

傾斜挽き木口円板の乾燥による損傷の軽減

金森勝義 河原田 洋三
千野 昭

カラマツ間伐材を使って、傾斜挽き木口円板の乾燥による損傷の軽減効果を調べるため、木口円板の鋸断角度と収縮率の関係、および比較的薄い木口円板の乾燥過程にみられるカップ状の反りと鋸断角度、厚さとの関係を実験的に検討した。

1. はじめに

カラマツ間伐材や小径低質広葉樹材の高度利用の一環として当場ではこれら小径木の木口円板を用い、寄せ木板の製造試験をおこなっている。このような木口断面の年輪模様を生かした利用法を考える場合、障害となるのは乾燥過程における割れと、比較的薄い木口円板（約8mm以下）に見られるカップ状の反りである。この割れや反りなどの損傷を軽減させる方法としては、古くから壁飾りなどの民芸品に見られるように材軸に対しある程度傾斜させて鋸断する方法が経験的に知られている。そこで今回は、傾斜挽き木口円板の乾燥による損傷の軽減効果を実験的に把握し、木口円板の利用に際しての指針を得ることを目的としてつぎの試験をおこなった。まず、材軸方向に対する傾斜角度（以下、これを鋸断角度と略す）を変化させることにより、木口円板上の方向（長径・短径）・部位（心材・辺材）別に採取した各試片の収縮率がどう変化するか調べた<試験1>。つぎに、鋸断角度を変化させることによって、比較的薄い木口円板のカップ状の反りがどう変化するか調べた。また、この木口円板の長径・短径方向の反りと曲げ剛性の関係を調べた<試験2>。さらに、比較的薄い木口円板のカップ状の反りと鋸断角度、厚さとの関係を調べた<試験3>。

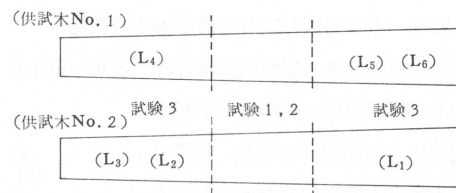
2. 供試木および試験方法

2.1 供試木

試験には、樹令約20年生の富良野産カラマツ間伐材2本を使用した。供試木の形状と木取りは第1表と第1図に示した。

形状	未口径	元口径	材長
供試木No. 1			
1	11.0 (9.0)	15.0 (13.3)	380
2	10.5 (15.0)	16.5 (8.3)	380

注 () 内数字は偏心を%で表わしたものを。



第1図 供託木の木取り

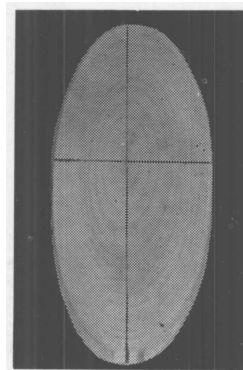
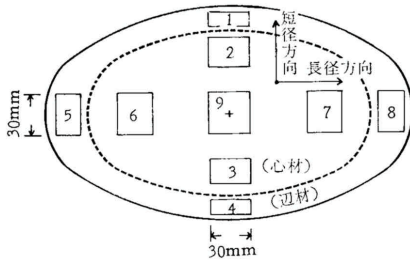


写真 傾斜挽き木口円板
(鋸断角度30°)

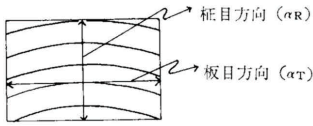
2.2 試験方法

2.2.1 木口円板の方向・部位別収縮率の測定

木口円板の厚さは5.0 mm, 鋸断角度は30°, 45°, 60°, 75°, 90°の5通りとした。木口円板の方向・部位別の試片は第2図に示した位置から5年輪を含むように採取し



第2図 供試片の採取位置と試片番号



第3図 供試片の収縮率測定基準線

た。試片の数は各鋸断角度につき供試木1本当り2個の計4個とした。これらの試片を用いて、気乾・全乾収縮率を測定するため、濃硫酸水溶液を入れたデシケータ内（25℃，75%R.H.）で約1ヵ月間調湿したのち全乾にした。なお、収縮率の測定に際しては、第3図に示したように測定基準線を設け、精度1/100mmのダイヤルゲージを使用した。

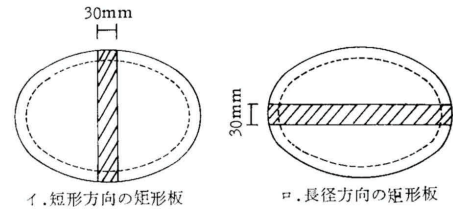
2.2.2 木口円板の反りと曲げ剛性の測定

木口円板の厚さと鋸断角度は2.2.1と同一条件とした。木口円板の反りの形状を平面度測定機により測定した結果、長径・短径方向とも髓心付近を頂点とする円弧状の曲線を描いたので、次式¹⁾から曲率を求め、反りを表わした。

$$p = 8 / l^2 (\text{cm}^{-1}) \dots \dots (1)$$

但し、 p ：曲率， h ：矢高， l ：弦長

曲げ剛性は第4図に示したように木口円板の長径・短径方向から矩形板を取り出し、両端支持梁の中央集中荷重による撓み式から求めた。木口円板と矩形板の数は、各鋸断角度につきそれぞれ10枚、2枚とした。なお、これらの木口円板と矩形板は



第4図 曲げ剛性測定用試片の採取位置

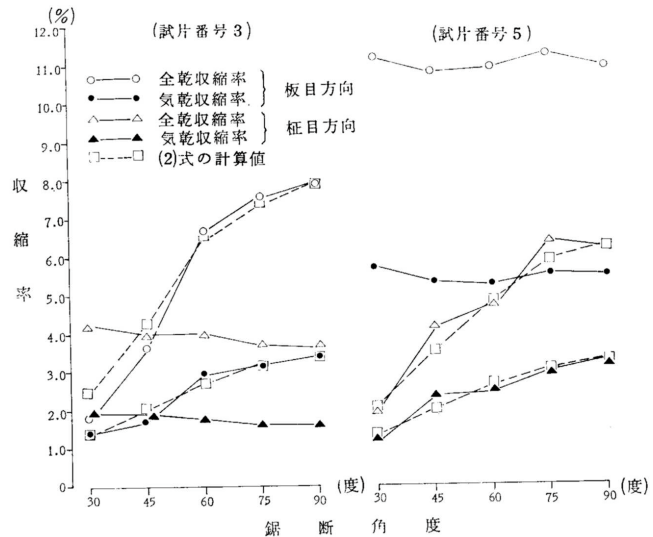
25℃，75%R.H.の恒温恒湿器内で約1ヵ月間調湿したのち、試験に供した。

2.2.3 木口円板の反りと鋸断角度および厚さの関係

木口円板の厚さは3.5mm，5.5mm，7.5mmの3水準、鋸断角度は比較的損傷が少ないと思われる30°と45°の2水準にとり、反りの曲率を特性値として二元配置に組んで試験をおこなった。各処理間の材質のパラツキを少なくするため、第1図に示したように供試木を6ロット(L1~L6)に分けて採取した。木口円板の数は各処理につき30枚の計180枚とした。木口円板の反りの曲率は40℃，65%R.H.の恒温恒湿器内で約1週間調湿したのち、(1)式から求めた。

3. 試験結果および考察

3.1 木口円板の鋸断角度と方向・部位別収縮率の



第5図 試片番号3・5の鋸断角度と収縮率
注) 収縮率は4個の平均値で表わした。

試片番号3と5の試片を例にとり、鋸断角度と気乾・全乾収縮率の関係を第5図に示した。この結果、気乾・全乾収縮率とも短径方向の試片における板目方向の収縮率（以下、これを α_T と略す）は鋸断角度の減少に伴ない小さくなるが、柁目方向の収縮率（以下、これを α_R と略す）は鋸断角度にかかわらずほぼ一定の値を示した。一方長径方向の試片では、逆に α_T がほぼ一定値を示し、 α_R は短径方向の α_T と同様の傾向を示した。この短径方向の α_R と長径方向の α_T は鋸断角度が変化してもその方向性はかわらないためである。また短径方向の α_T と長径方向の α_R は鋸断角度の減少に伴ない樹幹の繊維方向の収縮率（以下、これを α_L と略す）に漸近するためと考えられる。後者の現象については Greenhill が板目または柁目のどちらでもない板の厚さについて提案した理論式²⁾を構造3軸中 ($\alpha_T \cdot \alpha_R \cdot \alpha_L$) の2軸を含む面について一般化した式に対応させることができる。実際に、この一般化した式において微小項を無視した次式³⁾の計算値と測定値とは第5図にも示したようにほぼ一致した。

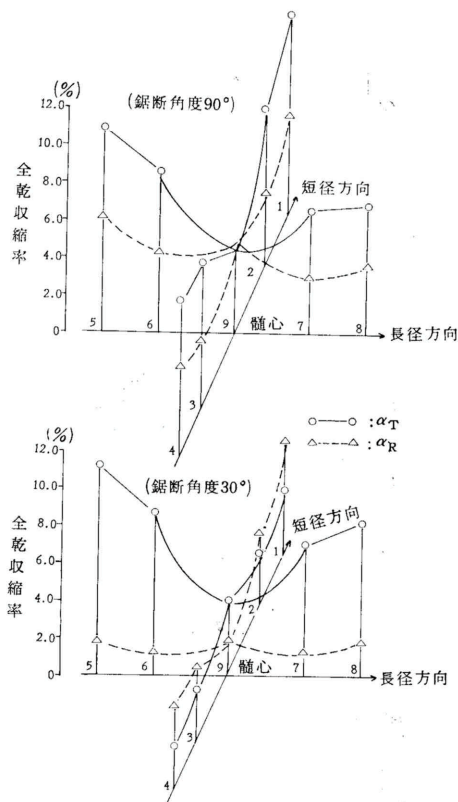
$$x \cos^2 + y \sin^2 \quad (2)$$

但し、 x : x から θ 偏った方向の α_T または α_R

x : 鋸断角度 90° の α_T または α_R

y : α_L (この値は予備実験から 0.70% とした。)

ただし、髓心を含む試片番号9の試片は曲線的な異方性を示すため一致はしなかった。つぎに、木口円板の方向・部位別の全乾収縮率について鋸断角度 90° と 30° を例にとり第6図に示した。この結果、前述した各試片の鋸断角度と収縮率の関係から、鋸断角度を減少させることによって短径方向では α_T が、長径方向では α_R が木口円板の収縮挙動の上で主要な要因をなすものと考えられる。従って、鋸断角度の減少に伴ない木口円板の方向・部位別に生じるせん断歪みが小さくなり、割れなどの損傷が軽減されるものと考えられる。また、各試片の収縮率の測定にあわせて、初期含水率と気乾・全乾時の比重を求めたが、鋸断角度の変化に伴ない顕著な差異は認められなかった。以上の結

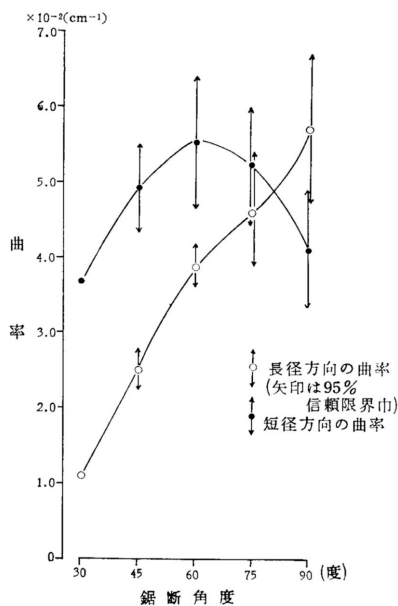


第6図 木口円板上の方向・部位別の全乾収縮率
注) 数字は試片番号を表わす。

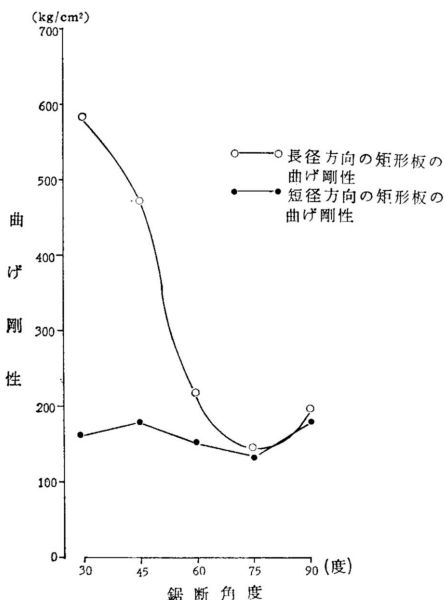
果から、傾斜挽き木口円板の乾燥による損傷の軽減は、鋸断角度の減少に伴ない、長径方向の α_R と短径方向の α_T が α_L に漸近するためと考えられる。

3.2 木口円板の鋸断角度および反りと曲げ剛性

木口円板の鋸断角度と反りの関係について第7図に示した。この結果、鋸断角度の減少に伴ない短径方向の反りはさほど大きな変化はなかったが、長径方向の反りは鋸断角度が 60° 以下になると著しく低下した。これは、3.1の結果から、前者については鋸断角度にかかわらずほぼ一定値を示す長径方向の α_T と短径方向の α_R が寄与し、また後者については鋸断角度の減少に伴ない α_L に漸近する長径方向の α_R と短径方向の α_T が大きく寄与しているためと考えられる。つぎに、木口円板の鋸断角度と長径・短径方向の矩形板の曲げ剛性との関係について第8図に示した。この結果、鋸断角度の減少に伴ない短径方向の矩形板の曲げ剛性は



第7図 鋸断角度と反り(曲率)



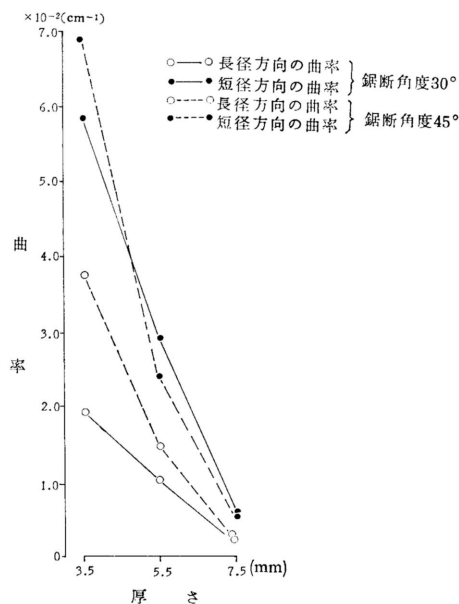
第8図 鋸断角度と長・短径方向の矩形板の曲げ剛性

さほど大きな変化はなかったが、長径方向の矩形板の曲げ剛性は鋸断角度が60°以下になると著るしく大きな値を示した。これは、矩形板に生じる曲げモーメントと繊維傾斜の関係が短径方向では常に平行方向であり、長径方向では鋸断角度の減少に伴ない直角方向に

ちかづくためと考えられる。また、矩形板の単純曲げによる曲げ剛性はベルヌイ・オイラーの公式⁴⁾ ($p = M/EIz$ 但し、 p : 曲率, M : 曲げモーメント, EIz : 曲げ剛性) から曲率とは逆比例の関係がある。そこで、木口円板の長径・短径方向の反り(曲率)と矩形板の曲げ剛性とを対比した場合、概ねこの関係が認められる。従って、このように比較的薄い木口円板は曲げ剛性値が小さいため、せん断応力による損傷よりも曲げ応力による損傷が支配的になっているものと考えられる。以上の結果から、このような木口円板は乾燥過程において反り易いが、この反りは鋸断角度を減少させることによって軽減できると考えられる。なお、測定には支障がなかったが、鋸断角度45°以上の木口円板の髓心上に小さな割れが観察された。これは、曲げ応力が髓心上に集中するためと考えられる。

3.3 木口円板の鋸断角度および厚さと反り

試験結果を第9図に示した。木口円板の長径・短径方向の反りについて分散分析表を作り検定した結果、短径方向の厚さの主効果は危険率5%で有意になった。これは、木口円板の鋸断角度が30°~45°、厚さが



第9図 鋸断角度および厚さと反り

3.5mm~7.5mmの水準域では、長径方向よりも短径方向の曲げ剛性が反りに対して大きく寄与しているためと考えられる。また、各水準間を最小有意差法で検定した結果、厚さが3.5mmの木口円板は鋸断角度間において長径方向では危険率10%、短径方向では危険率30%で有意になった。しかし、厚さが5.5mm以上になるとその有意性は認められなかった。以上の結果から、木口円板の鋸断角度が30°~45°の比較的薄い場合は、厚さを増すことにより反りは軽減でき、厚さを5.5mm以下にするときは鋸断角度を30°にした方が良いと考えられる。なお、鋸断角度が45°、厚さが3.5mmと5.5mmの木口円板に3.2と同様の割れが随心に観察された。

4. まとめ

以上の試験結果を要約するとつぎのとおりである。

- (1) 木口円板の鋸断角度と方向・部位別収縮率の関係は、長径方向の T、短径方向の Rが鋸断角度にかかわらずほぼ一定値を示し、長径方向の R、短径方向の Tは鋸断角度の減少に伴ない Lに漸近する。
- (2) 木口円板の収縮挙動は鋸断角度の変化に伴なう長径方向の Tと短径方向の Rの変化に支配されると予想され、鋸断角度を小さくすれば木口円板の方向・部

位別に生じるせん断歪みが小さくなり、割れなどの損傷が軽減されるものと考えられる。

(3) 木口円板の鋸断角度と反りの関係は、鋸断角度の減少に伴ない、短径方向の反りはさほど大きな変化はないが、長径方向の反りは鋸断角度が60°以下になると著しく低下する。

(4) 木口円板の反りと長径・短径方向の矩形板の曲げ剛性は、ほぼ逆比例の関係が認められる。

(5) 比較的薄い木口円板は、乾燥過程において反り易いが、鋸断角度を減少させることによってこの反りは軽減できると考えられる。

(6) 鋸断角度が30°~45°の比較的薄い木口円板を利用する場合、厚さを増すことによって反りは軽減でき、厚さを5.5mm以下にするときは鋸断角度を30°にした方が良いと考えられる。

参考文献

- 1) 吉田弥明, 田口崇; 本誌, 8月号 (1972)
- 2) 中戸莞二; 材料, Vol. 21 No. 121, P. 689~694 (1962)
- 3) 梶田茂編; 木材工学, 養賢堂, P. 127~128 (1967)
- 4) 黒木剛一郎; 材料力学, 森北出版, P. 52~54 (1967)

- 木材部 加工科 -
(原稿受理 48.10.11)