

カラマツ間伐材の乾燥に関する研究 (第1報)

- 集成柱用正割材の人工乾燥 (2) -

大山 幸夫 河原田 洋三
米田 昌世 千葉 宗昭

前号¹⁾には、丸太または耳付平割のまま人工乾燥してから製材した心持正割材ならびに心持正割材の人工乾燥による含水率経過、水分傾斜、乾燥応力および収縮率などの各乾燥特性について報告した。今回は、各木取材の割れ、ねじれ、曲りなどの損傷ならびに人工乾燥材の環境変化による寸度安定性について比較検討した。

3.5 木口割れおよび表面割れ

第3表および第4表に丸太ならびに各木取材の木口割れ、表面割れの本数、平均長さおよび平均割れ巾を示した。7月間伐材は伐採後、人工乾燥までに約5ヵ月間貯材されているので、既に多数の木口割れ、表面割れが発生しており、これを人工乾燥することにより、新たに多数の割れを発生する。一方11月間伐材では、乾燥前はもとより人工乾燥をおこなっても、丸太1本当たり教本以内の割れ発生にとどまっている。しかしながら、この乾燥丸太を製材して心持6cm角を木取った場合、割れの出現率はむしろ増加する。これは、内部割れの発生によるものと思われる。一方、7月間伐材においては著しく減少するので両者が接近し、同程度の割れ本数を示している。また、丸太に背割を入れた条件も同様の傾向を示すが、木取材に出現する割れ本数は著しく減少する。これに対し正割乾燥の条件では、丸太乾燥 - 正割の場合と比較して木口割れ本数は変わらないが、表面割れ本数は1/3程度にとどまり、

丸太に背割を入れた木取材と同程度の発生を示している。

平均割れ長さを各木取材についてみると、全般に顕著な差はみられないが、正割乾燥ならびに乾燥丸太を製材した正割のうち背割を入れない7月間伐材を除いて短い傾向を示している。

平均割れ巾では、丸太乾燥の場合には、背割を入れない7月間伐材を除いて、1mm以下の割れ巾にとどまり、正割および耳付平割よりも小さい傾向が認められる。

なお、各材種ともに本試験程度の乾燥温度の差ならびに仕上り含水率の変動による割れ発生への影響は少ないようである。

3.6 ねじれ

第5表のねじれ角は、角度計による隣接2面の測定値のうち最大値をとり、各条件における供試木の最低値、最高値ならびに平均値を示し、第5図では、デー

第3表 カラマツ間伐材の平均割れ本数 (供試材1本当たり)

材種	乾燥条件	木口割れ			表面割れ			仕上含水率 (%)
		人乾前	人乾後	木取材	人乾前	人乾後	木取材	
丸太乾燥	A-7	19.1	29.9	8.4	1.0	54.4	22.7	12.0
	A-11	0	4.0	3.8	0	3.6	19.0	14.0
	(A'-7)	15.0	27.0	3.5	5.0	39.4	2.5	11.9
	(A'-11)	0.3	1.1	1.4	0	0.1	9.1	12.7
	B-7	20.6	24.6	9.6	16.6	34.4	16.3	8.6
正割	B-11	2.5	6.2	8.3	0.3	5.7	10.0	10.1
	(B'-7)	20.6	26.4	3.4	16.0	25.9	0.6	8.2
	(B'-11)	2.2	3.8	2.7	0.5	0.6	3.2	8.4
耳付平割乾燥	A-7	7.5	9.8	—	0.5	17.7	—	10.4
	A-11	0.3	2.4	—	0	10.4	—	12.6
	B-7	5.4	9.1	—	0.5	19.4	—	9.2
	B-11	0.4	2.1	—	0	8.9	—	12.0
正割乾燥	A-7	9.6	11.4	—	0	5.9	—	12.0
	A-11	2.2	3.4	—	0	5.5	—	11.1
	B-7	3.0	6.8	—	0	5.8	—	12.6
	B-11	0.1	0.9	—	0	1.6	—	13.6

第4表 カラマツ間伐材の平均割れ長さおよび割れ巾

材種	乾燥条件	木口割れ (mm)			表面割れ (mm)			平均割れ巾 (mm)
		人乾前	人乾後	木取材	人乾前	人乾後	木取材	
丸太乾燥 ↓ 正割	A-7	42	86	93	107	302	250	2.0
	A-11	0	90	74	0	277	109	0.9
	(A'-7)	49	99	53	77	185	137	0.8
	(A'-11)	35	34	42	0	120	84	0.5
	B-7	80	100	122	195	246	224	1.7
	B-11	62	131	88	90	232	111	0.8
	(B'-7)	73	71	42	134	152	113	0.6
(B'-11)	38	48	49	132	141	80	0.5	
耳付平割 ↓ 正割	A-7	42	86	—	32	217	—	1.4
	A-11	31	210	—	0	247	—	1.6
	B-7	53	96	—	134	210	—	1.5
	B-11	35	177	—	0	202	—	1.2
正割乾燥	A-7	28	36	—	0	149	—	(69)
	A-11	24	66	—	0	168	—	(59)
	B-7	34	39	—	0	90	—	(62)
	B-11	26	58	—	0	88	—	(69)

注：平均割れ巾は、各木取材の最大表面割れ巾の平均値である。
平均割れ巾()の数値は、最大割れ巾1mm以上の本数比率である。
0.5mm以下の割れ巾は0.25mmとして計算した。

ターの信頼性を得るため、統計的に検定して平均値の信頼区間を危険率10%で求めてみた。

カラマツ間伐材を丸太のまま人工乾燥した場合、殆んどねじれないものから56度もねじれる丸太があって、バラツキが非常に大きいので乾燥条件による明確な差は認められないが、背割を入れることによってねじれ角が増大する傾向にある。しかしながら、この乾燥した丸太を製材した心持6cm角のねじれ角は、生

材の製材品に近い平均1~2度にとどめることができ、乾燥温度、代期、背割加工などの条件による影響が少なくなる。写真1~3は、一方の木口の底辺を水平にしたときのねじれ、曲りの状態を現したものであるが、写真1にみられるように、乾燥丸太より製材した正割は、肉眼的には殆んどねじれがわからないくらいである。一方、耳付平割ならびに正割のねじれ角は、人工乾燥前には平均1度前後にとどまっているが、人工乾燥することにより、写真2および3のように、各条件ともに平均13~17度と大きくねじれ、そのまま

切削加工することは困難なものと思われる。

なお、人工乾燥による丸太の旋回方向は、39本のうち3本が右旋回し、木取後は丸太の旋回方向と無関係に4本が右旋回したが、大部分は左旋回であった。

3.7 曲り

丸太ならびに各木取材の曲り量を第6表および第6図に示した。丸太においては、各条件ともに10mm前後の曲り量を示しているのに対し、この乾燥丸太より

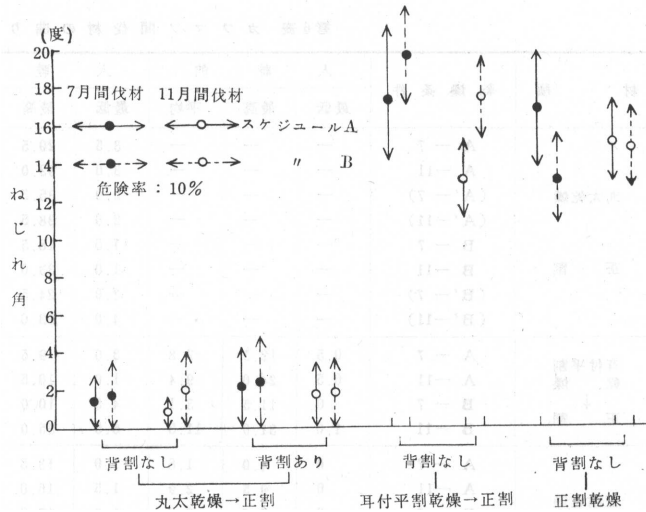
第5表 カラマツ間伐材のねじれ角(度)

材種	乾燥条件	人乾前			人乾後			木取後			仕上り含水率 (%)
		最低	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	
丸太乾燥 ↓ 正割	A-7	—	—	—	0.23	23.72	9.55	0.62	1.93	1.42	12.0
	A-11	—	—	—	2.50	13.77	6.97	0.17	2.07	0.95	14.0
	(A'-7)	—	—	—	1.35	37.77	16.38	1.17	4.38	2.11	11.9
	(A'-11)	—	—	—	7.77	35.18	20.68	0.58	3.13	1.60	12.7
	B-7	—	—	—	1.20	24.70	14.22	0.02	3.22	1.80	8.6
	B-11	—	—	—	1.95	19.42	8.28	0.65	3.33	1.97	10.1
	(B'-7)	—	—	—	7.57	56.10	25.08	0.78	4.77	2.25	8.2
(B'-11)	—	—	—	7.17	34.00	19.90	0.58	3.80	1.73	8.4	
耳付平割 ↓ 正割	A-7	0.13	0.90	0.45	6.62	24.80	16.10	11.98	23.45	17.20	10.4
	A-11	0.05	1.83	0.61	0.60	25.83	14.80	3.83	25.33	13.00	12.6
	B-7	0.13	2.28	1.15	8.61	22.78	15.95	10.38	25.45	19.64	9.2
	B-11	0.12	1.05	0.80	8.77	35.70	16.58	8.32	35.35	17.37	12.0
正割乾燥	A-7	0.07	1.53	0.81	3.22	29.98	16.82	—	—	—	12.0
	A-11	0.13	1.38	0.78	4.72	21.53	15.10	—	—	—	11.1
	B-7	0.11	1.87	0.91	6.85	19.98	13.05	—	—	—	12.6
	B-11	0.48	4.00	1.61	8.53	21.13	14.67	—	—	—	13.6

製材した正割ならびに乾燥後の耳付平割より木取った正割が約1/2にあたる平均5mm前後の曲り量にとどまっている。また、正割乾燥では平均8mm前後と若干大きい曲り量をしめしているが、第6図の信頼区間からみて高度な有意差は認められない。

3.8 乾燥正割材の寸度安定性

人工乾燥後の各木取材の環境変化による寸度安定性を確認するため、各条件より3本ずつの供試材を選定し、20℃、85%R.H.の室内に1ヵ月間



第5図 カラマツ間伐材木取材のねじれ角

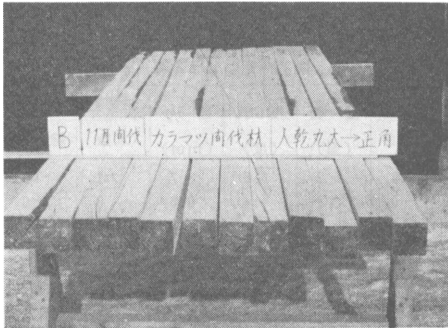


写真1. 乾燥丸太 正割 (11月間伐材, B条件)



写真2. 耳付平割乾燥 正割 (11月間伐材, B条件)



写真3. 正割乾燥 (11月間伐材, B条件)

放置後、直ちに20℃、65%R.H.の室内に1ヵ月間放置したときの乾燥終了時に対する重量変化率、収縮率ならびに割れ、ねじれ、曲りなどの変化量について測定した結果を第7表に示した。

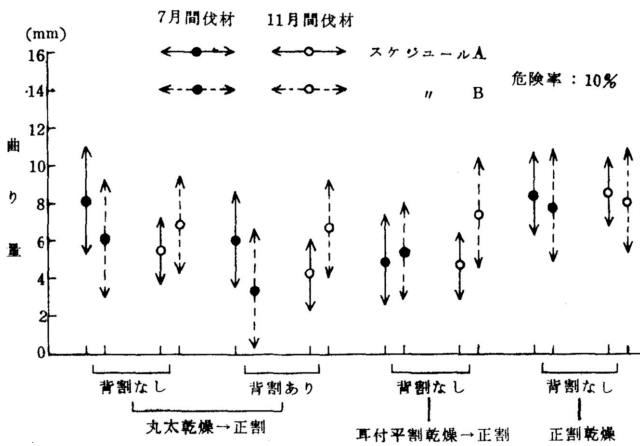
吸湿条件における平衡含水率が18%であるため、各条件ともに2~5%の重量増加率を示し、脱湿条件(平衡含水率12%)において減少し、特に乾燥終了時の重量よりも軽くなっているものもあるので、各試験材は平衡含水率に接近していると思われる。吸湿時におけるねじれ量は、3~7度の変化量により乾燥時と逆(右)旋回し、脱湿条件において再度反転して乾燥終了時のねじれ量に接近する。曲り量についても、吸湿時において1~4mmの増加をきたすが、脱湿時には減少し、原形に復する傾向が認められる。また、7月間伐材は特にねじれにおいて11月間伐材よりも変化量が大きい。表面割れの変化量は、丸太乾燥よりの正割についてはほとんど認められないが、脱湿条件において若干増加する傾向にある。一方、正割乾燥では、特

第6表 カラマツ間伐材の曲り量(mm)

材 種	乾燥条件	人 乾 前			人 乾 後			木 取 後			仕上り含水率 (%)
		最低	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	
丸太乾燥 ↓ 正 割	A-7	—	—	—	3.5	20.5	10.6	1.5	17.0	8.1	12.0
	A-11	—	—	—	3.0	32.0	10.0	1.0	13.0	5.3	14.0
	(A'-7)	—	—	—	2.0	35.5	12.4	1.0	12.5	6.0	11.9
	(A'-11)	—	—	—	2.0	38.5	9.4	2.0	11.5	4.1	12.7
	B-7	—	—	—	1.5	18.5	10.9	1.0	21.0	6.1	8.6
	B-11	—	—	—	1.0	33.0	9.8	1.0	18.0	6.8	10.1
	(B'-7)	—	—	—	2.0	24.5	13.0	1.0	7.0	3.4	8.2
	(B'-11)	—	—	—	4.0	53.0	15.0	1.5	13.0	6.5	8.4
耳付平割 乾燥 ↓ 正 割	A-7	0.5	12.5	7.8	3.0	9.5	5.8	2.5	7.5	4.9	10.4
	A-11	0.5	24.0	9.4	1.0	10.5	6.3	1.0	8.0	4.6	12.6
	B-7	0	11.5	3.1	4.5	10.0	7.2	2.5	10.0	5.4	9.2
	B-11	1.0	31.0	11.3	6.5	35.0	12.6	1.5	18.5	7.3	12.0
正割乾燥	A-7	0	4.0	1.6	2.0	13.5	8.4	—	—	—	12.0
	A-11	0	9.5	2.9	1.5	16.0	8.5	—	—	—	11.1
	B-7	0	7.0	2.2	1.5	17.0	7.8	—	—	—	12.6
	B-11	0	8.5	2.7	2.0	16.0	8.0	—	—	—	13.6

第7表 カラマツ乾燥正割材の寸度変化

材 種	乾燥条件	吸湿条件における変化率 (量)					脱湿条件における変化率 (量)				
		重量 (%)	ねじれ (度)	曲り (mm)	表面割れ(mm)		重量 (%)	ねじれ (度)	曲り (mm)	表面割れ(mm)	
					本数	総長さ				本数	総長さ
丸太乾燥 ↓ 正 割	A-11	3.2	2.6	3.7	0	0	-2.2	0.6	3.7	1	65
	(A'-7)	5.0	6.2	4.0	0	0	2.4	4.4	0.5	0	0
	(A'-11)	4.8	3.9	2.8	0	0	2.6	0.7	1.0	-3	-39
	B-7	3.4	4.5	0.5	0	0	2.4	2.4	0	1	115
	B-11	2.3	2.5	0.5	0	0	0.5	1.2	1.0	2	86
	(B'-7)	4.2	7.2	1.0	0	0	2.8	4.9	2.0	0	0
	(B'-11)	3.4	4.6	2.5	0	0	2.4	1.7	1.0	0	0
正割乾燥	A-7	4.8	3.9	2.0	-4	-390	3.3	1.5	4.3	0	231
	A-11	5.0	2.7	1.0	-4	-366	3.2	0.5	0.5	4	711
	B-7	1.7	3.5	2.8	-1	-13	-0.2	1.9	2.3	-1	-13
	B-11	3.0	2.8	3.5	-1	-13	1.6	1.2	0.5	-1	-13



第6図 カラマツ間伐材の曲り量

にスケジュールAによる変化量が大きく、吸湿時には見掛の割れは減少するが脱湿時に増大する。なお、一部の条件について収縮率を測定した結果、両条件ともに0.4~0.7%の変化量にとどまった。

4. あとがき

以上の結果からみて、丸太のまま人工乾燥してから製材した心持正割材は、心持正割の人工乾燥材に比較

して、表面割れの本数は多いが、乾燥前の丸太に背割を入れることによって同数以下に減少させることができる。割れ巾についても、7月間伐材を除いて全般に小さく現われるようである。

本試験により、人工乾燥丸太より製材された心持正割材のねじれが非常に少なく、製品の加工歩止りを向上させうることがわかったが、曲りについては、最大矢高が10mm以上を示すものが約20%含まれていた。この曲り量の変動と丸太の径級、年輪巾、心材率、比重などとの相関性が確認されないため、今後、繊維傾斜などとの関係性を追求するとともに、乾燥温湿度条件、調湿温度と時間などについて検討する一方、心持正割材の人工乾燥は、比較的低温、高湿度乾燥によって割れ防止を図るとともに、ねじれ、曲りに対しては圧縮乾燥による抑制効果について検討をすすめる計画である。

このようにして所定の寸度の乾燥材が得られたとしても、加工前後はもとより施工後の環境変化によって著しい狂いを生じるようでは、利用価値が激減してしまうが、本試験における結果では、一部の条件を除いて寸度変化は少なかった。しかし、施工後の寸度安定

性について論ずるためには、最終製品である化粧ばり集成材について、良期間にわたるシーズニングをおこない、寸度変化を確認する必要があると考えられる。

丸太乾燥は、挽材乾燥に比較して高含水率の辺材を多く含むため、初期含水率が高くなり、1本当りの材積が大きいので、同一乾燥条件において約2倍の乾燥時間を要し、更に乾燥室収容本数が約1/3に縮小されるので多くの乾燥経費を要することになる。しかしながら、乾燥丸太から副生される鋸屑および背板類は乾燥材であり、その高い熱エネルギーを利用して乾燥熱源として利用する一方、乾燥室内の熱風循環方法の改善により積木を入れないで極積をおこない、収容材積の増加を図るとともに、100℃以上の高温乾燥によって乾燥時間を1/3以下に短縮し、経済性を高めるなどの改善が考えられる。

文 献

大山，河原田，米田，千葉：北林産試月報または木材の研究と普及 昭和46年6月号（1971）

- 本材部 乾燥科 -
(原稿受理 46.5.8)