

カラマツ心持ち正角材の繊維傾斜度とねじれの関係

滝 沢 忠 昭 川 口 信 隆*
高 橋 政 治*

はじめに

らせん木理を持つ材を製材後乾燥すると、含水率の低下にともないねじれ狂いが発生する。らせん木理とは、樹木で軸方向の細胞が樹軸に対しある角度を持って配列し、地際から樹冠にかけて樹軸に対しらせん状に走っている木理を指す。この著しい例として、カラマツ、アスナロなどが知られている。

カラマツのらせん木理については、その樹幹内でのあらわれかたなどを中心に多くの知見があり、仮道管長、比重などといった材質指標にくらべ、樹幹内でのあらわれ方が個体ごとにたいへん変化に富んでいることが知られている^{1)~10)}。

らせん木理の程度は、通常、繊維傾斜度(%)または度)で示され、この値と材のねじれ量との関係についていくつかの報告がなされている。

すなわち、小野寺らはカラマツ 10.5cm 心持ち正角材の材表面の繊維傾斜度を求め、この値の増大につれねじれ量も増す傾向にあることを報告している⁵⁾。また、斉藤らは、カラマツ、グイマツ、スギについての調査から、製材の表面の繊維傾斜度が材のねじれ量と有意な相関関係を持つことを報告している^{11),12)}。

一方、加納らは、材のねじれ量の大小が、材表面の繊維傾斜度ばかりでなく、材の内部の繊維傾斜度の大小にも影響されるであろうことを示唆している¹³⁾。

また、山本らは10.5cm心持ち正角材の乾燥によるねじれを外的に拘束するために必要なトルクを測定し、拘束トルクの大きさが正角材の表面附近の繊維傾斜度と高い相関関係を持つことを確認すると同時に、材内部の繊維傾斜度が大きであるときには、それが小である場合より、拘束トルクが緩和するまでに長期間要することを示し、材内部の繊維傾斜度が材表面のねじれ変形に何らかの影響を及ぼしているのではなからう

かと考えられる結果を得ている¹⁴⁾。

このようなことから心持ち正角材の内部の繊維傾斜度と角材のねじれ量について、一度整理検討しておく必要があると考え、若干のとりまとめを行ったのでその結果をここに報告する。

なお、本報告は、種々の目的を持って行った三つの試験から得られたデータについて、材の繊維傾斜度とねじれ量の関係にのみ焦点を絞り、それぞれ整理検討し、とりまとめたものである。そのため、それぞれの結果を別々に取り扱い、例1~3で示すことにする。

(繊維傾斜度の求め方)

素材から厚さ約5cmの円板をとり、割製法⁵⁾により各年輪ごとの繊維傾斜度を求めた。すなわち、円板の両木口に髓を通る一对の基準線を引き、一方の木口で基準線にそってこの円板を割製し、他方の木口で割製線と基準線との隔りを測定した。この値を円板の厚さで除してそれぞれの年輪の繊維傾斜度(%)を求めた。なお、例1~3で角材の繊維傾斜度を定める際の手順については、その都度述べることにする。

(角材のねじれ量の求め方)

供試材を基準台上におき、一材面の三点を固定し、残る一点が基準台となす距離を測定した。4材面で得られた値の最大値を材長1mあたりの値に換算し、10.5cm心持ち正角材のねじれ量(mm)とした。

結果と考察

1. 角材の繊維傾斜度とねじれ量の関係

角材の内部の繊維傾斜度は材軸に対し、水平、垂直方向とも、年輪ごとに、さらには年輪内でも変動している。このため、材の内部の繊維傾斜度のとりあげかたには種々の方法が考えられるが、素材からの10.5cm心持ち正角材の製材のされかたを考慮し、ここでは、

第2表 繊維傾斜度とねじれ量の関係(例2)

部位	繊維傾斜度, x (%)			ねじれ量, y (mm)			r _{xy}	回帰式	r _{xy.z}
	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	平均			
A	11.2	3.7	6.7	10.4	3.8	6.7	0.5736*	y=0.494x+3.37	0.5398
	12.8	5.2	8.4				0.5737*	y=0.487x+2.59	0.5485
B	12.0	4.1	8.4				0.7380**	y=0.606x+1.58	0.7246**
	13.0	6.3	9.3				0.6378*	y=0.566x+1.40	0.6142*
C	12.7	1.7	6.9				0.7335**	y=0.434x+3.67	0.7272**
	13.2	2.1	8.1				0.7306**	y=0.467x+2.88	0.7284**
D	14.7	0.6	5.8				0.6198*	y=0.265x+5.13	0.6050*
	15.7	1.0	6.4				0.6351*	y=0.251x+5.07	0.6262*

注) 繊維傾斜度の欄で上段, 下段はそれぞれ平均および最大繊維傾斜度を示す。
z: 含水率(%). *: 5%有意水準で有意. **: 1%有意水準で有意。

便宜上, 材を髓から 2cm ごとの4つの部位に分け, それぞれの部位の平均, および最大繊維傾斜度を求め, これらと角材のねじれ量との関係について検討した。なお, 各部位には髓から外側へ順に, A, B, C, Dの記号を付けておくことにする。

(例1)

材長2m, 末口径約16cmの14本の素材を供試材とした。各素材で両木口から円板を一枚ずつとり, 各円板で4方向の繊維傾斜度をそれぞれ測定し, これらの値から各円板の平均繊維傾斜度を求めた。さらに, これら2枚の円板の平均繊維傾斜度を求め, この値をその素材の繊維傾斜度とみなした。

各素材から製材した10.5cm心持ち正角材は直ちに20, 65%RHの恒温恒湿状態に放置し, 恒量に達した時点でその角材のねじれ量を測定した。

このグループの材のA~Dの各部位の繊維傾斜度と材長1mあたりのねじれ量の概要, および両者の関係を第1表に示す。

この例では, 材の表面附近の繊維傾斜度がねじれ量と高い相関関係にあり, とりわけ, 角材で年輪の円弧が切断される部位(D)の相関係数の値が最も高かった。

(例2)

材長3.65m, 末口径18~20cmの14本の素材の末口から円板を採取した。これらの円板の二方向の全年輪について繊維傾斜度を測定し, 両者を平均し, この値をそれぞれの素材の繊維傾斜度とした。

これらの素材を約1年間土場で散水しながら貯木した後, 10.5cm心持ち正角材を製材し, 温和な条件下で人工乾燥し, この後, 角材のねじれ量を測定した。

このグループの材の繊維傾斜度, ねじれ量の概要, および両者の関係を求めた結果を第2表に示す。なお, このグループについては, 人工乾燥後, 材の含水率を調べたところ, 11.1~13.7%の範囲で, 平均12.6%であったので, ねじれ量に及ぼす含水率の影響を除去するため偏相関係数r_{xy.z}の値も示した。

表に示されるように, r_{xy}は平均繊維傾斜度では髓に近い部位Bが, 最大繊維傾斜度では, 角材で年輪の円弧がほぼ残されていると考えられる部位Cで最も高い値を示した。一方, 材の含水率の影響を除去した

r_{xy.z}の場合は, 平均, 最大繊維傾斜度とも, 部位Cで最も高い値をとった。なお, 各部位ともr_{xy.z}の方がr_{xy}よりその値が若干小であった。
(例3)

素材の形状, および繊維傾斜度の決め方は例2と同じである。このグループの素材は当場に搬入後, 円板を採取し, 直ちに製材した。なお, 伐採時期は例2, 3の素材とも同じ

第1表 繊維傾斜度とねじれ量の関係(例1)

部位	繊維傾斜度, x (%)			ねじれ量, y (mm)			r _x	回帰式
	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	平均		
A	7.7	4.0	5.7	5.8	0	3.9	0.4566	
	10.4	5.4	7.9				0.4512	
B	10.2	2.4	5.8				0.5634*	y=0.380x+1.68
	11.3	3.6	6.6				0.4582	
C	8.2	-0.4	4.0				0.8048**	y=0.594x+1.52
	8.3	2.0	4.8				0.6955**	
D	6.9	1.2	2.6				0.9419**	y=0.555x+2.36
	8.2	1.6	3.3				0.9417**	

注) 繊維傾斜度の欄で上段, 下段はそれぞれ平均および最大繊維傾斜度を示す。
*: 5%有意水準で有意. **: 1%有意水準で有意。

第3表 繊維傾斜度のねじれ量の関係(例3)

部位	繊維傾斜度, x (%)			ねじれ量, y (mm)			$r_{x,y}$	回帰式	$r_{x,y,z}$
	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	平均			
A	7.2	2.1	4.9	11.8	1.6	7.3	0.3876		0.6292*
	10.3	3.3	6.8				0.4053		0.7208**
B	11.0	0.1	7.0				0.7489**	y=0.749x+2.06	0.7726**
	11.4	1.7	7.7				0.7765**	y=0.846x+0.82	0.8117**
C	11.9	0.1	5.9				0.7102**	y=0.574x+3.93	0.8536**
	12.7	0.2	6.9				0.7248**	y=0.580x+3.30	0.8559**
D	12.4	0.1	4.3				0.6171*	y=0.418x+5.54	0.8208**
	12.8	0.5	4.9				0.6403*	y=0.384x+5.45	0.8478**

注) 繊維傾斜度の欄で上段, 下段はそれぞれ平均および最大繊維傾斜度を示す。
z: 含水率(%). *: 5%有意水準で有意。**: 1%有意水準で有意。

量(y)と含水率(z)の相関係数を求めたところ例2は $r_{yz} = -0.2304$, 例3は $r_{yz} = -0.7079^{**}$ の値を示した。また, 例3のグループの角材では, 人工乾燥後のねじれ量(b)の方が天然乾燥後のそれ(a)よりいずれの角材でも大であり, 両者の間に高い相関係数($r_{ab} = 0.9243^{**}$)が示

である。製材後, 約1年間天然乾燥し, その後, 例2のグループと一緒に人工乾燥した。角材のねじれ量の測定は人工乾燥後に行った。

角材の各部位の繊維傾斜度とねじれ量の概要, および両者の関係を第3表に示す。なお, このグループの人工乾燥後の含水率は9.6~11.6%の範囲であり, 平均10.5%であった。

表に示されるように, このグループでは, 平均および最大繊維傾斜度とも r_{xy} では部位B, $r_{xy,z}$ では部位Cの値が最も大であった。

以上の3つの例では, 角材のねじれは, いずれも髓周辺を除いた外側, それも材表面に近い部分の繊維傾斜度の大小に大きく影響されることを示している。また, 角材をこのような部位(すなわち, 髓から2cmごとに分割された部位)に分けた場合には, 各部位の繊維傾斜度の値として, そこに含まれている年輪の繊維傾斜度の平均値, または最大値のいずれをとっても, ねじれ量との相関関係においてあまり差がないことが示された。

角材の繊維傾斜度を決めた際, 例1の方が例2, 3より細かに測定されているが, 例1~3の結果では測定値の丸め方の差がねじれ量との関係に及ぼす影響はあまりないように考えられる。

角材の含水率とねじれ量の関係についてみると, 例1の場合はそれぞれの角材の含水率を約12%とみなせるが, 例2, 3ではそれぞれ上述のごとく若干のバラツキを持っていた。そこで, これらについて, ねじれ

された。

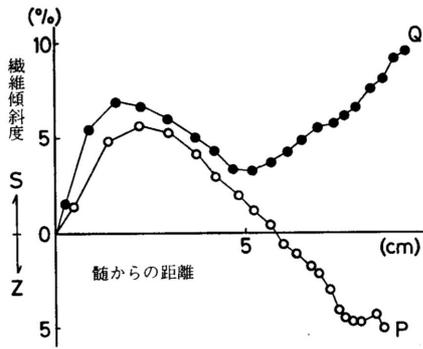
含水率の低下にともない, ねじれの量が増大することは経験的にも知られているが, 例2で含水率とねじれ量との間に有意な相関関係が得られなかった点については, 高含水率の製材を短期間に乾燥させたため, それぞれの角材でねじれ変形の挙動にバラツキが生じたためと思われる。このことは, 例2の $r_{xy,z}$ の値が, 例3のそれより全般的に低めであることから推測される。

2. 材中のらせん木理のあらわれかたとねじれ量について

上述の例1~3のそれぞれにつき, ねじれ量が最大と最小を示した角材を選び, それぞれの個体につき, らせん木理の材中でのあらわれかたを知るため, それぞれの角材に対応する円板で求めた繊維傾斜度の年輪ごとの変化を第1~3図に示した。

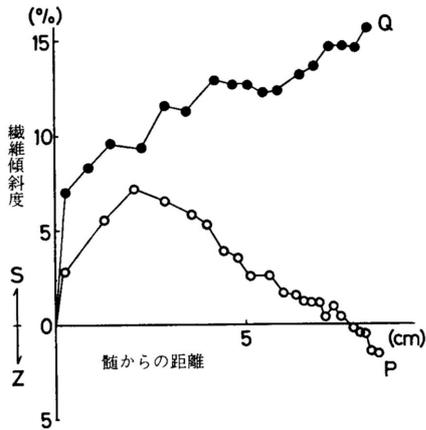
図に示されたそれぞれの材の繊維傾斜度, およびその水平変動のパターンはそれぞれ異なっているが, 大まかには, ねじれ量の小さなグループ(これをPと称す)と大きなグループ(Q)に分けられる。

繊維傾斜度の値は, 全体的には, Pの方がQより小であり, 特に, 前述の検討結果から当然のことではあるが, 10.5cm心持ち正角材を採材したとき, 角材の表面附近にあたる髓から5cm前後の部位の繊維傾斜度がPでは最大でも3.5%, 多くは0~2%の範囲でありたいへん小であった。一方, Qでは, この部位の



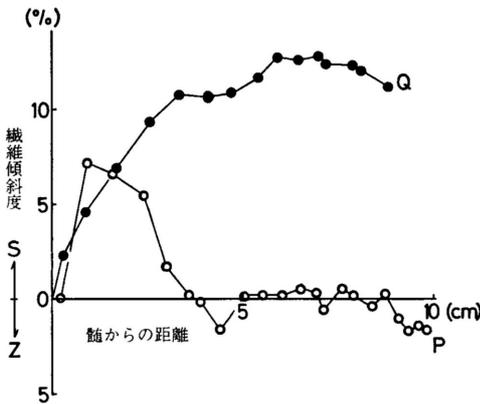
材長 1 m あたりの角材のねじれ量
P : 0 mm Q : 5.8 mm

第 1 図 繊維傾斜度のあらわれかた (例 1 より)



材長 1 m あたりの角材のねじれ量
P : 3.8 mm Q : 10.4 mm

第 2 図 繊維傾斜度のあらわれかた (例 2 より)



材長 1 m あたりの角材のねじれ量
P : 1.6 mm Q : 11.8 mm

第 3 図 繊維傾斜度のあらわれかた (例 3 より)

それは例2, 3では10%以上の値を示し、たいへん大であった。

また、PではS旋回の最大繊維傾斜度の値が髓から5cm前後の部位より内側であらわれていた。すなわち、これらの角材はいずれも繊維傾斜度の大きな部位を包み込んで製材されていることになる。髓周辺など材の内側の繊維傾斜度がそのねじれ変形にどのように寄与するかは今後の検討課題となろうが、これらの角材では、材のねじれがその内側よりむしろ表面附近の繊維傾斜度に影響される度合いが強いいため、このような木理のあらわれかたを呈しても、そのねじれ量は小となったものと思われる。

むすび

カラマツ材では、繊維傾斜度が大きければ、その材のねじれ狂いも大となることは経験的によく知られており、材表面の繊維傾斜度とねじれ量の関係については若干の知見もある。筆者らは、上述の経験則を実証するため10.5cm心持ち正角材内部の繊維傾斜度とねじれ量の関係について若干の検討を行った。

その結果、このような木取りの材では、ねじれに対し材の表面附近の繊維傾斜度が最も高い相関関係を持つことが認められた。

このことは、髓から5cm前後の部位の繊維傾斜度の小さな素材のみを選んで製材すれば、10.5cm心持ち正角材といえども乾燥後のねじれのたいへん少ない製材を得ることが出来ることを示している。このためには、素材の段階で手軽に簡単にそれぞれの繊維傾斜度を知る方法の開発が重要である。

さらに、最近育種の分野では、林木形質のみならず材質的にも優れた形質を持つカラマツを育てて行こうとする試験が始められている。この際に、材の平均、最大繊維傾斜度が小の個体を選ぶことは当然であるが同時に、カラマツ材のらせん木理のあらわれ方にはいくつかのパターンがあることが指摘されており⁴⁾、これらの中から、材利用上望ましいらせん木理のあらわれ方をする個体（例えば、10.5cm心持ち正角材をとろうとするときには、前述のPのような繊維傾斜度の

水平変動を示す個体)を選んで育林してゆくことが重要であると考え。

ここでとりあげた例1の供試材は、東京大学北海道演習林のカラマツ類生長比較試験地から得た22年生のF₁交雑種の立木である。材料の提供にあたり、種々の御配慮をいただいた同演習林の皆様に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 石田茂雄ほか2名：木材学会道支部講演習，4，48 (1972)
- 2) 川口信隆ほか3名：林産試月報，328，4 (1979)
- 3) 川口信隆ほか3名：木材学会道支部講演習，10，4 (1978)
- 4) 中川伸策：林試研報，248，97 (1972)
- 5) 小野寺重男ほか15名：林産試研報，64，1 (1976)
- 6) 小沢勝治：日林誌，55，221 (1973)
- 7) 小沢勝治：同上，54，269 (1972)
- 8) 重松頼生：第22回林学会中部支部大会講演集，7 (1973)
- 9) 重松頼生：第20回同上，259 (1971)
- 10) 重松頼生ほか1名：第21回同上，56 (1973)
- 11) 斉藤久夫：第24回木材学会大会研究発表要旨集，40 (1974)
- 12) 斉藤久夫ほか2名：第31回同上，58 (1981)
- 13) 加納孟ほか2名：林試研報，219，17 (1969)
- 14) 山本宏ほか3名：木材学会道支部講演集，9，5 (1977)

- 指導部 技術科 -
- * 木材部 材質科 -
(原稿受理 昭56.8.24)