HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	坑木用北海道産広葉樹９種の生材強度試験
Author(s)	大沢, 正之; 三尾, 龍民; 矢野, 和宏
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(3), 35-40
Issue Date	1955-10-31
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11590
Type	bulletin (article)
File Information	2(3)_p35-40.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

坑木用北海道産広葉樹9種の生材強度試験

大沢正之・三尾龍民・矢野和宏

Mechanical properties of green hardwood of 9 species used as mine timbers in Hokkaido

By

Masayuki OHSAWA, Ryumin MIO and Kazuhiro YANO

目　次

1. 緒　言
2. 供試木
3. 供試材片の木取
4. 試験方法
5. 試験成績
6. 論　議
7. Summary

1. 緒　言

木材の強度は木材々料的性質として最も重要なもので，古くから各方面の研究者により検討されているが，木材強度に対する水分の影響著しい関係上，一般に発表されている木材強度試験成績は，気乾材を対象としたものが，その主体をなしている。殊に，木材試験規格において，含水率 15 % を標準とした気乾材の強度に重点がおかれている。かかる観点から，木材強度試験は，木材含水率を規整して実施されることが望ましいとはいえ，試験材の含水率を一定にするには，材料の前処理条件に，特別考慮を払う必要があり，殊に，試験材の乾燥操作に，多くの時間と手数を煩わすことが著しい。又，気乾材の含水率制御が困難なため，多くの実験成績における気乾材の水分範囲には，かなりの開きがあり，含水率を併記せざる限り，気乾材の強度数値の正確性を保証し難く，これを以てしては，多数の強度試験数値を比較対照出来ない場合が多い。従つて単なる気乾材の強度数値は，木材々料として最適のものといい難いのであるが，なお材料強度数値の完璧を期するにおいては，生材の強度試験が，実施される必要がある。アメリカ合衆国などでは，木材強度試験規格の一部に unseasoned wood 即ち生材に関する規定が明示され，本邦の木材強度試験規格改正案においても，生材の強度が取上げられているのである。

木材と含水率との一般原則から推定すると，同一木材が示す強度の最低値が，生材の強度に近いものであるから，生材の強度を知れば材料として使用される木材が耐え得る強度の最低限を推定することが出来，強度数値の実際的利用価値を増すことになる。例えば，水工用材，土木用材，坑木等常に湿潤な環境にある木材々料にとつては，気乾材の強度数値よりは，生材の強度数値が，特に役立つと思われる。又従来材料設計上使用された木材強度数値も，安全率を大にした関係上，必ずしも最小限の強度を必要としなかつたのであるが，木材の合理的利用の立場から，なるべく材料の寸法を縮少する傾向にあるので，材料強度の最低限を十分に検討しておかねばならないことを思うと，生材の強度数値こそ，気乾材の強度数値以上に緊要な訳である。

厳格にいうと，生材とは，伐採直後の木材のことで，その含有水分が，立木当時と変化のないものであろう。かかる木材の強度試験をするには，出来るだけ迅速に木取，加工等材の前処理を行う必要があり，又，その期間中は勿論，強度実験当時においても，乾燥の起らぬよう万全の処地をなすべきものである。しかし，木材は生木状態のとき，繊維飽和点以上の水分は勿論多量の遊離水分を含んでいるので，少くとも，ある期間中は繊維飽和点以上の水分を保つものであるから，この時期に，なるべく迅速且つ周到に伐採後の処理を施し，強度試験を行うならば，そのときの強度は，厳格なる意義における生材の強度ではないにしても，生材の強度数値として取扱つて差支えないと思われる。何んとならば，水分が強度に重大な影響を有するのは，繊維飽和点以下の水分のときであつて，繊維

飽和点以上の場合，木材の強度には水分増加による著しい変化が認められないので，試験材の水分が真の生木状態より多少変化していても，これは強度に無関係と看做してよいからである。

以上各種の理由からして，生材強度の重要性に鑑み，最近坑木として用途の開拓された北海道産広葉樹材を対象とし，生材の強度試験を実施したので，その一部を発表し，従来気乾材に限られていた強度数値活用上の不備を補わんとする次第である。

2. 供試木

本試験に供した広葉樹材はアカダモ (Ulmus japonica Sarg.) ヤチダモ (Fraxinus mandshurica Rupr. var. japonica Maxim.) ホホノキ (Magnolia ovovata Thunb.) ヤマモミジ (ハナイタヤ) (Acer palmatum Thunb.) ケヤマハンノキ (ハンノキ) (Alnus hirsuta Turcz.) キハダ (Phellodendron sachalinense Sarg.) シナノキ (Tilia japonica Simk.) シラカンバ (Betula japonica Sieb.) ミズナラ (Quercus crispula Bl.) の9種である。北海道大学苫小牧演習林の天然林においてミズナラ以外の8種については，胸高直径20cmを標準とする立木，又別にシラカンバ及びミズナラの2種については，胸高直径 10cm を標準とする立木を選定，これを伐採の上，外観上著しい欠点なき樹幹部分より，長さ 2m 丸太を元口より順次に，末口直径約 15cm に到るまで採伐し，1本の供試木より1～4本の丸太材を木取り，各樹種につき総計 15 本の丸太材を選出，材の変色及び乾燥を防ぐために，丸太の両木口に，P.C.P. とワセリンを塗付，直に林外に搬出，札幌まで輸送した。1樹種につき 15 本の丸太中，更に形質優良なもの 10 本を選び，生木材の強度試験に供した。但し，ミズナラ及びシラカンバの小径丸太については，材長4m の小丸太5本選定した。

これらの供試材の採取は 1952 年1月と9月の2期において実行され，1月伐採のものは6乃至7月，9月伐採のものは 11 月強度試験用の供試材片に製材加工された。この間，供試丸太材は木口に塗付されたワセリンと樹皮付着とのため，殆ど乾燥されずに保たれていたので，これを生木材として実験に供し得た。

各供試丸太の記号及び直径次の表の如し。但し記号中ローマ数字は樹種毎の供試木番号，アラビヤ文字は同一供試木より採材した丸太の順位を示す。又樹種名中ヤマモミジとケヤマハンノキは俗名を用いハナイタヤ，ハンノキとした。

樹種	供試丸太記号	元口直径 (cm)	末口直径 (cm)	備考
アカダモ	1a	26	24	1952 年1月伐採
	1b	23	22	
	1c	22	21	
	1d	22	20	
	2a	24	20	
	3a	27	20	
	4a	29	23	
	4b	21	18	
	4c	18	17	
	5a	20	17	
ヤチダモ	1a	20	16	〃
	1b	16	14	
	1c	16	15	
	2a	18	16	
	3a	26	22	
	3b	21	21	
	3c	21	19	
	4a	22	18	
	4b	18	16	
	4c	16	17	
ホホノキ	1a	26	24	〃
	1b	23	22	
	2a	22	21	
	2b	22	20	
	3a	17	15	
	3b	15	13	
	4a	20	17	
	4b	17	15	
	5a	22	19	
	5b	18	17	
ハナイタヤ	1a	20	19	1952 年9月伐採
	2a	23	21	
	3a	22	21	
	4a	25	24	
	4b	24	23	
	5a	19	19	
	6a	20	19	
	6b	19	19	
	7a	20	18	
	8a	20	17	
ハンノキ	1b	17	16	1952 年1月伐採
	2a	21	18	
	2b	17	16	
	3a	28	22	
	3b	22	20	
	3c	20	18	
	3d	20	18	
	4a	27	23	
	4b	22	21	
	4c	16	13	
キハダ	1a	21	18	〃
	1b	18	17	
	2a	24	19	
	2b	19	18	
	3a	25	20	
	3b	20	19	
	4a	25	21	
	4b	21	20	
	5a	24	19	
	5b	20	18	

樹種	供試丸太記号	元口直径 (cm)	末口直径 (cm)	備考
シナノキ	1a	24	21	1952年1月伐採
	1b	21	19	
	1c	17	15	
	2a	22	19	
	2b	19	18	
シラカンバ	1a	19	16	1952年9月伐採
	2a	20	16	
	3a	22	20	
	4a	18	16	
	4b	16	15	
	5a	19	17	
	5b	17	15	
	6a	22	19	
	7a	23	19	
	7b	19	18	
シラカンバ	I	9.0	8.5	〃
	II	9.5	8.5	
	III	9.0	8.5	
	IV	9.5	8.5	
	V	10.0	9.0	
ミズナラ	I	11.0	9.5	〃
	II	10.0	9.5	
	III	10.0	9.5	
	IV	9.5	9.0	
	V	11.5	10.5	

3. 供試材片の木取

坑木の強度試験のために採用した供試材の大部分は丸太材を心持角材に製材したものである。先ず，髓心を出来る限り中心に位置させる如く縦断して正方柱となし，その際横断面の大さは 12×12cm を限度として，なるべく大ならしめた。この 2m 正方柱の両端を切去り，曲げ試験用供試材片の長さ 160cm とし，之を鉋削により幾何学的正方柱に仕上げた。圧縮試験片は曲げ試験片の破壊個所を避け，その両側に当る健全部より，中心から約 40cm を距てて切り取つた正方体2個である。

なお，これ等供試材片は生木状態において実験される建前であるので，製材，木取，鉋削等の処理は迅速を旨とし，丸太から正方柱供試材片の作製が終了すれば，直に曲げ強度試験を行つた。

又，小形の丸太材は角材とせず，そのまま強度試験に供した。この場合径間距離 80cm を採用した関係上，供試材片の長さ 90cm に切断した。

4. 試験方法

一般に木材強度試験は，木材試験規格に準拠するのが理想であるが，特殊目的の試験に対しては，必ずしも試験規格を遵法せねばならぬ訳ではない。むしろ，坑木を対象とした当試験にあつては，実用的試験に重点をおき，供試材はなるべく現に使用されつつある広葉樹坑木の規格に近接せしめ，坑木に特に要求される強度につき，本学備付の木材試験機の性能に応じた試験を実施した。即ち曲げ及び圧縮強度試験には，アムスラー会社製最大荷重 150t の材料試験機を使用した。同機は荷重の範囲を4階級に分け，それぞれ最大荷重を 15t, 50t, 100t, 150t とし，曲げ試験には 15t, 圧縮試験には 50t の階級を採用した。この材料試験並にこれに付属せる弾性撓度測定器等は勿論，これによる試験方法，強度その他測定値の計算式等については，当研究室で従来発表せる報告中に，記載されているから茲には省略する。

5. 試験成績

供試材個々についての試験成績は第1表の如きものであるが，材の特性をあらわす年輪密度，含水率，比重，強度数値につき，同一樹種間の平均値及び偏差率を求むれば第2表の如し。

第 1 表 (a)

樹種	供試材記号	年輪密度 1/cm	含水率 %	比重 試験時	比重 全乾時	弾性係数 t/cm²	曲げ強さ t/cm²	圧縮強さ t/cm²
アカダモ	1a	4.52	95.6	1.123	0.682	72.3	0.617	0.224
	1b	3.47	86.2	1.065	0.716	72.3	0.476	0.229
	1c	3.31	92.3	1.148	0.672	107.0	0.619	0.252
	1d	3.15	81.5	1.139	0.683	83.6	0.651	0.252
	2a	5.70	92.8	1.126	0.724	78.6	0.531	0.240
	3a	5.92	99.9	1.135	0.730	55.5	0.501	0.251
	4a	5.51	105.4	1.118	0.865	69.5	0.468	0.225
	4b	3.73	88.2	1.037	0.662	69.2	0.491	0.251
	4c	4.16	84.1	1.047	0.675	75.0	0.530	0.230
	5a	4.84	90.6	1.099	0.678	99.3	0.577	0.262
平均		4.43	91.7	1.104	0.709	78.2	0.546	0.242

樹種	供試材記号	年輪密度 $\frac{1}{cm}$	含水率 %	比重 試験時	比重 全乾時	弾性係数 t/cm²	曲げ強さ t/cm²	圧縮強さ t/cm²
ヤチダモ	1a	4.12	55.5	0.800	0.644	61.5	0.611	0.247
	1b	4.01	60.1	0.883	0.660	90.8	0.502	0.247
	1c	4.01	51.8	0.802	0.641	98.6	0.537	0.221
	2a	4.60	50.0	0.844	0.653	112.2	0.521	0.245
	3a	3.25	66.6	0.991	0.704	55.9	0.542	0.223
	3b	3.10	71.7	0.980	0.660	73.8	0.532	0.226
	3c	3.34	70.7	0.955	0.640	66.2	0.550	0.245
	4a	4.61	65.2	0.945	0.660	74.9	0.561	0.250
	4b	4.52	73.3	0.976	0.642	92.3	0.493	0.234
	4c	4.32	72.3	0.957	0.645	89.9	0.446	0.263
平均		3.99	63.7	0.913	0.655	81.6	0.530	0.240
ホホノキ	1a	3.21	100.5	0.814	0.468	87.7	0.468	0.227
	1b	3.50	91.0	0.795	0.441	60.0	0.476	0.217
	2a	3.53	78.1	0.681	0.420	86.1	0.390	0.189
	2b	3.92	51.9	0.533	0.395	49.3	0.369	0.185
	3a	4.50	65.5	0.573	0.368	49.2	0.382	0.179
	3b	4.84	53.7	0.526	0.403	48.8	0.327	0.179
	4a	4.42	85.3	0.707	0.429	84.8	0.473	0.223
	4b	4.41	74.9	0.692	0.445	78.7	0.501	0.216
	5a	5.20	96.2	0.745	0.422	70.7	0.445	0.214
	5b	5.06	79.2	0.654	0.425	52.1	0.406	0.207
平均		4.26	77.6	0.672	0.422	66.7	0.424	0.204
ハナイタヤ	1a	14.2	54.8	0.830	0.636	64.7	0.532	0.255
	2a	16.4	51.8	0.878	0.663	91.8	0.590	0.267
	3a	14.3	60.6	0.791	0.624	75.4	0.527	0.257
	4a	13.0	63.3	1.016	0.751	71.5	0.520	0.277
	4b	11.6	57.5	0.911	0.687	85.6	0.592	0.284
	5a	13.8	52.8	0.888	0.622	86.6	0.631	0.268
	6a	9.5	50.4	0.850	0.647	90.0	0.632	0.256
	6b	8.8	51.8	0.860	0.652	93.8	0.641	0.273
	7a	11.9	62.5	0.895	0.673	69.4	0.527	0.264
	8a	11.6	50.2	0.877	0.687	85.8	0.613	0.266
平均		12.5	55.6	0.880	0.664	81.5	0.581	0.267
ハンノキ	1b	5.18	61.6	0.695	0.411	50.4	0.274	0.152
	2a	4.70	90.0	0.702	0.498	64.4	0.447	0.207
	2b	4.60	72.5	0.755	0.510	77.7	0.443	0.206
	3a	5.20	71.6	0.692	0.465	62.2	0.380	0.177
	3b	5.31	87.4	0.731	0.449	61.4	0.371	0.181
	3c	4.96	82.0	0.712	0.471	67.8	0.509	0.190
	3d	4.96	81.1	0.736	0.466	75.5	0.459	0.217
	4a	4.75	85.6	0.735	0.444	51.6	0.367	0.151
	4b	4.66	78.6	0.707	0.445	56.0	0.370	0.160
	4c	4.23	79.0	0.716	0.451	69.5	0.385	0.181
平均		4.85	78.9	0.718	0.461	63.7	0.401	0.182
キハダ	1a	6.52	91.6	0.735	0.444	64.3	0.375	0.187
	1b	6.16	77.9	0.690	0.436	36.7	0.297	0.175
	2a	5.58	44.4	0.593	0.461	64.1	0.425	0.182
	2b	6.90	69.2	0.687	0.455	78.1	0.397	0.193
	3a	5.72	75.9	0.808	0.504	42.9	0.409	0.197
	3b	3.84	66.6	0.635	0.434	33.2	0.336	0.189
	4a	3.87	100.1	0.859	0.481	56.3	0.487	0.199
	4b	3.23	77.7	0.700	0.473	82.6	0.382	0.227
	5a	3.64	82.6	0.699	0.429	49.3	0.302	0.158
	5b	4.34	75.1	0.804	0.452	58.8	0.252	0.204
平均		4.98	76.1	0.721	0.457	56.6	0.366	0.191

樹種	供試材記号	年輪密度 1/cm	含水率 %	比重 試験時	比重 全乾時	弾性係数 t/cm²	曲げ強さ t/cm²	圧縮強さ t/cm²
シナノキ	1a	4.89	85.1	0.621	0.440	49.4	0.318	0.148
	1b	4.35	92.0	0.632	0.431	45.4	0.332	0.162
	1c	3.62	89.3	0.632	0.436	62.5	0.386	0.180
	2a	5.45	84.7	0.655	0.466	47.6	0.339	0.160
	2b	4.88	92.5	0.663	0.453	56.8	0.379	0.169
平均		4.64	88.7	0.641	0.445	52.3	0.351	0.164
シラカンバ	1a	3.71	72.2	0.842	0.532	55.7	0.424	0.163
	2a	3.40	76.8	0.770	0.479	47.4	0.406	0.153
	3a	3.56	69.0	0.804	0.521	45.1	0.394	0.164
	4a	4.15	78.9	0.805	0.494	75.2	0.418	0.187
	4b	3.94	81.8	0.829	0.498	89.8	0.459	0.201
	5a	3.59	80.4	0.866	0.526	72.6	0.464	0.186
	5b	3.56	77.4	0.843	0.521	71.6	0.465	0.200
	6a	3.81	77.4	0.802	0.469	62.6	0.378	0.152
	7a	3.20	77.1	0.833	0.516	62.8	0.401	0.161
	7b	2.77	78.8	0.841	0.515	60.8	0.398	0.183
平均		3.57	77.0	0.824	0.507	64.4	0.421	0.176

第 1 表 (b)

樹種	供試材記号	年輪密度 1/cm	含水率 %	比重 試験時	比重 全乾時	弾性係数 t/cm²	曲げ強さ t/cm²
シラカンバ	I	3.06	78.2	0.857	0.567	42.9	0.412
	II	3.21	81.7	0.838	0.547	49.8	0.437
	III	3.45	81.2	0.800	0.520	39.0	0.459
	IV	3.28	76.6	0.791	0.562	32.8	0.400
	V	3.13	75.9	0.855	0.564	44.2	0.539
平均		3.23	78.7	0.828	0.552	41.3	0.449
ミズナラ	I	5.67	83.6	1.043	0.646	28.9	0.515
	II	5.99	61.2	0.963	0.774	41.8	0.692
	III	5.23	67.6	1.043	0.726	43.8	0.755
	IV	5.56	63.9	1.000	0.736	40.7	0.627
	V	4.85	63.7	0.954	0.695	31.4	0.703
平均		5.46	68.0	1.006	0.715	37.3	0.658

第 2 表

樹種	年輪密度 平均値 1/cm	年輪密度 偏差率	含水率 平均値 (%)	含水率 偏差率 (%)	全乾比重 平均値	全乾比重 偏差率	弾性係数 平均値 t/cm²	弾性係数 偏差率	曲げ強さ 平均値 t/cm²	曲げ強さ 偏差率	圧縮強さ 平均値 t/cm²	圧縮強さ 偏差率
アカダモ	4.43	65.1	91.7	27.6	0.709	28.6	78.2	65.7	0.546	33.6	0.242	51.8
ヤチダモ	3.99	46.1	63.7	45.6	0.655	9.8	81.6	69.1	0.530	28.4	0.240	28.2
ホホノキ	4.26	54.4	77.6	65.6	0.422	23.7	66.7	63.2	0.424	5.9	0.204	27.7
ハナイタヤ	12.50	75.5	55.6	30.3	0.664	14.4	81.5	35.7	0.581	20.8	0.267	15.3
ハンノキ	4.85	22.3	78.9	36.5	0.461	21.5	63.7	42.8	0.401	58.9	0.182	37.2
キハダ	4.98	66.2	76.1	73.2	0.457	16.4	56.6	81.1	0.351	64.2	0.191	40.7
シナノキ	4.64	39.4	88.7	8.8	0.446	7.9	52.4	32.6	0.351	19.4	0.164	26.2
シラカバ	3.57	38.7	78.0	16.4	0.508	12.4	58.4	76.5	0.421	20.7	0.176	40.6
シラカバ	3.23		78.7		0.552		41.3	41.1	0.449	30.5	0.194	31.9
ミズナラ	5.46		68.0		0.715		37.3	40.0	0.658	28.6	0.264	16.3

6. 論　　議

前記試験成績に基き，主要な点を述べれば，次の如し。

(1) 一般に木材の比重は機械的性質と密接な関係にあり，弾性係数，曲げ強さ，圧縮強さは比重と直線的関係にあることは，多くの研究業績で明である。本研究における9種の樹種，アカダモ，ヤチダモ，ホホノキ，ハナイタヤ，ハンノキ，キハダ，シナノキ，シラカンバ，ミズナラの生材強度についてみるに，この規則は大体通用する。今，全乾比重の最大から最小に向つて樹種名をあげれば，ミズナラ(0.715)，アカダモ(0.709)，ハナイタヤ(0.664)，ヤチダモ(0.655)，シラカンバ(0.507, 0.552)，ハンノキ(0.461)，キハダ(0.457)，シナノキ(0.446)，ホホノキ(0.422)である。

(2) 生木含水率はアカダモ最大91.5%，ハナイタヤ最小55.6%，平均78.8%であつた。

(3) 大形心持材の試験において，曲げ弾性係数の最大はヤチダモ81.6 t/cm², ハナイタヤ81.5 t/cm²最小はシナノキ581 kg/cm²，曲げ強さの最大はハナイタヤ581 kg/cm², 最小はシナノキ351 kg/cm²，又圧縮強さの最大はハナイタヤの267 kg/cm²，最小はシナノキの164 kg/cm²であつた。

(4) 以上は供試材10又は5個の算術平均値を基礎としての批判であるが，各樹種の試験数値をみるに，最大最小間の範囲がかなり広く，その偏差率が大である。試験材として形質優良なものを選択し，周到なる注意の下に実験されたものであるけれども，年輪幅，比重，含水率の数値においても判明せる通り，各供試材が一様でなかつたし，なお又供試材における欠点，例えば枝節，髄心の位置等において，不統一のものがあつたので，強度数値は同一樹種間において大なる偏差を示したのは当然であるから，茲に算出した平均値の適用には十分考慮を要する。然し偏差率が100%以上のものはなかつた。これをいいかえれば，形質のよい坑木であるならば，実際上生材によつて決定された最小限度の強度数値を部材の設計に用いるとき，その安全率を2以上にする必要はないと思われる。

(5) アカダモ，ヤチダモ，ハナイタヤ，ホホノキ，ハンノキ，キハダ，シナノキ，シラカンバ8樹種の総平均曲げ強さ451 kg/cm²，圧縮強さ208 kg/cm²の数値を，かつて当教室にて試験発表した北海道産広葉樹6種の気乾材平均強度数値即ち曲げ強さ952 kg/cm²，圧縮強さ448 kg/cm²に比較すれば，生材の強度は気乾材の約半分と看做し得る。

(6) (4)及び(5)の結論を坑木利用に対する実際面に応用するに，広葉樹材の坑木が耐え得る限界強度としては，従来発表された気乾材の強度数値の1/4が妥当な数値である。勿論これは静的荷重に関していうので，動的荷重を考えねばならぬ場合は，更に検討を要する。

Summary

The mechanical properties of green or unseasoned wood are rarely tested in our country, while numerous records about testing strength of air dry wood have been published. As many timbers, namely mine timbers, used in water or wet places of high moisture contents, require practically the strength of green wood that represents least value of strength of materials to bear a load, it is worth for practical perposes to test the mechanical properties of various green hard wood. Therefore we have tested mechanical properties of the green wood or unseasoned wood of following species.

Akadamo	Kihada
Yachidamo	Shinanoki
Hanaitaya	Shirakaba
Hōnoki	Mizunara
Yamahannoki	

The anual rings in cm, moisture contents, specific gravity, modulus of elasticity, bending strength and endwise compressive strength of green wood were tested with the suitable materials obtained from trees selected in the forest of Tomakomai province. The results of tests on mechanical properties of green wood of each species are described in Table 1 and 2.