

航空機用木材の物理的性質(第一報)

長澤, 武雄
九州帝國大學農學部

中原, 蝶
九州帝國大學農學部

<https://doi.org/10.15017/20962>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 9 (4), pp.417-424, 1941-12. 九州帝國大學農學部
バージョン :
権利関係 :



原 著

航空機用木材の物理的性質(第一報)

長 澤 武 雄

中 原 蝶

(昭和十六年七月二十五日受理)

緒 言

航空機の主要材料としては木材、鋼、ジュラルミンを擧げる事が出来る。この中木材の勝れる點は一般に單位重量に對する強度の大なる事、價格の低廉なる事、緻密なる工作に適する事、種々なる構造形式に應じて加工容易なる事などを擧げる事が出来やう。特に木材は プロペラ 用材として強き振動に對して安全であるから、適當なる加工(例へば金網による被包)によつて金屬製に勝るものが得られる場合がある。尙近年、接合劑としての合成樹脂の發達は所謂積層材として木材の利用を促し、獨逸、伊太利、ソ聯及び米國等にありては機體は勿論、内藏機關の一部をも木材を以て製作するに到つた。

翻つて我國の現状を見るに航空機技術者の中には金屬材料萬能を信ずる者が尠くない様である。偶々時局に際し金屬材料の不足により木材の使用を止むなくせらるゝに到つても、桁は北米産の スプルース、プロペラは中米産の マホガニーに限ると考へて居る者も多いやうである。然しもし國産の木材にしてその性質を明にし、その使用法を適當にしたならば、是等外材第一主義の觀念を打破し得るかも知れない。

本研究の目標はこの様な所にある。此際本研究につき多大の便宜を與へられたる軍關係、營林局及び民間諸工場の方々に對して厚き謝意を表する。

§ 1. 木材の彈性率

本研究は主として木材の強さを論ずるものであるが、航空機用材としては總ての場合を通じて“強さ”に就ては特有な觀念を必要とする。木材の用ゐられる場所によつて樹種の適否を決定する事が必要であるが、その基準はそれを用ゐる場所の要求する單一の強さ(例へば壓縮強の如き)を單位重量に就て考へることである。例へば箱型桁の ウエツプとしては スプ

ルースの合板は剪斷應力, strength weight ratio が大きいからマホガニー(他の點では優秀なる性質を有するにも拘はらず)よりも適當である。これ等の事柄に就ては後に觸れる積りである。試材は總て現在航空機用材として用ゐられてゐる國產材並に將來用ゐらるゝ可能性ある樹種を用ゐた。

ヤングの彈性率は航空機用材に就て重要な強弱因子をなすものである。こゝには次のやうな方法によつて之を測定した。この方法は從來の方法に比べて操作簡單である。材料に多少の缺點ある爲に他法による能はざる場合にも應用することが出來、又材料の elastic hysteresis の如きものをも考慮する必要なく、尙材料の節約ともなり多くの特色を持つものと考へられる。

装置 Fig. 1. に於て A は可聽周波發振器でその發振範圍は 50 乃至 10000 である。B はボイスコイル C を動かす直流發生用三極真空管でその電壓は凡そ 700 ヴォルトである。B

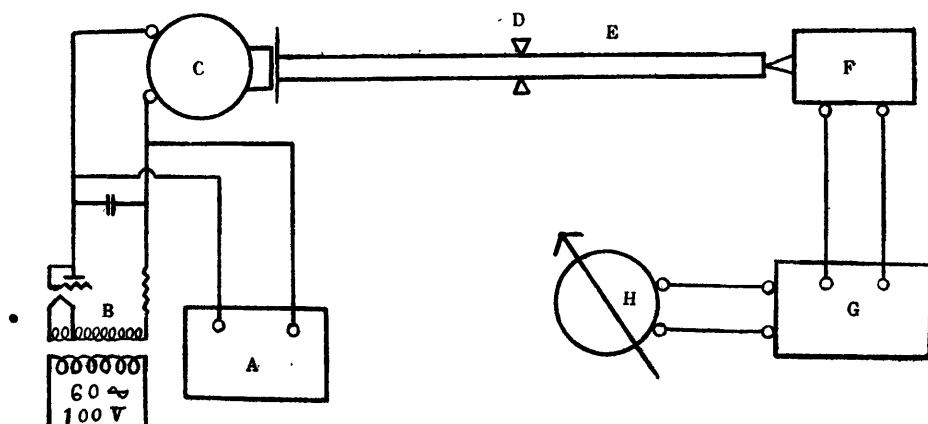


Fig. 1

の電壓と發振器よりの電壓とを併せて C に與へれば C は振動する。E は重心 D によつて固定された試材であつて、斷面 1 cm^2 、長さは 20 cm 乃至 100 cm の間で任意である。E の左端を膠着劑を以て C に連絡する。今 B の電壓を V_0 、A の電壓を $V_1 e^{j\omega t}$ とする。發振器の試材を引く力は $V_1^2 e^{2j\omega t}$ であるから、B と A と寄せたものに因る振動の強さは $(V_0 + V_1 e^{j\omega t})^2$ に比例する。もし $V_0 \gg V_1$ とすれば振動の強さは $2V_0 V_1 e^{j\omega t}$ となる。即 B は A の周波を保留して、しかもその振動の強さを $2V_0$ の因子で増加する作用をする。 V_1 は強きことを要しない。E はこの振動を受けて縦振動をする。

この際 E をヤング率、 ρ を密度、 l を棒の長さ、 f を棒の固有振動數とすれば次の關係が

ある。

$$E = 4 \rho l^2 f^2 \dots \dots \dots (1)$$

ρ 及び l は別に精密に測る事が出来るから本装置により f を知れば E は容易に計算することが出来る。

棒の振動は クリスタルピツクアツプ (ロッシェル 鹽使用) F によつて電流に變へられ、この電流は増幅器 G によつて増幅され、その電壓は ヴォルトメーター H によつて知る事が出来る。

操作は全装置を始動せしめ、 A の ダイヤル を廻して任意の周波数の電流を C に送つて E を振動させる。 A の周波数と E の固有振動数とが一致する時 H の指針の「ふれ」が最大な譯であるからその時の A の周波数を以て試材の固有振動数とする。

測定の結果

試材の長さ 1 m, 含水量は 15% - 20% である。測定の結果は第一表の通りである。

第一表 Table 1

樹種 Species	固有振動数 Natural frequency	ヤング率 (E) (dyne/cm ²)		比重 Specific gravity
		本法による値 (C.G.S.) by electro static method	従來の方法による値 (C.G.S.) by ordinary method	
(針葉樹) (Conifer)				
Akamatu	2000	0.91	0.58—1.30	0.57
Akaezomatu (1)	2400	1.04	1.12—1.14	0.45
	(2) 2500	1.12		
Ezomatu (1)	2100	0.81	0.88—1.19	0.46
	(2) 2300	0.97		
	(3) 2400	1.06		
	(4) 2500	1.15		
Hiba (1)	2400	1.18	1.27—1.47	0.51
	(2) 2500	1.28		
Hinoki (1)	2350	0.93	0.93	0.42
	(2) 2500	1.05		
Kaya (1)	1900	0.82	0.56—1.24	0.57
	(2) 2000	0.91		
Kuroezomatu (1)	2300	0.93	1.07—1.14	0.44
	(2) 2400	1.01		
	(3) 2500	1.10		

Kuromatu	(1)	2000	0.93	0.60—1.32	0.58
	(2)	2200	1.12		
Momi	(1)	2500	1.20	1.20	0.48
Sirabe	(1)	2500	0.90	0.80—1.20	0.36
Sugi	(1)	2300	0.93	0.52—1.20	0.44
	(2)	2400	1.01		
Todomatu	(1)	2100	0.64	0.70—1.08	0.36
	(2)	2200	0.70		
	(3)	2300	0.76		
	(4)	2400	0.83		
	(5)	2500	0.90		
Tōhi	(1)	2200	0.87	1.16	0.45
	(2)	2500	1.12		
Tuga	(1)	2200	0.89	1.02	0.46
	(2)	2500	1.15		

(闊葉樹) (Broad leaved tree)

Akagasi	(1)	1900	1.24	1.39—1.41	0.86
	(2)	2000	1.38		
Buna	(1)	1800	0.87	1.00	0.67
	(2)	1900	0.99		
	(3)	2000	1.07		
	(4)	2100	1.19		
Doroyanagi	(1)	2050	0.79	0.72—0.87	0.47
	(2)	2100	0.83		
Enoki	(1)	1600	0.63	0.52—0.72	0.62
	(2)	1700	0.72		
Hōnoki	(1)	2100	0.96	0.81—1.22	0.54
	(2)	2200	1.05		
Isu	(1)	1700	0.92	0.82—1.13	0.80
	(2)	1850	1.09		
Itayakaede	(1)	2200	1.20	1.22—1.42	0.62
	(2)	2500	1.55		
Kaba	(1)	1900	1.01	1.16	0.70
	(2)	2050	1.18		
Keyaki	(1)	1950	1.09	1.20	0.72

	(2)	2000	1.18		
Kiri	(1)	2000	0.48	0.41—0.56	0.30
	(2)	2200	0.53		
Konara	(1)	1700	0.76	0.57—1.12	0.68
	(2)	1950	1.03		
Kuri	(1)	2650	0.93	0.82—1.09	0.58
	(2)	2750	1.00		
Kurumi	(1)	2100	1.05	1.12	0.50
	(2)	2250	1.13		
Nire	(1)	2000	0.99	1.04	0.62
	(2)	2100	1.10		
Sakura	(1)	1900	0.94	1.10	0.65
	(2)	2050	1.09		
	(3)	2150	1.20		
Sina	(1)	1600	0.77	0.80	0.75
	(2)	1700	0.87		
Siozi	(1)	3050	1.12	1.18	0.60
	(2)	3200	1.23		
Sirakasi	(1)	2000	1.39	1.45—1.56	0.87
	(2)	2050	1.46		
	(3)	2100	1.53		
Tabu	(1)	1750	0.73	0.71—0.76	0.60
	(2)	1850	0.82		
Yanagi	(1)	1900	0.58	0.64—1.00	0.40
	(2)	2200	0.72		
	(3)	2300	0.85		
	(4)	2400	0.92		

以上により大なる弾性を必要とする箇所には如何なる樹種を採用すべきかは明白である。

上記測定の結果よりは凡そ 10% の偏差を含むものとする。

§ 2. 木材の剪断應力

航空機用木材の強さの中、剪断應力は最も重要と考へられる。弾性率測定の場合に於けると同一試材を用ゐて試験

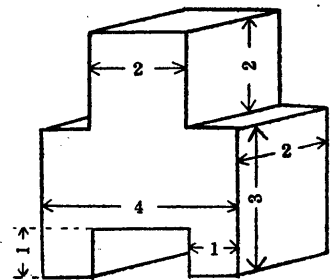


Fig. 2

した結果を第二表に掲げる。試材の木取りは Fig. 2 の通りで単位は cm である。一般に言へば、木理のよく通つたものは然らざるものに比べて剪断應力が小さい。

第二表 Table 2

樹種 Species	剪断應力 Shearing stress (Kg/cm ²)					
	板 Tangential			目 Radial		
	最大 Max.	最小 Min.	平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	平均 Mean
(針葉樹) (Conifer)						
Akamatu	48.56	42.35	46.58	47.83	41.38	45.42
Akaezomatu	88.43	53.44	65.94	92.85	56.25	69.55
Ezomatu	67.50	54.38	58.19	67.15	51.69	58.93
Hiba	57.66	53.69	56.18	58.65	52.84	54.95
Hinoki	63.54	56.42	59.63	64.63	55.83	61.53
Kaya	81.74	68.42	70.56	73.56	65.73	71.85
Kuroezomatu	41.80	39.68	40.72	46.69	35.53	40.61
Kuromatu	53.48	40.64	47.52	54.54	42.63	48.33
Momi	55.67	42.84	49.86	57.35	47.35	50.35
Sirabe	35.63	28.26	31.25	46.35	32.45	43.44
Sugi	49.84	40.36	43.54	50.37	41.24	44.57
Todomatu	51.56	38.75	42.08	53.44	36.25	44.24
Tōhi	53.32	45.64	50.01	54.68	47.39	52.83
Tuga	60.23	51.31	53.65	62.37	51.28	54.59
(闊葉樹) (Broad leaved tree)						
Akagasi	102.35	77.52	88.64	101.46	77.66	85.76
Buna	95.37	78.56	82.65	98.54	81.34	86.63
Doroyanagi	68.54	52.37	56.73	67.37	48.53	55.42
Enoki	84.57	69.54	75.83	87.56	71.28	79.38
Hōnoki	70.25	61.35	68.75	72.35	63.53	69.83
Isu	81.65	70.47	74.84	90.46	79.38	83.64
Itayakaede	107.81	100.73	107.54	115.31	96.45	106.13
Kaba	112.65	95.37	102.37	110.43	93.68	101.54
Keyaki	114.53	101.44	106.73	112.35	102.51	105.48
Kiri	51.56	40.38	43.65	50.27	39.40	42.73
Konara	75.50	60.53	63.75	72.35	56.27	61.42

Kuri.	87.37—71.47	76.83	86.74—70.50	74.57
Kurumi	115.64—99.68	103.43	111.75—97.37	102.52
Nire	129.38—126.80	128.67	141.30—127.46	132.53
Sakura	105.57—96.83	99.65	104.28—93.85	97.45
Sina	86.35—73.29	79.56	83.56—71.53	76.38
Siozi	103.80—90.69	95.57	109.85—92.24	97.36
Sirakasi	117.35—81.67	83.26	112.35—79.80	81.67
Tabu	82.43—68.27	70.63	78.56—64.24	69.83
Yanagi	59.37—36.88	40.18	55.64—36.25	43.84

上記の材料は各樹種につき六筒宛を試験器に掛けて測定した結果を平均したものである。

本研究は「文部省科学研究費」に依るものである。

資材の入手難の爲項目毎の統一的研究が困難であるから、雜然と測定を終へた項目に就て報告する。最後に綜合統括するつもりである。

PHYSICAL PROPERTIES OF WOODS USED IN AIRCRAFT
CONSTRUCTION (I)

(Résumé)

Takeo NAGASAWA

Tyoo NAKAHARA

The aim of this study is to clarify the physical properties of woods, one of the principal materials which can be satisfactory used for aircraft construction.

§1. Young's moduluses of woods.

Taking advantage of the well known formula in acoustics, viz. $E = 4\rho l^2 f^2$ where ρ is density, l is length, and f is natural frequency of woods, we can calculate Young's modulus E .

Device for measuring natural frequencies is illustrated in Fig. 1. A is variable oscillator, B is triode valve, C is voice coil, E is test piece, F is pick up, G is amplifier, and H is volt meter.

A test piece whose dimension is 1 cm^2 in cross section and 1 m in length, is suspended at the center of gravity D. The vibration of the oscillator is intensified by B, and the rod resonate with this vibrations by means of the voice coil. The vibrations of the rod is converted into electric current through the action of the pick up F, and the voltages of the currents are measured by H.

The results of measuring are tabulated in Table I.

Each specimen contains water of 15%—20%.

§2. Shearing strength of woods.

The results of shearing strength measurements of woods (the same specimens as in the case of measuring Young's moduluses) is tabulated in Table II.

The sketch of test piece is shown in Fig. 2. The unit of dimension is cm.