

請交換

經 濟 部 中 央 木 材 試 驗 室
工 業 試 驗 所

特 刊

第 七 八 號 中 華 民 國 廿 九 年 七 八 月

影 響 木 材 力 學 性 質 諸 因 子

經 濟 部 中 央 木 材 試 驗 室 印 行
工 業 試 驗 所
農 產 促 進 委 員 會



影響木材力學性質諸因子

唐 濯

目 次

一、引言

二、影響木材力學性質諸因子

「甲」關於樹之本身者

- (1) 材性與構造 (2) 早材及遲材在試驗時之位置 (3) 比重
- (4) 樹與種及變異
 - a. 樹高 b. 樹徑 c. 心材與邊材 d. 同一種各株之變異性 e. 樹之產地
 - f. 生長率 g. 材之伐自死樹與活樹 h. 樹脂及松節油之影響
 - i. 提煉物與木材力學性質 j. 伐木時期 k. 含水量與力學性質

「乙」關於試材之處理與形狀者

- (1) 氣乾材與爐乾材之力學性質 (2) 溫度與力學性質 (3) 防腐處理與力學性質
- (4) 負重速率及方法與力學性質 (5) 木材使用之期間與力學性質
- (6) 試材大小與力學性質 (7) 橫切面之形狀與木樑之力學性質

「丙」木材之缺點

- (1) 腐敗 (2) 斜紋理 (3) 節 (4) 開裂與輪裂 (5) 樹脂腔 (6) 木材之壓傷
- (7) 受濕木 (8) 虫孔 (9) 邊材變色



一，引 言

木材之力學試驗，在求得木材各種力學性質之記載，可爲一般之應用者。其功效約有數端：（1）在比較各種木材，（2）供給工程師之設計材料，（3）在估計安全律，（4）在將同類木材，有相近之材性者，依用途而歸類。溯當二十世紀以前，對於影響木材力學性質之諸因子，如木材之水分等，尙未明瞭。對於木材本身之極大變異性，尙無精確之研究。對於木材之搜集，試驗之方法等，亦未加以規定。彼時之試驗，多就實際上供建築或工業用之木料以進行。其所得之記載，僅足表示存在於該木材上，數種變異性之集合，難於分析各變異性質之單獨影響。因之此等結果，不能引用於另一種變異之集合。木材之力學性質與多種因素有關。無計劃之試驗不能分析各因素與力學性質之關係。因之發現舊日之木材試驗，不特無用，且甚引人誤解。目下各國對於木材之力學試驗，均以試驗小而無疵之木材爲基本，并避免任何可以影響力學性質之因子，依一定之方式以進行。每種樹之每種力學試驗，多在數十數百以上，以求得近於該樹種之均值。蓋即無疵木材之變異性，亦變動殊大也。至於影響木材力學性質之重要因子，如生長地，取材之位置，生長之快慢，節之大小，木材之紋理，含水量，試驗之方法，加力之久暫，木材之處理如防腐乾燥等項，積若干年木材試驗之經驗與研究，有不少之結果，可供吾人進行中國木材力學試驗之南針，兼可供吾人解釋，試驗結果之參考。爰就重要各點分類，譯述如後。

二，影響木材力學試驗諸因子

〔甲〕 關於樹之本身者

(1) 材性與構造：木材主爲纖維質 Cellulose 所構成之細胞組成。有針葉材(即一般之輕木材)以管胞 Tracheids 爲主；在闊葉材(即一般之硬木材)多以纖維 Fibers 爲主。就通常言，管胞遠較纖維爲長。闊葉材通常有特化之細胞名導管 Vessel members, 其上下之胞壁多少貫通，主爲導水之用。多數木材，有沿徑橫行排列之細胞，名爲木質線 Wood Rays 及沿軸向排列之木薄壁組織 Wood Parenchyma。各種細胞之排列，在不同之樹木上，多有不同。但在同一屬 Genus 或同一種 Species 之木材中，常大致有定。各種細胞之形狀大小及排列，生長輪 Growth Ring 木質層之存在，與細胞壁及細胞腔中之化學成分，物理性質等，存在可使木材成爲一種非均一 Heterogeneous 之物質。木材之性質，在橫切面，徑切面及弦切面上，均有不同。木材之利用與材性之基本研究，有待於深切了解木材之構造者至多。故欲試驗木材之力學性質，而忽略木材之構造，殊難分析其記載上之事實。茲將木材構造上顯然與木材力學試驗有關者，略述如下。

(a) 生長輪與力學試驗時之位置：木材之鋸板，若沿弦面鋸下者 Flat Sawing, 則生長輪之位置與木材之軸向，可自真正之弦面至真正之徑面，有種種不同之方向。因之木材之力學強度，與生長輪之方向有關者，均受影響。就美國林產試驗所之試驗，知靜曲及動曲試驗，試材長 30 吋者，生長輪橫向與直向，與力學性質發生甚少之影響。直壓用方柱形之試材亦然。橫壓，硬度，剪力，劈開等試驗，不特因生長輪之直向或橫向而不同。即細胞之方向與所加外力之關係，亦因之而異，所得數值，即有不同。就美國雲杉之橫壓試驗而言，試材之生長輪與加壓之方向，若變動自 45° — 95° ，則彈性量 Modulus of Elasticity 數值之差異爲 1:11 之比。橫壓所得之比例限度 Proportional limit (舊日稱爲 Elastic limit) 及最大壓力之變動，雖不如彈性量之大，但與生長輪及加壓之角度亦有關。

據美國林產試驗所所示，10—12 吋之韌性試材，用白式試驗機試驗者，徑面及弦之數值，平均相差 50%。由此試驗，亦可推知試材之大小(上列試驗，靜曲之試材，長 30 吋，與生長輪之方向不生影響。韌性試材爲 10—12 吋，與生長輪有影響)。亦爲生長輪之方向，是否與力學性質有關之重要原因。

(b) 早材 Early Wood 及遲材 Late Wood 在試驗時之位置：試材之小於 2×2

時者，用早材抑遲材向加力之面，其結果亦有不同。據美國試驗，用早材遲材有分別顯明之樹，如落葉松為靜曲試驗，試材 $1 \times 1 \times 16$ 吋。若將生長輪與加壓之方向平行（弦面），并選上下兩面，均為遲材者，則所得彈性量較加壓於生長輪直面（徑面）者，平均大 16%。反之，試材之上下兩面為早材者，加壓於弦面者，平均小於加壓於徑面者 13%。此種結果，由於早材及遲材密度之不同，而不全由生長輪之方向與外力之關係。

(2) 木材之種類：各種樹木中，所產生木材之平均比重，力學性質及其他材性，有與他種木材顯然不同。木材中，有強於韌性及抗衝擊力者，有強於彎曲及壓性者，亦有質柔，結構均勻，易於工作者。此等顯著之不同，可供用途上精確之選擇，但大多數之木材，其力學性質，平均之差異不大。數種力學性質相近之木材，其適宜於某種用途與否尚須決定於構造上之不同乾燥上之反應，施工上之性質等。故何種木材，適於何類用途，需兼顧之木材各種之材性。

(3) 比重（或密度）與力學性質之關係：木材組織成之物質，較水為重。不論何種木材，其比重約為 1.5。然乾時之木材，多數能浮於水，蓋木材之大部分體積，係屬空腔。木材乾時之比重，最能顯示該木材所含物質之多少，故亦可視為木材力學性質之指數。茲就木材之比重與力學性質之關係，就不同種中及同種中不同一塊之木材，分別述之。

(a) 在各種間比重與力學性質之關係：比重與木材力學性質之通常關係，可由下述比重相差甚大之兩種木材以顯明之。北美 Florida 產之 Mastic 木，為一甚重之木，其比重為 1.03，徑材之縱向，最大抗壓力為每方吋 5830 磅。南美產之 Balsa 木，其比重為 0.11，徑材之縱向最大抗壓力為每方吋 644 磅。上列兩種木材，比重相差九倍，縱向最大壓力，亦相差約九倍，然以比重除力學性質所得單位重量與比重之比較，則 Mastic 木為 5700，Balsa 木為 5954。由此知相差甚大之兩種木材，實質上之力學強度相等。據美國試驗所得百六十餘種之木材比重與力學性質之關係，知數種力學性質與木材比重之增加約相等，如縱向最大之抗壓是，其他則增加較快。如破壞量之增加在各種中雖有不同，但大致為比重之 1 1/2 方，硬度為 2 1/2 方。因此比重之相差雖少而力學強度之相差則較大。

據試驗所知，木材中有含較多之樹脂 Resin, 樹膠 Gum, 或他種可提煉之物質者。此等含有物，使木材之重量增加，但不能如木材本身構成之物質增加若許之力學性質。加之木材細胞之結構不同，因之，兩種木材之有同樣比重者，其力學性質，可有差別。故各種木材間比重與力學性質之關係，僅足表示通常之趨向，而非為一種定律。此外決定一種木材最佳之用途當由該種木材之特殊性質非由比重與力學性質一項而定。

(b) 在同種間比重與力學性質之關係：木材在同一種 Species 中，比重與力學性質之關係尤較在異種中為明顯。一種中最重之木材，通常強於較輕者2—3倍。在同一種木材中力學性質與比重之關係，常可求得一方程式以表示之。

(4) 樹種及變異

(a) 樹高：多種樹木樹基 Butt 之木材其比重較主幹為大。自相當高度後，(通常在原有林較後生林為高)，比重數之平均，始較固定。木材之比重，不論其伐自何處，既與力學性質成正比例，故除非欲討論影響比重之其他因子(如材之生於原有林或後生林者)，取材之高度可以不問。但有時材之取自樹基者，就其重量言，強於初性或抗衝擊之作用，如山核桃 Hickory 及膠 Fraxinus。反之，數種生於沼澤之闊葉樹，其廣大之樹基 swelled butt, 通常之比重小，力學之強度弱，過此始近於通常之狀態，此又不可不知。

(b) 樹徑：試材取自橫切面上之位置，其本身對於木材之力學性質，非一可靠之指示。材之有最大比重者，亦有最大之力學性質，如樹高與比重之關係同。

在針葉樹，材之近髓部 Pith 者，常生長較快，比重較小。過老之樹，生長甚慢，其比重較小或中庸。比重最大者，常在木材之中部。但樹之生長，受多種之影響，故其難得一定律。

在闊葉樹，材之有最大比重者，可產生於該樹之任何時期，要依該樹生長時之環境而不同。

(c) 心材與邊材 Heart Wood & Sapwood: 木材之主幹及主枝，其中部為心材，外部則以邊材。後者之外部為樹之生活部分。木材在初生時，均屬邊材。樹木繼續生長後中心之木材變成心材。邊材心材之顏色有差別顯明者，亦有不存在區別者。在多種樹木，當邊材變成心材時，常由組織中分泌之物質，使木材之顏色

變更。闊葉材中之管孔 Pore, 亦有充滿填充體 Tyloses 者。伐後之木材, 均不耐腐。心材則有時甚能耐腐, 有時甚易為菌類所侵蝕全視其含有物而定。邊材遠較心材之滲透性大, 若欲加以注射劑以防腐敗, 虫蝕, 或燃燒等, 反遠較心材為佳。

據試驗所知多, 種木材之心材變成邊材時, 其力學性質并不影響。就通常言, 該部木材生長時之情形, 為決定其力學性質之主因。該樹之心材與邊材之強, 由該時之生長情形而定。因之同一種樹木中, 可在某一株之心材強於邊材, 他一株之邊材, 反強於心材, 不能下一定則。據試驗證明, 山核桃木及木杉之邊材, 不一定強於心材, 是與世俗之傳說有異。但木材之富於含有物者心材邊材均有顯然之不同。

(d) 同一種各株之變異性: 木材力學性質之變異, 不特在同一株上有不同, 在同種各株中(即鄰近二樹), 亦有不同。據美國喬治樹之記載, 可以顯示同種中變異之大。下述試驗之記載, 根據採自原有林 57 株, 採自該樹分佈中之 12 區域, 每區約 4—8 樹。在同一區域, 各樹比重平均之最大不同, 為 25% (依最重之樹為準)。以全區域論, 各株之最大不同, 亦僅為 30%。且差別最大之樹, 產生於同一區域。此項記載, 顯明即同一區域同一種之各株, 受生長時環境之影響甚大。此項變異, 原於遺傳者, 或較原於天然產域者為大。

據美國林產所之經驗及統計上之估定, 在任何一棵樹所產生木材之力學性質及與該樹種之平均數值較, 其可能之差異, 有如下表:

1. 比重 (爐乾時重量, 溼材時 體積)	4%	2. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	8%	3. 縱壓: 比例限度內之纖維 引伸	13%
2. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	9%	3. 縱壓: 比例限度內之纖維 引伸	14%	4. 縱壓: 比例限度內之纖維 引伸	12%
3. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	8%	4. 縱壓: 比例限度內之纖維 引伸	12%	5. 橫壓: 比例限度內之纖維 引伸	7%
4. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	12%	5. 橫壓: 比例限度內之纖維 引伸	14%	6. 橫壓: 比例限度內之纖維 引伸	10%
5. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	15%	6. 橫壓: 比例限度內之纖維 引伸	10%	7. 縱向剪力:	9%
6. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	15%	7. 縱向剪力:	9%	8. 橫向拉力:	12%
7. 靜曲: 比例限度內之纖維 引伸	15%	8. 橫向拉力:	12%		

(e) 樹之產地：

木材材性之變異，顯然受生長情形之影響，如土壤及其水分氣候，光線，食物等因子。此等變異，即在甚小區域內，亦可變異甚大。在樹之生命史上，亦可有相當之變異。此種影響，似較同一樹種因產地不同所生之變異者為大。就木材力學試驗所知，同種相鄰一區域內，甚至同樹之內部或外部，可以相差甚大。樹之在不同區域內，反可近似，已如上述。此等事實，顯明欲估計某處來源木材之力學性質，以該種各地之平均值，較相鄰該地之少數記載為可靠。但各林區所產木材之等級及性質，有時差別顯然，尤以材之伐自原有林或後生林者為著，有時可產生市場上不同之需要。美國落葉松之產於沿太平洋西北部者，較落磯山所產者之比重為強，應則以單位面積比較，其力學強度相等。就上例言，落磯山所產，經選擇之落葉松材，亦可較強於西北部所產者。又如生於密西西比 Mississippi 河流域之櫟木，樹基漲大處，所生比重較低之木材不適於通常之應用。

(f) 生長率：樹木生長之快慢，可由生長輪之寬度以測知之。此項性質對於估定木材物理性及力學性質上可有幫助。但不能視為選擇上有效之標準，（比重為選擇木材上最可靠之標準）。在任何樹木之有甚強力學性質者，其生長之快慢，可差別甚大，但此等木材均有甚佳之比重。在闊葉材之環孔材，如多種之櫟木，樺木，核桃木，在生長情形不適宜時（阻止其通常之生長），產生比重較低之木材。就通常言，在闊葉樹生命史上之任何時期，生長率有相當之速度者，其材多重而強。近中心之木材，若生長慢而均勻，其比重亦強。同種木材，在其外部若生長忽慢，或生長較中心為慢，其材性必弱。因此在闊葉材之環孔材，其生長速者（每吋數生長輪者）通常表示強於力學性質。（上節所述生於多水處之櫟有漲大之樹基為一例外）。雖則環孔材之生長慢者，不一定弱於力學性質。至於散孔材與比重之關係，尚無一定之結論。針葉材不論係生長快慢，其比重可變異甚大。就通常言，同種最強之木材，產生於生長適中者。生長極快或極慢者，其比重均小。在重量較低生長較慢之針葉木材，其因外界水分關係，所生之收縮與膨脹，比之同種較重者為小。此等木材之形狀，亦較不變動。若無需甚強之力學性質，通常反較適於多種之用途。

(g) 木材之伐自死與活樹：樹之死於虫害菌害風災或火災者，其完好之部分，

除有過度開裂，若用於建築，可與材之伐自活樹者無別。但已死之樹，其邊材甚易腐敗或為蛀木虫類所侵蝕，以後，其心亦易遭同樣之命運。木段之處理不當者，雖伐自活樹，亦常遭同樣之腐爛。死樹或木段，可以經若干時期，不致腐爛，依當地氣候季節，及有關腐敗之因子而不同。據試驗所得，被火災燒死之樹，有經十五年後，其力學性質與完好之樹無異者。數種耐久之木段，經伐下後，置林地中數十年，其心材亦可完好如初。反之死樹及伐自活樹之木段，可在甚短時期內，發生腐敗。其力學性質，自亦差別殊異。因之，木材之完好與否，其重要之點，非在材之伐自死樹或活樹，而在木材本身之是否可免除腐敗或其他缺點，使之不合於用。就木材之本身言，活樹之心材，係完全死細胞之骨骼，不過邊材部分。有一部分在生活狀態下之細胞。

木材之有初期腐敗者，雖不易為目力所察覺，亦俱能影響於木材之力學強度。樹之伐自死樹者，常易被菌害及虫害，因之木材之伐自死樹者，須更小心考察。木材之用為電柱及木樁者，常有規定須伐自活樹，但此種條例殊難實施。蓋木材之伐自完好死樹與伐自活樹者，實無從分別。

(h) 樹脂及松節油之影響：針葉材中所含樹脂，普通約佔爐乾重量6%。有時在特種木塊上，其所含樹脂，有多至50%者。據美國林產室試驗美國黃松之結果，證明樹脂可略增木材之力學強度，但其影響殊微，無實際上之價值。材之含過多樹脂者，常與傷害及受壓等一并存在，因之反使木材之力學強度減小。

(i) 提煉物與木材力學性質：當木材置溶劑內，木材本身之物質，甚少或不受此等溶劑之影響。但木材中一部分之成分，可溶於溶劑之內。此等物質，是為木材中之提煉物。其性質因所用之溶劑不同，可名為冷水提煉物，熱水提煉物，酒精提煉物等。此等提煉物，多存在於多種木材之心材內。數種木材之富於提煉物者，依其所具之木材物質 (Wood Substance) 而言，其力學性質，通常亦較高。此等情形，尤以在溼材時為著，此或由於所含之提煉物使然。提煉物影響於木材力學性質之多少，依提煉物之性質及多少，樹種，含水量及何種力學性質而定。就數種試驗所得，以縱向最大抗壓力之增加為大，在衝擊試驗為最小，彈性則介於其間。在數種情形下抗衝擊性質，反因提煉物之存在而減少。

(j) 伐木之時期：伐木之期間與季節，有時以為能影響木材之力學性質及耐腐

性，但據已知知識所證明，其影響於木材之力學性質至微。雖然，伐木後木材之處理，與木材頗有關係。譬諸夏季，木材伐下後，木材之乾燥頗快，易致開裂，且因天氣和暖，易受虫菌等害。反之木材伐自冬季者，可使木材之處理較易。初伐下木材之含水量，在冬季與夏季之相差則殊少。

(k) 含水量與力學性質：木材中所含之水分，在初伐下時，因樹種之不同而異。據美國試驗之結果，數種松類之心材中，在溼材狀態時，含水量為30—40%（依爐乾重為準），在別種木材，可多至200%以上。此種水分，有為細胞壁吸收者，有存留於細胞腔中者。當木材乾燥時，遊離於細胞腔中之水分，先行蒸發，再於被細胞壁所吸收者。當細胞腔之水分，已大部分被蒸發而細胞壁仍多在飽和狀態之情況下（普通約在含水量25—35%時），謂之纖維飽和度 Fiber Saturation point。

木材力學強度之增加，通常在細胞壁失却其水分後。換言之，即當木材乾燥至纖維飽和度以下。自此以後，若水分繼續減少，則多種木材之力學強度，亦隨之增加甚快。若以同體積乾後木材與溼木材相比，其力學強度增加之原因，可為：（1）乾燥後之細胞實質上增強增堅 Strengthening and Stiffening。（2）木材本身物質 Wood Substance 之排列較密，因在纖維飽和度後體積減小所致。據試驗所得，木材乾至含水量5%時，比重可增加23—20%。材之小者，縱向最大抗壓及抗折力，可增至2—3倍。其主要原因，為細胞壁強度與堅度之增加。

木材當乾燥後，各種木材力學強度之增加，并不相同。數種性質，如抗壓力及抗折力，當水分減少後，增加甚大。木材之堅性，僅略為增加，若韌性則甚至減少，其原因為木材之韌性繫於力學強度及柔軟性 Pliability。木材在乾燥後，雖負重較強，但不若溼材之易於彎曲，而不致破壞。下表根據美國材料，每含水量相差一度時（在纖維飽和度以下）各種力學強度之變異：

靜曲	%	縱壓	%
纖維抗力在比例限度內	5	纖維抗力在比例限度	5
破壞量或橫折力	4	最大負重	6
彈性量或壓性	2	橫壓	
工作至比例限度	8	纖維抗力在比例限度	5½

工作至最大負重或抗衝擊力	材	硬度	
彎曲		縱面	4
纖維抗力在比例限度內	3	橫面	2 $\frac{3}{4}$
工作至比例限度	4	縱剪力	3
破壞時之高度	4	橫拉力	1 $\frac{1}{2}$

「乙」關於試材之處理與形狀者

(1) 氣乾材與爐乾材之力學性質： 使用木材者，常謂爐乾後之木材性脆，其力學強度不及氣乾者。 反之亦有用數字以顯明人工爐乾之木材力學性質較強者。 依美國林產試驗所以二十八種通用之木材，作比較之試驗，證明完滿之爐乾木材，與氣乾木材之力學強度為相同，倘木材於人工乾燥時，無過分之處理。

謂爐乾木材之力學強度較高者，因實未注意木材之含水量之多少。 當木材離開人工乾燥爐時，可較完全氣乾者，含水量低 2—6%。 木材之力學強度，在纖維飽和度以下，既依水份之減少而增加，因之爐乾木材之力學強度亦較大。 然此種力學強度之不同，係暫時的，蓋使用時爐乾之木材，將與空中水分，為均衡狀態，水分亦因之增加。

— 乾後木材之外形，不足表示乾燥時木材力學強度所受之影響。 蓋木材之力學程度，可有甚重大之影響，但在木材外部，並無若何之損傷。 在同樣之爐乾程序，常不能使各種之木材，得同樣之成功。 故欲使有一定種類，該同等級厚度之木材，經爐乾後，得最大力學強度，必需有適當之乾燥程序，且須於乾燥時，有適當之記錄，以顯明對該項木材，並無過分之處理。

(2) 溫度與力學性質： 木材受溫度之影響，大部份由木材中含水量之多少決定之。 據試驗結果，在冰點時比通常室內溫度時，可增加 5—25%。 但此種結果，須視木材強度之項目，木材之種類，及含水量之情況而不同。 此種影響，在含水量低於纖維飽和度時之木材，較不顯著。 在含水量甚少時，影響較少，縱壓試驗之數值，當溼材在沸點時試驗，約高於通常室內溫度時五分之一。 如含水量及溼度之影響均包含在內，據最大縱向抗壓之試驗，其相差可十倍。 其法以一組木材，浸入熱水中後即取出試驗。 而相對標本之他組，則在爐乾後完全冷卻之，以作試驗。 此項情形，說明

木材力學強度之比較，須注意含水量及溫度之情況。除溫度與木材力學強度之影響，在試驗時及試驗後之關係。由試驗證明，倘木材經加熱至沸點，或沸點以上數小時，或僅至一中庸之溫度，但時間較久，在人工乾燥之狀態下，將永低於同含水量未受熱之木材。木材對加熱之影響，在含水量少者，較在潮濕狀態者為小。

木材因受熱而減低之力學強度，與許多因子有關，如樹種，試材之大小，加熱後之含水量，溫度，及加熱之時間等而定。

木材之需要彎曲者，常經短時間之蒸煮，此項短期之處理，可與木材之力學強度，有甚少而永久之影響。

(3) 防腐處理與力學性質：煤炭焦蒸油 Coal tar creosote, 水煤焦油 Water gas tar, 木焦蒸油 Wood tar Creosote, 炭油混合物 Creosote-tar mixture 及煤焦蒸油石油混合物 Creosote-Petroleum mixture 等，在實驗上，對木材本身並無若何之變化，使木材之力學強度，感受影響。常用於防腐處理之氯化鋅溶液，在 2—5% 時，亦無重要影響。木材之防腐劑本身，雖對木材無害，但注射時之處理方法，亦可將木材之力學強度減低。木材在未加防腐時之蒸煮，或在真空中加熱，如溫度太高，或加熱時期較久，可使木材之力學強度減低甚大。因此在有滿意之吸收量及深度條件下，防腐處理時，須加意使溫度保持愈低愈好，時間愈短愈佳。通常言之，廿磅之標準壓力 (259°F) 用於蒸煮手續，已定够用。再高之壓力，并無何項利益。再高之溫度亦使木材易於損壞。用於減壓下蒸煮 Boiling under Vacuum 之最高溫度，通常應小於 210° 華氏表。

在注射防腐劑時，若用 175 磅之壓力，於輕柔之木材，并經長時間之熱力時，可使木材末端，有甚大之開裂，或內部之潰 Collapse。高壓可用於短期受熱之木材，或盡未加壓者。木材之密度小者，較密度大者，在高壓時易於損壞。

(4) 負重之速率及方法與力學強度：

1. 應力或加力之久暫 Duration of Stress：加力於一木樑或他項木材之部份時，其應力之久暫，與木材之用途上，及試驗結果之應用於設計上，各係一甚重要之因素。譬如一高速度之飛機，在飛行時，突然改變平飛，而向下俯衝，則木材部分，如在幾秒鐘內，可無若何損傷。若為時太久，則將完全破壞。當木材受撞擊試驗時，其負重甚暫，所能支持之力，可大於在標準靜曲試驗時之一倍。再者，如負重繼續加於木材上

多年，如屋內之地板，其負重僅足支持標準靜曲試驗時負重二分之一或四分之三，蓋試驗室之試驗在幾分鐘內，即可產生最大之負重。

據上列理由，顯明各種試驗，在不同狀況下進行者，不能作為比較。木梁之可能應力 Stress，依使用時之負重情形而不同。如負重之快慢，應力之久暫等，均屬重要。

依小而無底之標準試驗所得之結果，顯明如速率如增加或減低十倍，彎曲之力學強度，亦約增加或減低十分之一。木材之標準試驗，負重之速率，僅允許與標準速率相差25%，蓋欲使所得之試驗結果，因速率而生之差異，在百分之一以內。

2. 疲勞 Fatigue：美國及歐洲之林產研究所均曾作試驗，欲決定木材對一再加力及振動等，對木材強度所生之影響，然尚無一澈底大規模之全盤研究。美林產試驗所曾用圓形橫面可轉動之梁材，使其外部纖維，當周轉時，不絕受壓或受拉，其疲勞限度約為靜曲試驗方形橫面梁材破壞量三分之一。若靜曲試驗，亦為圓段形，則二者破壞量之比例數值，小於三分之一。因圓形梁材之形狀因子 Form factor，為1.18，此項試驗，曾將木段周轉三千次以上。

用支柱之梁材 Cantilever，在支持點有增大橫斷面者作試驗，其疲勞限度之改變，視橫斷面積之逐漸改變，抑突然改變而定。即在通常認為緩和之內圓角 Fillet，其疲勞限度亦特低。加以形狀因子之影響，建築家有將木材之疲勞限度，降低至靜曲破壞量六分之一者。此項數字，顯屬太過。

林產試驗所試驗一種不改變橫斷面形式之尖削形試材，僅須應力稍大於疲勞限度，則重複轉動不及二百萬次 (2,000,000)，即行破裂。在數種木材，亦有在一百萬次 (1,000,000) 以下者。如應力稍小於疲勞限度，則在轉動一千四百萬至一千五百萬次 (14,000,000—15,000,000) 時，尚無破壞發生。用方形橫斷面之西加雲杉 Sitka Spruce 材，作振動試驗，經五百萬次重複轉動時，其彈性量並不受若何振動之影響。比例限度及破壞量時之纖維應力，在受振動與不受振動者，無顯然之區別。此項試驗，證明方形橫斷面，受振動之試材，及被轉動之圓形橫斷面，試材在疲勞限度時，所受之應力均相等。振動及疲勞與木材之力學強度，尚有待於大規模之研究，尤以受甚多次之振動及由於不同樹種所生之變異為需要。

(5) 木材使用之期間與力學性質：

木材與別種材料同，易受外物之襲擊，然苟能加以適當之防護避免菌類，昆蟲，海中蝕木動物及啮齒動物之襲擊，則木材亦能持久，此點可由甚多歷史上之證據顯明之。

當木材有充分之保護，不受外界之侵蝕時，則構成木材物質之木材質及纖維質，不因時間性質而起化學變化。雖則木材之顏色，因長久曝露於空中稍有改變。此種顏色之改變，或者由于木材中含有物之氧化所致。

木材使用後與木材力學強度之關係，甚難就舊有建築之木材加以試驗。因該項材料最初之力學強度，無從查考。惟就已有試驗記錄之材料，經試驗後，證明力學強度，尚無腐敗等情形存在，并無若何之改變。

木材乾燥時，所發生之收縮，使內部呈不均衡之狀態。惟木材使用後各部不同之含水量，可逐漸相等。加之木材為一有韌性之材料，故因收縮所生之不均，亦可逐漸呈均衡之狀態。

據最近調查，橋梁之全部或局部以木料造成者，成績甚佳，經長期使用，無須意外之處理。此項建築，有已在一世紀以上者。

(6) 試材之大小與力學性質：

木材之形狀大小，與供給不同用途上之負重能力 Load-Carrying ability. 之關係，已為一般人所了解，但負重能力之狀態及木材之堅性 Stiffness 與材料大小之相關，尚未普遍明瞭，茲分述之如下：

1. 柱材受壓部分之大小：短柱末端之負重，(柱長與其最小面積處之比為 11:1) 在各種情況相同時，僅依橫斷面積而變。但在長柱(柱長為最小面積部份二十倍以上者)，其末端之負重，在一定情形下，不因橫斷面積，而與橫切面之長邊成正比，短邊之立方成正比，與長之平方成反比。通常之柱，有方形及圓形者。此等柱之末端之可能負重，為與正方邊之四次方或圓徑之四次方成正比，而與長之平方成反比。柱材之長短適中者，其末端所能支持之負重，介於長柱及短柱可能負重之中間值。

2. 梁材之大小：在長方形橫斷面之梁材，在各種情形相同時，其所載之負重，與寬度成正比，深度之平方成正比，與支距間之長度成反比。一定負重時之彎曲度，與寬

成反比，深之立方成反比，與支距間長之立方成正比。下列數例說明此項定律。

例：設一梁材之大小為 $1\frac{5}{8} \times 7\frac{1}{2}$ " (通稱為 2×8 " 者)，支距間長為十二呎：

(1) 寬度之影響：如寬度由 $1\frac{5}{8}$ " 增加至 $3\frac{5}{8}$ " (用時為四吋)，則負重可為前之 $2\frac{1}{4}$ ($3\frac{5}{8} \div 1\frac{5}{8} = 2.23$) 倍。彎曲度較前增加達 45% ($\frac{1}{3\frac{5}{8}} \div \frac{1}{1\frac{5}{8}} = 0.448$)。

深度之影響：如深度由 $7\frac{1}{2}$ " 增至 $9\frac{1}{2}$ " (實用上為 10")，斷載之總負重，為前者之 1.6 倍 ($(9\frac{1}{2})^2 \div (7\frac{1}{2})^2 = 1.6$ 倍)。彎曲度僅及前 49% ($\frac{1}{(9\frac{1}{2})^3} \div \frac{1}{(7\frac{1}{2})^3} = 0.49$)。

長度之影響：如支距長由 12 呎增至 15 呎總負重僅及原有之 80% ($1.15 \div 1.12 = 0.80$)，彎曲度增加至二倍 ($15^3 \div 12^3 = 1.95$)。

以上之計算根據一般所承認工程上公式之假設而定。故在不同情形時，可不十分正確。但無論如何，此種已成立甚久之關係，可目為計算時最佳之一般根據。

木材之力學強度及堅性，視木材之形狀大小及木材本身可遺傳之力學強度而不同，因之若使用力學強度低弱之木材，可依通常工程上之慣例，將使用之木材增大。

(7) 橫切面之形狀與木梁之力學性質：引用一般承認之工程公式，如上節所述者，在設計長方形橫斷面之部分，為通常建築之用者，已够精確。惟就試驗所得，知梁材負重之多少不僅由普通梁材公式，如用標準試驗所得之結果所算出之數字，尚須視木材之橫斷之形狀如何而定。因之，當橫斷面之不為長方形者或求之結果，須其精確者，如設計飛機部份，則普通公式，尚須加以改正。

(8) 由試驗結果知一定大小之橫斷面積，其所能載之負重均相同，並不計及橫斷面之為圓形正方形抑菱形 (負重在對角線之方向)，而有不同。此在最大負重反比例限度時均然。由通常公式所算出之應力，在圓形較正方形者高 18%，菱形較正方形者高 14%。由此可謂圓形者之形狀因子為 1.18，菱形橫斷面之形狀因子為 1.14。反之，三角形及箱形 Box-Shape 之橫斷面，其形狀因子，常小於一，於極端情形時，甚至小於 0.5。

木梁所生之應力，亦須視其大小，尤其深度而定。就通常言，梁材愈薄，則所生應力愈大，反之亦然。當深度為 4 吋及 8 吋時之應力，相差達 7% 之多。就理論上言之，木梁之應力，亦受其寬度之影響。但此點在實用上並不重要，但如寬度與高度及支距間長度之比例太小時，則另向邊彎曲。此項材料，較寬度大而他種尺碼相同

，或同樣梁材，對邊有支持物時，可在較小應力時即行破壞。

上節所述，梁材之形狀與深度之影響，亦適用於負重及應力，但彈性則不變更。因此，相同之彈性量，可應用於普通工程上之公式，以計算彎曲度，不計及梁材之形狀及深度，但如深度與支距間之關係是產生甚大之橫向剪力時，則在計算彎曲度時，因剪力所受變形之影響，亦須考慮及之。

「丙」 木材之缺點 Defects

木材之缺點，包括木材內部或外部任何之不規則，是以減低木材之力學強度，耐腐性及力學強度上之價值者。木材之缺點，依其影響於建築材之大小，可別為二大類：第一：材之缺點，在實質上足以影響於木材之力學強度者。此類缺點在判別木材之等級時，必需規定者如：腐敗，斜紋髓節，輪裂 Shakes，裂及拆裂 (checks and Splits) 等。材之用於建築者，須明白規定各種等級可允許之缺點。第二：材之缺點，僅影響他種材性者，其樹脂腔 Pitch Pockets，樹皮或邊材之內陷 Wane，虫孔，翹 Warp，髓心 Pith，及製造上之缺點等。此等缺點，在規定建築材之等級上，可不加注意，但在木材之選為特種用途如梯及柄等，須加以規定者。茲分述木材之重要缺點如次

(1) 腐敗 Decay

木材之腐敗由於多種高等菌類所致。此等菌類之孢子體（繁殖體）寄生於腐敗之木材上。其生活之條件有四：為食物（即木材），空氣適當之溫度及合宜之水分等四項，缺一不可，木材之全浸於水中者，因缺乏空氣，不致腐敗。木材之水分，大約在16%時，亦不致腐敗。但亦有數種菌類，可產生甚長之菌絲體，取水分於木材以外，因之，可生於含水量小於16%之木材中。木材之腐敗，在溫和潮濕之地，較冷而乾燥之地，易於發生。在低地亦較高原為易，因高地之溫度較低，菌之生活期間亦短。

在同一狀態下之腐敗，其影響於木材之各種力學強度有異。木材之韌性，易受腐敗之影響。在最初腐敗之木材，有為目力所不能辨識，但木材之韌性，亦受影響。因之，此項試驗，為辨別木材有無初期腐敗最好之方法。縱向抗壓之最大負重，最不受腐敗之影響。木材之「硬度」，靜曲抗力，介乎其間。木材之腐敗，常先發生於局部，故影響於木材之力學強度，在初期腐敗之木材，亦不均勻。腐敗之木材其甚難決定其程度，及以後之進展。因此荷木材之用途與木材之力學強度有關者，無論在腐敗

之任何程度，均不可用。

木材之用於防腐之吏，有兩方面，可以避免。(1) 用天然有耐腐種類之心材，(2) 注射防腐劑。就通常言，房屋之建築與設計，在應用木材時，若儘詳加注意，則木材腐敗，可以實際上減少。譬如水管，若能有適當之絕緣，可以避免過分之潮溼及滴水於左近之地板或木器上。木材之用於室外者，其重要點，在洩水及通氣。屋蓋之地板下，使有適當之通氣。木柱之基部有荷有適當柱脚，於避免木材之腐敗上亦可俾益不少。

各種木材之邊材，如暴露於易生菌類之處，莫不甚具腐敗。至於心材，其抗腐力之強弱，在各種木材中有不同。即同一種木材之心材，其抗腐之強弱亦有所不同。吾國重要木材之抗腐力，實應加以比較之研究，得一概念。

(2) 斜紋理 Cross-grain

木材之斜紋理，指木材纖維之不平衡於木材長軸之現象。木材之有此項缺點者，影響於木材之力學強度甚大。其關係可由一角度以表示之。法以三角形之一邊表示纖維斜度之方向，相鄰之一邊，表示木材之主軸或邊。斜度之大小，由垂直於底邊一吋之底邊或坡度上表示之。譬如 1:5，其意義即謂主軸或邊之十五吋上，紋斜理成一吋。紋理愈斜者，則角度愈大，所須成一吋坡度之主軸愈短。據試驗所得，木材之紋理愈斜，影響於木材之力學強度亦愈大。其原因由於木材之力學強度，及相關之物理性質，在木材之縱向及橫向，顯有不同。木材之有斜紋理者，使木材之變異增大，且使木材易於破裂，增加翹曲之可能性。

就木材之靜曲試驗言，在斜紋理之坡度為 1:20 時，受壓及受拉而之纖維，即受影響。若坡度更增，則力學強度之減少愈大。木材紋理所許可坡度之大小，視木材之用途而異。就通常言，坡度於 1:20 者，不能用於製造飛機上之主要部分。在建築材上，可允許之坡度：視木材之等級及所加外力之種類而異。就通常言，在高級之柱材坡度為 1:20，低級者可為 1:8。木材之斜紋理可有三種基本不同之狀態，茲分述如下：

a. 對角紋理 Diagonal Grain：此類斜紋理，完全係人為的其成因由於木段縱板時之不當心，而下之板，不與生長之層次平行。其原因 (1) 因木段之彎曲，(2) 手術不

佳。(3)木段兩端之直徑差異，鋸板時不與木段之皮部平行，而與髓心平行。木材之有對角紋理者，木材之徑切面上最顯。

b. 螺旋紋理 Spiral Grain: 此種斜紋理乃天然的，其木纖維包圍主軸成螺旋形，不與主軸平行。螺旋紋理，指木纖維在生長層次間之方向。木材之有螺旋紋理者，顯示於木材之弦切面上，可由木材之裂隙，樹脂管之方向，或他種可以顯示木材紋理之方向處顯明之。木材之有螺旋紋理者，並經切面上，不易劈開，其劈開面，亦與對角紋理者有異。更有交錯紋理 Interlocked Grain, 為特種之螺旋紋理其木纖維在相互二生長期間，旋轉之方向不同，甚至相反。

c. 不規則紋理 Irregular Grain: 通常指木材紋理之不規則者，如木材生節之處是。木材紋理之成浪波形者，亦不規則紋理之一種。

d. 斜紋理之計算法: 木材之徑面及弦面，均現斜紋理者，其坡度為 $t : a$ 及 $t : b$ ，其總和為 $\sqrt{a^2 + b^2} / ab$ 。

(3) 節 Knots:

節為主枝或細幹部分之遺留於大枝或主幹之部分，乃建築材上最常見之缺點。材之細枝，通常發源於髓心 Pith, 或樹枝之生成處。當枝部繼續生長時，其大小亦隨其附著之部分，年年增大。在枝之下部所生之木材，顯然與主幹連續，如此可使水分，自根部以達枝葉。但在枝之上部者，則主幹之紋理，為枝所阻，使木材之紋理成部分的扭曲。因此，節內或節外之木材紋理，與主幹之紋理成一角度，成部分的斜紋理。

吾人若推想樹枝之發源地位，及以後生長之情形，則知節常為不規則之圓椎形，其尖端在發生枝條處之基部（即髓）。吾人所見木板上之節，為鋸下時之剖面。此剖面之形狀，依吾人鋸板時與木材內以前生節處之方向而不同。若鋸面與節或已死之枝的主軸，成直角或略斜，則節為圓形或橢圓形 Round or oval knot。若鋸面與節為縱行，則所成之節為釘狀 Pike Knot。枝在生活狀態下者，其所生木材與主幹所生者為連接的。在此種情形下，鋸板後所見之節，與周圍之木材相互連接，是謂節之在互生狀態 Intergrown 者。樹之生於密林中者，下部之枝幹，常常死去，通常不能繼續生長新的木材，但停留於樹幹上至數年，節之基部，遂與主幹為不緊密的連合，此等死柱所

成之節，謂之鑲嵌節 Encased Knot。鑲嵌節在實質上如釘之鑲於孔中。當取板時，節之木材不與周圍之木材連接，甚易脫落。節可依其大小，形狀，性質及存在地之位置而分類之。

節為木材上最常見之缺點，但林中之樹木，多少可用人為之方法節制之，使主幹外部之木材，枝節較少較小。蓋主幹之枝，大部分在相當時期死去，因腐敗或他種原因，死枝在基部或主幹近旁斷去，是為天然修枝 Natural Pruning。同樣情形，無論死枝或活枝，亦可以人為之方法剪去。當主幹繼續生長，則主幹新生之木材，在斷枝之基部，漸漸恢復直紋之原狀，以至將殘枝基部，完全包圍於主幹之內。

節在實質上，影響木材之裂，翹，鋸削，不均之收縮及劈開等性質。在建築材及在他種用途上，涉及木材力學強度者，節為一主要缺點。節之弱點，不特由於節之木材，其質地較差，且由於所造成之斜紋理，及乾燥時易生開裂等弊。節之影響，視節之大小，位置，形狀，完好之程度，木材之種類及大小，節與材之比例木材力學性質之種類及所生斜紋理之多少而不同。

節在實質上，能增加木材之硬度，及縱向抗壓力。但因節之存在，使木材成不均勻之摩損，壓力成不均勻之分佈，故亦無補於此項之力學強度。

節之影響於材之堅性較小。木材之用途，若堅性為主要之因素，如小瓦架之托梁 joists，可用較低級材為經濟。此等材料之大小，通常以堅性為主，故比較多節之材料，可以適用。此等材料，雖抗折力稍受犧牲，但其彈性量較無節者反略高，因節之部分，比重略大故也。

在長材(長較高二十倍者)，其最大之負重力，恃堅性為主。故用有節之材，該短柱之損害為小。蓋後者以受壓為主。節與抗壓力之影響，僅及抗拉力之半。若欲減少一部分之力學強度，大節在短柱較在梁(橫柱)之受拉而之損害為小。

在梁之彎曲部分，節之關係最大，尤以受拉而為甚，節在受拉而之影響，可由節之直徑與材之闊度之比例表示之。節之直徑可由與木材邊而平行，標量於節之大小之兩平行線間距離以示之。就試驗所得，若節之大小為 $1/4$ 受拉而之闊則減少抗折力 25%。同樣之節，若在受壓面，則其影響僅及受拉而之半。節之大者其影響於抗折力，較估定者為大，且節之方近，產生斜紋理之影響。就彎曲試驗言，節在試材之

中半部者，其影響大於在端部，在上下兩面者，大於在高度之中部。

(4) 開裂與輪裂 Checks and Shiakes:

開裂為木材之分潤，沿木材紋理之方向，通常沿木質線之方向，橫過數生長輪。輪裂為沿木材紋理方向之分潤，通常在生長輪間，并與之平行。開裂通常由於木材乾燥時，不均之收縮，可分為表裂 Surface Checks 及端裂 End Checks。輪裂為沿木材上較弱部分之破裂，其原因不明，常稱之為環狀或杯狀折開 Ring or Cup Shiakes。輪裂在通常木材甚少，除非在該樹未砍伐時即有之。此外有所謂心裂 Heart Checks。此項開裂，源於髓心 Pith 或其右丘，向外緣發展，但不至材之邊部其成因亦不明。荷數條之心裂，發現於同一木材上，可稱之為星裂 Star Checks，其生成在樹木未伐下時。更有拆裂 Splits 者，亦為木材之開裂，但其成因，由於木材被粗魯之處理或內部之壓迫 Internal Stress 所致，易與開裂或輪裂混淆。各種開裂之成因，雖有不同，其實際之影響則一。木材之乾燥不當，倘有形成木材內部之開裂，名為內裂 Honey-combing。

(a) 開裂之形成：木材之細胞壁，視為由多數甚小，可成螺旋排列略斜之小纖維或微粒 Fibrils or Micellae 所組成。木材當潮溼時，細胞壁為飽和狀態，此等小纖維，為水分所成之薄膜所分隔。此等狀態下之木材及其細胞，有最大之通常體積。至於在細胞壁之游離水分與細胞之體積無關。但當木材乾燥至適當程度後，細胞壁上所吸收或含有之水分 Absorbed or hygroscopic moisture，漸漸消失，則此等小纖維，亦漸漸縮緊。如是，乾燥後之木材細胞，較溼時者，其橫切面較小，胞壁或薄細胞較小，但細胞之長度，則無若何顯然之變更。蓋此等與主軸或螺旋狀排列之纖維，當其緊縮時，長度甚少變更。若木材中之各種細胞及木材之各部分，有同一之緊縮狀態，則木材中各部分，將無不均之力，使木材破裂。但實在形態，并不如是。木材在徑面弦面之收縮不同，木材內部與外部，端部與中間之乾燥狀況均不一，各部分之比重有不同，凡此者均造成木材不均之收縮，使內部成不均狀態，因是而發生開裂。

木材在縱向及徑面弦面之收縮，顯有不同。就通常言，木材縱向之收縮極微。在通常直紋之木材，自濕材至極乾，其收縮僅為直徑 1% 之 1/10 至 1/3。而在弦面

之收縮，(至爐乾)，有溼材原長之 4—14%。在徑面爲自 2—8%。由是可知弦面與徑面收縮之比可爲 1 1/4—3 倍，視各種木材而有不同。

欲述明此等差異之原因，必需明瞭木材構造上之排列，蓋木質線 Ray 之細胞，其縱軸爲沿徑切面。細胞壁縱軸之收縮既甚微，故在木材徑切面之收縮受木質線細胞之影響。此爲木材徑面收縮不若弦面之大的主要原因。

木質線不特減低木材徑面之收縮，并與其旁之細胞，發生阻力。且因縱向及弦向收縮之不均，常使木質，沿木質線產生一阻力較弱之部分，通常沿木質線之方向。但各個細胞之強度，及相互間之凝聚力，在通常狀態下，常能勝過此種不均衡之現象。然若加以外力，如乾燥之太快，則自然之抵抗力，不足抵禦，則木材沿較弱之面面開裂矣。

木材之乾燥，自外部而漸及於內部，若外部蒸發之水分，可由內部繼續補助，則不均之收縮，可以避免。單就水分與收縮之因子一項而言，在人爲節制下之乾燥爐，此種缺點，可以大部分控制。但在天然乾燥，及不合法之人爲乾燥，使內部之水分，不能繼續供給，表面上之蒸發，因是外部木材，已至纖維飽和度，開始收縮，而內部木材之含水量尚多。故在乾燥部分發生張力 Tension stress，能將木纖維破壞，或表裂。此等開裂，通常沿木質線之方向，在木材之弦面爲最顯明，但並不深入木材之內部。及木材內部乾燥後此等裂隙，可以閉合不見，但仍爲抵抗外力時之弱點。

木材在乾燥時，端部之水分，損失較快。其原因，不特由於水分之傳導，在縱向較橫向爲易，且由於端部在堆集時之狀態，其乾燥之速率，亦較內部爲大。因此木材端部之乾燥較快，產生局部之收縮。若木材有黏土同樣之韌性，則端部將成尖細之鈍形。但因木材物質之強硬性，足使木材破壞，遂成端裂。當木材之內部乾燥收縮後，端裂之小者，可以凝合，端裂之大者，依乾燥之進展，反可漸漸加大。端部之開裂，通常沿木質線，但有時亦可沿生長輪中膜薄部分之早材面開裂。此等弦向之開裂，通常不顯著，亦不若普通開裂之嚴重。

(b) 輪裂之形成：輪裂在溼材及乾材，均可有之，但其形成，多存在於樹木未伐下時，并非由於乾燥而成。雖則木材在乾燥時，可使之增大。成環狀折裂 (cup or ring Shake)。由於兩生長輪之節部或全部分離，據謂，在歐洲落葉松等木材，常有

之。此等現象，多發生於兩年輪寬狹有顯著之差異者，在老樹較幼樹為多，但通常限於樹基之部分。杯狀拆裂，常與多種之開裂并存亦有與腐敗之現象，同時存在者。

心裂 Heart Shake，通常發現於過期欲伐之樹。且常見於闊葉樹材，尤以樺木為多，針葉材則少見。模式的裂，木段之中部，常成空心，并有大小不等之徑向裂縫，此等裂縫，向心之部分較廣，但通常僅影響於樹之基部，有時主幹之全體，甚至主枝亦有之。在未乾燥之木材，裂縫自髓起僅有數吋者，在乾後木材，可擴展至皮部。

(c) 開裂輪裂對於木材力學強度之影響：柱材之受曲折外力時，開裂與輪裂之影響，為減低橫向抗剪力，或使材之上下面之易於滑動。木材上開裂之位置，以近於中部者，影響最大，在下面除非有斜紋理或節之同時存在，則影響殊少。有開裂及輪裂之木材，不特在實際上減少抗剪力之面積，且使開裂附近之木材，其抗剪力亦較弱。

直紋理木材之有開裂或輪裂者，甚少影響於縱向抗拉力及縱向抗壓力。但橫向抗拉力，則力學之強度，顯然減少。因木材之有開裂者，實質上減少抵抗力外之面積。材之有斜紋理者，其受開裂之影響視斜紋理之程度而異。

(5) 樹脂腔 Pitch Pockets :

樹脂腔為生長層次中，或二生長層間之空隙。其大小可變動殊大，通常與生長輪垂直之方向，僅在半吋以下，但沿樹之主軸或（併）樹周上可達數吋。樹脂腔通常在松樹，落葉松，雲杉等屬有之。

樹脂腔在建築材上，無其影響。因其形小，不足減低抗剪力至顯然之地步，或變更紋理之方向。樹脂腔在橫切面上，僅有一小部分。若多數樹脂腔，集於一生長輪之鄰近，可表示輪裂之存在，或其他作用與輪裂相同。

在材之小者，樹脂腔在橫切面上，足表示相當之缺點，故不宜應用為試材。樹脂腔之存在，使木材產生局部之橫紋理。木材之用於飛機製造者，宜摒棄之。就通常言，樹脂腔僅足影響於木材之外觀。

(6) 木材之壓傷 Compression Failure :

木材之壓傷，由於過分之縱壓，使木材細胞與主軸成直角之方向，成局部的彎曲。木材之壓傷，有輕重不同，做此等皺褶，有在材之表面，就肉眼下即可見之，有時非顯微鏡不能見者。

樹木在生長時或暴風之折，或受大雪之壓，在伐下時，或偏於木段上及不平之處，以及鋸板時處理之不當，施用時之過分受壓，均足造成壓傷。木材之有壓傷者，不應以之任衝擊或負重上之用途，如柄及梯等是。受壓傷之材，通常須就刨光之面，對光線仔細觀察之。據一部分試驗所得，受壓傷之木材（在肉眼可見者），其破壞量及抗衝擊作用，顯然減少。

(7) 受壓木 Compression Wood:

受壓木，亦稱「紅色木」Red Wood or Rotholz，為木材構造上之變態，生成於特殊情形之下者。此等木材，其重量略大於通常之木材。此等木材，通常有局部甚寬之偏心及生長輪。此等生長輪中，早材與遲材之區別不顯明。多少帶深紅色至褐色。受壓木，通常在枝條之內部及針葉材之側幹上。受壓木有近於通常木材者有顯然差異者。其影響於木材之力學強度，亦因之有異。

受壓木沿縱向之收縮，遠較通常之木材為大。木材之壓性減少，重量增大，他種力學強度，通常亦減低。

受壓木若與通常狀態之木材，在一塊木材上，則當乾燥時，因縱向收縮之迥異，引起極大不均衡之狀態。因之使木材變成弓狀，或產生他種之反常，有時甚至使木材破成兩片，因拉力而破壞。

(8) 虫孔 Worm Holes:

木材之有虫孔者其影響於力學強度，與節或因節所成之孔穴相同，但不使紋理變更方向。若木材僅有少數微孔，則與木材之力學強度，無大關係。儲藏較久之木材，在表面上之虫孔，有時顯示內部甚大之破壞。此等現象，尤以榆，櫟，核桃木等之邊材為然，不可不慎。

(9) 邊材變色 Sap Stain:

多種木材之邊材，常局部或全部變為藍，紅，黃等色，是為菌類之寄生所致。此等菌類，以木材內之澱粉及糖為食物。通常不致穿越細胞膜而破壞其構造。因之，邊材變色之木材，不大影響於木材之力學強度。據試驗所得有數種致邊材變色之菌類，使木材之韌性，大受影響木材之具邊材變色者，顯示該木材受不良之環境。因之此種木材，須加意考察其有無初期腐敗之現象。

邊材變色之木材，影響於木材之外表。用製傢俱或用於與審美有關之用途，則不相宜。此等木材，貶低其價值，故當木材伐下後，不可不設法預防之。