

9

構造用合板の実験データ

9.1

構造用合板の曲げ実験データ

表9-1 9mm厚合板の曲げ性能

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)
ラワン	10	60.4 (4.78)	10.21 (1.791)
ラーチ	10	58.9 (23.12)	12.69 (3.909)
カナダ産針葉樹	10	57.2 (21.82)	11.19 (2.503)

カッコ内の数値は標準偏差を表す。

曲げ性能の測定は(一社)日本ツーバイフォー建築協会編「2007年枠組壁工法建築物構造計算指針」による。

出典：谷川 他：木質系構造用面材料の強度性能とその評価その4湿度環境が曲げ性能に及ぼす影響、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)。

表9-2 12mm厚合板の曲げ性能

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)
ラジアータバイン	110	46.1 (24.9)	11.3 (15.7)
ラーチ	25	32.5 (27.1)	10.2 (17.3)
ラワン	26	41.1 (6.85)	8.00 (9.19)

カッコ内の数値は標準偏差を表す。

曲げ性能の測定はASTM D 3043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9-3 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 (10 ³ N/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 (10 ³ N/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
	アカマツ	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
		28	0.38	1.8	17.2	13.2	4.39	4.8	0.39	1.8	18.0	10.0	2.57	8.2
		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
	カラマツ	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
		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
	ヒノキ	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
		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
	トドマツ	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
		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
	ラジアータパイン	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
		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	
	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	
ベイマツ	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	
	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	
ラワン	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	
	28	0.48	7.8	28.1	14.5	5.64	11.7	0.49	7.8	36.5	19.0	6.08	10.5	
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、ラジアータパイン	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
	スギ、ラーチ	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
		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
	ヒノキ、スギ	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
		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
	カラマツ、スギ	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
		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	0.44	2.0	23.2	30.2	6.55	10.9	0.45	2.0	18.2	20.2	3.19	8.6
		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	
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	
ラジアータパイン	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	
	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	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	
ベイマツ	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	
	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	
ラーチ、アカマツ	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	
	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	
異樹種複合	スギ、ラジアータパイン	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
		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、ラジアータパイン	24	0.60	3.5	43.1	10.7	10.4	5.4	0.63	3.5	34.2	23.2	5.81	13.3	

異樹種複合合板では、並び順に、表裏単板、中板単板の樹種を表す。

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 } 約10倍すれば従来の単位に換算できます。
1kN/mm² (=1GPa) = 10.2tf/cm²

9.2 構造用合板のせん断実験データ

表9-4 9mm厚合板の面内せん断性能

樹種	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	5	5.31 (0.154)	0.446 (0.0164)
ラーチ	5	4.55 (0.381)	0.513 (0.0275)
カナダ産針葉樹	5	4.17 (0.264)	0.556 (0.102)

カッコ内の数値は標準偏差を表す。

面内せん断性能の測定はASTMD2719による。

出典：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、日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）。

表9-5 12mm厚合板の面内せん断性能

樹種	試験体数	せん断強さ (N/mm ²)
ラジアータパイン	27	4.34 (15.0)
ラーチ	10	5.83 (9.75)
ラワン	3	6.27 —

カッコ内の数値は標準偏差を表す。

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9-6 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)	
		28	8	0.53	(0.008)	5.69	(0.212)	0.626	(0.082)	
	アカマツ	28	8	0.54	(0.009)	6.34	(0.340)	0.817	(0.066)	
		ラジアータパイン	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)
	ラーチ	35	8	0.56	(0.008)	4.29	(0.283)	0.511	(0.025)	
		24	8	0.60	(0.011)	6.11	(0.193)	0.752	(0.048)	
		28								

9.3 構造用合板のくぎ接合せん断強度実験データ

試験材料: 合板は厚さ 24mm、28mm の JAS 2 級構造用合板。主材は製材。樹種と容積密度は表 9-7 のとおり。くぎは CN75、N75。

加力方法: 主材の側面に合板をくぎ打ちして主材を押し下げる方式 (図 9-2)。

破壊形態: 基本的にくぎの引き抜けであるが、全層スギと全層トドマツ合板では、くぎ頭によるパンチングシアも見られた。

荷重—変形関係: 図 9-1、3 に示す。主材の樹種による影響が大きく、同じ容積密度でも曲線の形が異なる。年輪構成などの影響と考えられる。合板の樹種による違いが認められるが、主材の樹種ほどではない。全層スギと全層トドマツ、全層カラマツと全層ヒノキは大差がないのでまとめて示した。複合樹種合板についても同様にまとめた。

注意: スギが主材の場合は、品種(産地)や原木の径級により容積密度に差がある。一般に、製材の柱や集成材は容積密度が高く、くぎ接合強度も高い(表 9-7 及び図 9-1 の主材スギのグラフを参照)。

荷重—変形関係のデジタルデータ: 日合連のホームページ (<http://www.jpma.jp>) からダウンロードできます。

表 9-7 試験材料容積密度 (g/cm³)

主材樹種	容積密度	合板樹種	容積密度
カラマツ	0.52	全層スギ	0.42
ヒノキ	0.44	全層トドマツ	0.42
スギ	0.36	全層カラマツ	0.54
スギ柱材	0.41	全層ヒノキ	0.50
ベイマツ	0.57	ベイマツ・スギ複合	0.45
オウシュウアカマツ	0.58	ラーチ・スギ複合	0.45
ホワイウッド	0.48	カラマツ・スギ複合	0.44
		ヒノキ・スギ複合	0.48

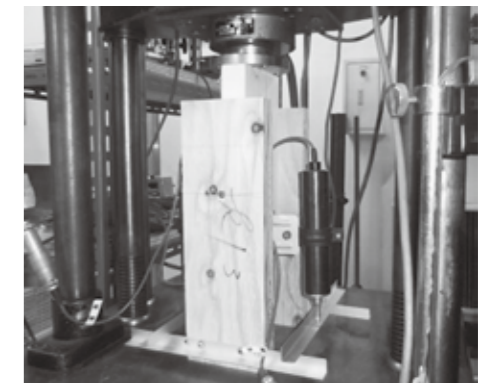


図 9-2 くぎ接合せん断試験

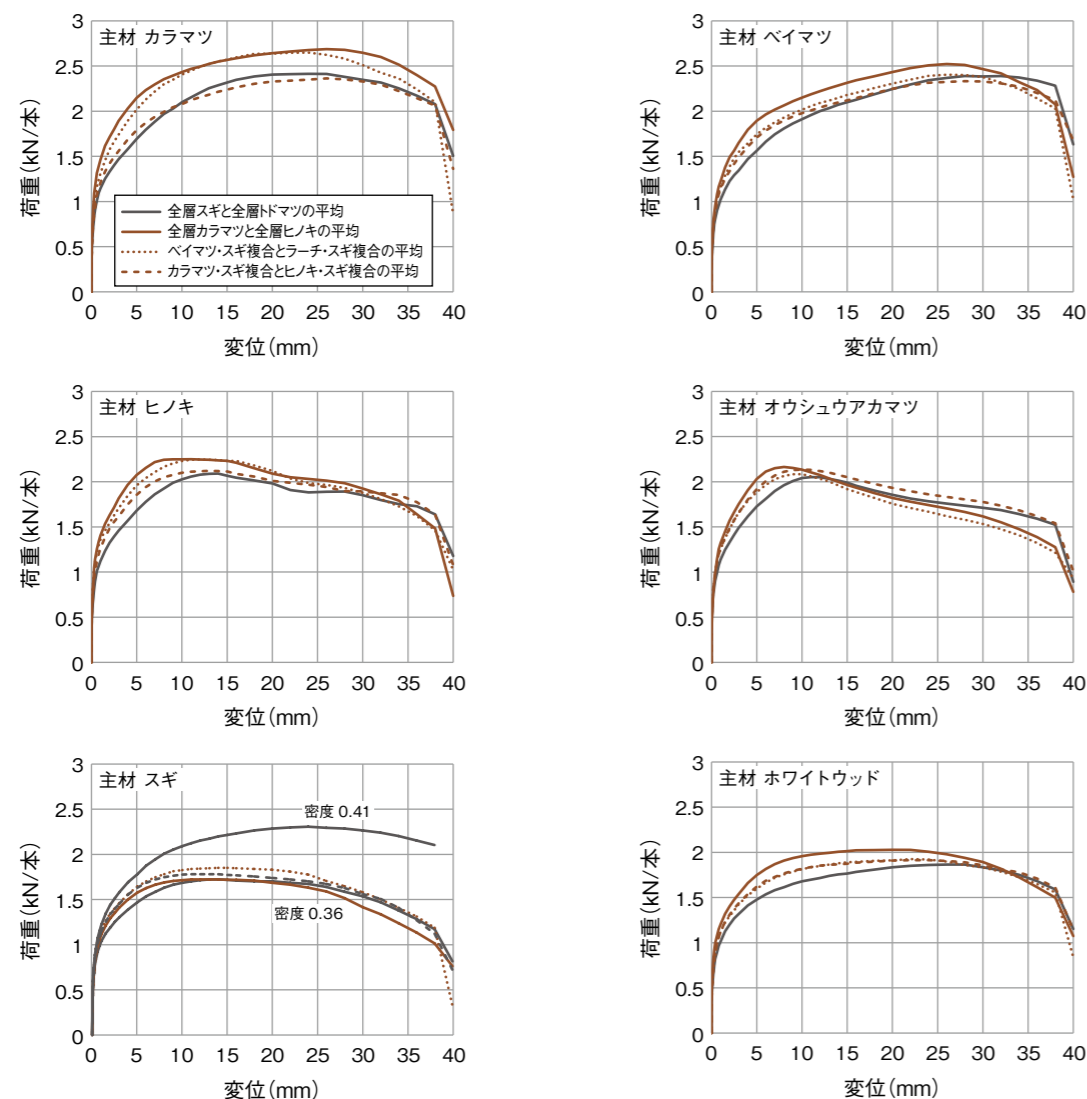


図 9-1 くぎ接合部の荷重—変形関係 (くぎ CN75)

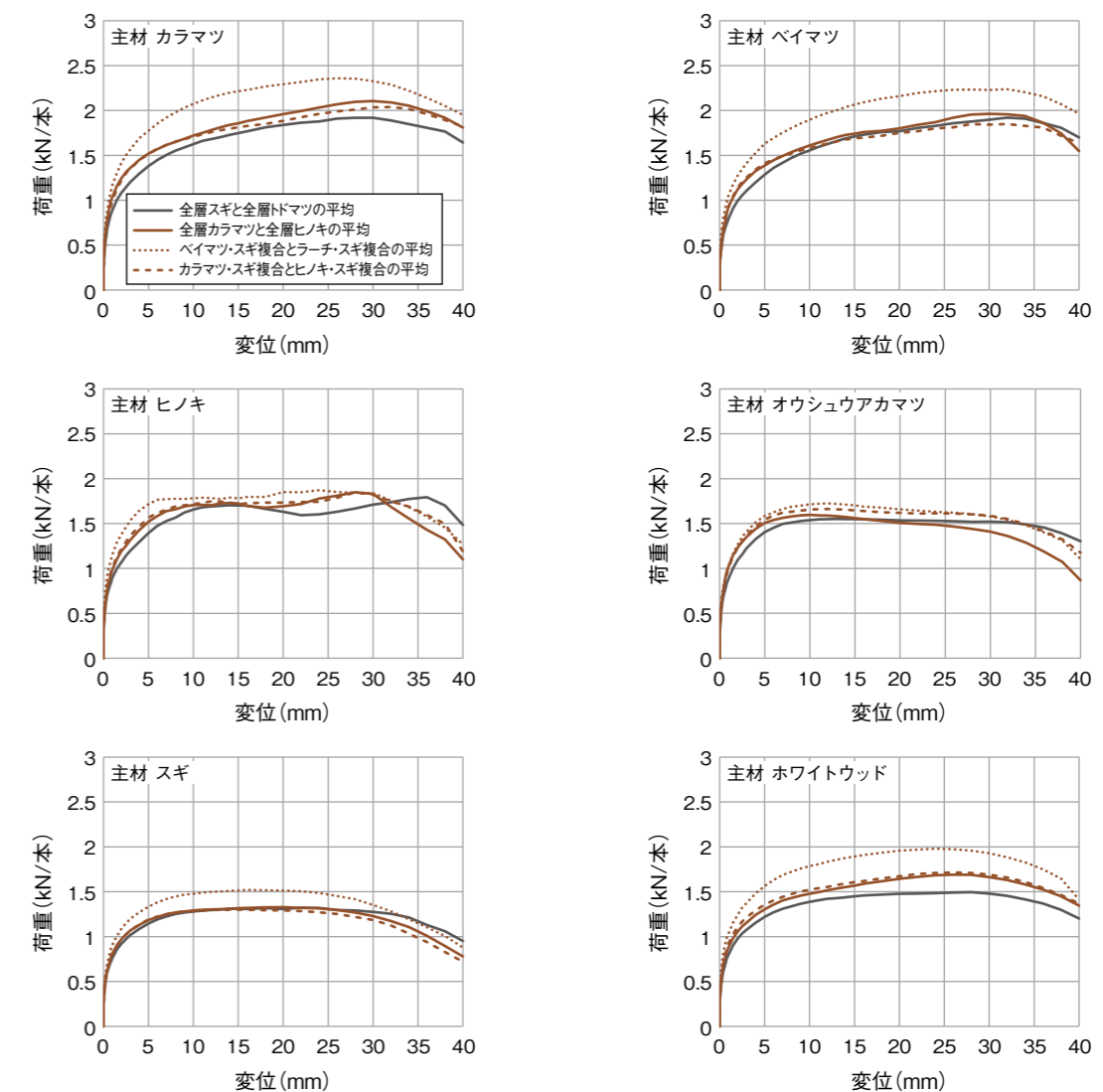


図 9-3 くぎ接合部の荷重—変形関係 (くぎ N75)