

カラマツ小径材の軸組みによる形質変化

主任専門研究員 中 野 正 志
技 師 東 野 正

要 旨

カラマツ小径材より心もち正割 (7 cm角) を採材し、軸組み構造物を構築して乾燥による構造部材の形質変化を調査した。なお、比較対象として正角 (10.5 cm角) を用いた。

- 1 構造部材は、柱 (一部背割り加工)、桁及び土台を対象とした。
- 2 各部材の軸組みは、在来工法による住宅金融公庫木造住宅工事共通仕様書に準じて接合した。
- 3 構造物は、構築後約 3 ヶ月間軸組みのまま乾燥した後、解体した。
- 4 解体時の含水率は、各材種ともほぼ20%で、各部材間の含水率に差は認められなかった。
- 5 解体前の構造物は、外見上、狂いでは実的に差し支えない程度の発生であったが、割れによる損傷が大きかった。
- 6 解体時の狂いは、ねじれでは 10.5 cm角より 7 cm角の各部材が比較的大きい。また、曲りでは土台を除いて同様な結果であった。
- 7 土台は、ボルトの拘束力が大きいため狂いが少なかった。
- 8 割れは、7 cm角より 10.5 cm角に多く発生し、損傷が顕著であった。

1 はじめに

間伐材及び末木材の比較的小径の材は、材質的に未成熟材であるため狂いや割れの発生が多く、製品としての商品価値が小さい。

しかし、小径材は、年々出材量が増加の傾向にあり、製材、加工面においてもその材の特徴を把握して、有効に利用していくことが必要である。

小径材の製材は、既に専用製材機が開発され、汎用機に比べて労力が軽減でき、かつ挽材された製材品は心もち角で、その多くは梱包用に向けられている。建築材としてその外観的形質が要求されるので特殊なものを除いて、垂木、間柱、母屋などに限られており用途が少ない。

そこで、本試験は、建築部材としての用途拡大をはかるため、カラマツ小径材を対象として心もち

ち材を木取り，軸組み構造物を構築し，乾燥による構造部材の形質変化を調査した。

なお，本試験は，昭和51年度林野庁のメニュー課題で全国8県の機関で共同研究したもので，当場では，既に本報告の一部を発表した¹⁾

2 供試材

小径材は，末口径7～13cmの小丸太を対象とし，比較用に径14～18cmの中丸太を供した。その概要を表一に示した。

表一 供試丸太の概要

丸太別	原木長 (m)	供試材 本数 (本)	原木形状								
			末口径 (cm)			元口径 (cm)			細り		
			最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大
小丸太	3.0	50	19.0	11.3	13.4	11.5	14.6	17.7	4	11	24
中丸太		50	14.0	16.3	19.8	16.1	19.3	23.0	4	10	20

小丸太は7cm角の心もち正割，中丸太は10.5cm角の心もち正角に製材し，柱に使用するものに一部背割り加工した。

なお，正割，正角とも丸身がJAS1等に該当するように製材した。

3 軸組み構造物の構築

軸組み構造物は，図一に示すとおりで，在来工法による住宅金融公庫木造住宅工事共通仕様書に準じて，柱，桁及び土台の各部材を軸組みして，7cm角，10.5cm角別に2組構築した。

施工は，コンクリート基礎を50cm間隔に5列とし，1列につき径15mmのアンカーボルトを等間隔に3本基礎に緊結し土台を固定した。次に，各基礎の土台に90cm間隔に柱を4本立て，柱の上には桁を接合した。

軸組みした各構造部材は継手部分の片面にカスガイを打ち込み，更に構造物全体のゆがみを防止するため筋違いを入れて補強した。

各部材の供試数は，柱が20本，桁及び土台が各5本である。

構造物は、直接雨がつかからないよう屋根をかぶせ、昭和51年7月下旬から10月下旬の約3ヶ月間放置した後、解体した。

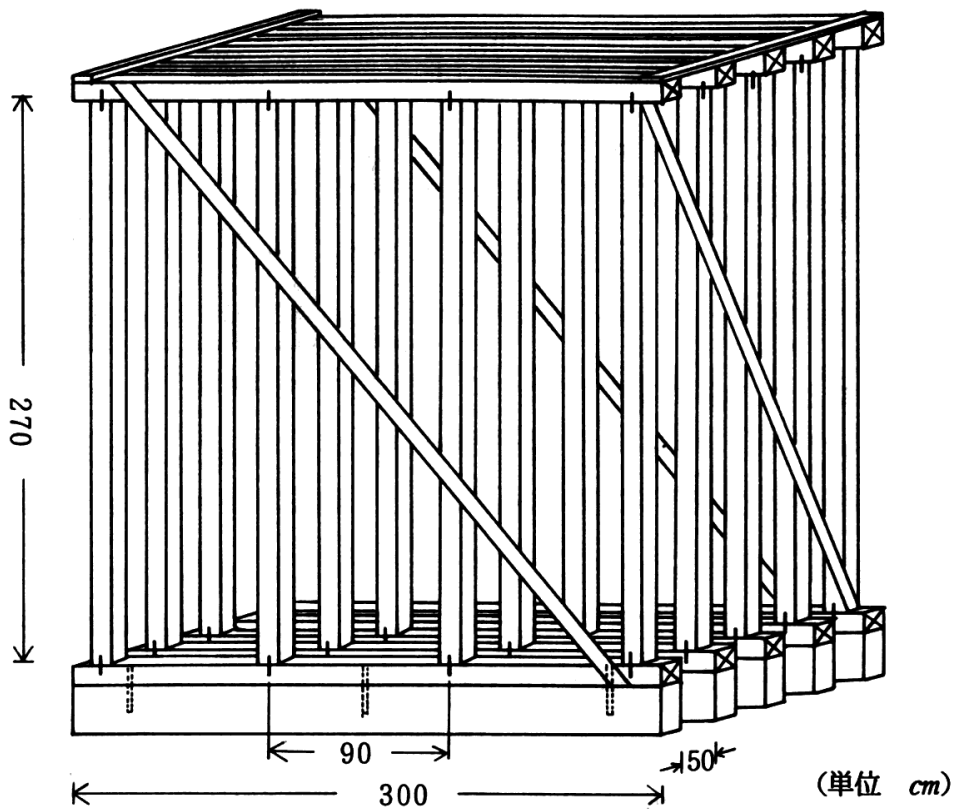


図-1 軸組み構造物

4 乾燥による形質変化

(1) 含水率

軸組み構造物の乾燥期間中における大気の温湿度（午前9時測定）を図-2に示した。

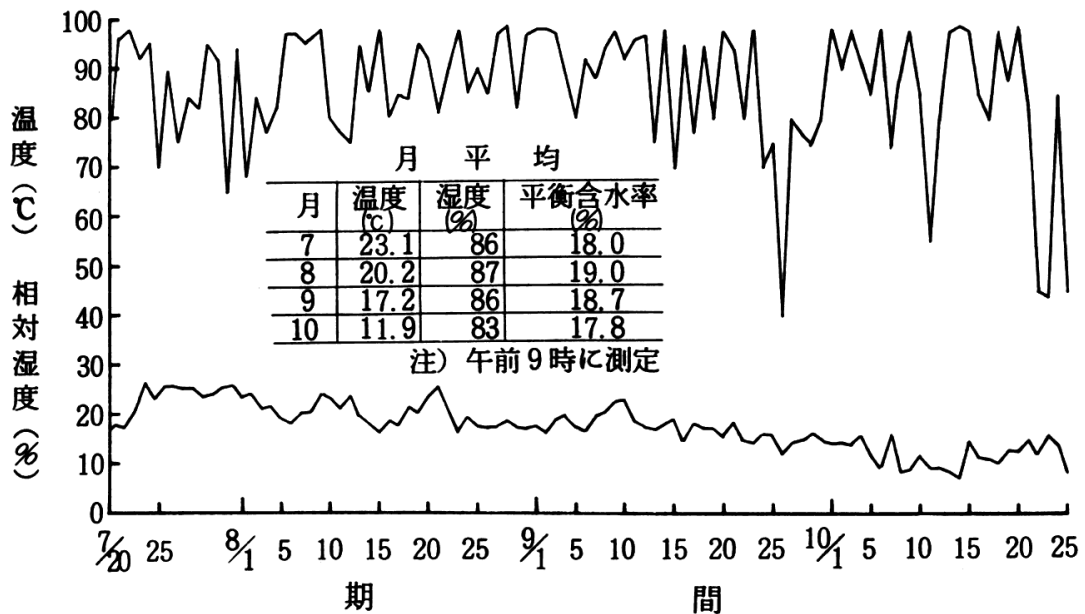


図-2 大気における温湿度

期間中の温湿度の平均値は、温度 17.7℃，相对湿度86%で、これに対して平衡含水率は 18.5%であった。

軸組み部材の含水率を図-3に示した。

解体時では 7cm角が 20.1%，10.5cm角が 20.7%であり、各部材間の含水率には差が認められなかった。

(2) 狂い

軸組み部材に発生したねじれ、曲りの狂いの結果を表-2に示した。

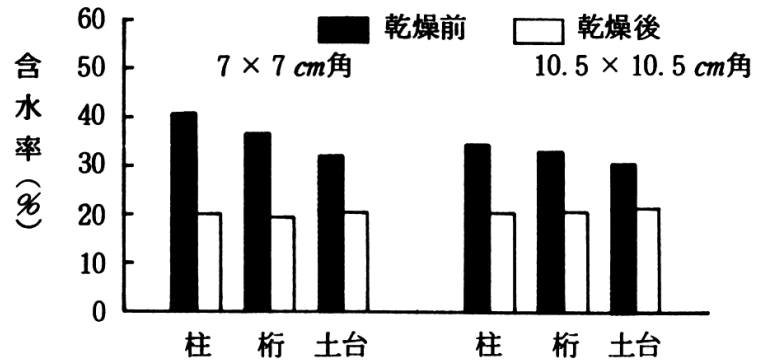


図-3 軸組み各部材の含水率

表-2 軸組み材における狂いの発生

狂い	材種	構造部材	供試材数 (本)	軸組み前			軸組み解体前			軸組み解体後		
				最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大
ねじれ (度)	7 cm角	柱	10	—	—	—	0.8	3.4	5.8	2.0	5.5	9.1
		背割り柱	10	—	—	—	0.8	3.8	7.0	3.1	6.4	9.3
		桁	5	—	—	—	—	—	—	1.9	4.7	9.1
		土台	5	—	—	—	—	—	—	0.7	3.3	5.6
	105 cm角	柱	10	—	—	—	0.8	1.7	2.7	0.4	2.0	4.0
		背割り柱	10	—	—	—	1.4	2.4	3.8	0.6	3.6	5.6
		桁	5	—	—	—	—	—	—	0.6	2.7	4.4
		土台	5	—	—	—	—	—	—	0.6	1.7	2.7
曲り (%)	7 cm角	柱	10	0.05	0.12	0.25	0.11	0.22	0.37	0.09	0.23	0.46
		背割り柱	10	0.07	0.16	0.33	0.06	0.29	0.70	0.07	0.32	0.70
		桁	5	0.08	0.11	0.16	—	—	—	0.17	0.32	0.45
		土台	5	0.05	0.13	0.19	—	—	—	0.09	0.12	0.16
	105 cm角	柱	10	0.05	0.11	0.20	0.09	0.18	0.50	0.08	0.19	0.48
		背割り柱	10	0.05	0.08	0.12	0.07	0.13	0.22	0.06	0.13	0.24
		桁	5	0.05	0.09	0.13	—	—	—	0.10	0.14	0.17
		土台	5	0.08	0.09	0.13	—	—	—	0.07	0.14	0.24

軸組み状態における狂いは、桁、土台の測定が困難なので一応外見で判定し、柱についてのみ実測した。その測定について、ねじれは柱が土台及び桁からのズレ量を測って角度に換算した。また、曲りは桁と土台に接合されている材軸の内曲面の最大矢高と材長の比とした。

次に、解体時について、ねじれは部材を水平台にのせ、木口面の一辺長が台から移動した量を角度に換算した。曲りは、軸組み状態の測定に準じた。

柱は、解体するとねじれは幾分増加の傾向を示したが、曲りは材種別に一部やや増加がみられた。他は、ほとんど変らない結果であった。

解体時の各部材について、ねじれは 10.5 cm 角より 7 cm 角の各部材が比較的大きく、その大きさは背割り柱・柱・桁・土台の順で、10.5 cm 角に比較して部材間で 1.7～2.8 倍の増加を示した。

土台の場合は、アンカーボルトの固定による拘束力が柱及び桁の継手接合より大きく働いていたため、ねじれようとする力が逆に抑制され、乾燥に伴って塑性に近い状態になったものと考えられる。

なお、軸組み状態の柱のねじれは、解体時の土台と同程度の発生であった。

次に曲りは 7 cm 角の土台がねじれと同様にボルトの拘束力が大きいため、軸組み前に発生した曲りが減少した。土台を除いた他の部材は、10.5 cm 角に比較して部材間で 1.2～2.5 倍の曲り量が増加した。

10.5 cm 角の場合、各部材とも曲りは同程度の発生で、JAS の特等に当たる曲りは 0.2 % 以下のものが大半を占めていた。これに対し、7 cm 角の場合、曲りの大きさは背割り柱及び桁・柱・土台の順で、部材間のバラツキが大きく現われた。

以上のことから、断面寸法の小さい部材は軸組み時の接合条件が完全であっても、部材の継手部位の拘束力では狂いに対して抑制できない面もあった。しかし、軸組み状態では、外見上、狂いは実用的に差し支えない程度の発生であった。

(3) 割 れ

角材の 1 本当たりに発生した割れを木口割れ、表面割れに区分して示すと表-3 のとおりである。

割れは、カスガイ・軸組み部分などから生じて割れたものもあるが、大部分は心もち角に発生しやすい収縮異方性と旋回木理の影響による割れであって、割れ幅 1 mm 以下の表面割れが多く、大半を占めていた。

材種別では、7 cm 角より 10.5 cm 角に割れが多く発生し、損傷が顕著であった。断面寸法の大きい角材は、軸組みによる外力の拘束性が、狂いの発生力を外力で抑制されているため、狂いの発生が木材組織の繊維方向に集中して割れとなって生じた。

これら軸組み材は、通常の棧積み状態で天然乾燥したものより割れの発生が多大であることがうかがえた。

表-3 軸組み材の割れ発生

材種	構造部材	供試数 (本)	1本当り発生した割れの長さ、本数							
			木口割 (mm)				表面割 (mm)			
			割れ幅 1mm以下		割れ幅 1mm以上		割れ幅 1mm以下		割れ幅 1mm以上	
			長さ 平均 最小—最大	本数 平均 最小—最大	長さ 平均 最小—最大	本数 平均 最小—最大	長さ 平均 最小—最大	本数 平均 最小—最大	長さ 平均 最小—最大	本数 平均 最小—最大
7 cm角	柱	10	0 $\frac{121}{379}$	0 $\frac{1.7}{3}$	0 $\frac{0}{0}$	0 $\frac{0}{0}$	544 $\frac{2201}{3830}$	10 $\frac{40.3}{67}$	0 $\frac{60}{603}$	0 $\frac{0.2}{2}$
	背割り柱	10	0 $\frac{242}{499}$	0 $\frac{2.7}{5}$	0 $\frac{19}{187}$	0 $\frac{0.2}{2}$	1234 $\frac{2801}{5965}$	17 $\frac{44.2}{80}$	0 $\frac{730}{2915}$	0 $\frac{2.9}{12}$
	桁	5	183 $\frac{258}{330}$	4 $\frac{4.6}{8}$	0 $\frac{33}{163}$	0 $\frac{0.4}{2}$	1026 $\frac{3808}{10331}$	20 $\frac{49.6}{120}$	0 $\frac{1209}{2497}$	0 $\frac{4.6}{11}$
	土台	5	113 $\frac{356}{546}$	3 $\frac{6.6}{9}$	0 $\frac{108}{265}$	0 $\frac{1.2}{2}$	1013 $\frac{3726}{5525}$	25 $\frac{58.8}{77}$	0 $\frac{208}{729}$	0 $\frac{1.2}{4}$
10.5 cm角	柱	10	50 $\frac{459}{1202}$	3 $\frac{4.8}{10}$	0 $\frac{95}{416}$	0 $\frac{0.6}{2}$	4210 $\frac{6756}{10832}$	16 $\frac{79.3}{148}$	0 $\frac{411}{1834}$	0 $\frac{2.0}{9}$
	背割り柱	10	267 $\frac{551}{783}$	3 $\frac{5.2}{7}$	0 $\frac{174}{419}$	0 $\frac{1.1}{2}$	3667 $\frac{6172}{8420}$	53 $\frac{71.3}{114}$	258 $\frac{2515}{4517}$	1 $\frac{9.8}{18}$
	桁	5	149 $\frac{491}{710}$	5 $\frac{7.4}{10}$	0 $\frac{60}{100}$	0 $\frac{1.2}{2}$	5213 $\frac{7373}{9535}$	76 $\frac{82.0}{90}$	607 $\frac{1648}{3547}$	3 $\frac{6.4}{15}$
	土台	5	317 $\frac{545}{804}$	6 $\frac{8.6}{14}$	0 $\frac{151}{443}$	0 $\frac{1.6}{3}$	3262 $\frac{8224}{10934}$	65 $\frac{89.8}{126}$	0 $\frac{902}{2604}$	0 $\frac{4.0}{10}$

割れの発生が少ない部材は、各材種とも柱で、これに対し割れの多い部材は、7cm角が桁・10.5cm角が土台であった。

背割り加工した柱に予期しがたい割れが発生した。軸組み当初、木口面の一辺長の1/3程度の深さに背割り加工したが、乾燥過程で背割りからクサビ状に割裂した徴候は見当たらず、背割り面以外の材面に割れが現われた。

割れを抑制するには、角材の木口面の一辺長の1/2程度の深さに背割り加工するのが適当と考えられる。

5 むすび

本試験は、実際の建築壁体の設計構造とは異なるが、軸組み継手接合の形質変化をみるため、在来工法に準じて継手を加工し、軸組み部材の継手接合が互いに妨げとならないように構造物を構築した。

カラマツ小径材から製材した心もち角は、未成熟材のため乾燥による狂いの発生が大きく現われる。そこで、建築部材として使用する際、未乾燥のまま軸組みすると部材間の継手接合が互いに拘束しあって、ねじれ・曲りなどの狂いの発生が抑制されるものと考えられるが、結果的には、10.5cm角に比較して7cm角では総体的に割れが少ないこと、土台の曲りが小さいことを除けば柱・桁に

狂いが増加した。なお、軸組み状態のままでは、外見上、狂いは実的に差し支えないが、割れの損傷が大きかった。

カラマツに限らず一般針葉樹の心もち角は、乾燥に伴い収縮異方性の影響で割れが発生するものである。割れを抑制するには背割りすることが一般に行われているが、すべての部材に応用できるものではない。また、ねじれは、挽き直しをしないと使えないのもあるので、これらの点を考慮して未乾燥の状態では軸組みするのが妥当と考えられる。

カラマツ小径材の心もち角について、狂い及び割れを抑制するには、ポリエチレングリコール（PEG）による薬品処理・矯正圧縮乾燥²⁾が効果的で実際に応用されるようになった。しかし、コストの面から、これらの方法を更に簡易化する必要がある。

本県の場合、カラマツ小径材は、地域的ではあるが他の樹種と組合せて建築部材に使用されている。

今後、小径間伐材を建築部材として用途拡大をはかるには、狂い、割れの抑制と軸組み接合の仕方を更に検討する必要がある。

6 文 献

- 1) 日本林学会東北支部会誌 第29回大会講演集, P 177~178, (1977). 中野正志・東野正: 軸組みによる小径カラマツ材の形質変化
- 2) 北海道立林産試験場研究報告 第64号, P 116~204, (1975). 大山幸夫・奈良直哉・米田昌世・橋本博和・千葉宗昭・菅野新六: カラマツ小径木の乾燥による損傷防止に関する研究