

南洋材の材質試験(その1)

機械的性質

重松 頼生*

YORIO SHIGEMATSU: Tests of the tropical woods (Part 1)

Mechanical properties of seven philippine woods and two tai woods.

In this report, the mechanical properties of some of the imported tropical woods are tested by the testing method of J. I. S., which was established in October, 1954, in place of the old J. E. S. method.

The material used contains six kinds of Lauan and Apitong of Philippine and Yang and Teak of Tai. Its details are shown in Table 1.

The results of the investigation are shown in Table 2, Fig. 1 and Fig. 2. The comparison of them with some of works of the former investigators is undertaken in Table 3, and the systematic differences between the investigators are thought to be due to the differences between their testing methods.

According to these investigation, it is concluded that the mechanical strength are able to be roughly predicted by their specific gravity. This relation is evident in the compressive strength, bending strength, Young's modulus in bending, and hardness. Thus, Apitong, Yang, and Teak are stronger than the woods of Lauan groupes. In the absorbed energy in impact bending, shearing strength, and cleavage resistance, the relation between the strength and the specific gravity is rather obscure.

Anatomical structures of the wood also are expected to have influence on the mechanical properties. The correspondence, such as shown between the types of failure in bending (Fig. 2) on the one hand, and the values of the absorbed energy, and bending and compressive strength on the other hand, is interpreted to be the effect of anatomical structures. Among the samples of this investigation, Red lauan shows A type, and the poorest toughness, and its strength in bending and compression in less than the average of the Lauau group. On the contrary, White lauan gives B type and the largest value of the absorbed energy in impact bending. Almon gives D type of failure which is shown by Teak, Apitong and Yang and its specific strength is somewhat higher than the other three Lauan of C type, *i. e.* Bagtikan, Mayapis and Manggasinoro.

I 緒 言

南洋材がわが国の木材工業において果す役割の重要性については今更多言を要しないところである。従来、南洋材の強度については C. ESPINOSA¹⁾²⁾, 森三郎氏⁶⁾を始め多くの研究がある。しかしながら、これらの結果はその試験方法を異にしているため、各樹種相互の比較が容易でなく、利用の實際に当つて不便である。さらにまた、最近、木材試験法の改正に伴つて一層この恨みが深く、新しい規格によつて統一される必要が痛感される。

そこで、この報告においては昭和29年改正された試

験法に準拠して主要南洋材の諸強度を記載し、今後の南洋材研究に関する一資料を得んとした。

供試木としてはラワン類を主とし、その6種に加えて南洋材の中でも特に利用範囲を広めつゝあるアピトン類2種、および従来から優秀材とされているチークを用いることとした。これらの供試木をもつて、直ちに南洋材の強度とすることは不可能であるが、その材の機械的性質の概貌を推知する一資料となり得るならば筆者の幸とするところである。この研究を行うに当つて本学農学部小原二郎助教授ならびに岡本一助教授から懇切な指導を賜つた。こゝに謹んで感謝の意を表する。また、種々御協力を戴いた日本合板検査会大阪

* 西京大学農学部森林利用学研究室

Table 1 Materials for the test

Groups	Common name	Scientific name	Source
Red lauans	Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i>	Apari, luzon Is., Philippine.
White lauans	Almon	<i>Shorea eximia</i>	Apari, Luzon Is., Philippine.
	Bagtikan White lauan	<i>Parashorea</i> spp. <i>Pentacme</i> spp.	Luzon Is., Philippine. Apari, Luzon Is., Philippine.
Mayapis	Mayapis	<i>Shorea palosapis</i>	Apari, Luzon Is., Philippine.
Yellow lauans	Manggasinoro	<i>Shorea philippinensis</i>	Luzon Is., Philippine.
Apitong	(Apitong) Yang	<i>Dipterocarpus</i> spp. <i>Dipterocarpus</i> spp.	Luzon Is., Philippine. Tai.
(Teak)	Teak	<i>Tectona grandis</i>	Tai.

検査所吉田久雄氏に対し厚く御礼申上る次第である。

II 試験材料および試験方法

供試木はいづれも大阪港経由で輸入されたものである。これらの詳細は第1表に示されている。なお同表におけるラワン類の分類は L. J. REYES⁷⁾ に従った。

試験材は丸太の心材部で製材後120日間室内に放置し、含水率が約15%になったものを用いた。但し、アピトン、チーク、ヤングの含水率は僅かに低い値であった。

試験項目および方法は第2表に示すごとくであり、試験機はアムスラー型木材試験機を使用した。試験個数は各樹種 各項目について10個とした。

III 試験結果および考察

試験結果は第2表に示すごとくである。また、これらの結果を比重と強度とを座標にとつて示したのが第1図である。同図の縦軸は同一樹種内10個の試験片にお

ける最大値と最小値の間に、ほぼ逆比例する目盛をきり、いづれの強度においても、その巾が図上において同じ程度の長さになるようにした。従つて、この図においては同一樹種内での差異と、樹種間の差異との比較が容易である。また、形質商の比較のために各々の強度において樹種間の形質商の平均値にほぼ相当する斜線を描いている。

圧縮強度 各樹種を通じて、その比重と略比例している。ラワン類の強度および形質商は略同じ程度の値をもつが、アルモン、バクチカンが形質商において幾分大きい。これに対してアピトン、チーク、ヤングは比重および強度において共に大である。しかし、形質商はラワン類と大差なく、含水率15%における補正値⁸⁾をとると、ラワン類との差異は殆んどないと云つてよい。

曲げ強度 圧縮強度の約1.5~2.0倍の値をどの樹種も示し、比重の大きなアピトン、チーク、ヤングはラワン類に比べて強度が大である。

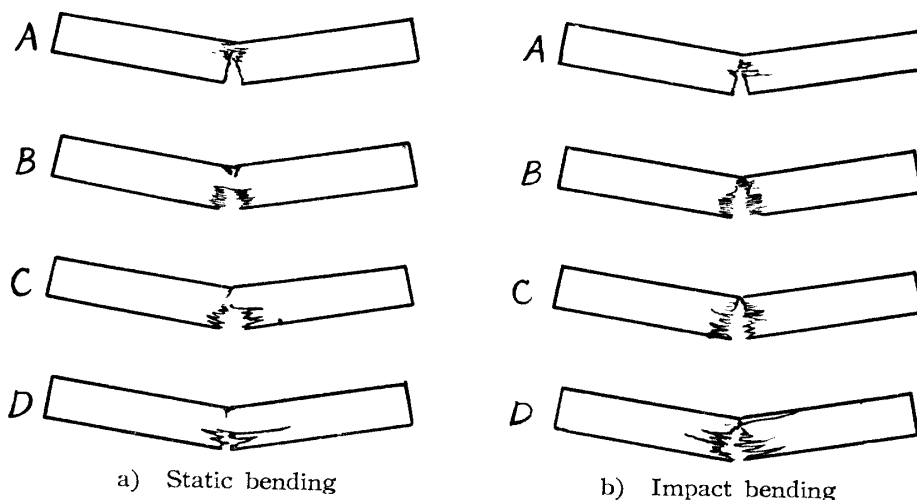


Fig. 2 Types of failure

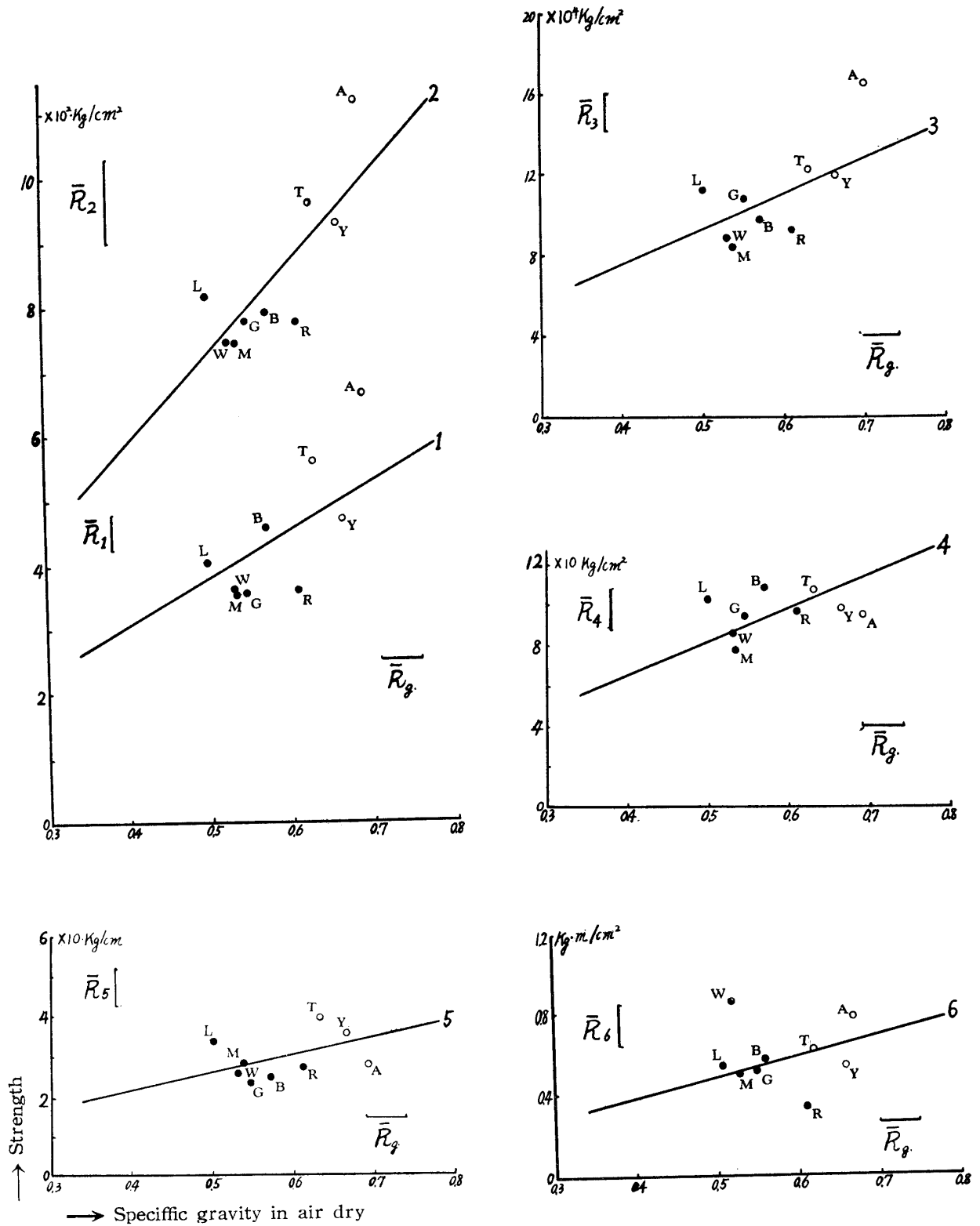
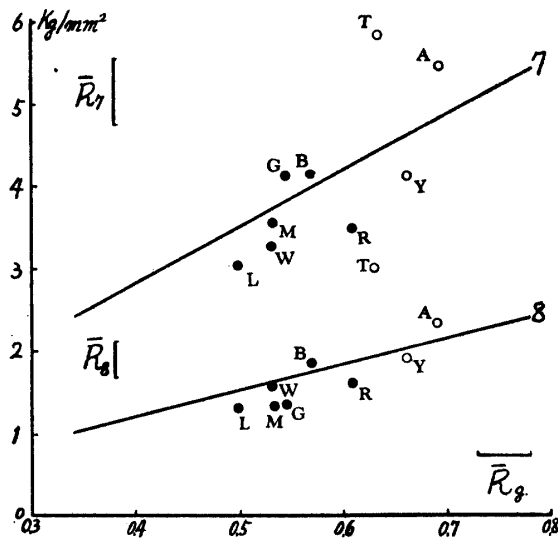


Fig. 1 Mechanical properties and specific gravity



$\bar{R}_1 \sim \bar{R}_8$ —Average range of the sample of 10.

\bar{R}_9 —Average range of the sample of 30, which consists of the sample for compression, static bending and impact bending.

Mechanical properties

- 1—Compressive strength
- 2—Bending strength
- 3—Young's modulus in bending
- 4—Shearing strength
- 5—Cleavage resistance
- 6—Absorbed energy in impact bending
- 7—Hardness (cross)
- 8—Hardness (edge+flat/2)

Kind of timber

- R—Red lauan
- L—Almon
- B—Bagtikan
- W—White lauan
- G—Mayapis
- M—Manggasinoro
- A—Apitong
- Y—Yang
- T—Teak

曲げ弾性係数 圧縮強度、曲げ強度と同じ傾向がある。

剪断強度、割裂強度 各樹種ともほとんど同じ値である。

衝撃吸収エネルギー 各樹種とも略同じ値である。但し、レッドラワンは最も小さい値を示しており、ホワイトラワンはこれに反して大きく、その約2倍の値である。

硬度 圧縮強度と同じように、その比重と略比例をしている。

破壊型 静的試験および衝撃試験における曲げ破壊型を第1図に示した。A型にはレッドラワンが属し、衝撃値において著るしく小さく、圧縮強度、曲げ強度においても幾らか小さい。この型は矢沢氏のE型⁸⁾に相当する。C型にはバクチカン、マヤピス、マンガシノロが属し、またD型にはアルモン、アピトン、チーク、ヤングが属しており、兩型とも矢沢氏のB型⁸⁾に類似している。B型にはホワイトラワンが属し、破壊部が極度に細裂しており、衝撃値の著るしく大きいことが特徴である。この型は本邦産樹種にあまり見られないようである。

既往の結果との比較 既往の結果の一例¹⁾²⁾⁴⁾⁶⁾を第3表に示す。同表の数値から、含水率15%に換算³⁾⁵⁾した形質商を求めて比較すると、本試験結果は既往の試験値と大差がないとみてよい。但し、曲縮強度および曲げ強度におけるMの測定値は各樹種とも幾分大きく、Eの結果は幾分小さい。このような共通的な相違は恐らく異つた試験方法相互間の差異を示すものであろう。同じように、剪断強度においても、EはSに比べて小さい。また、アピトンについてのみであるが、J. I. S. 規格に準拠したGの結果は各種強度とも本試験結果と略同じ値を示している。

III 結 語

以上の試験結果を通覧するに、各種強度は概ね比重によつて支配されている。すなわち、ラワン類は比重において略同じで、各種強度においても優劣はない。これに対して、アピトン、チーク、ヤングは比重および各種強度ともに大である。

次に強度を支配する第2の因子としては解剖的構造が考えられる。同じラワン類に属する樹種のなかでも、レッドラワンは脆弱であり、ホワイトラワンは靱性に富み、またアルモンは比重の小さい割合に強靱であることは、その破壊型の違いにもみられるような組織の差にもとづくものと考えられる。

Table 2 Mechanical properties of some tropical woods

Kind of timber	Moisture ^a content (%)	Specific ^b gravity in air dry ($\times 100$)	Compressive ^c strength parallel to grain (kg/cm ²)	Modulus of rupture in bending (kg/cm ²)	Modulus of elasticity in bending (kg/cm ² $\times 10^4$)	Shearing ^c strength (kg/cm ²)	Cleavage ^c resistance (kg/cm)	Absorbed ^c energy in impact bending (kg.m/cm ²)	BRINELL Hardness ^c (kg/mm ²)		
									Cross	Edge	Flat
Method of determination J.I.S. A No.	1002	1002	1005	1007	1007	1008	1009	1010	(J. E. S.)		
Red lauan	15.5 14.0-16.4	61.0 57.0-64.8	361 337-383	776 746-806	9.14 8.02-10.72	96 81-103	27 24-34	0.33 0.24-0.48	3.44 3.02-3.75	1.49 1.42-1.59	1.74 1.59-1.84
Almon	15.0 14.0-16.2	49.8 47.1-54.6	404 374-426	816 777-858	11.21 10.21-12.63	103 97-120	35 33-40	0.53 0.42-0.62	3.02 2.93-3.51	1.23 1.05-1.59	1.34 1.16-1.46
Bagtikan	15.5 14.6-17.5	57.2 53.4-59.4	459 436-476	790 745-849	9.70 8.70-10.43	109 102-115	25 21-29	0.57 0.32-0.72	4.13 3.51-5.34	1.97 1.49-2.29	1.74 1.70-1.83
White lauan	15.3 14.2-16.6	53.3 51.4-56.6	361 346-371	740 699-778	8.80 7.73-9.16	86 77-104	26 21-29	0.84 0.72-0.97	3.27 3.11-3.51	1.36 1.23-1.59	1.81 1.46-2.01
Mayapis	15.0 13.6-15.9	53.6 49.3-59.3	359 337-380	740 691-821	8.40 7.81-8.85	75 66-84	28 26-33	0.49 0.42-0.55	3.56 3.11-4.15	1.13 1.05-1.21	1.43 1.28-1.59
Manggasinoro	15.1 14.1-16.6	54.6 53.1-58.3	354 339-371	780 759-807	10.83 9.81-11.59	94 93-101	24 20-27	0.50 0.44-0.54	4.11 3.51-4.95	1.12 1.09-1.16	1.48 1.29-1.59
Apitong	11.6 10.6-13.0	69.0 64.8-73.7	668 640-710	1118 1023-1248	16.49 15.48-17.63	94 82-106	28 26-33	0.77 0.67-0.88	5.86 4.96-6.55	2.26 1.87-2.48	2.40 2.01-2.85
Yang	14.4 13.0-15.7	66.5 61.9-70.9	470 439-507	928 811-1034	11.89 10.79-12.73	99 89-109	36 28-49	0.52 0.51-0.58	4.10 3.88-4.44	1.67 1.79-2.17	2.17 1.83-2.41
Teak	12.7 11.3-13.9	63.1 58.8-67.4	559 512-593	964 844-1074	12.62 10.90-12.62	109 98-125	40 31-45	0.60 0.42-0.71	5.49 4.95-6.01	2.40 2.17-2.55	3.66 3.02-4.15

^a The overall average, minimum and maximum.

^b The average, minimum and maximum of the sample of 30, which consists of the sample for compression, static bending and impact bending.

^c The average, minimum and maximum of the sample of 10.

Table 3 Accumulated data on the mechanical properties of some tropical woods.

The corrected specific strength at moisture content 15% are compared between the investigators, and the results are shown by the signs, +, -, and \pm .

Kind of timber	Moisture content (%)	Specific gravity ($\times 100$)		Compressive strength parallel to grain (kg/cm ²)	Modulus of rupture in bending (kg/cm ²)	Modulus of elasticity in bending ($\times 10$ kg/cm ²)	Shearing strength (kg/cm ²)	Investigator ^a
		air dry	oven dry					
Red lauan	15.5	61.0	52.7	361	776	9.14	96	S
	48	60	40	197 ⁺	516 ⁺	9.0 ⁺	31.6 ⁻	E
	19.1	—	58.6	412.7 ⁺	869.1 ⁺	10.3401 ⁺	—	M
Almon	15.0	49.8	43.7	404	816	11.2	103	S
	17	59	50	355 ⁻	715 ⁻	12.7 \pm	79.4 ⁻	E
Bagtikan	15.5	57.2	50.0	459	790	9.7	109	S
	16	65	57	334 ⁻	785 ⁻	12.2 \pm	88.3 ⁻	E
White lauan	15.3	53.3	45.1	361	740	8.8	86	S
	17	59	50	309 ⁻	715 ⁻	11.7 ⁺	40.9 ⁻	E
	15.3	—	49.0	434.9 ⁺	777.1 \pm	11.2791 ⁺	—	M
Mayapis	15.0	53.6	46.6	359	740	8.4	78	S
	38	46	38	151 ⁻	474 \pm	8.7 ⁻	46.6 ⁻	E
Manggasinoro	15.1	54.6	46.8	354	780	10.8	94	S
	15	51	44	293 ⁻	580 ⁻	9.7 \pm	78.0 ⁻	E
	17.9	—	41.0	326.4 ⁺	661.8 ⁺	9.4940 ⁺	—	M
Apitong	11.6	69.0	62.2	668	1118	16.5	94	S
	17	71	61	312 ⁻	785 ⁻	13.6 ⁻	88.9 \pm	E
	47.8	—	58.2	385.8 ⁺	808 ⁺	7.8561 ⁻	—	M
	18 \pm 0.7	65.3	—	378~430 \pm	960 \pm 40 \pm	12.4 \pm 0.6 \pm	109 \pm 4 \pm	G
Teak	12.7	63.1	56.7	559	964	12.2	109	S
	21.6	—	50.1	341.6 ⁺	793.4 ⁺	6.9937 ⁻	—	M

^a S : Shigematsu, Y. ; E : Espinosa, C.¹⁾²⁾ ; M : Mori, S.³⁾ ; G : Kajita, S. and others⁴⁾.

引用文献

- 1) ESPINOSA, J. C. : Philip. Journ. No. 1 (1926).
- 2) : *ibid.*, **33** No. 4 p. 381 (1927).
- 3) GARRATT, G. A. : The mechanical properties of wood, P 133 (1931).
- 4) 梶田茂, 後藤輝男, 大久保達郎, 星川光清, 赤井重恭, 上山昭則 : 第3回日本木材学大会研究発表要旨, p. 10 (1956).
- 5) KOLLMANN, F : Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, I, S. 736-741 u. 801-804, (1951).
- 6) 森 三郎 : 林業試験彙報, 第12号, p. 53~66 (1924).
- 7) REYES, L. J. : Philippine woods, p. 271 (1938).
- 8) 矢沢亀吉 : 樺太庁中央試験所報告, 第9号, 第二類 (林業), 第6号, p. 109 (1936).
註, この論文の概要は第6回日本林學會關西支部大會において発表した。