

木材引張試験片に就て

技 手 佐 野 益 太 ^(※) 郎

目 次

1. 序	5. 添木を必要とする樹種
2. 引張試験の困難と在來の試験片	6. 試験片製作の難易
3. 豫備實驗と決定引張試験片	7. 決定試験片の試験結果及び対策
4. 試験片掴み部分に添木の必要	8. 總 括

1. 序

木材の引張試験片に就ては已に幾つかの報告が出てゐる。然しそれ等の報告に於ては多くは完全なる引張破壊を生じてゐる様に思はれない。一、二完全なる引張破壊を起してゐるものもあるが、その試験片の製作が困難であつたり、又は試験片が非常に長く、且つ太き試材から製作しなければならぬ様な缺點がある。勿論木材は自然に生長せるものであり、之れに人為的加工を施さないときはその性質は相當不均一のものであつて、常に完全なる引張破壊を生ぜしむる様な形状の試験片を作成することは困難である。

本所材料部に於て“温度による木材引張強さの變化”の研究を始めるに當り、先ず引張試験片の形状を定める必要に逼られた。當部に於ても以前に木材の引張試験を行つた経験があり、且つ比較的完全なる引張破壊を起さしむるに適當な形状のものあることを報告して居るが、之れも前述の如き缺點は免れ得ない。

然るに今度種々工夫をした結果殆んど目的に添ふ様な引張破壊をなし、しかも試験片の製作が簡単に爲し得る形を見出したので茲に報告する次第である。

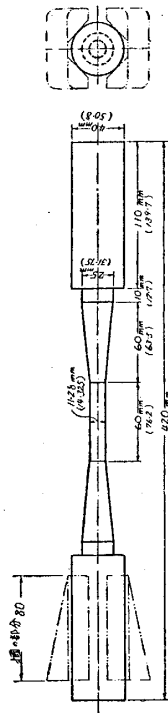
井口所員も兼ねてより木材引張試験片の適當のものを望んで居られ、本實驗を行ふに當りては終始御指導を戴きました茲に厚く御禮を申上ます。

2. 引張試験の困難と在來の試験片

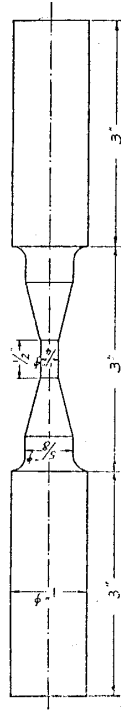
木材の引張試験は主として木理に平行方向に引張るものであるから、その強さは壓縮強さ及び剪斷強さに比べて遙に強いものである。従つて引張破壊を生じない以前に掴の部分潰れたり、太さの變つてゐる所から剪斷によつて破壊を生じたりするのが常である。これを防ぐために掴の部分を随分大きくしなければならず又剪斷を防ぐために太さの變化する部分の傾斜角を可成小さくしなければならない。斯くすることによつて試験片全體の長さが餘りに長くなり、普通の試験機械では適合しなくなる。併し試験片の太さを細くすれば全體の長さも従つて短くなるが、木材には年輪があり、その年輪が粗なる場合或ひは密なる場合ありて試験片の大きさも或る程度大きくないとその結果に信頼を置く事が出來ない。故に破斷部分は成るべく大きく、試験片全體の大きさは成るべく小さくしたいと言ふことに依つて適當な形の試験片を見出す事が困難である。

(※) 材料部勤務

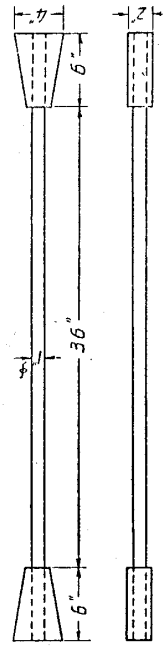
(1) 井口常雄；木材引張試験片に就て，航空研究所彙報第133號



第 1 圖



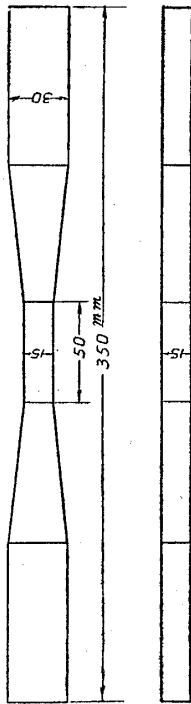
第 2 圖



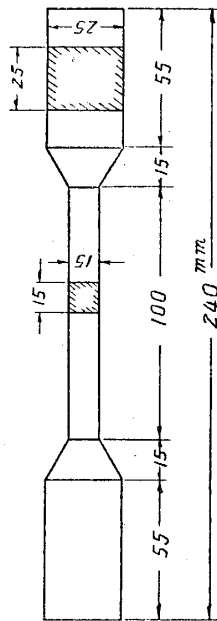
第 3 圖



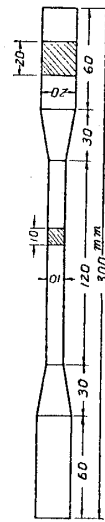
第 4 圖



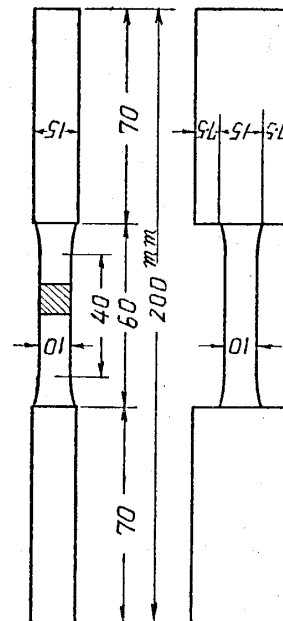
第 5 圖



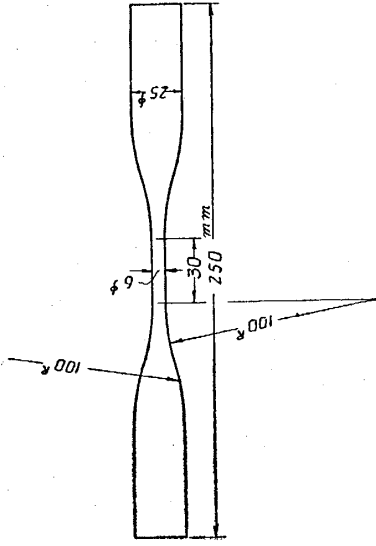
第 6 圖



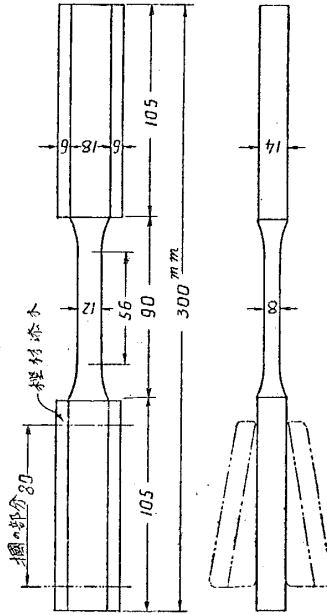
第 7 圖



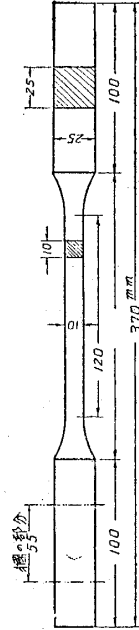
第 8 圖



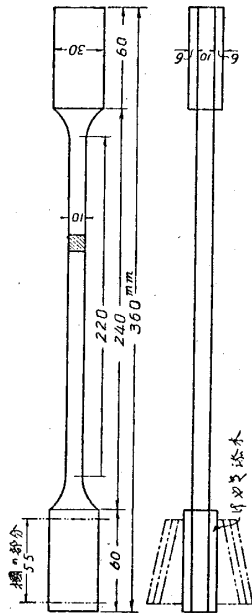
第 9 圖



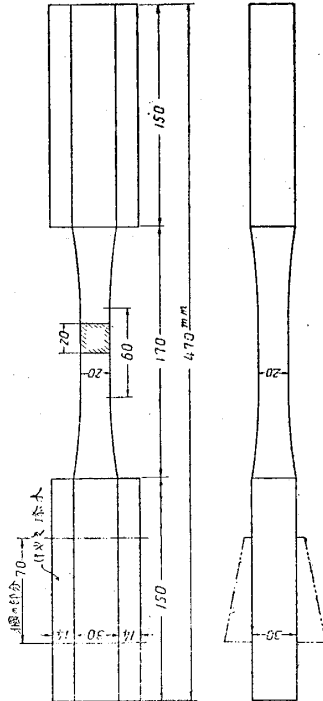
第 10 圖



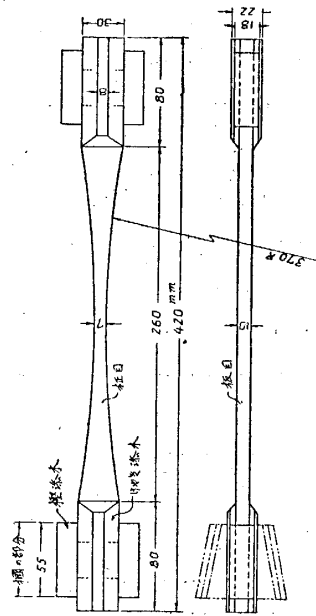
第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖



第 14 圖

在來の試験片の内の數種に第1圖乃至第14圖の如きものがある。當材料部に於て之等試験片の總に就て實驗を行つて見なかつたが、何れも試験片として充分の破壊を起さない事はその内の幾つかに就て行つた實驗の結果から推知せられる。

第1圖は D. U. Technical Series, R. G. Batson and J. H. Hyde, Mechanical Testing, Vol. 1, p. 347 に記載せる試験片と殆んど相似のもので括弧内の數字は同書にある寸法(吋)を耗に換算したものである。井口所員はこの試験片の最小横斷面積を 1cm^2 と定め、他の部分の大きさをそれに大體比例せしめて圖に示す様な寸法を得て試験を行つた。然し其の破壊狀況を觀察するに未だ不充分の點がある様に思はれた。即ち軟い材料は摺の部分に可成潰れ其處に龜裂を生じてゐるものもある。勿論それが原因となつて破斷してゐるのではないが堅材も柔材も同じ寸法のものにすると摺の部分に寸法の不足を來す樹種もある。之の試験結果から見て太さの變化してゐる部分の傾斜角は尙小さい方が望しい様である。

第2圖の試験片⁽³⁾は直徑が小さいのと平行部分が短いのでヤング係數の測定に困難があると思はれる。

第3圖の試験片⁽⁴⁾は平行部分が摺の個所まで至つてゐるので破壊は多くこの平行部分と摺の部分の境の個所より起るものと思はれる。第4圖は試験片の全長が⁽⁵⁾102.5cm もあるので普通の試験片としては長すぎて不適當であらう。

第5圖⁽⁶⁾、第6圖⁽⁷⁾、第7圖⁽⁸⁾及び第8圖⁽⁹⁾の試験片は柔材に對して摺の個所が不充分ではなからうか。又傾斜部分の角が大き過ぎる様に思はれる。

第9圖の試験片⁽¹⁰⁾は實驗結果の寫眞を見ると大變良好に破斷してゐるが平行部分の太さが小さいので一般の木材用試験片として適當かどうか疑しい。それに製作も容易でないのではなからうか。

第10圖の試験片⁽¹¹⁾に就てはその著者等も述べてゐる如く柔材の引張試験は誠に困難のもので破壊原因の大部分は摺の個所或ひは傾斜部分より剪斷によつて破壊を生ずる。之の報告に於ては試験片104個の内純粹の引張で破壊したものは10個と報告されてゐるので僅か10%のものが純粹の引張破斷をしたものである。

第11圖より第14圖までのものは當材料部に於て(著者等が)久しき以前に實驗を行つたものであるが、第11圖は柔材に對する試験の結果多く摺の個所が壓縮を原因として破壊した。第12圖は摺の部分に堅材の添木を圖の如く「ニカワ」附して實驗を行つたが平行部分の終りの邊より大低破壊した。第13圖は平行部分の斷面を $20 \times 20\text{mm}$ としたので檜の試験片に於ては引張荷重が大體 4000kg 位となる。これに對應する摺の部分は相當大きなものでなければ

(2) 前掲, 脚註 (1)

(3) C. F. Jenkin, Report on Materials of Construction Used in Aircraft and Aircraft Engines, p. 98.

(4), (5) Arthur W. Judge, Aircraft and Automobile Materials of Construction, Vol. II, p. 278.

(6), (7) 林業試験報告第1巻及第1輯

(8) 大阪工業試験所報告第16巻第7號

(9) 鐵道大臣官房研究所業務研究資料第22巻第3號

(10) 立川飛行機株式會社研報 No. 18

(11) 航空研究所彙報第101號

ならないが摺の部分の楔形金物は普通の試験機械に附属せるものは金属用のものであり、木材用としては不適當であるので摺の長さ 70mm のものを作り、尙試験片には摺の部分に堅材の添木を「ニカワ」及び木ネヂにて締付け、その部分の壓縮に對する抵抗を増して實驗を行つた。その結果は摺の個所を原因として破壊した。この實驗に於ては試験機械の都合上摺部分の楔形金物の長さを 70mm 以上にすることは出来なかつた。

第 14 圖の試験片も今より約 10 年前當所に於て行つたものであるが、決して満足な破斷はしなかつた。之の試験片は平行部分がなく一對の面は或る圓弧狀になつてゐるのでヤング係數の算出に手数を要し、且つ破斷個所が常に最小斷面の所に於て起るとは限らないので引張強さを表すのに困難である。又巾の變化してゐる面を柁目としてあるので破壊狀況は殆んど籐狀となつた。之の面は板目とした方がよいのではなからうか。

3. 豫備實驗と決定引張試験片

以上の經驗及び著者が示した試験片⁽¹²⁾第 15 圖(破壊狀況寫眞第 1)を參考として第 16 圖乃至第 19 圖の試験片により遂次實驗を行つて見た。

豫備實驗、第 16 圖は目的の試験片ではないが始から目的通りの大きさの試験片を作つても良結果を得る事が困難と思ひ、第 15 圖に示した試験片に於て良結果を得たので豫備實驗として先ず厚さ 2mm、幅 20mm、平行部分 80mm の試験片を「ひのき」及び「アツシュ」材にて作り實驗を行つた。破壊狀況は寫眞第 2 に示す通り大體良好である。

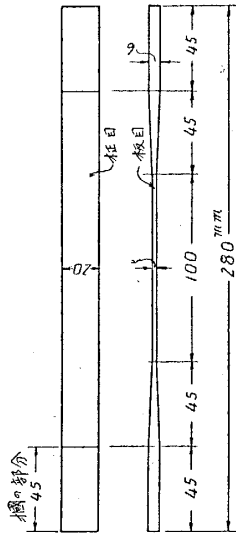
試作第 1 回、引張試験片としては少なくとも年輪數が 4 以上含む様なものが望しいので厚さ 5mm、幅 20mm (幅 20mm を柁目とす)、標點距離 50mm とした。豫備實驗の結果より試作第 1 回の試験片として第 17 圖の如きものを「ひのき」及び「アツシュ」材にて作り實驗を行つた。破壊狀況は寫眞第 3 に示す通りで「ひのき」(寫眞第 3、試験片 No. 1)の如き柔材にありては摺の部分が壓縮により破壊し引張試験の目的を達することが出来なかつた。従つて寫眞第 3、試験片 No. 2 の如く堅材の添木を摺の部分にネヂ附して實驗を行つた。これによつて摺の部分の潰れを防ぐ事が出来た。「アツシュ」材は概して宜しい様であるが尙傾斜部分の傾斜角を小さくした方がよい様に思はれた。

試作第 2 回、傾斜部分の傾斜角を試作第 1 回のものより尙小さくし、「スプルース」材は軟いので摺の部分に堅材の添木をネヂ附し「アツシュ」材はその儘とし試作第 2 回の試験片として第 18 圖の如きものを作り實驗を行つた。破壊狀況は寫眞第 4 に示す通りで大體良好である。

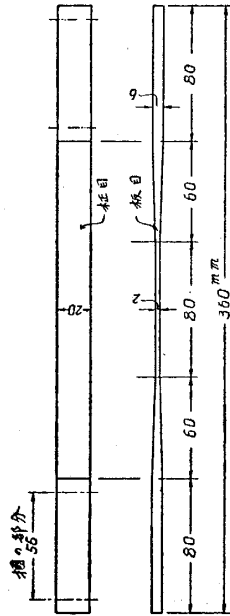
試作第 3 回、試作第 2 回の實驗中破壊狀況を詳細に觀察するに平行部分と傾斜部分の境目に於て破壊を起すものがあるらしく思はれたので試作第 3 回の試験片として第 19 圖の如く傾斜部分を圓弧とした。但しこの圓弧の中心は平行部分の終りに於ける法線上にある様にした。この形に於て「スプルース」材の試験片 2 個に於ける試験結果は誠に良好であつて全く引張破壊をなした。破壊狀況は寫眞第 5 に示す通りである。

決定試験片、試作第 3 回の結果より見て標點距離を 50mm と定めた場合には平行部分が 60mm あれば充分であると考へ、摺の部分を 125mm とし、全長を 450mm とした。第 20

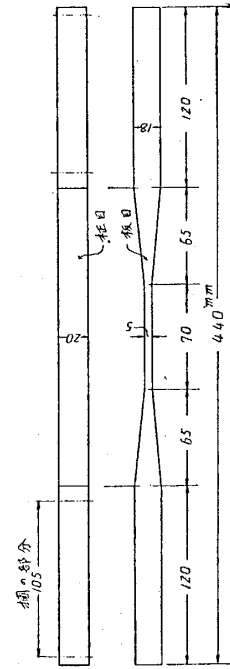
(12) 佐野益太郎；航空研究所彙報第 161 號



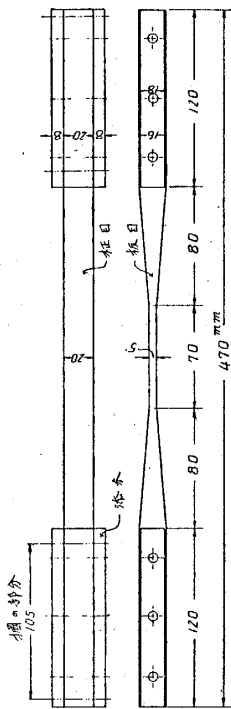
第 15 圖



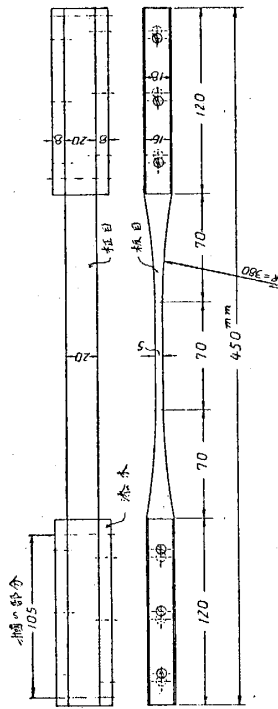
第 16 圖 豫備實驗試驗片



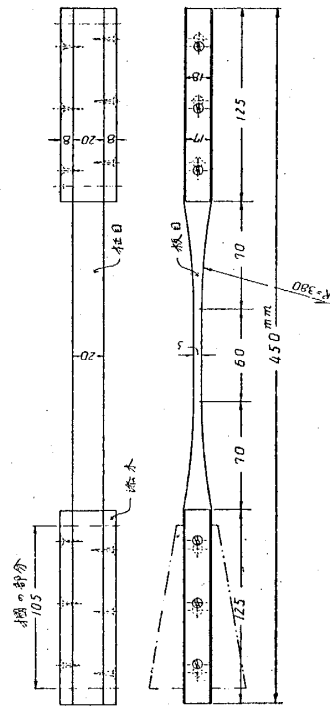
第 17 圖 試作第 1 回試驗片



第 18 圖 試作第 2 回試驗片



第 19 圖 試作第 3 回試驗片



第 20 圖 決定引張試驗片

圖に示したものが決定した試験片である。この試験片に於て針葉樹4種、闊葉樹9種に就き各樹種毎に試験片2個宛製作して実験を行つた。これによると殆んど全部が引張によつて破壊をなした。破壊状況は寫眞第6乃至第10の通りである。結果は第1表及び第28圖に示して置いた。この内で「くるみ」No. 2の試験片は摺り部分が可成潰れるまで引張つたに拘らず引張破断をしなかつた。結局摺り部分の潰れが原因で破壊して終つた。その他のものは何等の支障も無く目的通りの実験を終つた。但し或るものは試験片摺り部分に堅材の添木を附し、他の或るものは添木を附してないが、これは後に述べる事柄により定められるものである。勿論全部に添木を用ふるならばより一層確實に実験を遂行し得るものである。

4. 試験片摺り部分に添木の必要

木材の引張強さは壓縮強さに比べて相當大きいものであり、引張試験は主として年輪に平行方向に引張るので、これを摺りである部分の壓縮力は年輪に半径方向或ひは切線方向に作用する。この年輪に半径或ひは切線方向に對する壓縮強さは平行方向の壓縮強さに比べて遙に小さい。従つて引張試験に於ける摺り部分の壓縮強さは非常に弱いものである。堅材の試験片に於ては差程でもないが、柔材の試験片に於ては摺り部分を非常に長くするか或ひは幅を相當廣くして壓縮に對する破壊を防がねばならない。併しその部分を餘り大きくすることは試験片用材料の選出にも困難であり、又大きな材料を必要とし、試験機械にも支障を來すので成るべく小さな試験片に留める必要がある。その爲に摺り部分の壓縮に對する補強材として堅材(かし、けやき又はアツシュ等)の添木を用ふるものである。然るに試験片と同じ厚さの添木を用ふると堅材の添木が主として壓縮に對して抵抗するので引張試験を行ふと、試験材の部分だけが抜け出る恐れがある。依つて添木を試験材の厚さより幾分薄くして試験材の摺り部に或る程度の壓縮を生じた後は添木によつて、その後の潰れを防ぐ様になしたものである。斯くすることにより試験材は或る程度の壓縮力だけを受けるので、この點よりの破壊を防ぐ事が出来るのみならず試験材だけが抜け出る事もない。

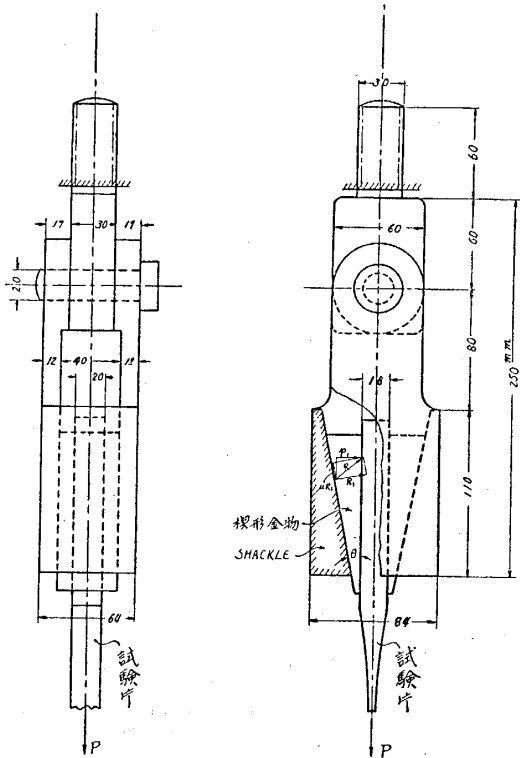
5. 添木を必要とする樹種

決定した試験片(第20圖)に於ては或る樹種に對して摺り部分に添木を必要とする、即ち柔材は添木を用ひて摺り部分の潰れを防がねばならぬ。或る樹種の引張試験を行ふに當り添木が必要であるか否かを定めるのに次の如くすればよい。

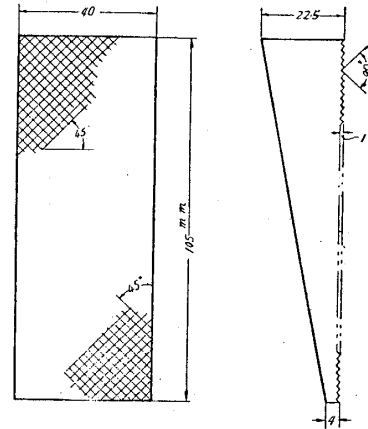
引張試験に於て試験片が引張られる事により摺り部分の受ける壓縮力は第21圖の如く楔形金物の傾斜角及びshackleと楔形金物との間の摩擦とによつて定まる。今 θ =楔形金物の傾斜角、 α =摩擦角、 P_1 =引張破断直前の試験片の張力、 p_1 =摺り部分の試験材が受ける單位面積の壓縮力、 A =試験材の壓縮力を受ける面積とすれば

$$p_1 = \frac{P_1}{2A} \cot(\theta + \alpha) \dots\dots\dots(1)$$

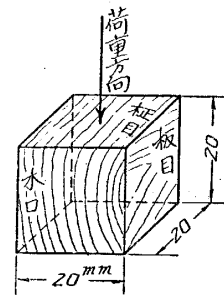
となる。(1)式の θ の値は試験機械によつて定まり各製作所特有のものである。著者の調べによると第2表の通りであつた。當試験室には $\theta=10^\circ$ のものばかりであり、本実験もこの角度に楔形金物(第22圖)を製作して実験を行つたので $\theta=10^\circ$ の値を用ひて本報告は計算する。又 α は鋼と鋼で注油を行つた場合には靜止摩擦係數 $\mu=0.1$ 位であるからこの値



第 21 圖 木材引張試験用金具



第 22 圖 楔形金具



第 23 圖 壓縮試験片

を用ふると

$$\tan \alpha = \mu = 0.1$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\theta = 10^\circ$$

$$\therefore p_1 = \frac{P_1}{2A} \cot 16^\circ = 1.74 \frac{P_1}{A} \dots\dots\dots(2)$$

又一方試験片は第 20 圖に示した如く柎目の面が壓縮力を受ける面であるから、その引張試験片の材料の一部より斯の如き壓縮力を受ける 20×20×20mm (第 23 圖) の壓縮試験片を作り、これの壓縮試験を行ひその強さを求め摺り部分の壓縮力を受ける單位面積に對する壓縮強さを見出して(2)式と比較する。此の場合壓縮強さは壓縮が 1mm 生じたときの荷重に對するものである。その理由は引張試験材は添木より厚さが 1mm 薄いので試験材が 1mm 壓縮せられた後添木に壓縮力が働くを以て斯く定めたものである。今 P_2 = 材料の壓縮荷重 (上記の如き年輪方向に對し壓縮 1mm 生じたときの荷重), A = 材料の壓縮力を受ける面積 (添木なきとき), p_2 = 壓縮 1mm 生じたときの壓縮強さとすれば

$$p_2 = \frac{P_2}{A} \dots\dots\dots(3)$$

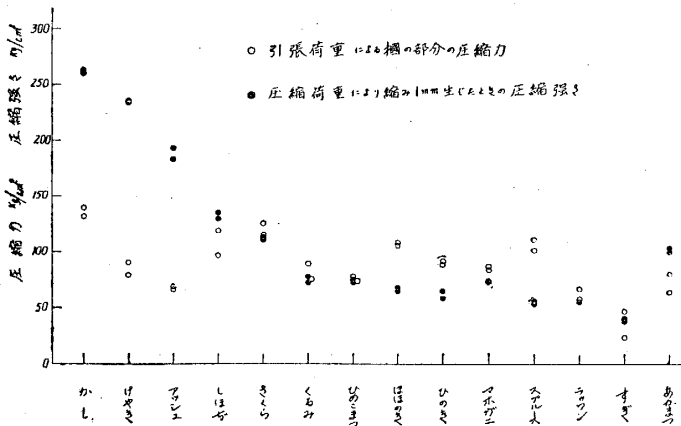
この(3)式の p_2 と(2)式の p_1 とを比較して $p_2 > p_1$ を満足すれば添木は必要ないが、 $p_2 < p_1$ の場合には添木を附さねばならぬ。

著者は試験片の大きさ試験機械の関係等より $A = 20 \times 105 \text{mm}^2$ (第 21 圖) と定め、これ

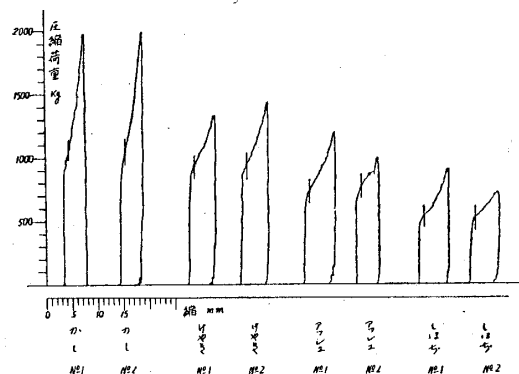
を用ひて上記の事實を實驗により確めた。使用した材料は前記の針葉樹及び闊葉樹である。實際引張試験の結果から(2)式を用ひて p_1 を計算して圖示したものが第24圖の白丸であり、又壓縮試験を行つて壓縮1mm生じたときの壓縮強さより p_2 を算出したものが第3表及び第24圖の黒丸である。この圖に於て「しほち」より左側にある樹種は $p_2 > p_1$ の關係を満足するので摺み部分に於ては壓縮破壊を起さず引張破壊をするものと考へられる。「さくら」より右側にある樹種は $p_2 < p_1$ の關係にあるので是非添木を用ひねば目的の破壊を起さしむることは出来ない。茲に於て「さくら」は添木を必要とする部類にあるが壓縮試験の荷重—縮曲線(第25圖)より明の如く若干の縮みを生ずるも荷重は益々増加の傾向にあるを以て添木なしでも好結果が得られたものと思はれる。

壓縮試験の結果より「ひめこまつ」より右側(第24圖)にある樹種に對しては添木を附し、左側の樹種には添木なしで本引張試験を行つた。その結果「くるみ」の試験片1個は添木なしで立派に引張破壊をなし、他の1個は引張破壊を起さなかつた。これは前に述べた通りである。

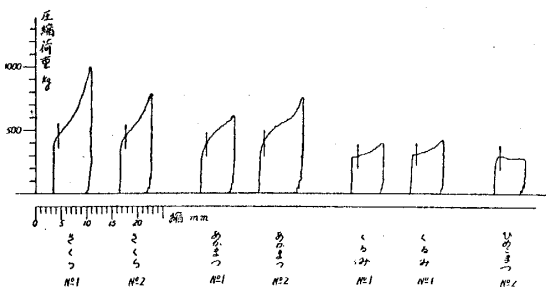
斯の如く壓縮強さ(p_2)と引張強さよりの壓縮力(p_1)とを比較して添木の要、不要を調べて見ると前記(2)式及び(3)式の假定と實驗結果とは誠によく一致してゐる(第24圖)。依つて壓縮試験により(3)式で表した p_2 が 120kg/cm^2 の値以下の樹種には添木は必要であると言ひ得る。然し引張強さが全々不明の樹種に對しては添木を附す方が安全であらう。



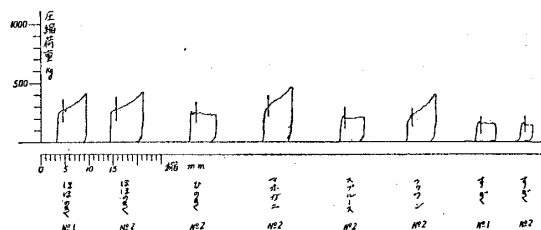
第24圖 樹種と壓縮力及び壓縮強さとの關係



第25圖(1) 壓縮試験に於ける荷重—縮曲線



第25圖(2) 壓縮試験に於ける荷重—縮曲線



第25圖(3) 壓縮試験に於ける荷重—縮曲線

6. 試験片製作の難易

在來の試験片と決定せる本試験片との製作の難易を申せば、横断面圓形の試験片は木工旋盤を必要とするのみならず細長き試験片に於ては工作が相當難事である。然るに本試験片は豫備試験及び試作第1~2回の試験片に比べても決して困難ではない、製作時間を考慮して寧ろ容易である。本試験片の圓弧部分の製作は規定の圓弧の罫書をなして置き長さの方向と直角方向に鉋を動かして製作する。この場合豫め圓弧に作れる鉋を用ひ、試験片2~4個並べて置き同時に削つて製作する。

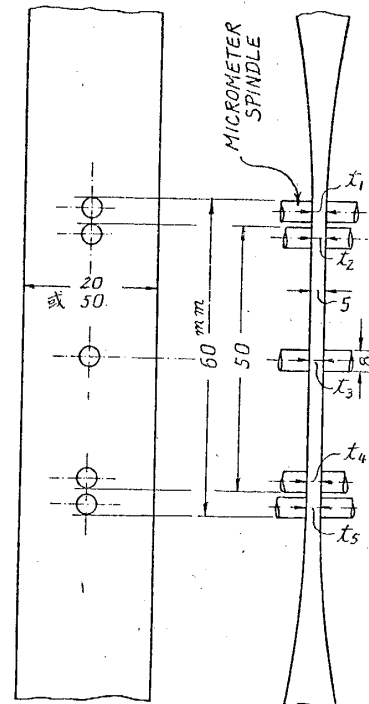
本試験用として製作した試験片中の任意の數個を取出して製作精度を調べて見た。測定の結果は第4表に示す程度で木材試験片としては充分の出来上りである。この點から見ても製作が餘り困難であるとも思へない。寸法測定的位置は第26圖に示した通りであり、測定器は Carl Zeiss 1/100mm の micrometer である。

7. 決定試験片の試験結果及び對策

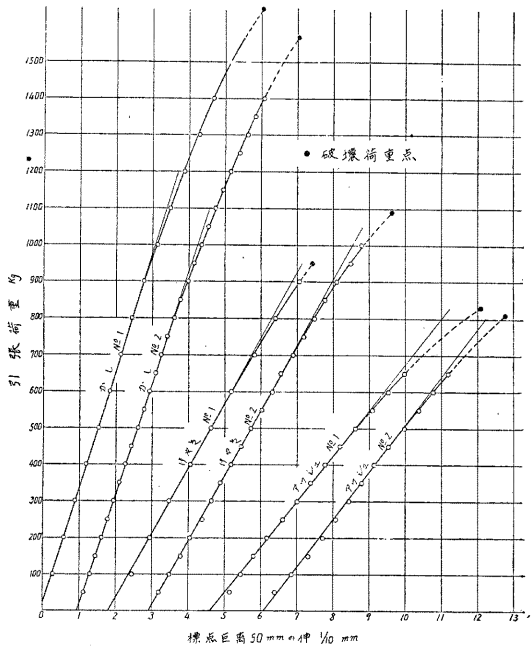
新しい試験片を決定した結果掴み部分の楔形金物を製作する必要がある。本實驗には第22圖に示すものを製作し使用した。材料は硬鋼で焼入はしなかつた。一般金屬用試験機械に對しては之の楔形金物のみならず shackle の部分も製作せねばならないものもある。例へば松村式 30 ton 萬能試験機の如きは本試験片の掴み部分の寸法、長さ 105mm、厚さ 18mm に對しては直に試験を行ふ事が出來ない第21圖に示す如き shackle を製作せねばならぬ。

本實驗に使用した機械は single lever 式の 2 ton creep 試験機である。本實驗の結果は第1表に示したもので、引張強さの計算は最大荷重を平行部分の斷面積で除した商である。平行部分以外で切斷したものに對しても同一方法に取扱つた、之の取扱の可否は茲では論ぜないが一般に上の方法が行はれてゐるので斯くしたものである。荷重に對する伸びの測定は標點距離 50mm の Martens' mirror extensometer を使用した。各試験片の荷重—伸圖は第27圖に示したものである、圖中黒丸で示したものは破壊荷重點である。之の線圖の直線部分よりヤング係數を算出した。第28圖は引張強さとヤング係數を圖示したものである。試験片は室内に於て自然に乾燥せるものであるから含水量は 12~15% 位のものであらう。

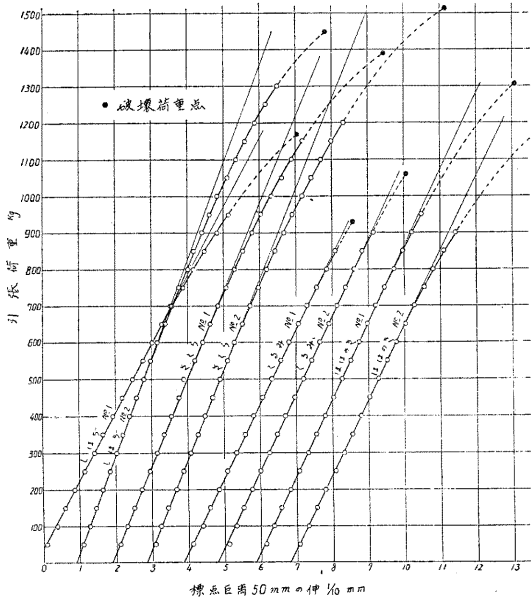
本試験片に於ては殆んど純粹の引張破壊をなすので在來の試験片にて行つた結果と、その値が幾分異ると思ふ即ち強さが大であらう。尤も木材は同じ産地の同じ樹種に於ても隨分強さの相異があるものである、以前に當所に於て木曾産檜、土佐産檜及び高野産檜を各産地より切出し同一過程を経たものにつき引張試験を行つたのであるが、その結果によれば何れも強さの range が大きく木曾産檜 550~1350kg/cm²、土佐産檜 650~1850kg/cm²、高野産檜 650~1750kg/cm² で平均値は大體木曾産檜(試験片 118) 950kg/cm²、土佐産檜(試験片 254)。



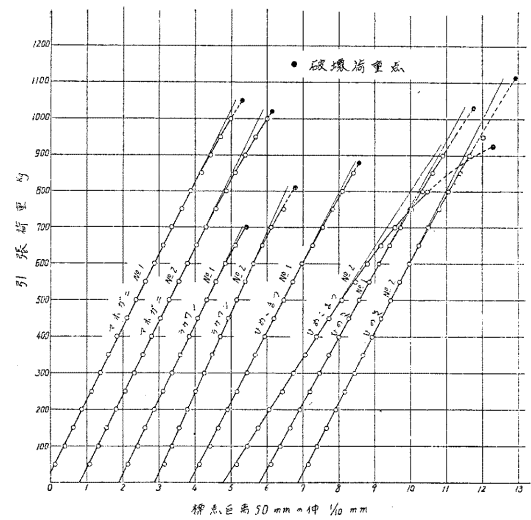
第26圖 試験片寸法測定位置



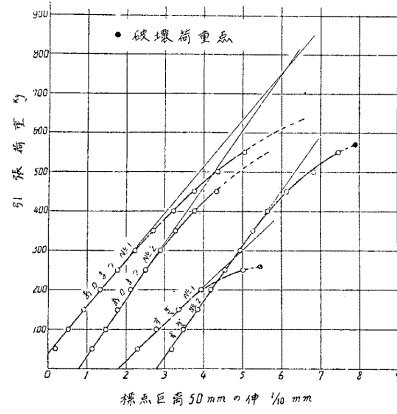
第 27 圖 (1) 引張試験に於ける荷重—伸曲線



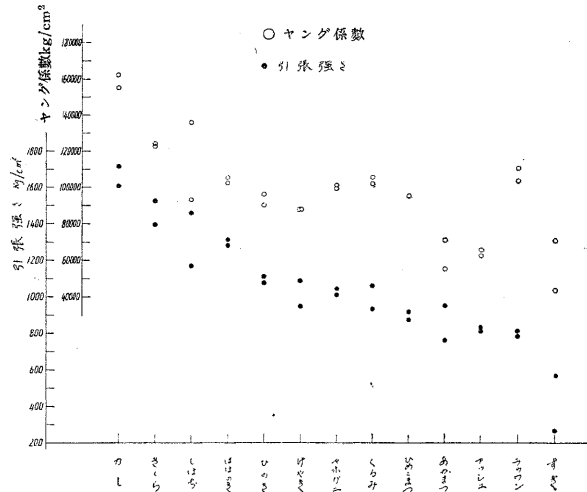
第 27 圖 (2) 引張試験に於ける荷重—伸曲線



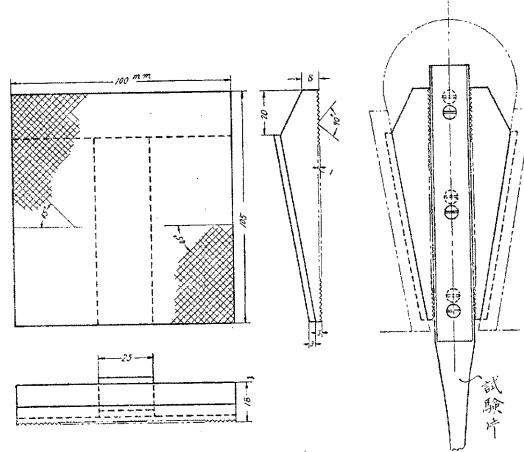
第 27 圖 (3) 引張試験に於ける荷重—伸曲線



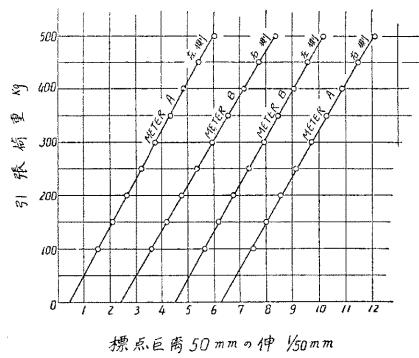
第 27 圖 (4) 引張試験に於ける荷重—伸曲線



第 28 圖 引張強さとヤング係数



第 29 圖 木材引張試験用金具



第 30 圖 引張荷重と伸との関係

木材引張試験片に就て

1150kg/cm², 高野産檜(試験片 202) 1250kg/cm² であり之等實驗値の分布は殆んど bell shaped 曲線をなしてはゐるが斯の如くその値が異なるものであるから木材に於ては試験片數の少ないとき直にその値を比較して云々するのは當を得たものとは申されぬ。

尙木材には「まつ」「すぎ」の如き年輪の粗なるものがある、而して一試験片中に年輪數は是非4以上ある様な試験片であつてほしい、この事に對し「あかまつ」及び「すぎ」材につき幅 50mm, 平行部分の厚さ 5mm (添木は前記のものと同一大きさ) の試験片を作り引張試験を行つた、この試験は 2 ton Amsler 萬能試験機を用ひ、摺り部分の楔形金物は第 29 圖に示すものを製作使用した。試験結果は誠に良好で破壊狀況は寫眞第 11 の通りである。然し試験片の幅が廣くなると、その幅に對して一樣な荷重が掛らないのではないかと云ふ心配もあつたので「ひめこまつ」材で試験片を作り厚 5mm の面に Martens' mirror extensometer を附して幅の兩端に於ける伸びを測定した。測定は左右の測定器を取替へて二度行つた。その結果は第 30 圖に示す如くその心配は全く杞憂に過ぎなかつた、但し本試験機の cross head は試験片幅の方向には變位を起さず且つ楔形金物も試験機に適合し餘裕なく、充分注意して製作した爲 centering もよかつたものと思はれる。

8. 總 括

以上の結果から主なるものを纏めると次の事柄が掲げられる。

- (1) 木材引張試験片の適當な形を見出した。
- (2) 堅材、柔材に對しても同一寸法の試験片で充分である、但し柔材に對しては摺り部分に堅材の添木を附す必要がある。
- (3) 樹種により添木の要、不要を明にし、それを簡單に知る方法を示した。
- (4) 本試験片に於ては巾 (20~50mm) の面を柁目とすべきである。
- (5) 試験片摺り部分の楔形金物を製作する必要がある。
- (6) 材料試験機の或るものは shackle を製作する必要がある。
- (7) 本試験片によつて得た結果は在來の數値より幾分大であらう、従つて在來の値は安全側にある。

(昭 14—6—18)

第 1 表 引張試験結果

(標点距離 50mm)

試験の種類	樹種	試験片		年輪巾 mm	引張強さ kg/cm ²	ヤング係数 kg/cm ²	備考	
		巾mm	厚さmm					
豫備実験	ひのき No.1	20	1	0.9	1204	87500	第15圖試験片	
	〃 No.2	〃	〃	1.0	1208	88700	〃	
	スプルス No.1	〃	〃	2.5	961	88000	〃	
	〃 No.2	〃	〃	2.2	842	83400	〃	
	ひのき No.1	20	2	1.7	1200	—	第16圖試験片	
	〃 No.2	〃	〃	1.7	1150	—	〃	
	アツシュ No.1	〃	〃	2.9	1300	—	〃	
	〃 No.2	〃	〃	2.7	1080	—	〃	
	試作第1回	ひのき No.1	〃	5	1.2	—	—	第17圖試験片
		〃 No.2	〃	〃	1.2	1235	—	ひのき No.1 は摺の部分に潰れ引張破壊せず
アツシュ No.1		〃	〃	1.5	998	—	ひのき No.2 摺の部分に添木を附す	
〃 No.2		〃	〃	1.3	1250	—	〃	
試作第2回	スプルス No.1	〃	〃	0.9	1300	—	第18圖試験片	
	〃 No.2	〃	〃	1.0	1410	—	スプルスは摺の部分に添木を附す	
	アツシュ No.1	〃	〃	1.2	1075	—	〃	
	〃 No.2	〃	〃	1.2	1035	—	〃	
試作第3回	スプルス No.1	〃	〃	1.0	1192	—	第19圖試験片	
	〃 No.2	〃	〃	0.8	1356	—	摺の部分に添木を附す	
本実験	針葉樹						以下第20圖試験片	
	ひのき No.1	20	5	1.2	1080	90400	摺の部分に添木を附す	
	〃 No.2	〃	〃	1.0	1112	96600	〃	
	ひめこまつ No.1	〃	〃	1.1	875	95400	〃	
	〃 No.2	〃	〃	1.1	920	76300	〃	
	あかまつ No.1	〃	〃	5.0	764	55700	〃	
	〃 No.2	〃	〃	5.0	953	71800	〃	
	〃 No.3	50	〃	5.9	798	—	〃	
	〃 No.4	〃	〃	5.0	806	—	〃	
	すぎ No.1	20	〃	6.7	261	43700	〃	
	〃 No.2	〃	〃	3.3	570	70800	〃	
	〃 No.3	50	〃	4.6	543	—	〃	
	〃 No.4	〃	〃	5.3	499	—	〃	
	闊葉樹							
	かし No.1	20	5	4.0	1715	162300		
	〃 No.2	〃	〃	4.0	1607	155000		
	さくら No.1	〃	〃	0.7	1395	122700		
	〃 No.2	〃	〃	0.7	1526	123600		
	しほじ No.1	〃	〃	1.7	1170	93100		
	〃 No.2	〃	〃	1.2	1461	136100		
ほほのき No.1	〃	〃	1.1	1315	105400	添木を附す		
〃 No.2	〃	〃	1.5	1286	102300	〃		
けやき No.1	〃	〃	2.2	950	88000			
〃 No.2	〃	〃	2.2	1090	88000			
くるみ No.1	〃	〃	2.2	938	102100			
〃 No.2	〃	〃	2.0	1065	105700			
マホガニ No.1	〃	〃	3.6	1044	99500	添木を附す		
〃 No.2	〃	〃	3.4	1013	101100	〃		
アツシュ No.1	〃	〃	1.1	835	62800			
〃 No.2	〃	〃	1.0	813	65800			
ラウワン No.1	〃	〃	5.0	788	103800	添木を附す		
〃 No.2	〃	〃	4.0	814	110400	〃		

第 2 表

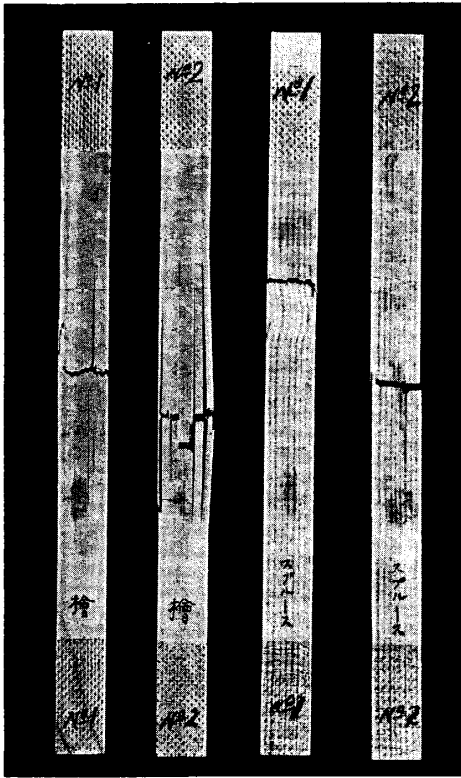
試 験 機	楔形金の物角の度	設 置 場 所	試 験 機	楔形金の物角の度	設 置 場 所
Amsler 300 kg 萬能試験機	10°0'	材 料 部	當所製500 kg クリップ試験機	10°0'	材 料 部
〃 2 ton 〃	10°0'	〃	〃 2 ton 〃	10°0'	〃
〃 10 ton 〃	10°0'	飛行機部	Olsen 10 ton 萬能試験機	8°20'	冶 金 部
〃 300 kg-m 振り試験機	10°0'	材 料 部	Mohr 20 ton 〃	14°30'	飛行機部
松村式 30 ton 萬能試験機	10°0'	〃			

第 3 表 圧 縮 試 験 結 果

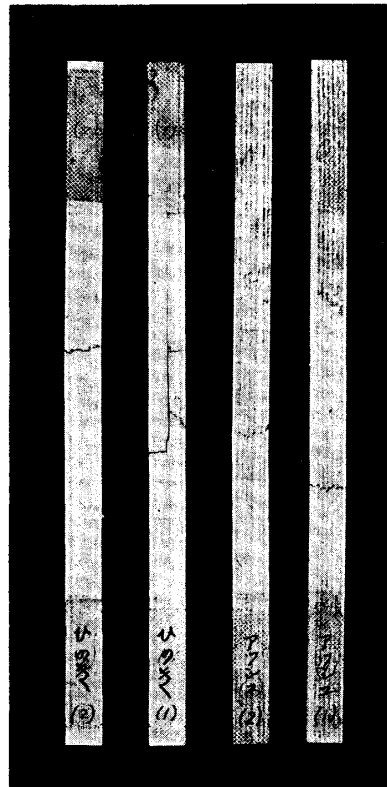
樹 種	圧 縮 試 験			縮み 1mm 生じたときの圧縮強さ (p ₂) kg/cm ²	引張荷重による握み部分の圧縮力 (p ₁) kg/cm ²
	試 験 片				
	巾 mm	厚さ mm	高さ mm		
針葉樹					
ひのき No.1	20	20	20	59.0	89.4
〃 No.2	〃	〃	〃	65.0	92.2
ひめこまつ No.1	〃	〃	〃	73.3	72.9
〃 No.2	〃	〃	〃	75.0	76.7
あかまつ No.1	〃	〃	〃	97.5	63.9
〃 No.2	〃	〃	〃	103.8	79.5
すぎ No.1	〃	〃	〃	41.3	21.6
〃 No.2	〃	〃	〃	37.5	47.1
スプルス No.1	〃	〃	〃	56.0	101.2
〃 No.2	〃	〃	〃	55.0	111.2
潤葉樹					
かし No.1	〃	〃	〃	262.5	140.0
〃 No.2	〃	〃	〃	260.0	131.7
さくら No.1	〃	〃	〃	112.5	115.2
〃 No.2	〃	〃	〃	111.3	125.5
しほぢ No.1	〃	〃	〃	135.0	96.9
〃 No.2	〃	〃	〃	130.0	120.0
ほほのき No.1	〃	〃	〃	67.5	108.4
〃 No.2	〃	〃	〃	65.0	105.6
くるみ No.1	〃	〃	〃	72.5	74.8
〃 No.2	〃	〃	〃	77.5	87.9
アホガニ No.1	〃	〃	〃	—	87.0
〃 No.2	〃	〃	〃	72.5	84.6
アツシユ No.1	〃	〃	〃	193.3	68.7
〃 No.2	〃	〃	〃	182.5	67.2
ラウワソ No.1	〃	〃	〃	—	57.9
〃 No.2	〃	〃	〃	56.3	67.2

第 4 表 試験片製作程度

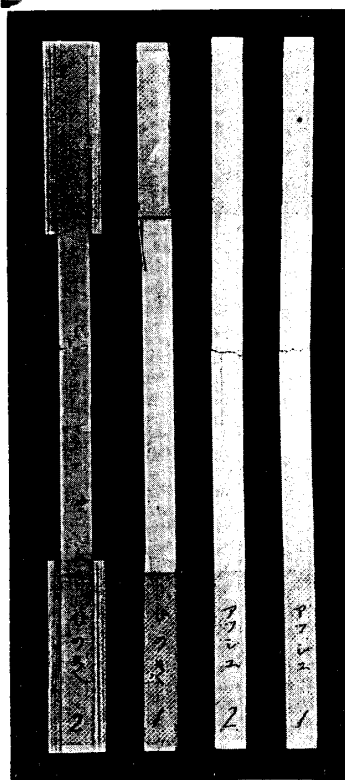
樹 種	試 験 片 寸 法					
	厚 さ mm					巾 mm
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	
ひ の き No.2	5.10	5.04	5.03	5.02	5.07	19.94
あ か ま つ No.3	5.11	5.06	5.01	5.10	5.16	49.93
〃 No.4	5.15	5.06	4.97	5.06	5.14	49.89
す ぎ No.3	5.10	5.02	4.95	5.06	5.11	49.87
〃 No.4	5.16	4.98	4.93	5.01	5.09	49.94
か し No.1	4.99	4.89	4.88	4.92	4.97	19.97
け や き No.1	5.04	4.98	4.99	5.03	5.03	20.03
ア ツ シ ュ No.1	5.02	4.97	4.98	4.97	5.01	19.95
マ ホ ガ ニ No.2	5.05	5.03	5.04	5.02	5.02	19.98
ラ ウ ワ ン No.2	4.99	4.96	4.98	4.97	5.00	19.98



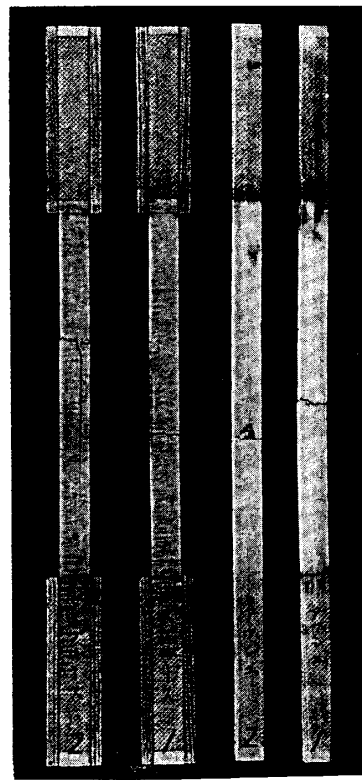
写真第1 ひのき及びスプルース
引張試験破壊状況



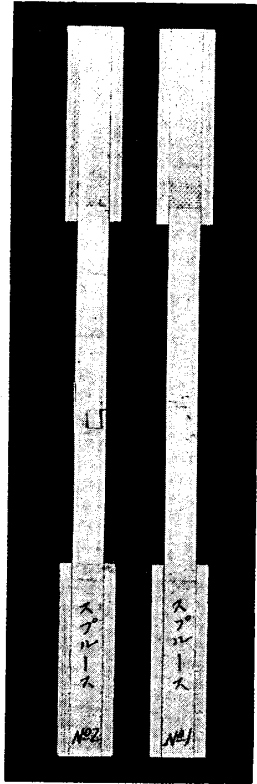
豫備実験 写真第2 ひのき及び
アッシュ引張試験破壊状況



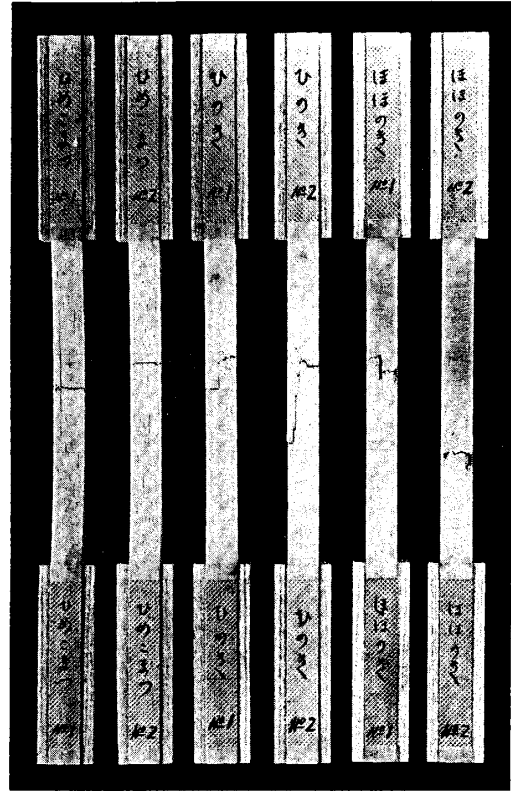
試作第1回 写真第3 ひのき
及びアッシュ引張試験破壊状況



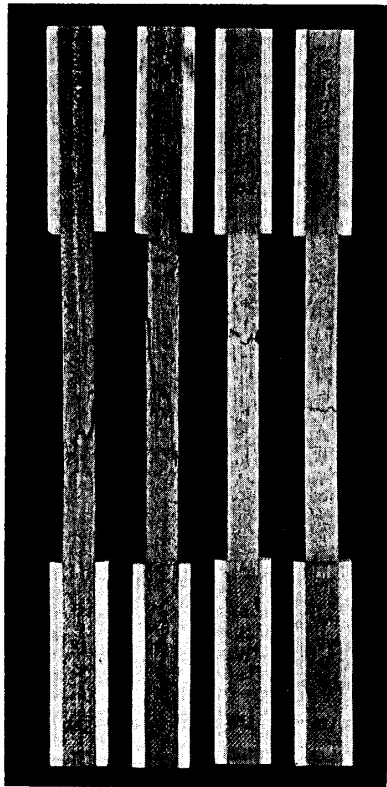
試作第2回 写真第4 スプルース
及びアッシュ引張試験破壊状況



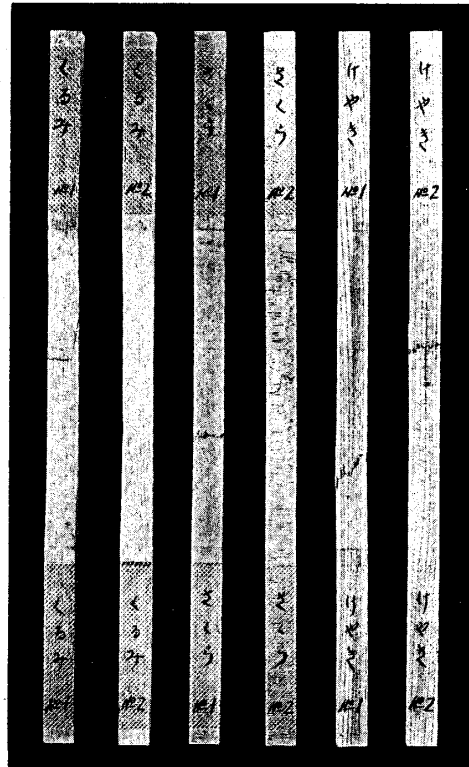
試作第3回 寫眞第5
スプルース引張試験破壊状況



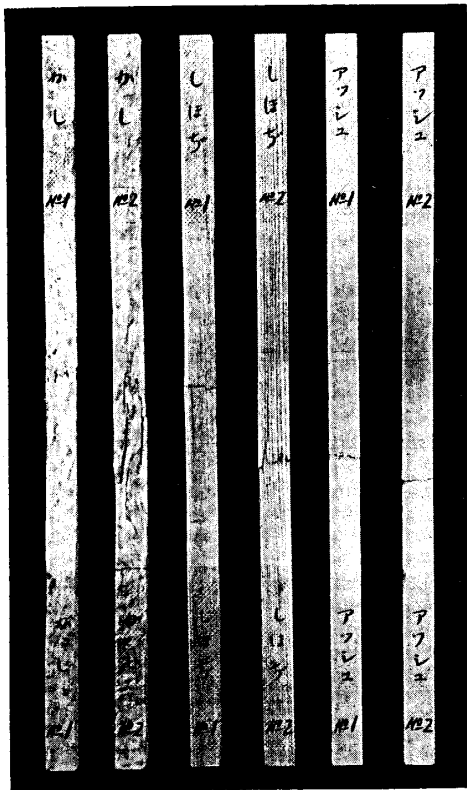
本試験 寫眞第6 針葉樹及
び潤葉樹引張試験破壊状況



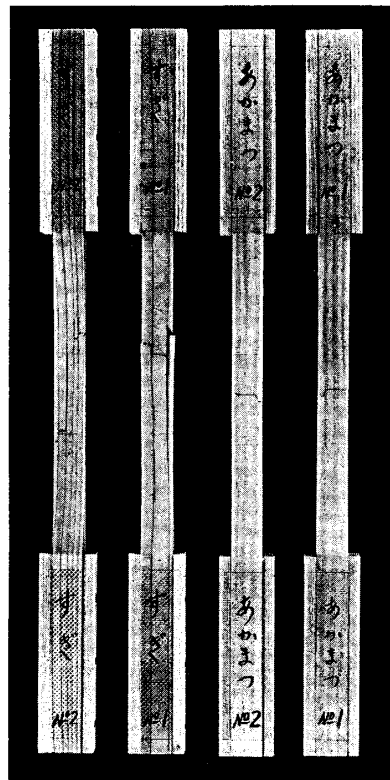
本試験 寫眞第7
潤葉樹引張試験破壊状況



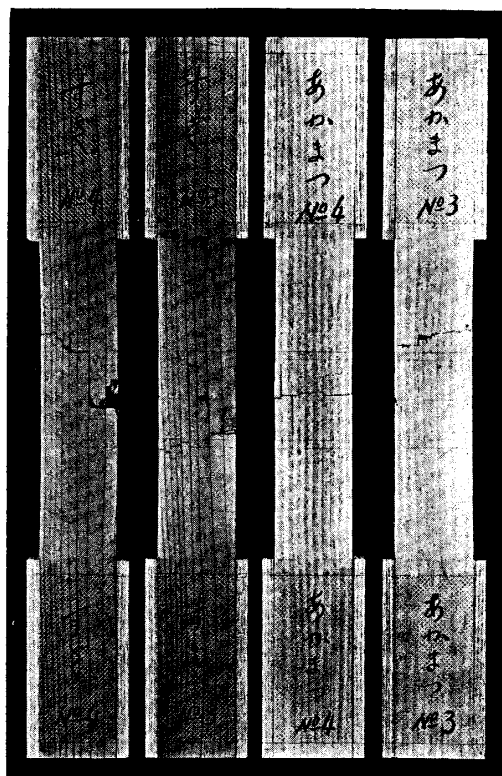
本試験 寫眞第8
潤葉樹引張試験破壊状況



本試験 寫眞第9
濶葉樹引張試験破壊状況



本試験 寫眞第10
針葉樹引張試験破壊状況



試験片巾 50mm
寫眞第11 針葉樹引張試験破壊状況