

スギ間伐材のたてつき加工と強度性能

野原 正人
熊谷 洋二
岩田 隆昭
間宮 敏夫
山本 和雄

まえがき

針葉樹の間伐材あるいは末木などを利用する場合、強度性能の低いことや狂いの発生が大きいこととともに、丸太の径級が小さく、しかも曲りが大きいため、長尺材や断面の大きい材料が得られないことが大きな障害となる。そのため本研究では、スギの間伐材を用いて、丸太の曲りを除去するため短尺に横切りしたのち、再びこれをたてつき加工して、通直材を得る場合の加工上の問題点を検討するとともに、その強度性能に検討を加えたのでその結果を報告する。

なお、この研究は、国庫補助試験のメニュー課題として、昭和50年～52年に実施したものの一部である。

1 試験方法

1.1 供試材

本巣郡根尾村の19年生スギ林分より約140本の間伐材を伐採し、採長4m、未口径4～14cm、樹幹の曲り15～35%のものを選び供試材とした。

1.2 製材寸法および試験材の採取方法

供試材の未口径と曲りに応じて可及的最大寸法の正割り、正角材である4.5cm角、6cm角、7.5cm角および9cm角の4種類を製材した。この場合、曲りの少ないものは4m材のまま各寸法に製材して、コントロール材とし、曲りの大きいものは2mの長さに横切りしたのち、それぞれの大きさに製材して、たてつき試験材とした。

各寸法に木取った試験材の各材面には図-1に示すような記号を附し、ミニフィンガーによるたてつき個所は図-2のように元口側と未口側の2種類とした。また、スカーフによるたてつきは2m材の中央部とした。

なお、たてつきされた材は全て同一原木から採材されたもので構成されるようにした。

供試材の未口径および曲りと、試験材の種類と供試本数は表-1のとおりである。

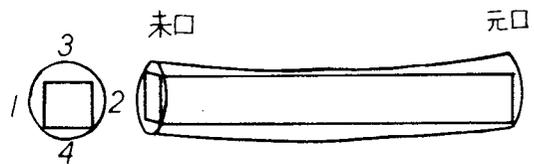


図-1 挽材面の記号のつけ方

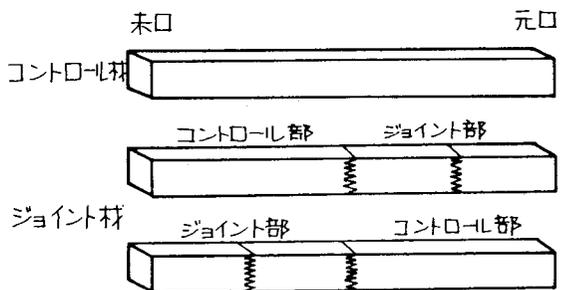


図-2 フィンガージョイントの方法

表-1 試験材の種類と供試本数

丸		太		採取試験材		
未口径 (mm)	本数	平均曲り (%)	種類	寸法	記号	本数
~ 7	10	18.7	コントロール	4.5 cm角	C A	10
	20	31.5	ミニフィンガー	"	F J A	16
	17	44.0	スカーフ	"	S T A	17
8~ 9	11	17.4	コントロール	6.0 cm角	C B	10
	34	26.7	ミニフィンガー	"	F J B	16
	14	48.0	スカーフ	"	S J B	14
10~11	14	20.3	コントロール	7.5 cm角	C C	10
	23	36.2	ミニフィンガー	"	F J C	16
	10	49.0	スカーフ	"	S J C	10
12~	5	13.3	コントロール	9.0 cm角	C D	10
	1	31.1	ミニフィンガー	"	F J D	16

1.3 たてつき加工

長さ4 mのコントロール材はそのまま、2 mのジョイント用試験材は1 mに横切りしたのち、木口から10~15 mmの部分の含水率が20%以下になるまで天然乾燥を実施した。

ミニフィンガーの加工は菊川製のコーナージョインターを用いたが、フィンガーの各部の大きさは表-2に示すとおりであり、接着剤は大日本インキ工業製のレゾルシノール樹脂接着剤プライオーフェン#6000であり、硬化剤はプライオーフェンカタリストTD-473を100部対15部の割合で配合して使用した。なお、木口の圧縮圧力は40 kg/cm²とした。

スカーフの加工は竹川製の円盤切削機を用い、その傾斜比を1:4および1:6の2種類としたが、表-3に示すような寸法に加工し、接着剤は前記のレゾルシノール樹脂接着剤を用い、圧縮圧力は10 kg/cm²とし、16~20時間圧縮した。

1.4 加工精度の測定

各試験材については製材後、飽削仕上げ後および天然乾燥後の各時期に寸法精度およびびりなどを測定した。また、たてつき加工後には、つき手部分の段ちがいおよび直線度などの加工精度を測定した。

1.5 強度試験

各試験材は、10 tのアムスラー型強度試験機を用いて、曲げヤング係数、曲げ比例限度力および

表-2 フィンガーの大きさ

各部の名称		大きさ (mm)
	フィンガー長 (l)	11.4
	ピッチ (P)	4.0
	底部の巾 (t)	0.6
	先端部の巾 (t')	0.7

表-3 スカーフの種類と大きさ

スカーフの大きさ	t (mm)	l (mm)
1:4	45	180
	60	240
	75	300
1:6	45	270
	60	360
	75	450

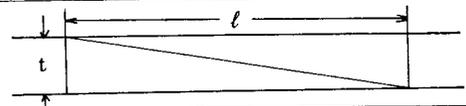


表-4 曲げ試験条件

断面 (mm)	記号	L (cm)	l (cm)	a (7h) (cm)	l' (cm)
45×45	A	108	45	31.5	30
60×60	B	129	45	42.0	30
75×75	C	150	45	52.5	30
90×90	D	176	50	63.0	40

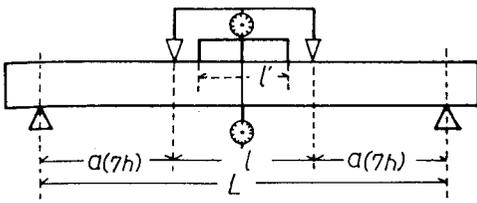


図-3 曲げ試験の方法

曲げ強さを測定した。

コントロール材は4 mの中央部を、フィンガージョイント材は、そのジョイント部と残りのコントロール部の中央部を、またスカーフジョイント材はそのジョイント部の中央部を曲げモーメント一定区間となるようにして、図-3に示すような4点荷重方式により、強度試験を実施した。試験条件は表-4に示すとおりである。

2 試験結果および考察

2.1 乾燥経過

たてつき加工を行なった試験材とは別に、各材種の含水率測定用試験材を設置して乾燥経過を測定した。図-4にその結果を示すが、伐期に若干差があったため、初期含水率は100~40%とバラツキが大きい。ジョイント加工は木口の含水率が20%以下に乾燥した時点で実施したが、全体の含水率は30~20%となり、比較的バラツキも少なく均一化している。しかし、A(45×45 mm)は含水率測定用試験材の含水率がジョイント用材の含水率より低かったため、ジョイント時の実際の含水率は他の材種より高くなっている。

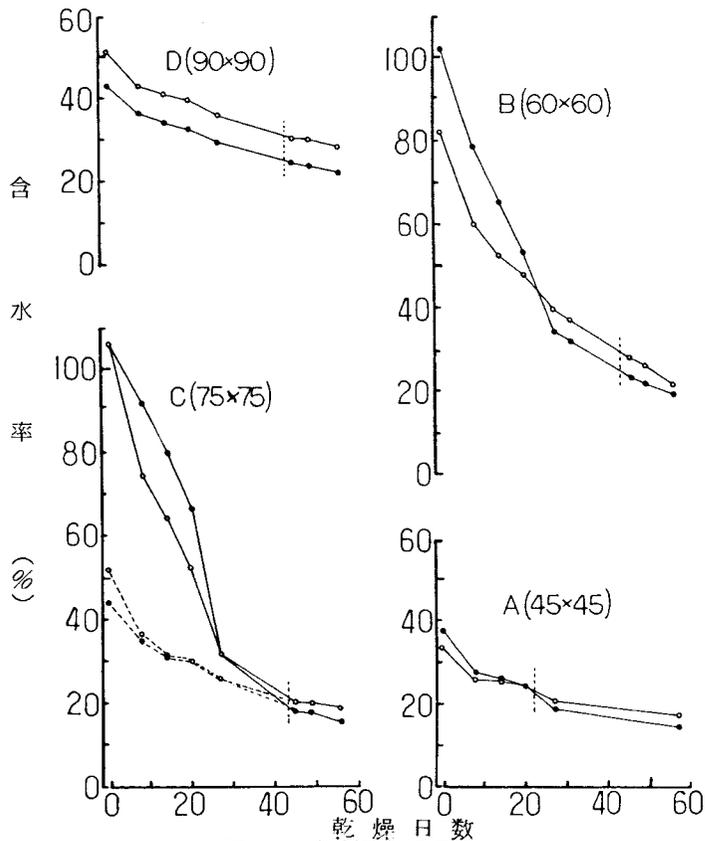


図-4 材種別乾燥経過

(注)はジョイント加工日

表-5 製材後の製品精度

区分	丸			太			製品						年輪巾 (mm)	
	長さ (mm)	径 (mm)		曲り (%)	寸法 (mm)		偏心 (mm)		元口	丸身 全体	一角	曲り (%)		
		未口	元口		巾	未口	元口	1-2面				3-4面		
C A	A v	405	69	115	19.7	47.7	7.6	11.5	2.90	2.16	0.35	0.50	5.1	
	S D	3.6	6.0	13.2	3.7	0.5	3.5	7.7	5.52	3.63	0.23	0.37	1.4	
C B	A v	403	88	128	17.4	62.7	13.4	18.9	5.19	4.63	0.21	0.26	4.5	
	S D	2.4	5.5	12.6	3.5	0.4	6.8	8.9	4.89	4.32	0.16	0.16	0.5	
C C	A v	403	108	156	21.2	77.3	13.8	24.1	7.34	5.54	0.13	0.21	5.7	
	S D	2.1	5.8	10.8	5.4	0.6	6.9	11.8	6.49	4.45	0.09	0.12	1.1	
C D	A v	405	115	160	11.2	92.7	7.8	21.0	15.34	7.29	0.09	0.09	4.8	
	S D	3.0	12.3	15.8	5.3	0.4	4.5	12.0	11.85	3.49	0.03	0.03	1.8	
FJA	A v	404	68	121	30.8	46.5	8.0	9.9	1.93	1.58	0.19	0.27	6.5	
	S D	2.3	8.6	12.3	7.6	1.5	4.2	5.6	4.81	3.88	0.15	0.19	1.3	
FJB	A v	403	92	134	35.9	61.0	7.3	15.0	4.28	2.92	0.17	0.19	6.1	
	S D	2.6	4.4	11.7	14.6	2.2	5.1	9.7	6.70	3.86	0.14	0.10	1.3	
FJC	A v	404	101	144	24.7	76.9	8.9	14.3	6.91	3.98	0.07	0.10	5.8	
	S D	3.6	9.9	13.3	14.8	1.1	5.5	10.4	8.42	4.03	0.06	0.08	1.4	
FJD	A v	410	103	147	28.0	92.5	8.8	12.0	23.97	9.80	0.04	0.07	4.3	
	S D	7.2	8.6	15.9	15.6	1.1	5.7	9.6	19.34	7.14	0.06	0.07	1.6	

(注) 製品の長さはコントロール材(C)、4m、ジョイント材(FJ)2mである

2. 2 製材後の製品精度とたてつき加工精度

コントロール材およびフィンガージョイント用材を採取した丸太の性状と製品精度を表-5に示す。コントロール材は長さ4mのまま製材するため、曲りを少なくしたが、ジョイント用材は曲りの大きいものを使用したため、その平均値は30%以上を示している。

しかし、フィンガージョイント用材の場合は、2mの長さに横切りしたのち製材しているため、製材品の偏心や丸太の大きさはコントロール材より小さくなっている。また、製材品の曲りも当然のことながら短いジョイント用材の方が小さくなり、横切りの効果が大きく現われている。供試丸太の曲りの大きい材面から採材した、製材品の1~4面の曲りはその直角材面の曲りより大きく、丸太の曲りが製材品の曲りに影響を及ぼすことを示している。

次に、たてつき加工の精度を表-6に示すが、段ちがいはジョイント部の材面のずれを、直線度はジョイントされた4m材の曲りを最高矢高で示したものである。段ちがいは材種による差があまり認められないが、直線度は断面の小さいものほど大きな値を示している。これは、たてつき加工後の養生期間中に生じた狂いが含まれているためと思われる。

表-6 たてつきの加工精度

種 別		木 口 含 水 率 %	加 工 精 度					直 線 度 (mm)
			段 ち が い (mm)				直 線 度 (mm)	
			1 面	2 面	3 面	4 面		
FJA	A _V	35.7	1.14	1.11	1.26	1.21	9.9	
	S _D	18.2	0.85	0.81	0.98	0.79	7.0	
FJB	A _V	14.5	1.25	1.29	0.49	0.53	7.1	
	S _D	1.6	0.74	0.77	0.43	0.46	5.3	
FJC	A _V	18.3	0.81	0.88	0.54	0.54	5.1	
	S _D	5.0	0.67	0.57	0.53	0.42	2.2	
FJD	A _V	22.5	1.88	1.94	0.42	0.38	3.6	
	S _D	6.5	0.33	0.34	0.24	0.28	1.5	

2. 3 狂 い

コントロール材は天然乾燥後に、フィンガージョイント材はジョイント加工して飽削した後と天然乾燥後にそれぞれ寸法・曲りおよびねじれなどの形質変化を測定した。その結果を表-7に示すが、飽削後の測定は加工精度を測定した時期とあまり時間的に差がないため、含水率あるいは曲りなどに大きな差が認められない。含水率が加工精度測定時より高くなっているが、これは木口含水率と、平均含水率との差である。

材種別にみても、断面積が小さくなるほど曲りやねじれなどの狂いが大きくなり、丸太の湾曲が大きかった3-4材面の曲りは天然乾燥後もやはりその直角の面より大きい値となり、丸太の曲りが天然乾燥後の製材品にも影響することを示している。

また、コントロール材とジョイント材とを比較してみるとFJA(4.5cm角)の場合は、ジョイント時の含水率が高かったため、天然乾燥後の曲りやねじれなどがCAより大きくなっているが、その他のジョイント材は全てコントロール材より狂いが少なくなり、丸太の曲りが大きくても短尺化してたてつきすれば、製材品の狂いを少なくすることができることを示している。

表一七 飽削後および天乾後の形質変化

区	分	飽削後				天乾後				ねじれ (°)		
		含水率 (%)	寸法 (mm)		含水率 (%)	寸法 (mm)		含水率 (%)	曲り			
			厚	巾		厚	巾		1-2面		3-4面	
C A	A.v.					46.7	46.4	12.9	46.4	19.6	31.7	6.7
	S.D.					1.0	1.0	0.7	1.0	17.3	26.5	3.7
C B	A.v.					61.6	60.8	13.5	60.8	20.6	15.4	5.8
	S.D.					0.8	0.9	0.6	0.9	15.0	9.4	2.6
C C	A.v.					76.2	76.0	13.3	76.0	9.7	8.1	4.2
	S.D.					0.8	0.9	0.4	0.9	9.6	6.7	1.7
C D	A.v.					91.8	91.8	15.9	91.8	5.2	2.4	2.4
	S.D.					1.0	0.9	1.9	0.9	2.8	1.2	2.4
F J A	A.v.	33.2	43.0	43.0	10.8	42.4	42.5	13.1	42.5	22.9	34.4	9.5
	S.D.	19.2	1.3	1.4	13.6	1.1	1.5	0.7	1.5	26.3	38.1	3.4
F J B	A.v.	16.6	56.9	56.9	11.7	56.7	56.9	14.6	56.9	12.9	16.3	3.2
	S.D.	0.7	1.7	1.8	13.0	1.7	1.8	0.4	1.8	15.2	14.0	1.7
F J C	A.v.	20.8	74.4	74.2	5.4	74.2	74.0	15.3	74.0	7.4	7.8	3.2
	S.D.	2.6	0.6	0.5	3.2	1.0	0.7	0.5	1.0	6.9	6.7	1.7
F J D	A.v.	29.1	89.5	89.5	3.3	89.2	89.4	19.1	89.4	3.0	3.8	1.4
	S.D.	6.0	0.7	0.8	1.9	0.8	0.8	3.4	0.8	1.8	5.2	1.9

2.4 曲げ性能

気乾状態まで天然乾燥した試験材は全て曲げ試験を行なったが、コントロール材は飽削仕上げをせず、鋸断面のまま試験を実施した。

コントロール材の曲げ性能試験結果を表-8に示すが、曲げヤング係数および曲げ強さも非常にバラツキが大きいものの、平均値では曲げヤング係数 $7.0 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、曲げ強さ 4.40 kg/cm^2 を示し、スキ間伐材としては標準的な性能を示している。

表-8 コントロール材の曲げ性能

区分	容積重 (g/cm^3)	含水率 (%)	ヤング係数 (10^3 kg/cm^2)		比例限 応力 (kg/cm^2) σ_{pc}	曲げ 強さ (kg/cm^2) σ_{bc}	σ_{pc}/σ_{bc}	
			Elc	ELc				
CA	Min.	0.353	1.23	39.5	38.5	211	378	0.391
	Max.	0.473	1.41	99.3	90.4	386	594	0.751
	Av.	0.406	1.29	67.1	61.0	270	461	0.599
	S.D.	0.040	0.7	17.5	14.7	54	74	0.118
CB	Min.	0.354	1.28	47.6	44.1	195	291	0.424
	Max.	0.446	1.46	107.5	120.0	367	659	0.835
	Av.	0.402	1.35	70.9	64.7	270	449	0.615
	S.D.	0.028	0.6	21.0	22.4	50	95	0.110
CC	Min.	0.344	1.32	49.9	47.9	189	317	0.514
	Max.	0.451	1.46	103.8	87.9	389	615	0.691
	Av.	0.395	1.38	70.3	65.6	254	424	0.598
	S.D.	0.030	0.4	14.6	11.1	57	83	0.061
CD	Min.	0.321	1.35	59.4	58.6	218	313	0.488
	Max.	0.466	1.93	107.7	102.3	331	538	0.706
	Av.	0.412	1.59	82.5	77.0	261	448	0.590
	S.D.	0.042	1.9	15.2	13.5	34	73	0.064

表-9はスカーフジョイント材の曲げ性能であるが、曲げヤング係数は平均で約 $6.5 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ を示し、コントロール材に比較してあまり大きな性能低下を示さない。しかし、曲げ強さは平均値で 2.00 kg/cm^2 となり、コントロール材に比較して非常に低い値を示している。また、スカーフの傾斜比と曲げ強さの関係をみても接着面積の大きい1:6の方が強度性能は高い筈であるが、本試験の場合は両者にほとんど差が認められなかった。

これは、未成熟材であるため狂いが大きく、スカーフの加工精度が低く圧縮操作も困難となり、ジョイント部の接着性能が低かったためと思われる。

次に、ミニフィンガージョイント材の曲げ性能を表-10に示す。曲げヤング係数においては、コントロール部およびジョイント部の差はほとんど認められず、平均 $6.3 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ を示し、比例限応力においても両者の差はあまり認められない。しかし、曲げ強さにおいてはコントロール部とジョイント部の差が大きく、コントロール部に対するジョイント部の曲げ強さ、すなわち接合有効率は66~75%となり、ミニフィンガーの有効率としては若干小さい値を示している。¹⁾²⁾

表-9 スカーフジョイント材の曲げ性能

区 分		含水率 (%)	ヤング係数 (10^3kg/cm^2)		比例限 応 力 (kg/cm^2) σ_p	曲 げ 強 さ (kg/cm^2) σ_b	σ_p / σ_b	
			E I	E L				
SJA	1:4	Min.	13.2	46.3	38.7	89	91	0.927
		Max.	14.7	84.8	64.5	216	223	1.000
		Av.	13.7	63.2	49.6	147	155	0.955
		S.D.	0.5	13.4	9.1	43	48	0.029
	1:6	Min.	13.1	44.3	35.9	35	45	0.676
		Max.	16.7	84.4	68.9	276	388	0.959
		Av.	14.3	59.5	50.9	170	212	0.828
		S.D.	1.0	11.3	11.6	67	101	0.101
SJB	1:4	Min.	14.2	42.6	27.6	91	147	0.446
		Max.	17.0	139.5	95.6	216	281	1.000
		Av.	15.3	67.6	56.8	156	222	0.714
		S.D.	0.8	32.0	19.6	43	47	0.165
	1:6	Min.	14.2	39.5	33.3	110	168	0.632
		Max.	19.8	99.5	77.9	293	358	0.913
		Av.	15.6	65.1	56.1	181	235	0.760
		S.D.	1.9	19.3	13.3	61	62	0.097
SJC	1:4	Min.	14.9	42.4	38.8	77	152	0.368
		Max.	24.8	70.3	63.9	193	274	0.871
		Av.	17.6	54.7	50.4	131	191	0.697
		S.D.	3.4	10.0	8.2	40	45	0.164
	1:6	Min.	15.5	55.3	46.6	133	139	0.721
		Max.	30.1	112.8	84.2	319	331	0.964
		Av.	19.4	75.1	61.4	187	208	0.900
		S.D.	6.0	23.0	14.3	77	78	0.103

また、比例限応力と曲げ強さの比はコントロール部の場合0.45~0.62であるのに対して、ジョイント部は0.65~0.84と大きく、ジョイント材のねばりが少ないことを示している。曲げ破壊形態をみた場合、フィンガー部の引き抜きによる破壊はほとんどなかったため、たてつき加工上の問題はまず考えられず、接合有効率の低下および σ_p/σ_b の大きくなることが、間伐材など小径材の特徴とみてさしつかえないものと思われる。

表-11は、コントロール材とジョイント材の曲げ性能を比較したものである。コントロール材はジョイント材のコントロール部より若干曲げ性能が高いために、曲げヤング係数の比、あるいは曲げ強さの比(接合有効率)はコントロール部と比較した場合より低い値を示している。

スカーフジョイントおよびミニフィンガージョイントとも曲げヤング係数の比はほぼ0.8以上を示し、たてつきによる性能低下はあまり問題とならないが、曲げ強さの比、すなわち接合有効率は非常に小さくなり、ことにスカーフジョイントの場合はほとんどが0.5以下となり、加工精度の向上をは

表-10 ミニフィンガージョイント材の曲げ性能

区分	容積重 (g/cm ³)	含水率 (%)	コントロール部				ジョイント部				ヤング係数の比		比例限度力と 曲げ強さの比		曲げ強 さの比	
			ヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)		曲げ強さ (kg/cm ²)		ヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)		比例限度力 (kg/cm ²)		E1 / ELo	EL / ELo	σpo / σbo	σp / σb		
			E1o	ELo	σpo	σbo	E1	EL	σp	σb						
FJA	Min.	0.307	11.8	39.6	89.7	186	308	40.1	33.8	146	250	0.698	0.725	0.433	0.436	0.539
	Max.	0.515	14.3	88.7	82.2	293	507	78.2	73.8	328	374	1.313	1.301	0.828	1.000	0.921
	Av.	0.422	13.1	57.0	55.4	248	406	58.2	53.7	253	302	1.037	0.974	0.622	0.844	0.751
	S.D.	0.050	0.7	11.3	10.4	34	52	11.1	11.0	50	35	0.174	0.145	0.122	0.163	0.088
FJB	Min.	0.352	13.8	39.0	34.2	170	281	33.1	33.3	159	219	0.548	0.512	0.468	0.570	0.432
	Max.	0.520	15.5	87.4	82.8	333	544	74.3	69.1	270	342	1.502	1.626	0.725	0.903	0.791
	Av.	0.422	14.6	58.1	54.8	241	417	58.6	53.9	211	269	1.047	1.039	0.579	0.788	0.657
	S.D.	0.041	0.4	14.4	14.1	45	60	12.7	10.1	32	32	0.260	0.286	0.073	0.099	0.102
FJC	Min.	0.361	14.5	22.7	23.2	79	216	35.2	31.1	134	171	0.629	0.616	0.317	0.519	0.515
	Max.	0.480	16.3	101.1	84.6	316	523	100.4	80.2	300	397	1.704	1.522	0.776	0.967	0.835
	Av.	0.412	15.3	63.7	56.9	222	409	63.8	56.8	205	267	1.059	1.027	0.543	0.778	0.660
	S.D.	0.026	0.5	20.1	14.4	60	75	19.8	14.6	45	54	0.326	0.233	0.126	0.143	0.100
FJD	Min.	0.366	16.4	38.8	40.2	107	282	49.7	48.4	80	192	0.552	0.617	0.317	0.417	0.478
	Max.	0.548	30.8	136.8	109.8	273	592	119.6	103.7	297	406	1.629	1.509	0.620	0.852	0.947
	Av.	0.460	19.1	75.1	71.1	203	427	73.0	70.8	199	303	1.038	1.024	0.451	0.656	0.723
	S.D.	0.060	3.5	27.4	19.9	57	99	20.1	17.4	54	66	0.267	0.190	0.133	0.117	0.128

からないかぎり実用することは不可能であろう。しかし、スカーフジョイントの加工精度を向上しようとするれば、ある程度作業能率を犠牲にする必要があり、狂いが大きく加工精度の悪い間伐材などの小径木をスカーフジョイントすることは問題があらう。

ミニフィンガーの場合は、接合有効率も若干一般材に比較して低い値を示すが、この程度の有効率があれば、用途によっては充分実用化が可能であろう。

表-11 コントロール材とジョイント材の曲げ性能比較

区 分	ヤング係数の比		比例限 応力の比 σ_p/σ_{pc}	曲げ強さ の 比 σ_b/σ_{bc}
	E_l / E_{lc}	E_L / E_{Lc}		
SJA1:4	0.942	0.813	0.544	0.336
SJA1:6	0.887	0.834	0.630	0.460
FJA	0.867	0.880	0.937	0.655
SJB1:4	0.953	0.878	0.578	0.494
SJB1:6	0.918	0.867	0.670	0.523
FJB	0.827	0.833	0.781	0.599
SJC1:4	0.778	0.768	0.516	0.450
SJC1:6	1.068	0.936	0.736	0.491
FJC	0.908	0.866	0.807	0.630
FJD	0.885	0.919	0.762	0.676

ま と め

針葉樹間伐材の大きな欠点である樹幹の曲りを除去して加工歩止りの向上をはかるとともに、強度性能の向上を期待する方法として、スギ間伐材を用いて短尺に横切りしたのち、再びたてつき加工した場合の加工上の問題点と曲げ強度性能を検討した。

その結果を要約すれば次の通りである。

- (1) たてつき材は、短尺化するため、曲り、偏心が少なくなり、製品の狂いは少なくなる。
- (2) コントロール材の曲げ性能は材種による差はあまりなく、その平均値は曲げヤング係数(曲げモーメント一定区間) $72.7 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、比例限度力 263 kg/cm^2 、曲げ強さ 445 kg/cm^2 であった。
- (3) スカーフジョイント材の曲げ性能は材種およびスカーフ傾斜比の差がほとんどなく、曲げモーメント一定区間の曲げヤング係数は平均 $64 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、比例限度力は平均 162 kg/cm^2 、曲げ強さは平均 203 kg/cm^2 を示し、曲げヤング係数の割に曲げ強さが低い値を示した。
- (4) ミニフィンガージョイント材の曲げ性能は、そのジョイント部の平均値で曲げモーメント一定区間の曲げヤング係数は $63 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、比例限度力 217 kg/cm^2 、曲げ強さ 285 kg/cm^2 を示した。
- (5) コントロール材とジョイント材の曲げ強さの比、すなわち接合有効率はスカーフジョイントで平均 0.459 、ミニフィンガージョイントで平均 0.640 を示した。

文 献

- 1) 星通：縦つぎ材を貼り合せた角材の性能：木材工業、Vol. 32.10（1977）
- 2) 星通：ミニフィンガージョイントの形状と性能(3)：林試木材部資料、（1978）