

(研究資料)

構造用木材の強度試験

1. アラスカ産スプリースとヘムロツク

(Research materials)

Strength Test for Structural Timber

1. Spruce and Hemlock grown in Alaska

強度研究室⁽¹⁾

建築その他の木構造用耐力部材として木材を利用するさい、その実大寸法のものが各種の欠点をふくみながらはたしてどのていどの荷重に耐えうるかを知る必要がある。しかし、この種の試験資料が今日までほとんど皆無であつたので、古くからの経験的知識とこれによる類推などにより便宜的に欠点低減度を想定してきた状況である。

われわれはこの事情を少しでも改善してゆく手がかりとして、機会あるごとに実大材の試験資料を得、これを集積して欠点低減度の判定ならびに木材の強度等級類別への基礎資料にしたいと考えている。

今後、この種の試験資料を連続的に発表してゆくことにした。なお、本試験はたまたまアラスカバルブ株式会社から依頼をうけ、同社の提供した試料により実施したものである。

1. 試料 この試験に供した試料はアラスカ・ランゲル (Alaska) 産のスプリース*¹ [Spruce, Sitka (*Picea sitchensis*)] とヘムロツク*² [Hemlock, western (*Tsuga heterophylla*)] の挽角材各2本ずつで、依頼者*³の調査によれば昭和30年5月に製材、同年7月にアラスカ積出し、日本到着は同年7月27日となつている。

第1表 試料の寸法、欠点の外観および品等あてはめ

樹種	記号	寸法 (cm)			主な欠点の外観			用材品等	備考
		幅	厚	材長	節(フシ)	目切れ	干われ		
スプリース	S1	15.0	30.7	738	ほとんど死節 節径 1~6cm	いちじるしい 8/100	目切れに沿っている。節の周辺に多い	一等並	節については一等上、小節なるも、目切れにより構造材としては品等低落
	S2	15.3	41.0	740	ほとんど死節 節径 1~9cm	ほとんどなし	材厚の中央一端にかなりいちじるしい	一等小節	節数多し、節径3cm以上のもの24
ヘムロツク	H1	15.4	19.3	675	ほとんど死節 節径 1~9cm	ほとんどなし	いちじるしい	一等並	節径 3cm 以上のもの 12
	H2	15.3	20.5	675	ほとんど死節 節径 1~10cm	ほとんどなし	きわめて少ない	一等並	節径 3cm 以上のもの 21

*1 米トウヒ *2 米ツガ *3 アラスカバルブK.K.

(1) 沢田 稔・山井良三郎・石川知子・近藤孝一

第 2 表 試験材の中央 6 m 区内に存在する節の位置と大きさ
(最大径×最小径) 単位: cm

樹種	記号	位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ス プ ル ス	S1	材面												
		荷重面 (C)			1.1×0.5			1.7×4.0						
		側面 (S ₁)		2.8×2.9	3.0×3.0		4.3×4.5	1.8×2.0	1.5×1.5	2.5×2.4	5.3×4.8	5.5×4.7	1.5×1.5 3.3×3.8 1.8×1.9	2.8×2.4
		側面 (S ₂)		2.8×2.6	3.3×3.0					1.8×2.0	4.0×4.0	4.0×7.0	3.0×3.2	2.0×4.0
	S2	底面 (T)					4.0×6.2					1.7×1.9 1.3×1.0		
		荷重面 (C)						4.5×3.0 1.5×3.0 2.0×1.0			3.2×7.0		6.0×8.5	
		側面 (S ₁)	1.2×1.2 1.1×1.0	1.0×1.0		3.8×3.2 2.4×1.2	6.0×6.0 5.3×5.6	4.0×5.8	1.0×1.0	1.0×1.0 1.0×1.0 2.5×2.2		3.2×3.2 1.0×1.0		8.0×9.0
		側面 (S ₂)	1.2×1.2		2.8×2.5 1.0×1.0	3.5×3.8 1.0×1.0	5.0×6.0 5.0×5.5	1.0×0.8 1.2×1.2 5.8×7.0	1.6×2.0 1.0×1.0 1.0×1.0	2.0×3.0 3.5×3.8 2.7×3.3	4.0×5.2	4.0×4.0 2.8×3.8 0.9×1.1	6.3×8.2	6.0×6.8 5.0×4.0 2.3×2.8 3.0×3.0
ヘ ム ク	H1	底面 (T)					1.0×1.5 0.6×0.8 1.0×0.7 1.3×1.0							
		荷重面 (C)	7.0×5.5	1.0×1.5	1.0×1.5	9.0×3.0				7.5×1.5				
		側面 (S ₁)	1.5×1.0 9.0×3.0 1.0×1.0	1.0×1.0 3.5×1.5	1.8×0.7 1.0×0.5	6.0×2.0		*22.0×5.0 9.0×3.0	2.5×1.5 1.0×1.0	1.8×1.2 1.0×0.5	8.0×2.5 1.2×1.0	1.3×1.0 4.3×1.7 1.0×1.0		3.0×3.0 1.0×1.0
		側面 (S ₂)	1.8×1.0		2.0×0.5 1.5×0.8	3.5×3.0 2.0×0.8 1.0×0.5		2.0×0.7			1.2×0.5	1.0×0.5		2.0×0.5
	H2	底面 (T)	1.0×2.0	0.5×1.0	0.5×1.0									
		荷重面 (C)	3.0×2.5 6.0×4.0	1.5×1.5	4.0×5.0 2.0×2.0	3.0×3.0	4.0×10.0	2.0×2.0	3.0×4.0 2.0×2.0 3.0×2.0	1.2×1.2	2.5×3.0 1.0×1.0		2.5×4.0	2.7×3.0 1.8×2.2
		側面 (S ₁)	4.0×7.0 4.0×5.0	1.0×1.5 1.0×2.0	1.0×1.0	1.0×1.0	1.5×1.5 1.2×1.2	1.2×1.2	2.0×2.0 1.0×2.0 3.0×2.0	1.5×1.5 3.5×10.0			1.5×1.5	2.0×3.0 1.0×2.0
		側面 (S ₂)	*20.0×3.0	2.5×2.5 4.0×4.0		2.3×2.3				5.0×4.5				
		底面 (T)		4.5×5.0	3.5×3.5				3.0×3.5					4.5×4.0

試験材の寸法、主な欠点の外観および用材品等¹⁾ 当てはめなどを一括して第1表にかかげた。

なお、この試験材の4材面にみられる節の大きさと分布を第2表にしめす。表中、位置番号は材長方向の50 cm 区間をしめしている。したがって、6—7の境界が材の中央にあたっている。欠点（節）の測定は試験材の中央6 m 区間についておこない両端部分は除外した。また、最大径が1 cm にみえないものもぞいている。

2. 実大梁の試験 実大梁の試験はその曲げヤング係数、曲げ比例限度および曲げ破壊係数をもとめるためのもので、第3表にしめすようにすべてスパン6 m とし、スプリースのS1のみを中央荷重点間距離1 m の2点荷重方式、他を中央集中荷重方式によつてゐる。このばあい用いた試験機は東京衡機KK製の構造材用木材強度試験機（圧縮型；主能力=100 ton；副能力=20 ton）であり、撓の測定はダイヤルゲージ（ 10^{-2} mm）、荷重面（材面）のセンイ方向歪は理研精密歪計（ 10^{-3} mm）による。

第3表 実大梁の断面寸法、スパンおよび荷重方式

樹 種	記号	断面寸法 (cm)		断面係数 W (cm^3)	断面二次 モーメント I (cm^4)	スパン L (cm)	荷 重 方 式
		ハリタケ	梁 幅				
スプリース	S1	30.7	15.0	2,356	36,168	600	両端自由支持；二点荷重（中央荷重点間距離=100cm）
	S2	41.0	15.3	4,287	87,874	600	両端自由支持；中央集中荷重
ヘムロツク	H1	19.3	15.4	954	9,202	600	同 上
	H2	20.5	15.3	1,072	10,984	600	同 上

第4表 実大梁の曲げ試験結果

樹 種	記 号	曲げヤング係数 E (10^3 kg/cm^2)	曲げ比例限 応 力 度 σ_p (kg/cm^2)	曲げ破壊係数 σ_M (kg/cm^2)	破壊の原因
スプリース	S1	87.5	133	212	目切れによる引張側破壊
	S2	88.3	210	298	水平せん断応力による破壊
ヘムロツク	H1	135.8	315	457	正常な引張破壊
	H2	91.0	266	398	同上

第5表 測定区間と測定法による曲げヤング係数の変動
単位： kg/cm^2

記号	変形量 の 測定法	E	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₁ +E ₂	E ₃ +E ₄	E+E ₁ +E ₂ + E ₃ +E ₄ +E ₅ n（測定数）
		スパン 中央点	中央より 2 m の点 (3~4)	中央より 2 m の点 (11~12)	中央より 1 m の点 (5~6)	中央より 1 m の点 (9~10)	中央 70 cm 区間	2	2	
S1	A	87,500	84,100	86,700	121,800	109,200	106,000	85,400	117,300	99,200
	B	99,200	100,000	81,500	117,700	93,000		90,000	104,000	98,300
S2	A	88,300	77,500	83,900	76,500	86,900		80,600	81,400	82,600
	B		116,600	153,400	132,500	105,000		132,500	116,600	126,900
H1	A	135,800	141,800	147,200	131,800	139,800		144,500	135,700	139,300
	B		228,000	206,000	154,000	172,700		216,500	162,800	190,000
H2	A	91,000	83,900	92,600	90,600	89,900	79,000	88,100	90,200	88,000
	B		101,500	108,500	93,300	89,800		105,000	91,500	98,300

A=ダイヤルゲージによる撓から計算（読単位= 10^{-2} mm）

B=てこ式歪計による圧縮側外皮面上の歪から計算（読単位= 10^{-3} mm）

第 6 表 ヤング係数および曲げ許容応力度との関係

樹 種		ヤング係数	短期曲げ許容 応 力 度	長期曲げ許容 応 力 度
		E (10^3 kg/cm^2)	f_b (kg/cm^2)	f'_b (kg/cm^2)
針 葉 樹	N1	70	140	70
	N2	80	160	80
	N3	90	180	90
ス プ ル	S1	87.5	133	66.5
	S2	88.3	210	105
	H1	135.8	315	157.5
ヘ ム ロ ッ ク	H2	91.0	266	133
	S1	0.80	1.05	
	S2	0.79	0.67	
N1/	H1	0.52	0.44	
	H2	0.77	0.53	
	S1	0.92	1.20	
N2/	S2	0.91	0.76	
	H1	0.59	0.51	
	H2	0.88	0.60	
N3/	S1	1.03	1.35	
	S2	1.02	0.86	
	H1	0.66	0.57	
	H2	0.99	0.68	

試験室内の気温 および 関係湿度は (21~27) °C; (63~77) % で、荷重速度は 毎分約 10 kg/cm^2 であった。その試験結果は第 4 表にしめすとおりである。

2.1 曲げヤング係数の値について 第 4 表にかかげた曲げヤング係数はスパン全長に関して測定した中央撓から計算したものであるが、測定位置と測定法 (ダイヤルゲージによる撓と精密歪計による圧縮歪) による値の変動を第 5 表にしめす。この表でみられる傾向としては、大体において歪からもとめたものは撓からもとめたものより大きな値をしめし、スパン全域に關してほぼ同等な変形をあたえるようにおもわれる。

スプルースおよびヘムロツクの曲げ比例限度を短期曲げ許容応力度にあてはめて比較した。

2.2 ヤング係数および曲げ許容応力度との関係 現行の木構造計算規準²⁾によれば、無欠

点材の強度の 2/3 に欠点係数を乗じたものを短期許容応力度、またその 1/2 を長期許容応力度とみている (曲げに対しては欠点係数を 0.5 としている) が、その針葉樹材に対する具体的な数値は第 6 表のように決めている。この分類表示された N1 はスギ、モミ、ヒバ、エゾマツ、トドマツ、ベイスギ、ベイツガ (ヘムロツク) などのグループ、N2 はヒノキ、ベイヒなどのグループ、N3 はアカマツ、カラマツ、ベ

第 7 表 実大梁の両端部より

記 号				平 均 年輪幅	平 均 含水率	比 重	E_c	E_t	$\bar{E}$
				mm	%	g/cm ³	10 ³ kg/cm ²		
S1	S1 (a)	{	平均値	1.3	20.0	0.43	98.0	86.4	92.2
			範囲 測定数	1.0~2.0 10	10.0~26.0 20	0.41~0.45 10	90~109 5	81~98 5	
	S1 (b)	{	平均値	5.0	22.2	0.46	47.6	68.2	57.9
			範囲 測定数	3.6~6.3 10	13.0~43.0 20	0.41~0.53 10	40~59 5	41~103 15	
	両者の平均	{	平均値	5.2	21.1	0.44	73.0	77.3	75.2
			範囲 測定数	1.0~6.3 20	10.0~43.0 40	0.41~0.53 20	40~109 10	41~103 20	
S2	{	平 均 値	範囲	2.4	19.8	0.44	130.0	102.0	116.0
			測定数	2.1~2.6 10	17.5~23.5 29	0.42~0.46 20	115~150 10	78~125 10	
H1	{	平 均 値	範囲	0.6	19.0	0.55	155.0	139.0	147.0
			測定数	0.4~0.9 10	17.0~21.0 30	0.51~0.59 20	124~179 10	117~159 10	
H2	{	平 均 値	範囲	4.1	20.3	0.50	82.1	100.0	91.1
			測定数	2.7~5.1 10	16.0~35.0 30	0.45~0.57 20	65~97 10	82~122 10	

* 柱目面セン断 E_c = 圧縮ヤング係数; E_t = 引張ヤング係数; $\bar{E} = (E_c + E_t)/2$; σ_{cp} = 圧縮比例限度

イマツ、クロマツ、ツガなどのグループとみられている。したがって、本試験材は N1 のグループ、とみられるものであるが、一応各グループのものと比較してみた。このばあい、実大梁であるのでその比例限度が短期曲げ許容応力度に対応するものとみなしたわけで（欠点による影響をふくんでいるため）ある。

この結果から、つぎのことが判断される。

i) スプールの S1 はかろうじて N1 のグループにはいるが、S2 は N2 のグループに H1 と H2 は十分 N3 のグループにはいるものと判断される。

ii) ヤング係数のみについては、ほとんどすべて N3 のグループとみてもさしつかえないようにおもわれる。

3. 実大梁の両端部より切りとつた無欠点小試片の材質試験 これは実大梁を試験して破壊せしめたのち、直ちに切りとつて試験片に仕上げたもので各試験別につぎのような試験方法をとつた。

i) 平均年輪幅 これは圧縮および引張試験片の木口面（2 方証）で 10^{-1} mm 精度の計測ルーペを用いて測つた。

ii) 平均含水率 圧縮、引張、セン断およびカタサ等の試験片からもとめた。

iii) 比重 圧縮および引張試験片からもとめた。

iv) 圧縮試験 JIS Z³⁾ 2111 の 4 cm システムを用い、変形量は extensometer によつた。

v) 引張試験 IIS Z 2112 により、変形量の測定は圧縮と同様である。

vi) セン断試験 $2 \times 2 \times 3 \text{ (cm)}$ のものを用い、セン断面はすべて柃目面とした。

vii) カタサ試験 JIS Z # 2117 によつた。

以上の試験はその最大荷重に応じて能力を調整した材料試験機によつておこなつたものである。

切りとつた無欠点試片の試験結果

σ_{cp}	σ_c	σ_t	τ^*	H_t	$\frac{\epsilon_{0c}}{\sigma_c/E_c}$	$\frac{\epsilon_{0t}}{\sigma_t/E_t}$	$\frac{r}{\sigma_t/\sigma_c}$	$\frac{q}{\sigma_c/\tau}$	$\frac{\gamma}{\sigma_{cp}/\sigma_c}$	$\frac{\alpha}{\sigma_c/H_t}$
kg/cm^2				kg/mm^2						
177 146~209 5	220 205~235 5	948 890~1055 5	85 74~100 5	2.2 2.0~2.5 5	0.0023	0.0110	4.31	2.59	0.80 0.68~0.89 5	100
106 99~112 5	140 135~155 5	725 490~1010 15	73 54~95 5	1.5 1.3~1.8 5	0.0029	0.0106	5.18	1.92	0.76 0.71~0.82 5	93
142 99~209 10	180 135~235 10	837 490~1055 20	79 54~100 10	1.9 1.3~2.5 10	0.0025	0.0108	4.65	2.28	0.78 0.68~0.89 10	95
233 200~264 10	258 250~290 10	1140 700~1470 9	81 69~94 20	2.4 2.3~2.7 10	0.0020	0.0098	4.42	3.19	0.87 0.80~0.91 10	107
301 252~344 10	406 375~435 10	1502 1320~2090 10	106 87~132 20	3.7 3.0~4.5 10	0.0026	0.0108	3.70	3.83	0.74 0.66~0.83 10	110
192 153~215 10	249 215~265 10	1180 1060~1435 10	94 72~128 20	2.5 2.1~2.9 10	0.0030	0.0118	4.74	2.65	0.77 0.71~0.85 10	100

力度； σ_c =圧縮強度； σ_t =引張強度； τ =セン断強度； H_t =木口面カタサ

第 8 表 気乾状態に達した無欠点

記 号		含水率*	ヤ ン グ 係 数 (10^3 kg/cm^2)				
			比 重	圧 縮	曲 げ	圧 縮	曲 げ
		%	(R_c)	(R_b)	(E_c)	(E_{b1})	(E_{b2})
S1 (a)	平均 値	13.7	0.43	0.44	127	120	109
	試 片 開 数	13.1~14.1 8	0.41~0.45 8	0.41~0.46 4	102~155 8	104~129 4	99~121 4
S2	平均 値	14.0	0.42	0.44	122	117	108
	試 片 開 数	13.6~15.6 8	0.40~0.43 8	0.40~0.45 4	97~149 8	102~143 4	95~124 4
H1	平均 値	15.9	0.55	0.55	177	172	148
	試 片 開 数	15.3~16.2 10	0.52~0.58 10	0.52~0.57 5	147~203 10	146~184 5	136~167 5
H2	平均 値	16.4	0.48	0.50	116	112	103
	試 片 開 数	15.6~17.3 7	0.47~0.50 7	0.48~0.52 4	92~137 7	87~124 4	85~112 4

* 圧縮試験片による E_{b1} =スパン中央の純曲げ区間に関してもとめたもの E_{b2} =スパン全長に関し

第 9 表 実大梁と無欠点気乾材との比較

樹 種	記号	$\frac{W_B}{W_b}$	$\frac{E_B}{E_b}$	$\frac{\sigma_{pB}}{\sigma_{pb}}$	$\frac{\sigma_B}{\sigma_b}$
ス プ ル ース	S1	534	0.80	0.36	0.36
	S2	934	0.81	0.56	0.50
ヘ ム ロ ッ ク	H1	201	0.92	0.53	0.50
	H2	245	0.88	0.62	0.59
平 均			0.85	0.52	0.49

W=断面係数; E=曲げヤング係数; σ_p =曲げ比例
限応力度; σ =曲げ強さ; B=実大梁; b=無欠点小
試片

と同様である。この結果を一括して第 8 表にしめす。

5. 実大梁の欠点係数 前述の実大梁が、それから切りとつた無欠点気乾材に対してどのていど性能が低減しているかをもとめたものが第 9 表である。

これによると、ヤング係数で約 15%, 曲げ比例限応力度および曲げ破壊係数で約 50% 低減していることがわかる。したがって、この試料に関するかぎり、木構造計算規準の欠点係数についての推定値は正當なものといえるようである。

6. 実大梁の破壊形態 実大梁としての本試料の破壊形態を観察したところ、

S1 (スプルース): 目切れ(8/100)とこれに沿う干割れのために破壊(節は直接に影響していなかった)。

S2 (スプルース): 目切れはないが梁の一端に干割れがあり、これがこの梁の水平セン断応力の影響をつよくうける結果となり典型的な水平セン断破損をしめした。

H1 (ヘムロツク): 典型的な引張破壊形態をしめしている。

H2 (ヘムロツク): やや目切れが影響したようにおもわれるが、大体において通常の引張破壊形態とみられる。

以上 4 本の実大梁を試験してみて、とくに注目されることは、目切れとこれに沿う干割れがもつとも強

試験結果を一括して第 7 表にかかげた。

4. 無欠点試片の気乾状態における圧縮およ

び曲げ試験 標準状態における欠点係数をもとめるために無欠点試片(実大梁から切りとつたもの)の気乾状態における圧縮と曲げ試験をおこなつた。このばあい、供試片の寸法は圧縮は JIS Z 2111 の標準寸法、曲げは 3 cm 角でスパン 72 cm, 中央荷重点間距離 24 cm の 2 点荷重方式によつた(3 分点荷重)。測定法については前述の無欠点試片についておこなつたもの

試片の圧縮および曲げ試験結果

比例限度 (kg/cm^2)		強 度 (kg/cm^2)		$\frac{R_b}{R_c}$	$\frac{E_{b1}}{E_c}$	$\frac{\sigma_{bp}}{\sigma_{cp}}$	$\frac{\sigma_b}{\sigma_c}$
圧縮 (σ_{cp})	曲 げ (σ_{bp})	圧縮 (σ_c)	曲 げ (σ_b)				
299 277~328 8	368 290~385 4	374 345~402 8	584 535~620 4	1.02	0.95	1.23	1.56
314 252~395 8	382 325~405 4	373 341~420 8	606 552~674 4	1.05	0.96	1.22	1.62
454 370~549 10	646 540~710 5	558 488~611 10	910 800~1026 5	1.00	0.97	1.42	1.63
306 255~365 7	435 295~475 4	396 343~448 7	680 604~748 4	1.04	0.97	1.42	1.72

てもとめたもの

い影響をおよぼすことであつた。したがつて、実大梁の欠点係数については、節の周辺における局部的目切れと干割れのていどをいかに数値的に表現するかが今後の問題となるであらうとおもわれる。

なお、われわれとしてはこのような試験を今後も継続して資料をととのえたいうで実大梁の剛性や強度に関する欠点係数とこれに応ずる強度等級について論じたいと考えている。

文 献

- 1) 林材新聞社：日本農林規格集（1953）
- 2) 日本建築学会：木構造計算規準・同解説（1950）
- 3) 日本規格協会：JIS Z（木材試験方法）（1957）

2. ダグラス・ファーとタイワンヒノキ

2. Douglas fir and TAIWAN-HINOKI

強度研究室⁽¹⁾

本試験はアメリカ合衆国より輸入されたダグラス・ファー〔米松; Douglas fir; (*Pseudotsuga taxifolia*)〕と台湾産タイワンヒノキ〔台檜; (*Chamaecyparis taiwanensis*)〕の平割材とタイワンヒノキの正角材についておこなったものである。

平割材は住友商事株式会社の試験依頼によるもので（試料は同社の提供）木甲板材としての適性を検討する資料をうる目的でおこなわれた。

また、タイワンヒノキの正角材は林業試験場保有のもので元台湾省林産管理局の標本材である。これらの試料はすべて 1 等無節でとくに問題となるような欠点はみあたらない。

1. 試料の基礎材質 実大材の試験直後その両端部から切りとつた無欠点小試片によつてしらべたが、その結果は第 2 表のとおりである。

第 1 表 試材の記号、寸法、品等および産地

樹 種	試 料 号	寸 法			用 品 等	産 地 お よ び 試 料 提 供 者
		幅 (寸)	厚 (寸)	材 長 (尺)		
ダグラス・ファー	D1	4	2	6	1 等無節	アメリカ合衆国 住友商事 K. K.
	D2	4	2	6	〃	
	D3	4	2	6	〃	
タイワンヒノキ	H1	4	2	6	〃	台湾 住友商事 K. K.
	H2	4	2	6	〃	
	H3	4	2	6	〃	
	H4	4	4	6	〃	台湾 林試保有材
	H5	4	4	6	〃	

第 2 表 試 料 の 基 礎 材 質

樹 種	記 号	平 均 値				平 均 収 縮 率 (%)		
		平 均 年輪幅	平 均 秋材率	平 均 含水率	比 重*	板 目 方 向	桁 目 方 向	板—桁
		mm	%	%	g/cm ³			
ダグラス・ファー	D1	1.6	18	16.5	0.48	0.31	0.15	0.16
	D2	1.6	15	16.0	0.42	0.24	0.14	0.10
	D3	1.1	11	15.5	0.39	0.25	0.14	0.11
タイワンヒノキ	H1	0.7	17	17.5	0.49	0.24	0.13	0.11
	H2	0.9	16	17.5	0.49	0.22	0.12	0.10
	H3	1.3	16	18.0	0.48	0.19	0.10	0.09
	H4	0.6	20	11.5	0.50	0.32	0.22	0.10
	H5	2.4	5	11.5	0.53	0.33	0.20	0.13

* 試験時比重

平均年輪幅、平均秋材率、平均含水率および比重はすべて収縮率試験片による

(1) 沢田 稔・山井良三郎・石川知子・近藤孝一

第3表 実大材の曲げ試験結果

記号	梁幅 B (cm)	梁タケ H (cm)	スパン L (cm)	断面係数 W (cm ³)	断面2次 モーメント I (cm ⁴)	ヤング 係数 E (kg/cm ²)	曲げ比例 限度力 σ _p (kg/cm ²)	曲げ破壊 係数 σ _b (kg/cm ²)
D1	12.55	6.46	160	43.58	281.28	114.000	458	596
D2	12.58	6.44	160	43.41	279.34	83.600	322	432
D3	12.58	6.45	160	43.57	280.90	67.600	229	431
H1	12.96	7.12	160	54.81	390.48	115.000	438	635
H2	12.92	6.96	160	52.19	363.33	122.800	460	713
H3	13.29	7.06	160	55.26	390.39	79.400	326	522
H4	11.53	11.35	160	123.77	1404.8	121.300	445	872
H5	11.63	11.51	160	128.40	1477.9	104.800	429	818

第4表 実大材より切りとつた無欠点小試片の試験結果

試料 記号	平 均 年 輪 幅 b (mm)	平 均 秋 材 率 s (%)	平 均 含 水 率 u (%)	試験時 比重 R _n (g/cm ³)	全乾* 比重 R ₀ (g/cm ³)	ヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)			圧縮比例 限度力 σ _{cp} (kg/cm ²)	圧縮強度 σ _c (kg/cm ²)	引張強度 σ _t (kg/cm ²)	せん断強度 τ (kg/cm ²)		ε _{0c}	ε _{0t}	γ _c	r	q _R	q _T
						圧縮 (E _c)	引張 (E _t)	E _t /E _c				柱目面 (τ _R)	板目面 (τ _T)						
D1	1.6	18	16.5	0.48	0.41	122.5	114.6	0.94	284	356	1074	92	86	0.0029	0.0094	0.80	3.02	3.87	4.14
D2	1.6	15	16.0	0.42	0.37	85.2	91.5	1.07	231	280	890	75	82	33	97	83	3.18	3.74	3.42
D3	1.1	11	15.5	0.39	0.34	73.0	64.8	0.89	200	280	546	79	78	38	84	71	1.95	3.54	3.59
H1	0.7	17	17.5	0.49	0.42	116.4	114.1	0.98	258	355	1500	97	—	310.0	131	73	4.22	3.66	—
H2	0.9	16	17.5	0.49	0.42	118.5	127.5	1.08	305	351	1580	92	—	30	124	87	4.50	3.82	—
H3	1.3	16	18.0	0.48	0.41	88.1	85.0	0.97	225	318	952	93	—	36	112	71	2.99	3.42	—
H4	1.5	16	13.5	0.53	0.47	129.0	128.7	1.00	420	487	1621	130	—	38	126	86	3.33	3.75	—
H5	2.0	17	14.2	0.53	0.47	126.5	108.0	0.85	414	486	1476	138	—	38	137	85	3.04	3.52	—

* 試験時容積による。

第 5 表 カタサ、部分圧縮および座金圧試験結果 (無欠点材)

試料記号	カ タ サ H (kg/mm^2)			部分圧縮 応 力 度 kg/cm^2		座 金 圧 (□)			座 金 圧 (◇)		
	木口面 H_l	柃目面 H_t	板目面 H_r	σ_p	σ_s	σ_p	δ_p	δ_0	σ_p	δ_p	δ_0
						kg/cm^2	mm	mm	kg/cm^2	mm	mm
D1	3.9	1.2	0.9	87	99	64	1.05	4.18	69	1.04	3.24
D2	2.9	0.9	0.8	61	77	64	0.52	5.18	69	0.58	4.12
D3	2.9	0.9	0.8	53	74	64	0.47	6.34	59	0.55	4.50
H1	3.5	0.9	1.0	59	82	64	0.56	3.75	69	0.68	3.12
H2	3.6	0.8	1.0	71	80	69	1.08	3.87	64	0.79	3.37
H3	3.5	1.0	1.2	69	88	74	0.57	3.52	79	0.67	1.95
H4	5.0	1.3	1.2	83	130						
H5	5.3	1.4	1.4	96	139						

δ = メリ込み量; 添字 p = 比例限度; 5 = 5% メリ込みのばあい
 σ = $100 kg/cm^2$ の応力によるメリ込み量

□ =  → センイ方向
 ◇ =  → " } 座金は辺長 5 cm の正方形

第 6 表 無欠点小試片の曲げ試験結果

試料記号	梁 幅 b (cm)	梁タケ h (cm)	スパン l (cm)	断 面 係 数 W (cm^3)	断面 2 次 曲 げ ヤ ン グ 係 数 モ ー メ ン ト I (cm^4)	E (kg/cm^2)	曲 げ 比 例 限 応 力 度 σ_p (kg/cm^2)	曲 破 壊 係 数 σ_b (kg/cm^2)	試片数
D1	2.00	2.00	50	1.333	1.333	116.2	390	639	3
D2						85.6	327	565	5
D3						66.7	327	508	3
H1	2.00	2.00	46	1.333	1.333	107.1	473	714	4
H2						108.0	439	698	4
H3						89.1	390	584	4
H4	2.50 (3.00)	2.50 (3.00)	35*(72) (42)	2.604 (4.50)	3.255 (6.750)	118.9	606	952	10
H5	"	"	"			106.5	580	920	10

* (72) は 2 点荷重のばあい

第 7 表 実大梁と無欠点小試片との曲げ性能比較

樹 種	記 号	$\frac{W_B}{W_b}$	$\frac{E_B}{E_b}$	$\frac{\sigma_{pB}}{\sigma_{pb}}$	$\frac{\sigma_B}{\sigma_b}$
ダグラス・ファー	D1	32.7	0.98	1.17	0.93
	D2	32.6	0.97	0.98	0.77
	D3	32.7	1.01	0.70	0.85
タイワンヒノキ	H1	41.1	1.07	0.93	0.89
	H2	39.1	1.14	1.05	1.02
	H3	41.4	0.89	0.84	0.90
	H4	47.5	1.02	0.73	0.92
	H5	49.3	0.98	0.74	0.89
平 均 値		(39.6)	1.01	0.89	0.90

添字 B = 実大試片; b = 無欠点小試片

W = 断面係数; E = ヤ ン グ 係 数; σ_p = 曲 げ 比 例 限 応 力 度

σ = 曲 げ 破 壊 係 数

第8表 アメリカ産ダグラス・ファアの標準強度値と本試験結果との比較

記号	含水率 u (%)	比重 R_0 (g/cm^3)	曲げ ヤング係数 E_b (kg/cm^2)	曲げ 破壊係数 σ_b (kg/cm^2)	圧縮強度 σ_c (kg/cm^2)	せん断 強度 τ (kg/cm^2)	部分圧縮比 例限度力 C_p (kg/cm^2)
D	12.0	0.48	135.0	823	522	80	64
D1/D	1.37	0.85	0.86	0.78	0.68	1.15	1.36
D2/D	1.33	0.77	0.64	0.69	0.54	0.94	0.95
D3/D	1.29	0.71	0.49	0.62	0.54	0.99	0.83
H1/D	1.46	0.87	0.79	0.87	0.68	1.21	0.92
H2/D	1.46	0.87	0.80	0.85	0.67	1.15	1.11
H3/D	1.50	0.85	0.66	0.71	0.61	1.16	1.08
H4/D	1.13	0.98	0.88	1.16	0.93	1.62	1.30
H5/D	1.18	0.98	0.79	1.12	0.93	1.72	1.50

D = アメリカ産材標準試験値

なお、このばあいの収縮率試験は表示含水率から全乾までについての結果からとめたもので、試片寸法等は JIS Z 2101~2103 による。

2. 実大材の曲げ試験結果 試料の寸法、スパン（中央集中荷重）および試験結果を一括して第3表にかかげた。使用した材料試験機および撓測定法等については前報と同様である。

3. 無欠点小試片の試験結果 実大材の両端部より切りとつた無欠点小試片の基礎強度表を第4表にかかげた。

また、カタサ、部分圧縮および座金圧試験の結果を第5表にかかげた。

このばあい、せん断試験のみは旧規格 2 cm システムを用いたほかはすべて JIS Z 2111, 2112, 2117 によつた。圧縮および引張のヤング係数をもとめるばあいの変形量はすべて extensometer（鏡式）を用いた。その他はダイヤルゲージ（10⁻² mm）による。

4. 無欠点試片の曲げ試験結果 前と同様実大材の両端部より切りとつた無欠点試験片による曲げ試験結果は第6表のとおりである。

5. 実大梁と無欠点小試片における曲げ性能の比較 第7表に示すように、その断面係数で平均約40倍の実大梁は、無欠点小試片に比して、ヤング係数はほとんど変わらないが、曲げ比例限度力および曲げ破壊係数において平均約10% 低落している。

6. アメリカ産ダグラス・ファアの標準的強度値と本試験結果（無欠点小試片による）の比較 このダグラス・ファアの標準値はアメリカマデソン林産研究所の発表¹⁾からとつたものであるが、全体として含水率および比重の差異があつて本試験材の方が低い性能をしめしている。ただし、当场保有のタイワンヒノキ H4 および H5 についてはほぼ匹敵する性能をしめた。

文 献

- 1) MARKWARDT, L. J. & WILSON, T. R. C.: Strength and related Properties of Woods grown in the United state. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 479 (1935)

3. ヒノキとヒバ

3. HINOKI and HIBA

強度研究室⁽¹⁾

本試験は住友林業株式会社より依頼をうけて実施したものである。

1. 試料 本試験に供した試料は長野産ヒノキ〔HINOKI; (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.)〕, 愛知産ヒノキおよび青森産ヒバ〔HIBA; (*Thujopsis dolabrata* SIEB. et ZUCC.)〕で, 試料の記号, 寸法および品等は第 1 表のとおりである。表中含水率に関して内部と外部の区別は材の横断面をタテとヨコをそれぞれ 3 等分したさいの真中が内部で他を外部としている。

2. 実大梁の曲げ試験結果 前報と同様の装置を用い中央集中荷重方式によつて曲げ性能をしらべた。その結果を要約して第 2 表に示す。

第 1 表 試料の寸法, 水分条件および品等

樹 種	記号	試 料 の 寸 法			材 の 含 水 率 (%)			品 等	備 考
		幅 (寸)	厚 (寸)	材 長 (尺)	内 部	外 部	平 均		
長野産ヒノキ	C1	6.5	6.0	6	42	27	28	2	天然林
	C2	"	"	"	35	25	26	2	
	C3	"	"	"	32	27	27	1	
愛知産ヒノキ	C4	"	"	"	30	26	26	1	人工林
	C5	"	"	"	37	24	24	2	
	C6	"	"	"	33	26	26	1	
青 森 産 ヒ バ	T1	"	"	"	26	24	24	2	天然林
	T2	"	"	"	42	28	30	1	
	T3	"	"	"	30	25	26	1	
	T4	"	"	"	27	25	25	1	

第 2 表 実大梁の曲げ試験結果

記 号	梁 幅 B (cm)	梁 タ ケ H (cm)	ス パ ン L (cm)	断 面 係 数 W (cm ³)	断 面 2 次 モーメント I (cm ⁴)	曲 げ ヤ ン グ 係 数 E (kg/cm ²)	曲 げ 比 例 限 応 力 度 σ_p (kg/cm ²)	曲 げ 破 壊 係 数 σ_b (kg/cm ²)
C1	19.735	18.015	150	1126.5	9614.2	64.200	300	356
C2	19.790	17.765	150	1041.0	9246.7	61.900	234	324
C3	19.765	18.275	150	1100.0	10866.7	48.100	171	382
C4	19.775	18.225	150	1094.8	9976.7	67.900	428	560
C5	19.705	18.210	150	1089.0	9914.2	49.100	372	461
C6	19.750	18.135	150	1083.3	9825.0	47.000	285	480
T1	19.600	18.000	150	1058.3	9525.0	71.900	266	410
T2	19.745	17.930	150	1056.7	9483.3	58.900	248	355
T3	19.665	17.980	150	1059.7	9526.1	81.800	230	452
T4	19.465	18.140	150	1067.7	9683.3	57.800	369	425

(1) 沢田 稔・山井良三郎・石川知子・近藤孝一

第 3 表 実大梁から切りとつた無欠点小試片の材質試験結果

樹 種 記 号	平均年輪幅 mm	平均秋材率 %	平均含水率 %	比重 (g/cm^3)		ヤング係数 ($10^3 kg/cm^2$)			比例限度力度 (kg/cm^2)			破 壊 強 度 (kg/cm^2)			ϵ_{0c}	ϵ_{0t}	r	q	γ_c	
				試験時 (R_u)	全乾* (R_n)	引張 (E_t)	圧縮 (E_c)	曲げ (E_b)	圧縮 (σ_{pc})	曲げ (σ_{bc})	引張 (σ_t)	圧縮 (σ_c)	せん断 (τ)	曲げ (σ_b)						
ヒ ノ キ {	C1	1.3	10	20	0.51	0.43	100	86	69	265	340	1210	320	94	505	0.0038	0.0121	3.8	3.4	0.83
	C2	0.4	12	24	0.48	0.36	102	108	79	220	310	1220	270	68	520	25	119	4.5	4.0	82
	C3	1.1	24	20	0.50	0.43	61	72	62	190	320	1070	315	100	635	45	176	3.4	3.2	61
ヒ ノ キ {	C4	5.5	11	21	0.51	0.42	101	81	79	245	405	1200	330	84	695	41	119	3.6	3.9	74
	C5	4.2	12	20	0.48	0.40	58	82	67	160	350	1015	290	88	635	37	180	3.5	3.3	55
	C6	4.1	13	22	0.48	0.39	53	71	65	180	400	820	265	74	535	38	164	3.1	3.6	68
ヒ バ {	T1	2.8	5	19	0.46	0.40	100	102	81	235	255	1165	340	86	560	34	113	3.4	4.0	69
	T2	3.0	11	20	0.43	0.36	45	87	72	195	240	575**	338	83	475	39	129	(1.7)	4.1	58
	T3	3.2	12	19	0.52	0.43	102	104	92	245	330	970	310	82	650	31	092	3.1	3.8	79
	T4	0.8	29	20	0.50	0.41	58	48	44	145	250	915	250	92	480	40	160	3.7	2.7	58

* 試験時容積によるもの ** 目切れ

第 4 表 無欠点小試片のメリ込み試験結果

樹 種 記 号		比例限度力度 (kg/cm^2)		5% メリ込み 応 力 度 (kg/cm^2)	
		板目方向	柃目方向	板目方向	柃目方向
ヒ ノ キ	C1	40	33	63	63
	C2	30	37	50	57
	C3	53	73	93	—
ヒ ノ キ	C4	46	—	78	—
	C5	—	52	—	85
	C6	44	57	77	94
ヒ バ	T1	33	44	57	71
	T2	33	43	56	63
	T3	44	57	80	111
	T4	47	40	76	81

第 5 表 実大梁と無欠点小試片における曲げ性能の比較

樹種	記号	W_B	E_B	E_B	σ_{pB}	σ_B
		W_b	E_c	E_h	σ_{ph}	σ_h
ヒノキ	C1	250	0.74	0.93	0.88	0.71
	C2	231	0.57	0.78	0.76	0.63
	C3	245	0.67	0.78	0.53	0.60
平均		242	0.66	0.83	0.72	0.65
		244	0.84	0.86	1.06	0.81
ヒノキ	C5	242	0.60	0.73	1.06	0.72
	C6	241	0.66	0.72	0.71	0.90
		242	0.70	0.77	0.94	0.81
平均		235	0.70	0.89	1.04	0.73
		235	0.68	0.82	1.04	0.75
ヒバ	T3	236	0.79	0.89	0.70	0.69
	T4	237	1.20	1.31	1.48	0.89
		236	0.84	0.98	1.07	0.77
平均						
全平均		240	0.75	0.86	0.91	0.74

W=断面係数; E=ヤング係数; σ_p =比例限度力度(曲げ); σ =曲げ破壊係数; 添字 B=実大梁; b=小試験梁; c=圧縮試片

これらの材はいずれも典型的な引張側セニの破損が原因となつて曲げ破壊を起しており、やや多湿材であるためとくに干割れ等による影響もみあたらない。

3. 実大梁から切りとつた無欠点小試片の基礎強度および曲げ性能 このばあいの荷重装置および変形量測定法などすべて前報と同様である。試験体の寸法についてはすべて JIS Z による (JIS Z 2111; 2112; 2113; 2114)。基礎材質と関連せしめて一括表示したものが第 3 表である。

4. 部分圧縮試験 (メリ込み) JIS Z 2111 の方法によつて無欠点材の試験をおこなつた結果を第 4 表にかかげた。

5. 実大梁と無欠点小試片における曲げ性能の比較 これを一括して第 5 表にしめしたが、剛性も強度もあまり著しい低減はみられなかつた。ただし、これは無欠点材もかなりの水分をもっているからで、これが気乾材 (15%) になればかなり低減度が大きくなるものと考えられるが、ここではその論議を省く。

4. ソ連産スプルーース

4. Spruce grown in Soviet Russia

近 藤 孝 —(1)

本試験はソ連より輸入したスプルーース材を鋼造船用のサイドスパーリングおよびボツトムシ—リングとして使用する実大寸法に木取り加工を施し、人工乾燥後ブレーナー仕上げをしてからおこなったものであつて、すべて2点荷重方式を採用した。

第1表 試料原木の寸法

原木記号	丸太末口径 (尺)	材 長 (尺)
A1	1.55	12.5
A2	1.55	12.5
B1	1.10	12.5
B2	1.10	12.5
B3	1.15	12.5
C1	0.90	12.0
C2	0.90	12.5
C3	1.00	12.0

試料は第1表のような原木から採取したが、

第2表 実大梁の曲げ試験結果（2点荷重方式）

大 試 片 番 号	同 記 号 番 号	比 重	梁 幅	梁 タ ケ	断 面	曲げヤング係数		曲げ比例	曲げ破壊	備 考		
					係 数	W	(10^3 kg/cm^2)	限 応 力 度	係 数			
		g/cm^3	cm	cm	(cm^3)	E_I	E_L	σ_p (kg/cm^2)	σ_B (kg/cm^2)			
1	A111	0.45	12.00	5.67	64.3	123	115	467	630	4寸幅 榫目板		
2	A211	0.40	11.86	5.87	68.1	114	102	404	455		〃	
3	A212	0.42	11.90	5.86	68.1	85	86	184	294		〃	
4	A221	0.40	12.06	5.86	69.0	106	87	326	461		〃	
5	A241	0.42	12.02	5.84	68.3	91	87	293	469		〃	
6	A242	0.47	11.95	5.87	68.6	90	87	291	350		〃	
7	B331	0.40	12.02	5.84	68.3	138	127	514	590		〃	
8	B332	0.47	11.97	5.84	68.0	138	124	515	610		〃	
9	A121	0.47	11.88	5.84	67.5	110	107	370	563		追 榫 板	
10	A232	0.40	11.85	5.86	67.8	113	95	406	487		〃	
11	B212	0.44	11.95	5.78	66.5	114	104	376	504	4寸幅 〃		
12	B211	0.44	11.94	5.87	68.6	107	100	474	694		〃	
13	B321	0.45	11.83	5.85	67.4	137	130	482	655		〃	
14	B322	0.47	11.92	5.85	68.0	140	134	478	526		〃	
15	B341	0.48	12.03	5.88	69.3	140	139	577	721		〃	
16	B342	0.48	12.03	5.86	68.9	151	147	509	727		〃	
17	C311	0.47	12.01	5.87	69.0	129	115	471	598		〃	
18	C312	0.45	12.03	5.74	66.1	154	141	529	673		〃	
19	C321	0.46	12.04	5.86	68.9	135	113	364	480		〃	
20	C322	0.46	12.03	5.77	66.7	151	133	488	540		〃	
21	C331	0.46	12.01	5.85	68.5	83	112	402	584	〃		
22	A222	0.41	24.06	5.64	127.6	104	101	294	321	8寸幅 榫目板		
23	B212	0.45	24.21	5.86	138.4	124	114	416	650		〃	
24	C111	0.43	24.18	5.77	134.3	108	107	428	676		〃	
25	C112	0.44	24.55	5.57	126.7	132	124	493	702		〃	
26	A211	0.39	23.83	5.80	133.7	89	94	337	449		板 目 板	
27	A212	0.38	23.87	5.77	132.5	105	107	406	567			〃
28	A221	0.41	23.90	5.77	132.4	83	79	221	221		8寸幅 〃	
29	A231	0.39	23.67	5.86	135.3	94	103	388	434			〃
30	A232	0.40	23.94	5.83	135.5	95	99	277	345			〃
31	B111	0.41	24.13	5.87	138.7	108	109	360	368			〃
32	B211	0.43	24.55	5.85	140.2	111	109	428	572	〃		
33	C211	0.46	23.99	5.66	127.8	141	135	489	722	〃		
34	C212	0.45	23.85	5.50	120.0	137	128	500	652	〃		
平均		0.44				117	112	411	538			
最大		0.48				154	147	577	727			
最小		0.38				83	79	184	221			

E_I = 中央荷重点間における撓からもとめたもの E_L = 全スパンに関する撓からもとめたもの

(1) 木材部木材材料科強度研究室員

第 3 表 無欠点小試片の

記号	番号	平 均	平 均	平 均	比 重	ヤング係数 (10^3 kg/cm^2)		比例限度力度 (kg/cm^2)	
		年輪幅 mm	秋材率 %	含水率 %		圧 縮 (E_c)	曲 げ (E_b)	圧 縮 (σ_{cp})	曲 げ (σ_{bp})
A	11	1.1	19	14.0	0.43	99	98	266	380
	12	1.2	16	14.5	0.43	86	87	243	329
	21	1.4	13	13.5	0.39	105	93	236	393
	22	1.3	12	13.0	0.38	103	91	254	320
	23	1.5	14	13.0	0.38	97	85	235	301
	24	1.5	14	14.0	0.45	65	77	218	311
	平均	1.3	15	13.7	0.41	93	89	242	322
B	11	1.5	15	14.0	0.41	118	107	267	326
	21	1.0	20	14.5	0.42	119	103	293	355
	32	1.0	20	14.5	0.46	155	105	342	443
	33	0.9	21	14.5	0.49	106	123	268	439
	34	0.7	29	14.5	0.47	137	131	340	443
	平均	1.0	21	14.5	0.45	127	114	302	401
	11	1.0	21	13.5	0.47	110	111	310	405
C	21	0.8	15	13.5	0.45	131	122	329	376
	31	1.0	20	13.0	0.44	138	126	342	417
	32	1.4	15	13.5	0.42	125	98	341	414
	33	0.5	26	13.0	0.51	164	142	413	499
	平均	0.9	19	13.5	0.46	134	120	347	422
	全 平	1.1	18	13.8	0.44	116	106	294	378
	最 大	1.5	29	14.5	0.51	164	142	413	499
	最 小	0.5	12	13.0	0.38	65	77	218	293

第 4 表 実大梁と小試片における曲げ性能の比較

実大試片 番 号	同記号 番 号	比 重	断面係数	ヤング係数		曲げ比例 限度力度	曲げ破壊 係 数
				E_{Bl} E_c	E_{BL} E_b	σ_{pB} σ_{pb}	σ_B σ_b
1	A111	1.05	48	1.24	1.17	1.23	0.84
2	A211	1.03	51	1.08	1.10	1.38	0.70
3	A212	1.08	51	0.81	0.93	0.63	0.45
4	A221	1.05	52	1.03	0.96	1.02	0.68
5	A241	0.93	51	1.40	1.13	0.94	0.76
6	A242	1.05	51	1.38	1.13	0.94	0.57
7	B331	0.82	51	1.30	1.03	1.17	0.69
8	B332	0.96	51	1.30	1.01	1.17	0.71
9	A121	1.09	51	1.28	1.23	1.12	0.85
10	A232	1.05	51	1.16	1.12	1.35	0.83
11	B212	1.05	50	0.96	1.01	1.06	0.69
12	B211	1.05	51	0.90	0.97	1.33	0.95
13	B321	0.98	51	0.89	1.24	1.47	0.88
14	B322	1.02	51	0.90	1.28	1.46	0.70
15	B341	1.02	52	1.02	1.06	1.30	0.90
16	B342	1.07	52	1.10	1.12	1.15	0.91
17	C311	1.02	52	0.93	0.91	1.13	0.72
18	C312	1.10	50	1.12	1.12	1.27	0.81
19	C321	1.10	52	1.08	1.15	1.16	0.68
20	C322	0.90	50	1.21	1.36	1.55	0.77
21	C331	1.08	51	0.51	0.79	0.81	0.57
22	A222	1.07	96	1.02	1.11	0.92	0.47
23	B212	0.92	104	1.04	1.11	1.17	0.89
24	C111	0.94	101	0.98	0.96	1.06	0.80
25	C112	1.00	95	1.20	1.12	1.22	0.83
26	A211	0.98	100	0.85	1.01	1.15	0.69
27	A212	1.08	100	1.00	1.15	1.39	0.87
28	A221	1.03	100	0.81	0.87	0.69	0.33
29	A231	1.05	102	0.97	1.21	1.29	0.74
30	A232	1.00	102	0.98	1.16	0.92	0.59
31	B111	1.03	104	0.92	1.02	1.10	0.51
32	B211	1.02	105	0.93	1.06	1.21	0.79
33	C211	1.00	96	1.08	1.11	1.30	0.89
34	C212	1.00	90	1.05	1.05	1.33	0.80
平 均		1.01		1.04	1.08	1.16	0.73
最 大		1.10		1.40	1.36	1.55	0.95
最 小		0.82		0.51	0.79	0.63	0.33

添字：B = 実大梁；b = 小試片曲げ；c = 小試片圧縮

圧縮および曲げ試験結果

破壊強度 (kg/cm^2)		ϵ_{0c}	γ_c	試片数		E_b E_c	σ_{bp} σ_{cp}	σ_b σ_c
圧縮 (σ_c)	曲げ (σ_b)			圧縮	曲げ			
306	750	0.0031	0.88	2	3	0.99	1.43	2.45
298	663	35	81	2	3	1.01	1.35	2.22
299	650	27	81	3	5	0.89	1.24	2.17
289	679	28	88	2	4	0.88	1.26	2.35
269	590	28	87	3	5	0.88	1.28	2.19
274	617	42	80	1	2	1.18	1.43	2.25
289	658	0.0032	0.84			0.97	1.33	2.27
301	723	26	89	3	4	0.91	1.22	2.40
329	728	28	89	4	6	0.87	1.21	2.21
378	749	24	90	1	2	0.68	1.30	1.98
320	858	30	84	1	2	1.16	1.64	2.68
349	803	26	97	1	2	0.96	1.30	2.30
335	772	0.0027	0.90			0.92	1.33	2.31
354	847	32	87	3	4	1.01	1.31	2.39
356	814	27	93	2	4	0.93	1.14	2.29
366	834	27	93	1	2	0.91	1.22	2.28
349	706	28	98	1	2	0.79	1.21	2.02
437	1002	27	94	1	2	0.87	1.21	2.29
372	841	0.0028	0.93			0.90	1.22	2.25
330	751	0.0029	0.89			0.93	1.30	2.28
437	1002	0.0042	0.98			1.18	1.64	2.68
269	590	0.0024	0.80			0.68	1.14	1.98

これらはすべて東部木材株式会社（東京・深川）の提供による。なお、この試験は同社の依頼によって実施したものである。

1. 試料の寸法と曲げ試験

原木の外観材質についてはとくに品等を明らかにしなかつたが、国産材について通常船用材としておこなう選材方法によつてゐる。寸法は厚さがすべて2寸、幅が4寸と8寸の2種類あり、スパンを150 cmとして2点荷重方式（中央荷重点間距離 $l=50$ cm）による曲げ試験をおこなつた。このさい実大材の比重も同時に測定した。なお、この中央荷重点間に試片の最大欠点（主として節に関して定めた）が、くるようにし、かつ、その欠点の多い面を引張側とした。この結果は一括して第2表にかかげたとおりである。

2. 実大材から切りとつた無欠点小試片の強度試験結果（曲げおよび圧縮）

この試験は JIS Z 2111 および JIS Z 2113 の2 cmによつたが、その結果は第3表のとおりである。

3. 実大梁と小試片との曲げ性能の比較

実大梁の欠点影響をしらべるために無欠点小試片と比較したものが第4表である。

この結果、つぎの傾向がみられる。

i) 比重については両者はほとんどみるべき差のないことがわかるが、これは実大材の欠点が比較的少ないことをしめしているためでもある。

ii) ヤング係数については特殊なばあい（試片中央部にかなり有害な節が存在するもの No. 3 と No. 28 等）をのぞいてはほとんど低減していない。

iii) 比例限度力度については一様に実大材の方が小試片より大きい傾向をしめしているが、この傾向は比例限度のとり方にもよるものであつて数値的には問題もあるがすくなくともこの試験での低減は全くみられないようである。

iv) 強度については平均 0.73 の比率のしめすごとく比較的その低減度は小さいようである。

v) 木取法としては危険な目切れ（板目面の）を考えれば板目板、または追征板とする方が柁目板とす

るより強度的に若干有利なようにおもわれる。

vi) 4 寸幅の板と 8 寸幅の板とでは、4 寸幅の方がやや低減率が小さい結果となつたが、これはこの材料の欠点の少ないことと大きな節を除いてあるためであろう。

5. ラジアーター・パイン

5. Radiata pine

強度研究室⁽¹⁾

本試験は株式会社小林林業所より依頼をうけておこなったものである。

1. 試料 ニュージーランド産のラジアーター・パイン [Radiata pine; (*Pinus radiata* D. DON)] で輸入材である。

a) 寸法と数量：厚さ=1.5 寸；幅=6.7 寸；材長=18 尺の板材 10 枚および 6.7 寸角で材長 18 尺の角材 3 本である。

b) 試料の外観：本試料はいずれもいちじくしく年輪幅大で、節の着生状況はマワリ節でほとんど死節、その大きさは1〜3寸でいどのものが多い。また、節間距離は6尺内外である。角材はすべて心持材であるが材面の干割れはあまりいちじくしくない。さらに、本試料は製品としてから相当時間を経過しているらしく乾燥度は良好（ほぼ気乾）である。

2. 試験の種類と方法 各試験材につき農林用材規格による品等を付したのち、実大曲げ試験をおこない、ついで、その両端部より切りとった無欠点小試片により年輪幅、秋材幅、含水率、比重および JIS Z 2113 による曲げ試験、JIS Z 2116 による衝撃曲げ試験をおこなった。なお、実大曲げ試験ではすべて2点荷重方式を採用し、中央荷重点間距離は板材で 50 cm、角材で 100 cm とし、スパンは板材で150 cm、角材で 500 cm とした。撓量は最小目盛 10^{-3} cm の 30 mm ストロークのダイヤルゲージによつて測

第1表 実大材の曲げ試験結果

実大 試片 番号	幅 B (cm)	ハ タ リ ケ H (cm)	スパン L (cm)	断 面 係 数 W (cm ³)	材重量 G (kg/石)	曲げヤング係数 (10^3 kg/cm ²)		曲げ比例 限度 力 (kg/cm ²)	曲げ比例 破壊 係数 (kg/cm ²)	用材 品等	試片数
						E_t	E_L	σ_{pB}	σ_B		
1	20.30	4.69	150	74.5	122	56	58	230	366	3	2
2	19.97	4.68	"	73.0	122	—	—	—	220	3	1
3	20.00	4.63	"	71.5	139	81	75	211	422	3	1
4	20.29	4.67	"	73.7	131	49	60	146	214	3	2
5	20.20	4.68	"	73.8	133	122	115	320	572	2	2
6	20.08	4.71	"	74.3	128	99	81	273	372	2	3
7	20.28	4.67	"	73.7	125	80	74	175	305	2	3
8	20.28	4.64	"	72.8	150	110	95	265	412	2	2
9	20.33	4.70	"	75.0	131	103	95	271	423	2	3
10	20.32	4.64	"	72.9	133	57	49	181	304	3	3
平均	20.21	4.67		73.5	131	84	77	232	363		
11	20.49	20.43	500	1426		105	85	192	204	3	1
12	20.48	20.51	"	1435		93	90	276	331	2	1
13	20.39	20.45	"	1422		64	64	140	170	2	1
平均	20.45	20.46		1428		87	80	203	235		
全平均	20.28				131	85	78	223	332		(25)

E_t = 中央荷重点間の中央撓に関してもとめたもの

E_L = 全スパンに関しその中央撓からもとめたもの

(1) 沢田 稔・山井良三郎・石川知子・近藤孝一

第2表 無欠点小試片の強度試験結果
 試験時室内：(23±3)°C；63%±4 平均荷重速度（曲げ）=(50±10) kg/cm²・min

試験材 番 号	平 均 年輪幅 mm	平 均 秋材幅 mm	平 均 含水率 %	試験時 比 重 g/cm³	曲げヤング 係 数 10³ kg/cm²	曲げ比例 限応力度 kg/cm²	曲 げ 破壊係数 kg/cm²	衝撃曲げ 吸収エネ ルギー kg/cm²	試片数
1	12.0	4.1	16.0	0.42	56	272	574	0.28	4
2	10.6	2.2	16.0	0.43	62	334	607	0.29	2
3	8.3	2.8	15.0	0.45	68	315	619	0.32	2
4	11.8	2.2	16.5	0.45	74	350	663	0.19	4
5	6.8	1.9	15.5	0.47	95	428	768	0.35	4
6	7.0	2.0	16.5	0.44	79	331	639	0.39	6
7	8.8	1.8	16.5	0.43	80	371	680	0.34	6
8	8.3	2.5	16.5	0.50	86	435	790	0.46	4
9	7.8	1.3	16.5	0.45	86	411	703	0.20	6
10	14.2	2.8	16.5	0.45	43	266	544	0.43	6
平 均	9.6	2.4	16.0	0.45	73	351	659	0.33	(44)
11	8.0	2.1	19.0	0.50	88	392	677	0.54	2
12	6.3	1.8	18.0	0.50	95	424	735	0.51	2
13	7.6	2.4	19.0	0.50	66	344	631	0.48	2
平 均	7.3	2.1	18.5	0.50	83	387	681	0.51	(6)
全平均	9.3	2.2	17.0	0.46	75	356	662	0.35	(50)

第 3 表
 実大材と無欠点小試片における曲げ性能の比較

試験材 番 号	断面係数 W _B /W _b	曲げヤング 係 数 E _B /E _b	曲げ比例 限応力度 σ _{pB} /σ _{pb}	曲 げ 破壊係数 σ _B /σ _b
1	56	1.04	0.85	0.64
2	55	—	—	0.36
3	54	1.10	0.67	0.68
4	55	0.81	0.42	0.32
5	55	1.22	0.75	0.75
6	56	1.03	0.83	0.58
7	55	0.93	0.47	0.45
8	55	1.10	0.61	0.52
9	56	1.10	0.66	0.60
10	55	1.14	0.68	0.56
平 均	55	1.05	0.66	0.55
11	1070	0.97	0.49	0.30
12	1075	0.95	0.65	0.45
13	1067	0.97	0.41	0.27
平 均	1071	0.96	0.52	0.35
全平均		1.04	0.63	0.50
最 大		1.22	0.85	0.75
最 小		0.81	0.41	0.27

定した。使用した試験機は実大材では能力100トン木材強度試験機を、また、無欠点材では能力1,000 kg オルゼン型材料試験機を用いた。

3. 試験結果 実大試験材についての結果を第1表に、無欠点小試片の結果を第2表に示した。また、この両者の関係は第3表のとおりで、板材の欠点影響は角材のばあいより小さくなっている。しかし、全体としてヤング係数の低減はほとんどみられないが、比例限応力度および曲げ破壊係数では相当に低減している。また、この材の衝撃曲げ吸収エネルギーは比較的小であつてかなりモロイ感じがある。

6. ダグラス・ファー、ヘムロックおよびスプルース

6. Douglas fir, Hemlock and Spruce

強度研究室⁽¹⁾

本試験は一条木材株式会社の依頼によりおこなったものである。

1. 試料 本試料は第1表に示すような寸法（ヘムロックのみ5.5寸角，ほかは7寸角）のもので，欠点や乾燥度も一様でなく取扱い上の問題も多いが，ここでは単に観察結果を記すにとどめる。
 2. 試験方法 実大柱の試験は上下両端末をナイフ・エッジとしたピン条件で木材強度試験機（能力100トン，副能力20トン）を用いた。無欠点小試片の圧縮試験はすべてJIS Z 2111によつてゐる。
 3. 試験結果 実大柱の試験結果を第1表に，無欠点小試片の結果を第2表に示した。この両者間の細長比と座屈応力度の比較は第3表のとおりである。
- なお，細長比が100以下であるので，

$$\sigma_K = \sigma_c - \omega \cdot \lambda$$

なる関係式が考えられるので， $\alpha = \kappa / \lambda$ ， $\kappa = 1 - \sigma_K / \sigma_c$ から α を計算したのもも表示しておいた。これは材質条件に大きなムラがないかぎり，かなり近似的な値をとるはずであるが，このばあいはその傾向をみるとめることができない。

このほか実大柱の座屈破損の形態については図1(a)～(e)に示した。

第1表 実大材の柱試験結果

樹 種	試験材 記号	断面寸法 (cm)		材長 L (cm)	細長比 λ	最大荷重 R_K (kg)	座屈 応力度 σ_K (kg/cm ²)	試料の 外 観	品等	産 地
		B	H							
ダグラス・ ファー	D1	21.3	21.3	368	60	50.000	110	欠点少なし	2	アメリカ・オレゴン州
	D2	21.5	21.3	327	53	86.000	207	〃	2	〃
	D3	21.5	21.3	378	62	37.000	81	腐朽材 (カステラ)	—	〃
ヘムロック	H	16.7	16.8	371	77	59.500	212	軽度のアテ	2	〃
スプルース	S	21.2	21.1	394	65	88.000	192	欠点少なし	1	アラスカ・ランゲル

第2表 無欠点小試片の圧縮試験結果

樹 種	試験材 記 号	平 均 年輪幅 b (mm)	平 均 秋材率 s (%)	平 均 含水率 u (%)	試験時 重 比 R_n	全 比 乾 重 R_0	ヤ ン グ 係 数 E (10 ³ kg/cm ²)	比例限 応力度 σ_p (kg/cm ²)	圧 縮 強 度 σ_c (kg/cm ²)	試片 数
ダグラス・ ファー	D1	3.7	24	135.5	0.76	0.39	91	145	185	5
	D2	5.0	24	35.0	0.52	0.39	109	195	235	4
	D3	3.3	21	65.5	0.52	0.36	62	124	160	6
ヘムロック	H	0.9	49	26.0	0.62	0.49	120	265	365	5
スプルース	S	2.6	17	27.5	0.44	0.34	128	205	245	4

* 試験時容積による

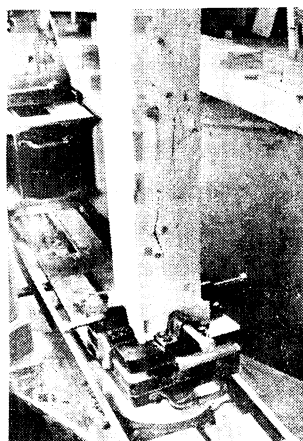
(1) 沢田 稔・山井良三郎・石川知子・近藤孝一

第 3 表 実大材と無欠点小試片の比較

樹 種	試験材 記 号	λ λ'	σ_K σ_c	β κ/λ
ダグラス・ファー	D1	8.66	0.60	0.0067
	D2	7.65	0.87	0.0025
	D3	8.95	0.50	0.0081
	平均	8.42	0.66	
ヘムロック スプルー	H	11.1	0.58	0.0055
	S	9.38	0.78	0.0034
全 平 均 最 大 小		9.15	0.67	
		11.1	0.87	
		7.65	0.50	

$$\lambda' = 6.93 \text{ (無欠点小試片の細長比)}$$

$$\kappa = 1 - \sigma_K / \sigma_c \quad \sigma_K = \sigma_c (1 - \beta \lambda) \quad \beta \cdot \lambda = \kappa$$



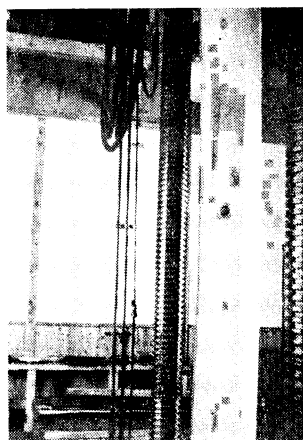
(a) D1



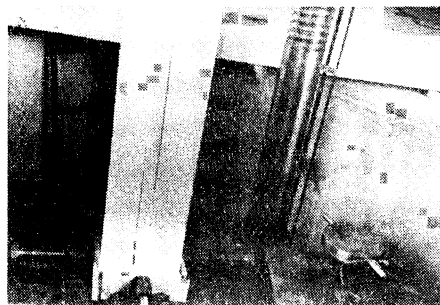
(b) D2



(c) D3



(d) H



(e) S

図 1 実大柱の破損形態

7. 信州カラマツとシベリアカラマツ

7. Japanese larch and Siberian larch

強度研究室⁽¹⁾

本試験は一条木材株式会社の依頼によつておこなつたものである。

1. 試料 本試験に用いた試料は同社提供の信州カラマツ〔Japanese larch (*Larix leptolepis* GORDON)〕の皮付丸太6本とシベリアカラマツ〔Siberian larch (*Larix dahurica* TURCZ.)〕=グイマツの皮付丸太6本である。シベリアカラマツの丸太は信州カラマツに比してやや節が多く若干木口ワレが目だつていた。さらに年輪幅もせまく信州のカラマツよりかなりカたい感じである。またこの試料はすべてほとんど曲りがなく、その断面寸法、材長等については一括して第1表にしめた。

2. 試験方法 試料の全部についてその両端部を切断して無欠点小試片を木取り、材の水分状態が変化しないうちに JIS Z 2111 の方法によつて縦圧縮試験をおこない、ついで、丸太そのものを両端末ナイフ・エツデの条件で柱試験に供した。実大柱については木材強度試験機（能力100トン）を、無欠点小試片についてはアムスラー式材料試験機（能力10トン）を使用した。

3. 試験結果 実大柱の試験結果は第1表に、無欠点材の試験結果は第2表にかかげたとおりである。また、柱の細長比を考慮したばあいの実大柱の座屈強度と小試片の圧縮強度の比較を第3表にしめた。このばあい、全試料の細長比が120以下となつていたので、この区間の座屈強度低減はほぼ直線的とみなされる。したがつて、 β の値によつてその低減傾向をみることができる。なお、この β の値はもし試料が無欠点材ならば0.0065といとみられるので本試験結果で若干大きな値をしめたのは、材の欠点影響と判断することができよう。

第1表 実大柱の試験結果

樹種	丸太 番号	直 径 (cm)			長 さ (cm)			細長比 λ	座屈 荷重 P_K kg	座 屈 応力度 σ_K kg/cm ²	座屈時の撓 (cm)		破損の 部 位
		元口 d_1	中央 d_2	末口 d_3	平均 d	材長 l	座屈長 L				水平 δ_y	垂直 δ_x	
信 州 カラマツ	1	13.8	13.1	12.0	13.0	348.5	383	118	6.150	47	1.69	5.20	中央部
	2	16.3	15.1	13.5	15.0	348.5	383	102	10.750	61	0.50	4.70	"
	3	19.9	18.4	17.1	18.5	349.0	384	83	25.800	96	1.30	3.00	"
	4	22.6	22.3	20.7	22.0	349.0	384	70	36.400	96	0.69	3.65	"
	5	20.6	19.7	18.4	19.5	349.0	384	79	42.000	141	0.80	3.00	"
	6	14.7	14.0	13.5	14.0	349.5	384	110	11.650	76	0.44	4.20	"
	平均				(17.0)	349	384	94		86	0.90	3.96	
シベリア カラマツ	1	22.0	20.5	20.4	21.0	349.0	384	73	60.500	175	0.90	3.05	中央部
	2	21.7	20.0	19.6	20.5	349.0	384	75	69.500	211	1.27	2.20	"
	3	15.8	14.9	14.1	15.0	349.0	384	102	15.500	88	1.18	5.70	"
	4	27.0	26.0	24.5	26.0	349.5	384	59	86.000	162	0.97	0.55	端末部
	5	16.7	14.8	13.7	15.0	349.5	384	102	21.200	120	0.98	3.35	中央部
	6	17.2	16.0	14.7	16.0	349.5	384	96	20.000	100	1.22	3.30	"
	平均				(18.9)	349	384	85		143	1.09	3.03	

(1) 沢田 稔・山井良三郎・石川知子・近藤孝一

第 2 表 無欠点小試片の圧縮試験結果 (JIS Z 2111)

樹 種	丸太番号	平均含水率 u %	比重 R_n g/cm^3	ヤング係数 E $10^3 kg/cm^2$	比例限度 力度 σ_p kg/cm^2	圧縮強度 σ_c kg/cm^2	試片数
信 州 カラマツ	1	26.0	0.51	110.5	215	258	3
	2	35.0	0.56	90.0	232	253	5
	3	30.5	0.66	81.5	216	273	6
	4	25.5	0.54	103.0	245	299	5
	5	30.5	0.64	112.0	239	289	4
	6	31.0	0.70	94.0	236	308	5
	平 均	30.0	0.61	96.5	230	281	(28)
シベリア カラマツ	1	31.0	0.84	157.0	346	423	6
	2	26.5	0.71	133.0	275	354	5
	3	26.5	0.61	131.0	274	315	3
	4	25.5	0.70	122.0	254	324	4
	5	33.0	0.93	109.0	343	416	5
	6	33.5	0.69	102.0	243	315	5
	平 均	29.5	0.76	126.5	293	365	(28)

第 3 表 実大柱と無欠点小試片との比較

樹 種	丸 太 号	α σ_K/σ_c	β $(1-\alpha)/\lambda$	γ λ/λ'
信 州 カラマツ	1	0.181	0.0069	26
	2	0.241	74	23
	3	0.352	78	18
	4	0.321	97	16
	5	0.488	65	18
	6	0.247	69	24
	平 均	0.305	0.0075	21
シベリア カラマツ	1	0.414	0.0080	16
	2	0.596	54	17
	3	0.279	71	23
	4	0.500	85	13
	5	0.289	70	23
	6	0.318	71	21
	平 均	0.400	0.0072	19
全 平 均		0.352	0.0074	20
変化係数 $\pm\Delta\%$		34.0	13.9	19.2

λ' = 小試片の細長比

$$\sigma_K = \sigma_c(1 - \beta\lambda); \quad \alpha = \sigma_K/\sigma_c; \quad \beta = (1 - \alpha)/\lambda$$