能試驗機。

橫向壓力之試材製成  $5 \times 5 \times 15$ cm，其真正之寬、高、長則於試驗前量度之。試驗時將試材水平放置於試驗機台上 (Platform of the machine) 且使金屬襯板 (Metal bearing plate) 放在試材上面之正中與試材兩端距離相等，更使試材之長與襯板之長成直角，襯板之寬為5cm，試驗時記載其荷重 (每增加一百公斤讀出荷重一次) 與相對之撓度直至超過彈性限界之荷重為止。

### 4. 縱向剪力試驗 (Shear Parallel to Grain)

試驗機：由 Amsler 30噸萬能試驗機及一座縱剪器 (Tool for shear parallel to grain test) 組合而成。

縱向剪力試驗之材料為適合本試驗室之機械設備計，其大小製成  $5 \times 5 \times 6$ cm，破碎面為  $5 \times 5$ cm，製試材時分為二種，其一為剪斷面與年輪平行，即弦切 (Tangential)，另一種為剪斷面與年輪成直角，即徑斷 (Radial)，結果則取其二者之平均值，試驗時將試材放在剪壓器中，求其最大荷重，剪斷面如不直截，則試驗結果作廢。

### 5. 橫向張力試驗 (Tension Perpendicular to Grain)

試驗機：由 Amsler 萬能材料試驗機及一對特殊把手 (Grip) 所組成，把手為鋼鉤 (Hook)，一鉤與移動橫頭連接，一鉤與機臺連接，兩鉤反方面用力，使持於鉤中之試材被拉斷。

試驗之材料為適應本所試驗室之機械設備，製成  $6 \times 6 \times 7$ cm 之大小。製試材時，分成二種，一種破碎面平行於年輪，即弦斷，另一種為破碎面垂直於年輪，即徑斷，結果則求取二者之平均值。

### 6. 劈裂度試驗 (Cleavage)

試驗機：由 Amsler 萬能材料試驗機及一劈裂試驗器 (Tool for Cleavage test) 所組成；

劈裂試驗器由一對鉤 (Hook or grip) 組成，一鉤與靜力試驗機之移動橫頭連接，他鉤與機臺連接。

劈裂度試驗之材料製成 $5 \times 5 \times 9.5$ cm.，製材時分二種，一種裂斷面平行於年輪，一種裂斷面垂直於年輪，前者為弦斷，後者為徑斷，試驗之結果則求取二者之平均值。試驗時用鉤一對鉤住試材加荷重，至試材裂開為止。

### 7. 硬度試驗 (Hardness)

試驗器為德製之Seku硬度試驗器，附有硬度計及擴大鏡，硬度可以直接讀出，試材製成 $5 \times 5 \times 3$ cm.，試驗時將試材放入試驗器之平板上，以直徑10mm.之標準鋼球由螺旋壓榨器，以其一定荷重 (50公斤)，縱向壓入試材中。然後用特製之測徑計量其被鋼球壓入試材之直徑，然後計算其平均值，(每一試材之橫斷面上列有試點九個，間距1.25cm) 此種試驗稱之曰 Brinell 硬度試驗。

## 六、試驗之結果(見附表)

附：力學性質計算公式

### 1. 靜力彎曲 (Static Bending)

$$a. K_1 = 1.5P_1 L / bh^2 \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$$b. K = 1.5P L / bh^2 \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$$c. E = P_1 L^3 / 4Dbh^3 \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$$d. S = 0.75 P / bh \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$K_1$ ...彈性限界之纖維應力 (Fiber Stress at Elastic Limit)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$K$ ...破壞係數 (Modulus of Rupture)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$E$ ...彈性係數 (Modulus of Elasticity)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$S$ ...最大算出之縱向剪力 (Greatest Calculated Longitudinal Shear)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$P_1$ ...彈性限界之荷重 (Load at Elastic Limit)  $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$P$ ...最大荷重 (Maximum Load)  $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$D$ ...彈性限界上之全撓度 (Total Deflection at Elastic Limit)  $\text{cm}$ .或 $\text{in}$ .

$b, h, L$  為梁條之寬、高與長 $\text{cm}$ .或 $\text{in}$ .

### 2. 縱向壓力 (Compression Parallel to Grain)

$$K = \frac{P}{A} \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$K$ ...最大抗壓強 (Maximum Crushing Strength)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$P$ ...破壞荷重  $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$A$ ...斷面積  $\text{cm}^2$ 或 $\text{in}^2$

### 3. 橫向壓力 (Compression Perpendicular to Grain)

$$K_1 = \frac{P_1}{B} \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$K_1$ …彈性限界上之纖維應力 (Fiber Stress at Elastic Limit)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$P_1$ …彈性限界上之荷重 $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$B$ …襯板下之面積 $\text{cm}^2$ 或 $\text{in}^2$

#### 4 縱向剪力 (Shear Parallel to Grain)

$$Q = \frac{P}{A} \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$Q$ …抗剪強 (Shearing Strength) $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$P$ …破壞荷重 $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$A$ …破碎面積 $\text{cm}^2$ 或 $\text{in}^2$

#### 5. 橫向張力 (Tension Perpendicular to Grain)

$$T = \frac{P}{A} \quad \text{kg/cm}^2 \text{或} \text{lb/in}^2$$

$T$ …抗張強 (Tensile Strength)  $\text{kg/cm}^2$ 或 $\text{lb/in}^2$

$P$ …破壞荷重 $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$A$ …最小斷面之實在面積 $\text{cm}^2$ 或 $\text{in}^2$

#### 6. 劈裂度 (Cleavage)

$$C = \frac{P}{b} \quad \text{kg/cm} \text{或} \text{lb/in}$$

$C$ …劈裂強 $\text{kg/cm}$ 或 $\text{lb/in}$

$P$ …破壞荷重 $\text{kg}$ .或 $\text{lb}$ .

$b$ …裂斷面之寬 $\text{cm}$ .或 $\text{in}$ .

## 七、參考文獻

### 1. 金平亮三：

臺灣樹木誌 1936年第56, 58, 51, 192, 122, 116頁

### 2. 馬子斌：

臺灣產主要木材之強度試驗(一) (臺灣省林業試驗所第1號報告, 1947年12月)

### 3. Frederick F. Wangaard：

The Mechanical Properties of Wood 1950

### 4. Wilson T. R. C.:

Strength-Moisture Relation for Wood 1932

### 5. Markwardt L. J. and Wilson T. R. C. :

Strength and Related Properties of Woods Grown in the United States 1935

附 表

試 驗 之 結 果

臺灣羅東太平山產臺灣扁柏、紅檜(針葉樹)暨竹東香杉山產香杉(針葉樹)及鹿場山產烏心石、石櫟、三斗石櫟(闊葉樹)之生材及氣乾材強度值

樹 種 Species	試 驗 樣 本 數 Number of trees tested	試 驗 總 數 Total number of tests	生 長 率 Growth rate (Annual rings Per Cm.)	含 水 率 Moisture Content	含 水 量 Moisture Content	比 重 Specific Gravity	重 量 Weight	收 縮 率 Shrinkage	靜 力 學				縱 向 壓 力 Compression Parallel to Grain		橫 向 壓 力 Compression Perpendicular to Grain		縱 向 剪 力 Shear Parallel to Grain		橫 向 剪 力 Tension Perpendicular to Grain		劈 裂 度 Cleavage	硬 度 Hardness								
									彈性限界之纖維應力 Fiber Stress at Elastic Limit	破 壞 係 數 Modulus of Rupture	彈 性 係 數 Modulus of Elasticity	最 大 縱 向 剪 力 Greatest Calculated Longitudinal Shear	最 大 抗 壓 強 度 Maximum Crushing Strength	彈 性 限 界 之 纖 維 應 力 Fiber Stress at Elastic Limit	剪 力 強 度 Shearing Strength	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			%	%			%	%	%		kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	kg./cm. <sup>2</sup> ± 8	lb./in. <sup>2</sup> ± 8	
臺灣扁柏 Chamaecyparis taiwanensis Masam. et Suzuk.	3	210	18.2	生材	34.3							479±39	811±854	668±51	9783±241	103700±14500	1.58×10 <sup>6</sup> ±209000	4.5±1.0	348±13	259±18	3683±256	56±10	796±142	91±7	1294±100	41±4	583±57	78±7	435±39	2.16
				氣乾	12	0.411	0.445	2.89	4.15	7.57	775±96	11020±1223	1039±53	14775±1351	123700±15900	1.75×10 <sup>6</sup> ±205000	30.9±2.7	439±38	452±34	6427±433	66±16	1223±226	121±12	1721±171	53±12	751±171	112±12	625±67	3.07	
紅 檜 Chamaecyparis formosensis Matsum.	3	196	8.6	生材	44.4							567±37	5076±526	597±32	8518±455	98400±15400	1.39×10 <sup>6</sup> ±203000	21.4±1.0	304±14	230±24	3271±341	35±3.5	498±50	77±10	1095±142	25±4	355±57	77±7	430±39	1.64
				氣乾	12	0.333	0.354	2.26	3.90	6.24	613±66	8717±339	898±76	12770±1090	116200±20400	1.45×10 <sup>6</sup> ±290000	26.1±2.0	371±23	355±52	5190±739	54±14	768±199	102±19	1450±270	41±4	583±57	90±9	502±50	2.39	
香 杉 Cunninghamia Konishii Hay.	3	182	20.1	生材	35.6							458±49	6513±697	695±51	9583±723	112200±18800	1.39×10 <sup>6</sup> ±207000	24.8±1.8	353±26	337±27	4792±364	36±5	512±71	77±12	1095±171	27±3	384±43	67±5	374±28	2.04
				氣乾	12	0.379	0.396	1.53	2.76	4.23	886±69	12599±98	1153±34	16467±1194	141000±16700	2.08×10 <sup>6</sup> ±257000	34.1±3.2	485±46	539±43	7665±511	61±11	867±156	90±13	1280±185	33±11	469±156	83±9	463±50	3.02	
烏 心 石 Michelia compressa Maxim. var. formosana Kanehira (Michelia formosana Masam.)	3	182	9.0	生材	81.2							520±48	7394±632	762±43	10836±611	119000±12300	1.68×10 <sup>6</sup> ±175000	27.2±1.4	387±20	334±24	4749±341	31±10	1152±142	90±10	1280±142	43±3	611±114	99±11	552±61	2.63
				氣乾	12	0.493	0.532	2.86	4.53	7.38	1005±77	14291±1095	1366±73	19425±1038	149000±10900	1.95×10 <sup>6</sup> ±155000	39.4±1.7	560±24	545±22	7750±313	140±18	1991±256	138±18	1962±256	58±11	825±156	125±11	698±61	3.65	
石 櫟 (赤 皮) Quercus gilva Bl.	2	84	6.3	生材	44.2							791±76	11248±1084	1070±85	15215±1259	149700±14700	2.11×10 <sup>6</sup> ±239000	38.2±3.0	543±43	380±42	5404±597	151±27	2147±384	148±16	2105±226	85±18	1209±256	141±18	787±100	4.15
				氣乾	12	0.774	0.872	2.97	8.27	11.14	1560±145	22183±2346	1954±155	27766±2204	186000±10100	2.64×10 <sup>6</sup> ±144000	55.1±5.0	734±71	612±73	8703±1036	264±38	4038±540	225±35	3200±498	119±22	1692±313	187±31	1043±173	5.83	
三 斗 石 櫟 (赤 皮 杜 仔) Lithocarpus tematicupala Hay. (Quercus ternaticupala Hay.)	1	77	6.5	生材	44.5							690±38	9669±1251	930±114	13338±1521	142900±13500	2.07×10 <sup>6</sup> ±178000	35.5±4.0	476±51	350±70	4977±596	113±25	1407±355	125±22	1778±313	58±12	825±171	127±18	709±100	3.77
				氣乾	12	0.657	0.723	3.27	6.01	9.18	1099±144	15628±2331	1411±211	20178±3650	180000±21500	2.36×10 <sup>6</sup> ±310000	49.2±6.2	600±81	573±78	8148±1109	211±17	3000±543	201±27	2858±334	72±19	1021±270	161±30	898±107	4.79	

註：1. 試驗總數次係指各項力學試驗次數之總和。

2. “±8”係標準差 (Standard Deviation)。

3. 氣乾材除靜曲之最大縱向剪力、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至12%標準含水量之數值，藉資比較。

4. 表中 5—12項係物理性質，13—22項係力學性質。