



構造用合板の強度実験データ

9.1 構造用合板の曲げ・せん断強度実験データ

9

表30. 9mm厚合板の曲げ・面内せん断性能

樹種	試験体数	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (10 ³ N/mm ²)	試験体数	せん断強さ (N/mm ²)	せん断弾性係数 (10 ³ N/mm ²)
ラワン	10	60.4(4.78)	10.21(1.791)	5	5.31(0.154)	0.446(0.0164)
ラーチ	10	58.9(23.12)	12.69(3.909)	5	4.55(0.381)	0.513(0.0275)
カナダ産針葉樹	10	57.2(21.82)	11.19(2.503)	5	4.17(0.264)	0.556(0.102)

かっこ内の数値は標準偏差を表す。

曲げ性能の測定は枠組壁工法建築物構造計算指針、面内せん断性能の測定はASTMD2719による。

出典：谷川 他：木質系構造用面材の強度性能とその評価 その4湿度環境が曲げた性能に及ぼす影響、(一社)日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)。渡邊 他：木質系構造用面材の強度性能とその評価 その8ASTMに準拠したTwo-rail shear法による面内せん断性能の評価、(一社)日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)。

表31. 12mm厚合板の曲げ・面内せん断性能

樹種	試験体数	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (10 ³ N/mm ²)	試験体数	せん断強さ (N/mm ²)
ラジアータパイン	110	46.1(24.9)	11.3(15.7)	27	4.34(15.0)
ラーチ	25	32.5(27.1)	10.2(17.3)	10	5.83(9.75)
ラワン	26	41.1(6.85)	8.00(9.19)	3	6.27 —

かっこ内の数値は標準偏差を表す。

曲げ性能の測定はASTMD 3043、面内せん断の測定はASTMD 2719-71による。

出典：高見：林業試験場研究報告No.225、合板工業No.118南洋材等代替原料開発促進事業報告書。

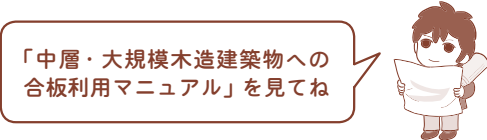


表32. ネダノンの曲げ性能

樹種	厚さ(mm)	0°方向						90°方向						
		密度		曲げ強さ		曲げヤング係数		密度		曲げ強さ		曲げヤング係数		
		平均(g/cm ³)	変動係数(%)	平均(N/mm ²)	変動係数(%)	平均(kN/mm ²)	変動係数(%)	平均(g/cm ³)	変動係数(%)	平均(N/mm ²)	変動係数(%)	平均(kN/mm ²)	変動係数(%)	
単一樹種	スギ	24	0.42	1.6	22.5	25.9	5.70	14.9	0.43	1.6	19.6	26.1	3.59	12.1
		24	0.44	3.3	20.0	12.6	4.95	9.1	0.43	3.3	18.7	23.9	3.73	11.7
		24	0.41	3.4	20.1	17.5	4.58	12.8	0.40	3.4	20.2	20.9	2.77	15.3
		24	0.41	2.1	18.9	11.9	4.79	7.6	0.41	2.1	17.9	21.6	3.10	19.5
		28	0.44	4.0	19.2	17.4	5.03	15.5	0.44	4.0	20.9	26.0	4.52	23.3
		28	0.48	3.1	20.9	12.6	5.39	9.9	0.41	3.1	20.0	14.0	3.68	10.7
		28	0.43	4.3	21.2	12.6	4.84	6.9	0.42	4.3	15.5	20.8	2.96	15.6
		28	0.42	3.3	24.3	18.1	4.90	6.3	0.42	3.3	19.2	17.8	3.29	11.6
	アカマツ	24	0.55	6.3	29.8	8.6	5.88	16.1	0.55	6.3	27.1	24.8	3.96	20.3
		24	0.54	3.8	31.9	15.1	7.57	6.2	0.55	3.8	32.3	33.2	6.28	20.2
		28	0.53	2.3	28.2	20.1	7.80	11.5	0.54	2.3	28.9	21.0	4.60	19.5
		28	0.53	1.5	33.2	10.6	7.86	9.5	0.53	1.5	29.5	22.5	4.26	9.4
		24	0.55	3.6	27.1	11.4	6.22	11.1	0.54	3.6	37.3	26.3	7.28	7.8
		24	0.57	2.4	25.8	22.6	6.63	10.1	0.57	2.4	21.0	31.1	4.35	14.6
		28	0.55	2.5	29.6	17.5	8.33	11.9	0.55	2.5	29.1	40.9	5.34	20.4
		28	0.56	2.7	30.0	23.7	7.95	13.3	0.56	2.7	19.8	29.5	4.76	10.3
カラマツ	28	0.49	2.8	21.7	15.6	7.31	15.3	0.49	2.8	18.1	21.6	3.33	10.1	
	24	0.49	1.4	35.3	10.8	7.62	6.1	0.49	1.4	21.0	9.6	3.28	7.7	
ヒノキ	28	0.50	2.5	36.8	18.0	7.96	11.3	0.50	2.5	20.9	19.4	3.24	12.8	
	24	0.43	3.1	25.8	5.9	6.37	10.7	0.42	3.1	19.4	22.9	3.57	11.0	
トドマツ	28	0.42	4.3	23.5	11.2	6.20	7.3	0.42	4.3	18.4	17.5	3.30	10.0	
	24	0.54	0.9	31.8	13.7	5.94	7.1	0.54	0.9	29.5	23.2	3.57	25.6	
ラジアータバイン	28	0.50	2.2	28.5	12.3	5.64	14.6	0.53	2.2	24.9	23.2	4.76	17.3	
	35	0.56	2.9	22.0	11.7	5.57	12.9	0.54	2.9	30.9	15.5	6.05	16.2	
ラーチ	24	0.59	1.9	38.4	16.2	9.19	9.4	0.60	1.9	25.1	38.9	3.42	25.9	
	28	0.66	3.4	34.4	9.9	9.06	4.9	0.66	3.4	39.2	12.8	6.46	13.8	
ベイマツ	35	0.68	1.8	34.8	16.8	9.60	11.3	0.70	1.8	33.6	11.0	6.00	14.3	
	24	0.56	3.7	29.5	22.9	7.83	16.6	0.50	3.7	22.3	33.5	6.13	14.5	
ラワン	28	0.60	3.1	37.6	10.3	8.45	10.1	0.60	3.1	21.4	29.8	7.09	9.7	
	24	0.56	3.0	45.0	7.6	8.05	5.1	0.56	3.0	41.8	14.5	5.55	10.9	
異樹種複合	スギ、アカマツ	24	0.44	1.7	19.8	12.6	5.22	8.1	0.44	1.7	31.0	12.1	5.00	15.2
		28	0.46	2.7	21.8	5.6	5.82	8.8	0.46	2.7	30.4	29.1	5.00	15.6
	スギ、ラジアータバイン	24	0.48	4.2	20.4	16.1	5.72	8.8	0.48	4.2	31.7	16.6	5.48	12.2
		24	0.45	1.5	22.8	18.9	5.32	10.9	0.44	1.5	19.4	18.8	2.96	15.0
		28	0.49	1.8	22.2	9.2	5.39	6.1	0.48	1.8	28.8	22.7	4.77	28.5
		28	0.52	4.5	27.8	10.1	6.49	7.0	0.52	4.5	31.1	20.0	5.65	12.9
	スギ、ラーチ	28	0.45	4.5	19.9	12.0	4.39	11.6	0.44	4.5	21.1	36.1	3.03	28.8
		24	0.54	3.6	20.7	16.0	5.74	9.5	0.53	3.6	33.2	36.8	5.86	18.4
		28	0.55	3.6	16.9	17.4	4.58	9.9	0.54	3.6	40.9	16.6	7.66	12.7
		28	0.65	3.4	34.7	12.1	7.03	7.5	0.66	3.4	38.2	18.1	6.68	15.5
	ヒノキ、スギ	24	0.45	3.8	35.3	14.9	6.86	9.5	0.44	3.8	20.9	20.6	2.16	10.6
		28	0.43	3.1	22.3	14.3	5.33	6.7	0.43	3.1	20.7	12.8	2.22	31.0
	カラマツ、スギ	24	0.43	3.5	20.6	14.0	5.78	5.8	0.43	3.5	21.4	12.2	3.45	10.8
		24	0.47	1.9	32.1	16.3	7.94	9.6	0.47	1.9	22.1	16.2	2.94	10.3
		24	0.47	3.9	23.4	22.3	6.04	13.4	0.46	3.9	22.4	27.4	2.49	29.3
		24	0.45	2.3	26.9	18.9	7.71	10.1	0.45	2.3	20.6	17.7	2.67	10.1
24		0.49	2.6	24.2	19.2	6.05	11.8	0.49	2.6	23.0	16.4	3.94	7.6	
24		0.50	3.3	21.3	12.0	6.54	9.5	0.50	3.3	22.6	20.6	5.98	8.1	
28		0.42	2.7	15.2	5.8	4.80	8.5	0.49	2.7	20.6	20.8	3.40	10.8	
28		0.47	2.4	26.3	14.2	7.06	8.3	0.47	2.4	20.7	11.7	3.07	16.8	
28		0.44	0.9	22.7	10.3	5.60	11.0	0.44	0.9	20.8	15.1	3.28	11.2	
28		0.50	5.0	23.8	11.7	7.11	4.9	0.49	5.0	19.2	18.4	2.49	19.2	
カラマツ、アカマツ	24	0.53	4.2	30.7	20.2	7.2	11.7	0.52	4.2	21.8	45.1	5.45	14.7	
	28	0.55	1.7	18.6	17.3	5.1	6.3	0.55	1.7	21.1	33.6	6.09	13.1	
カラマツ、ラジアータバイン	24	0.51	3.8	29.7	13.3	7.2	7.7	0.52	3.8	22.8	28.4	4.30	15.6	
	28	0.49	3.1	24.5	12.7	6.98	10.5	0.49	3.1	20.9	26.3	4.06	22.7	
アカマツ、ラジアータバイン	24	0.56	2.2	41.1	18.5	10.3	11.1	0.53	2.2	25.0	28.8	3.22	15.7	
	28	0.54	2.2	27.8	14.8	7.4	10.2	0.55	2.2	32.5	15.6	4.81	19.1	
ラーチ、スギ	24	0.56	3.2	40.6	13.0	9.26	5.7	0.56	3.2	23.7	19.9	3.71	9.8	
	24	0.53	2.2	30.6	13.8	7.03	5.0	0.54	2.2	16.2	18.3	2.87	13.5	
	24	0.47	3.2	25.2	27.9	7.12	12.7	0.46	3.2	20.7	26.1	3.94	16.4	
	28	0.45	2.6	22.1	32.1	5.84	6.8	0.44	2.6	20.8	18.5	3.71	11.0	
ベイマツ、スギ	24	0.44	2.4	18.5	17.7	5.21	9.8	0.44	2.4	23.1	14.9	2.94	10.6	
	24	0.51	3.4	17.6	24.4	5.29	5.9	0.51	3.4	23.5	17.6	4.48	13.4	
ベイマツ、ラジアータバイン	24	0.47	2.9	27.2	30.0	6.78	10.8	0.47	2.9	21.6	15.4	3.58	9.8	
	28	0.46	4.4	22.7	21.4	5.87	9.3	0.46	4.4	21.1	15.9	3.32	13.4	
ラーチ、アカマツ	28	0.49	4.0	21.8	20.7	6.89	17.3	0.49	4.0	20.6	23.5	3.25	16.3	
	24	0.50	3.7	21.8	20.9	5.87	11.9	0.50	3.7	23.1	35.6	6.21	15.3	
ラーチ	28	0.52	1.8	23.7	19.1	6.77	6.0	0.52	1.8	21.3	32.2	4.67	18.1	
	24	0.60	1.8	39.5	13.2	10.9	5.5	0.59	1.8	25.1	16.4	3.64	15.9	
アカマツ	28	0.60	3.5	43.1	10.7	10.4	5.4	0.63	3.5	34.2	23.2	5.81	13.3	

試験体数:各8体
同一の単板構成で複数の数値があるものは単板厚さが異なる。

【強度・弾性係数のSI単位は】
1N/mm²(=1MPa)=10.2kgf/cm²
1kN/mm²(=1GPa)=10.2tf/cm² } 約10倍すれば従来の単位に換算できます。

表33. ネダノンの面内せん断性能

樹種	厚さ(mm)	試験体数	密度(g/cm ³)		せん断強さ(N/mm ²)		せん断弾性係数(10 ³ N/mm ²)			
			平均	変動係数(%)	平均	変動係数(%)	平均	変動係数(%)		
単一樹種	スギ	24	8	0.42	(0.008)	4.65	(0.248)	0.567	(0.070)	
		28	8	0.45	(0.021)	5.42	(0.320)	0.623	(0.059)	
		28	8	0.50	(0.026)	5.20	(0.159)	0.666	(0.051)	
		28	8	0.47	(0.008)	5.64	(0.168)	0.556	(0.040)	
		28	8	0.42	(0.005)	4.33	(0.061)	0.687	(0.070)	
		アカマツ カラマツ	28	8	0.53	(0.008)	5.69	(0.212)	0.626	(0.082)
			28	8	0.54	(0.009)	6.34	(0.340)	0.817	(0.066)
		ラジアータバイン	24	8	0.54	(0.004)	5.31	(0.127)	0.592	(0.032)
	28		8	0.51	(0.009)	4.18	(0.235)	0.454	(0.019)	
	35		8	0.56	(0.008)	4.29	(0.283)	0.511	(0.025)	
	ラーチ	24	8	0.60	(0.011)	6.11	(0.193)	0.752	(0.048)	
		28	8	0.67	(0.008)	6.01	(0.233)	0.625	(0.053)	
		35	8	0.68	(0.005)	6.02	(0.249)	0.650	(0.022)	
	ラワン	24	8	0.58	(0.017)	5.45	(0.302)	0.504	(0.030)	
		28	8	0.57	(0.039)	4.73	(0.276)	0.419	(0.036)	
	異樹種複合	スギ、ラジアータバイン	28	8	0.50	(0.013)	5.61	(0.370)	0.662	(0.108)
アカマツ、ラジアータバイン		28	8	0.56	(0.012)	6.15	(0.201)	0.664	(0.050)	
ラーチ、アカマツ		28	8	0.59	(0.011)	6.10	(0.417)	0.702	(0.046)	

かつここの数値は変動係数(%)を表す。
同一の樹種・厚さで複数の数値があるものは単板構成が異なる。
異樹種複合板では上段が0°方向、下段が90°方向の単板樹種を表す。
測定はASTM2719-96 Method Cに規定されるTwo-rail shear法による。
出典:渡邊 他:第51回(一社)日本木材学会大会研究発表要旨集、p269(2001)。
山村 他:第51回(一社)日本木材学会大会研究発表要旨集、p270(2001)。
山村 他:2001年度(一社)日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集、C-1、p.49-50(2001)。

9.2 構造用合板の釘接合せん断強度実験データ

- 高い剛性と粘り
合板では、釘の引き抜け。
合板—製材の釘接合せん断性能は、初期剛性が高く、粘り強い(図57)。短期許容耐力は、一般に、最大耐力に対して2倍以上の余裕がある。
- 破壊形態
正確には、製材の樹種(比重)、合板の樹種(比重)、釘の寸法によるが、概ね次のようになる(図59)。
 - 厚さ7.5mmの合板:釘頭が合板を貫通するパンチングシア
 - 厚さ9mmの合板:スギ・スプルースなどの比重の軽い合板ではパンチングシア、比重の重い合板では、釘の引き抜け。
- 自動釘打ち機の圧力過大
自動釘打ち機の圧力が高すぎて、釘頭が合板に過度にめり込むと、強度が低く、粘りのない変形状になる。

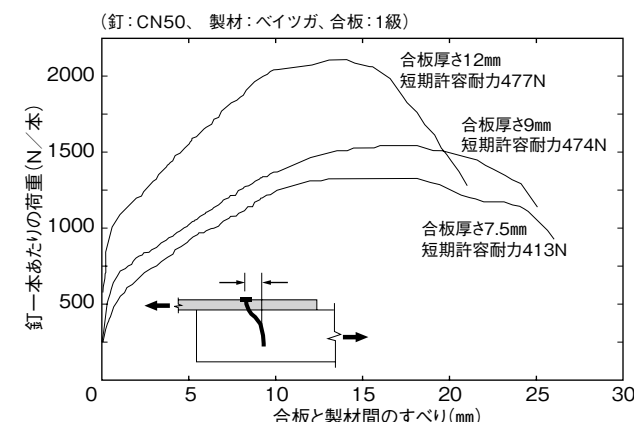


図57. 釘接合部の荷重-すべり関係の例

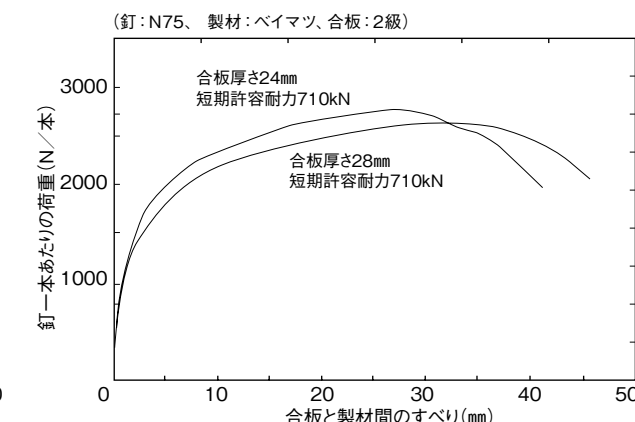


図58. 釘接合部の荷重-すべり関係の例

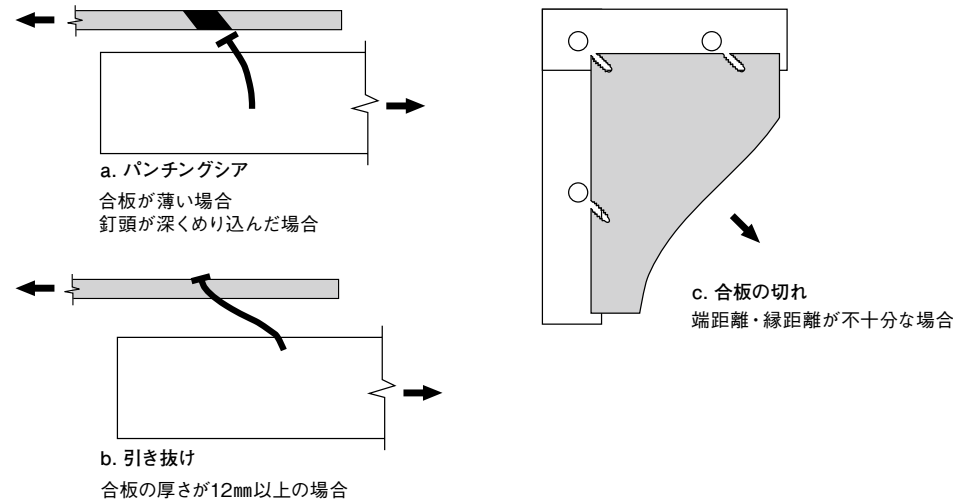


図59. 釘接合部の破壊モード

9.3 構造用合板の長さ変化率実験データ

表34-1. 構造用合板(ラジアータパイン・ラワン)の寸法安定性能 —その1—

樹種	厚さ (mm)	方向	試験 体数	20°C75%RH→20°C45%RH				20°C45%RH→20°C75%RH					
				含水率1%あたりのLE(%/%)			含水率(%)	含水率1%あたりのLE(%/%)			含水率(%)		
				平均	最大	最小	始	終	平均	最大	最小	始	終
ラジアータ パイン	7.5	//	21	-0.017	-0.040	-0.002	11.7	10.0	0.016	0.028	0.004	10.0	13.2
		⊥	11	-0.016	-0.031	-0.005	11.7	10.0	0.025	0.039	0.018	10.0	12.7
	12	//	17	-0.010	-0.019	-0.002	11.7	10.1	0.010	0.018	0.003	10.1	12.6
		⊥	11	-0.021	-0.035	-0.002	11.7	10.1	0.016	0.032	0.005	10.1	12.3
ラワン	6	//	9	-0.018	-0.026	-0.011	14.1	9.8	0.023	0.029	0.019	9.8	14.4
		⊥	9	-0.017	-0.024	-0.008	14.1	9.9	0.021	0.027	0.017	9.9	14.9
	9	//	9	-0.016	-0.018	-0.012	10.0	10.2	0.021	0.032	0.017	10.2	14.2
		⊥	9	-0.017	-0.019	-0.014	10.0	10.2	0.021	0.026	0.019	10.2	14.2

LE:長さ変化率(%)。表中の数値はLEを含水率変化量で除した値。
//, ⊥:表板の繊維方向が測定方向にそれぞれ平行および直交する場合。
測定はASTM D 1037に準じる。
出典:合板工業No.118南洋材等代替原料開発促進事業報告書。

表34-2. 構造用合板(ラジアータパイン・ラワン)の寸法安定性能 —その2—

樹種	厚さ (mm)	方向	試験 体数	20°C75%RH→20°C90%RH				20°C45%RH→20°C90%RH					
				含水率1%あたりのLE(%/%)			含水率(%)	含水率1%あたりのLE(%/%)			含水率(%)		
				平均	最大	最小	始	終	平均	最大	最小	始	終
ラジアータ パイン	7.5	//	21	0.006	0.012	0.001	13.2	20.0	0.009	0.014	0.002	10.0	20.0
		⊥	11	0.012	0.019	0.005	12.7	19.3	0.016	0.025	0.009	10.0	19.3
	12	//	17	0.007	0.012	0.002	12.6	19.4	0.008	0.013	0.004	10.1	19.4
		⊥	11	0.015	0.039	0.003	12.3	19.6	0.015	0.038	0.005	10.1	19.6
ラワン	6	//	9	0.009	0.016	0.002	14.4	18.2	0.018	0.022	0.014	9.8	18.2
		⊥	9	0.007	0.012	0.002	14.9	18.5	0.015	0.019	0.010	9.9	18.5
	9	//	9	0.008	0.021	0.003	14.2	17.4	0.015	0.027	0.013	10.2	17.4
		⊥	9	0.007	0.009	0.004	14.2	17.3	0.015	0.019	0.012	10.2	17.3

LE:長さ変化率(%)。表中の数値はLEを含水率変化量で除した値。
//, ⊥:表板の繊維方向が測定方向にそれぞれ平行および直交する場合。
測定はASTM D 1037に準じる。
出典:合板工業No.118南洋材等代替原料開発促進事業報告書。

表35. 構造用合板(ラーチ・ラワン)の寸法安定性能

樹種	種別	方向	試験 体数	含水率1%あたりのLE(%/%)			
				0-33%RH	33-66%RH	66-95%RH	0-95%RH
ラーチ	1類	//	5	0.023	0.014	0.005	0.013
		⊥	5	0.020	0.011	0.003	0.011
ラワン	特類	//	5	0.021	0.024	0.006	0.015
		⊥	5	0.021	0.020	0.007	0.014
	1類	//	5	0.021	0.019	0.007	0.014
		⊥	5	0.023	0.016	0.007	0.015

LE:長さ変化率(%)。表中の数値はLEを含水率変化量で除した値。
//, ⊥:表板の繊維方向が測定方向にそれぞれ平行および直交する場合。
測定はASTM D 1037に準じる。
出典:関野 他:木材工業、53(9) 408-412(1998)。