

# ヒノキ間伐材の軸組みによる形質変化

野原 正人  
熊谷 洋二  
岩田 隆昭  
間宮 敏夫  
山本 和雄

## まえがき

間伐材あるいは末木などの小径木は、材質的にみて未成熟材の占める率が多いため、狂いが大きく、強度的にも劣っているなど従来の木材の用途には適さない点が多いといわれている。しかし、間伐材といえども重要な森林資源であり、これら小径材の附加価値を高め、有効に利用していくことは、わが国林業の大きな課題である。

これまで、間伐材の材質や能率的な加工方法については種々研究されてきたが、こうした欠点を持つ間伐材を有効に利用するためには、その形質にもとずいた加工技術の開発が必要となる。

間伐材を製材後、天然乾燥あるいは人工乾燥すると、狂いや割れの発生が大きく、JASによる等外品が大半を占めるため、本研究ではこの狂いを抑制する方法として、生材のまま軸組み構造物を作成し、軸組みによる木材の拘束が狂いをどの程度抑制するか、その効果について検討を加えたものである。

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

本県における最も主要な造林樹種であるヒノキを対照として本試験を実施した。

間伐材は武儀郡武儀町中之保の28年生のヒノキを主とするスギ、アカマツの混交林より約70本の供試木を伐倒し、対照木としての主伐材は一般市売の38年生ヒノキ35本を使用した。間伐木を採取した林分の構成は表-1のとおりである。

(立木密度2,850本/ha)

各供試木は伐倒後各種調査をしたのち、3mに玉切りし、間伐木からは7cmの正角を、主伐木からは10cmの正角を挽材し供試材とした。各供試材は飽削後、丸身、節、寸法および重量を測定した。

表-1 供試木採取林分の構成

(本/10×20m)				
胸高直径 (cm)	ヒノキ	スギ	アカマツ	計
8	2			2
10	7	1	1	9
12	16	2		18
14	12	4	1	17
16	2	2		4
18	1	4		5
24		1		1
26			1	1
計	40	14	3	57

## 1. 2 軸組み方法

軸組み構造物は図-1に示すような大きさとし、間伐木から採取した7cm角は5体、主伐木から採取した10cm角は3体作製した。

柱と、桁および土台との接合仕口は図-2のとおりであり、一面のみ径5mm、長さ110mm、深さ30mmのカスガイで固定した。

各構造物は、高さ20cmのコンクリート基礎に $\phi 13$ mmのアンカーボルトで固定し、50cm間隔に図-3のように組立てた。なお、各構造物の横の連結は、厚さ15mmのスギ板を用い、桁部で普通釘(No.12)3本によって固定し、周囲はすじかいを同様の方法で釘止めた。屋根は、これら構造物とは全く連結しない方法で設置した。

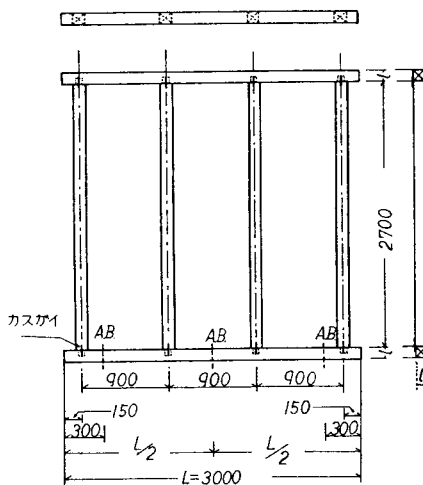


図-1 軸組み構造物の寸法

(単位 mm)

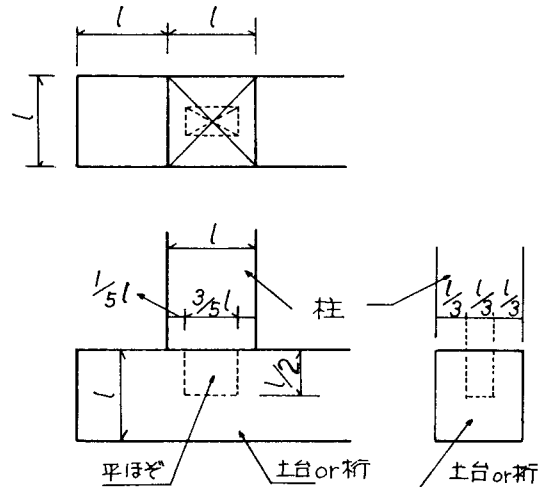


図-2 接合仕口の寸法

## 1. 3 棧積み方法

軸組み状態との形質変化を比較するため、各供試木とも普通の棧積み状態で乾燥した。7cm角35本、10cm角14本計49本を棧積みしたか棧積み巾は100cmとし、厚さ2.5cmの棧木を70cm間隔に設置した。なお、棧積み上部から狂い防止のため100kgの荷重をかけ、図-4に示すような屋根を設けた。

## 1. 4 測定方法

各供試木については1ヶ月ごとに、含水率、収縮率、そり、曲り、ねじれ、および割れを測定した。

含水率の測定は、軸組みされたものは乾燥前後に重量を測定するとともに、電気抵抗式含水率計(Kett, MS-8型)で1本の供試木について3箇所を測定し、棧積みされたものは重量を測定し、試験終了後に絶乾法により含水率を求めた。

収縮率は、両端から60cmおよび中央部(中央部に棧木、ボルト孔がくる場合は10cmずらす)で巾および厚さをノギスを用いて測定した。

そり、曲りの測定は全材長の最高矢高とし、ねじれは予め設定しておいた基準線のずれ角度を測定

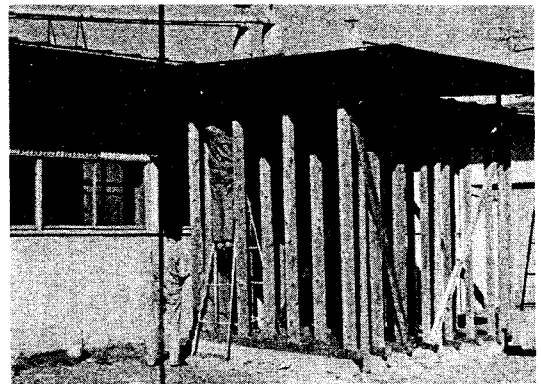


図-3 軸組み方法

した。また、割れは全供試材の各面について、巾1mm以上と以下に分け、割れ本数と割れ長さを測定した。この場合、供試丸太の湾曲の小さい方向を7cm角および10cm角とも厚さとし、その直角方向を巾とした。また、厚さ方向の湾曲をそり、巾方向の湾曲を曲りとして表示した。

なお、試験の実施日程は次のとおりである。

供試材の伐採 51年 9月10日  
 // の製材 9月14日～22日  
 軸組み加工 9月26日  
 軸組みおよび棧積み 9月30日  
 軸組みおよび棧積解体 52年 4月8日  
 人工乾燥 5月10日

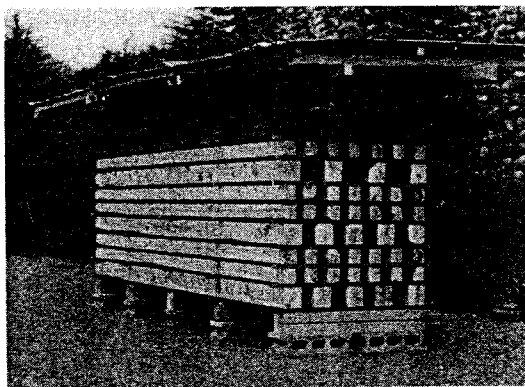


図-4 棧積み方法

## 2 試験結果および考察

### 2.1 供試材の性状

各供試木から長さ3mの供試材を採材したが、その性状は表-2に示すとおりである。

小の丸太から採材した7cm角の丸身はJASの1等に合格するものであったが、中の丸太から採材した10cm角は、丸太の径が小さかったため、丸身も若干多くなった。平均年輪巾においては両者の差はほとんど認められなかった。

表-2 供 試 木 の 性 状

区 分	末 口 径 (cm)	元 口 径 (cm)	年 輪 巾 (mm)	本 数
7 cm 角 A v.	1 0.3	1 2.7	2.3	6 5
採材丸太 Min~Max.	7.0~14.5	1 0.0~1 7.0	1.5~3.6	
1 0 cm角 A v.	1 3.2	1 8.3	2.4	3 2
採材丸太 Min~Max.	1 1.0~1 8.5	1 4.0~2 5.0	1.4~5.2	

### 2.2 含水率の減少経過

軸組み、あるいは棧積み前に重量を測定した供試材は、1カ月毎に重量および含水率計により含水率の減少経過を測定した。その結果を表-3に示す。初期含水率は比較的低くなっているが、心持角のために心材の占める材積が大きくなり、そのために平均含水率が低くなっているものと思われる。棧積み場合は各測定時とも重量によっているため、含水率の減少経過が明確であるが、1カ月で20~22%まで乾燥し、その後はあまり大きな変化を示していない。軸組みの場合は含水率計による測定であるため、表面の含水率しか測定できず、減少経過は明確でないが、解体時の含水率などからみれば、棧積みの場合とほぼ同じ経過で乾燥しているものとみて良いであろう。

部材別の乾燥経過は、乾燥条件の良い桁が速く、基礎に固定されている土台の乾燥がおそくなっているが、その差はあまり大きくない。

また、7cm角と10cm角との比較では、若干7cm角の乾燥が速くなっているようであるが、この差もあまり大きく認められない。

このように、含水率の減少経過には丸太の大きさ、すなわち、間伐材の特性は別に認められず、単に柱の断面の大きさが乾燥速度に影響しているのみであると思われる。

表-3 材種別の含水率減少経過

材種	7 cm 角				10 cm 角				
	桁	土台	柱	棧積	桁	土台	柱	棧積	
測定本数	5	5	20	35	3	3	12	14	
測 定 日	9/28	36.4%	36.1%	42.5%	55.9%	37.8%	31.5%	48.0%	47.3%
	11/2	(10.4)	(13.1)	(11.8)	20.9	(12.0)	(13.7)	(12.9)	22.4
	12/8	(9.5)	(9.7)	(10.0)	19.0	(9.1)	(9.6)	(9.6)	20.0
	4/11	17.0	17.9	17.2	17.2	17.7	17.7	17.7	17.7
人工乾燥後		11.9	8.9	11.1	12.4	13.0	12.2	13.4	12.7

注 ( ) は含水率計による測定値

### 2.3 収縮率の変化

材種、部材別の収縮率の変化を表-4に示す。ただし、この収縮率は割れを含んだ寸法のまま測定しているため、実質収縮率を示しているものではない。

部材別にみた場合、土台の収縮率が最も少なくなっているが、これは基礎に密着しているため乾燥がおそく、収縮率も小さい値を示しているものである。乾燥の速い桁の収縮が最も大きくなり、柱と棧積みとはほぼ同程度の収縮率となっている。材種別にみた場合、若干10cm角の収縮率が小さいようであるが、前述の含水率減少経過からも判るように断面積が大きく乾燥がおそくなっているためであり、小径間伐木としての特徴ではないようである。

表-4 材種別の平均収縮率経過

(%)

測定方向	材種 月部位	7 cm 角				10 cm 角			
		桁	土台	柱	棧積	桁	土台	柱	棧積
巾	11/1	0.82	0.52	0.57	0.68	0.43	-	0.57	0.55
	12/6	0.82	0.77	0.74	0.89	0.71	-	0.75	0.72
	4/10	2.10	0.97	1.15	1.60	1.43	1.05	1.42	1.07
	5/30	3.07	1.67	2.39	2.43	2.09	1.85	2.24	1.73
厚さ	11/1	0.67	0.72	0.41	0.61	0.28	0.34	0.52	0.56
	12/6	0.66	0.65	0.52	0.79	0.50	0.25	0.72	0.79
	4/10	1.68	1.22	1.20	1.26	1.32	1.02	1.38	1.36
	5/30	2.85	2.06	2.38	2.30	3.90	1.60	2.21	2.06

### 2.4 そりおよび曲りの経時変化

表-5に材種および部材別のそり、曲りの経時変化を示す。なお、そりと曲りの区分は、供試材から7cm角および10cm角を採材する場合、丸太の湾曲の少ない方向をそり、湾曲の大きい方向を曲りとし、棧積みはその面が上下になるようにした。

そりと曲りの関係を見ると、丸太の湾曲の少ない面であるそりは、製材後およびその後の各測定時毎に若干増加しているが、丸太の湾曲の大きい面であった曲りより小さい値を示している。

製材後の曲りは相当大きくなっているが、軸組みによる矯正効果が大きく、軸組み全期間を通じて製材後より曲りは小さくなっている。しかし、約130日後、軸組みを解体した場合はほとんどが製

材直後の曲りあるいはそのり量の量まで回復し、130日の軸組みでは矯正効果をそのままセットすることはできないようである。

部材別にみると、基礎に固定した土台の場合が矯正効果が大きく、上下両端のみを固定した柱の矯正効果は小さくなっている。

表-5 材種別のそりと曲りの経過

測定 区分	材種 部位	7 cm 角				10 cm 角			
		桁	土 台	柱	棧 積	桁	土 台	柱	棧 積
そ り	9/26	2.40	1.60	1.05	1.40	0.67	1.00	1.00	0.50
	11/ 1	1.60	2.60	2.00	2.14	1.33	1.00	1.50	2.00
	12/ 6	1.60	3.20	2.60	2.51	1.67	1.33	1.90	2.79
	4/ 8	2.40	( 1.50 )	2.80	2.43	2.00	( 0 )	1.80	3.21
	4/10	3.00	2.80	3.50	-	2.00	1.33	1.90	-
	5/30	4.00	3.50	4.16	4.10	2.67	1.67	1.90	6.45
曲 り	9/26	6.20	4.60	3.55	4.11	3.00	2.67	1.90	1.64
	11/ 1	3.80	2.20	3.00	3.34	2.33	2.33	2.40	2.57
	12/ 6	4.80	2.40	2.80	3.43	2.00	3.67	2.70	3.07
	4/ 8	4.60	( 5.33 )	2.70	3.43	2.00	( 4.00 )	2.40	3.29
	4/10	6.80	3.40	3.20	-	3.67	6.00	2.80	-
	5/30	7.33	2.75	3.85	3.26	3.00	8.67	2.90	5.50

次に、7cm角と10cm角とを比較してみると、間伐材から採材した7cm角のそり、曲りがやはり大きく現われている。10cm角の場合は軸組みによる矯正効果は小さいが、製材後のそり、曲りが少ないため、全測定時を通じて7cm角よりそり、曲りとも小さい値を示している。

こうした結果からみて、間伐材から採材した7cm角は製材後の狂いが若干大きくても、軸組みすることにより矯正することができ、軸組み中の狂いも抑制することができるようである。しかし、狂いの応力をセットするには6カ月程度では困難であり、より長期間が必要のようである。

また、棧積みにより乾燥した場合、7cm角は100kgの荷重でもある程度狂いを抑制することは可能であるが、10cm角の場合はより大きい荷重を加えなければ、狂いの抑制効果も期待できないようである。

## 2.5 ねじれの経時変化

材種および部材別のねじれの経時変化を表-6に示す。

表-6 材種別のねじれ経過 (度)

材 種	部 位	7 cm 角				10 cm 角			
		桁	土 台	柱	棧 積	桁	土 台	柱	棧 積
測 定 月 日	11/ 1	-	-	-	1.51	-	-	-	1.50
	12/ 6	0.60	1.00	1.28	2.27	0.67	1.67	1.21	1.68
	4/ 8	2.00	1.10	0.85	2.44	1.33	2.33	1.46	2.31
	4/10	1.40	1.10	1.40	-	2.17	3.33	1.63	-
	5/30	3.17	2.33	2.75	2.90	1.67	4.67	2.71	2.86

部材別の差はあまり認められないが、軸組みしたものは棧積みのものよりねじれが小さく、ねじれ

防止における軸組み効果を、若干認めることができるようである。

また、7 cm角と10 cm角を比較してみると、10 cm角のねじれの方が大きく、間伐小径材としての欠点は認められない。

## 2. 6

材面割れは、その巾が1 mm以下のものと1 mm以上のものに分けて本数と総長さを測定し、それぞれ供試木1本当たりの平均値を求めて表-7に示した。

表-7 割れの1材面当りの本数と総長さ

割れの 大きさ	測 定 月 日	区 分	7 cm 角				10 cm 角				
			桁	土 台	柱	棧 積	桁	土 台	柱	棧 積	
巾 1 mm 以 下	11/ 1	本 数	4.4 ( 4.2)		3.5	3.5	11.3 ( 6.5)		5.3	7.4	
		長さ(cm)	90.0 ( 62.6)		54.6	43.4	176.7 ( 75.0)		52.7	139.1	
	12/ 6	本 数	5.4 ( 4.2)		2.3	3.4	13.7 ( 3.0)		4.1	5.2	
		長さ(cm)	86.4 ( 50.6)		32.2	32.9	198.7 ( 42.3)		59.3	88.1	
	4/10	本 数	4.0	11.6	6.4	5.4	10.3	6.0	5.5	6.9	
		長さ(cm)	59.6	132.6	52.9	50.4	95.3	81.0	52.5	71.3	
	5/30	本 数	5.7	13.7	5.8	6.0	13.0	7.6	8.4	7.9	
		長さ(cm)	43.3	164.3	46.6	48.2	129.5	71.3	63.4	58.9	
	巾 1 mm 以 上	11/ 1	本 数	2.8 ( 2.4)		1.6	1.8	2.7 ( 6.0)		3.8	2.2
			長さ(cm)	238.3 (247.8)		218.8	172.1	398.3 (526.3)		474.5	289.1
12/ 6		本 数	3.4 ( 3.4)		1.9	2.3	3.0 ( 5.3)		3.8	3.0	
		長さ(cm)	243.2 (310.4)		214.9	207.3	375.3 (569.7)		486.8	359.8	
4/10		本 数	4.0	6.8	2.9	3.4	5.3	9.3	5.2	5.1	
		長さ(cm)	302.2	493.2	271.2	275.3	493.3	674.7	503.8	435.3	
5/30		本 数	3.7	5.7	3.2	3.5	5.7	13.0	5.5	7.3	
		長さ(cm)	26.9	459.3	271.1	309.4	478.3	801.7	502.8	483.9	

注 ( )は3材面のみの測定値を平均したもの

部材別にみた場合、拘束力の大きい土台、桁の割れが大きく、材の割れによって拘束による応力を緩和しているものと思われる。

なお、こうした材面割れは、図-5~7のようにホゾ孔、ボルト孔あるいはカスガイ孔を基点としたものがほとんどであり、棧積みの場合にはこうした人工孔がないため、割れも若干少なくなっている。

材種別にみると、間伐小径材から採材した7 cm角より中の丸太から採材した10 cm角の方が割れが多く発生している。7 cm角と収縮率には大きな差がなくても、収縮量は10 cm角の方が大きいため、割れの発生も多くなるものと思われる。やはり10 cm角のように断面積の大きい場合は、背割りを入れることによって割れの発生を防止することが必要であろう。



図-5 桁の割れ

割れの経時変化としては、1カ月後には発生すべき割れは全て発生し、その後は時間の経過とともに割れ巾が大きくなっていくようである。

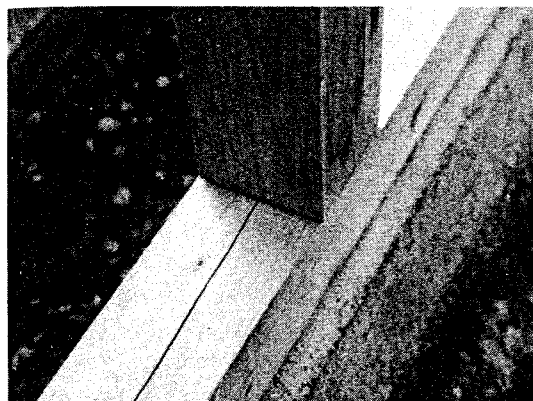


図-6 土台の割れ



図-7 柱の割れ

#### ま と め

針葉樹小径材の製材後の狂いを抑制する方法として、生材のまま軸組み構造物を構成した場合のヒノキ間伐材の形質変化を検討したが、その結果を要約すれば次のとおりである。

(1)部材別の収縮率は、土台、柱、桁の順に大きくなっているが、柱の収縮率は栈積み乾燥したものとほぼ同程度である。7 cm角は10 cm角よりも若干収縮率が大きくなっているが、間伐材の特徴とは認められない。

(2)曲りおよびそりは10 cm角に比較して7 cm角の方が大きくなっているが、軸組みすることによって矯正される。しかし、130日程度の拘束ではセットされない。また、栈積みの場合7 cm角は100 kgの荷重を加えることによって狂いを抑制できるが、10 cm角では抑制効果が少ない。

(3)ねじれについては、軸組みした方が栈積みより少なくなり、軸組み効果が認められるが、10 cm角のねじれは7 cm角より大きい。

(4)割れは、軸組みした土台、桁に大きく発生し、栈積みしたものは少ない。また、7 cm角より10 cm角の方により多くの割れが発生している。

#### 文 献

- 1) 野原正人、岩田隆昭：間伐材の材質試験：岐阜林セ研報、№4（1976）
- 2) 中野達夫、斉藤久夫：間伐材の材質と利用上の問題点：林業技術№400（1975）