

狂いの機械的防止に関する研究(第4報)

— 巾そり応力について —

野 原 正 人

ま え が き

木材を乾燥した場合に生ずる損傷には、乾燥技術の未熟によるものと、木材組織の構成に起因するものとの2種類がある。

前者による損傷は、割れや落ち込みなどであるが、これは乾燥技術、ことにスケジュールを検討することによって防止することができる。

しかし、後者である木材組織に起因する損傷、特に板目板の巾そりなどは、乾燥スケジュールなどを検討しても解決することは不可能である。

こうした巾そりを防止する方法として、製材時の木取り方法などを検討して巾そりの少ない板を製材する研究が若干おこなわれている。^{1,2)}

しかし、乾燥工程において巾そりなどの狂いを防止する方法についての研究はあまりみあたらない。

そのため、筆者は乾燥中の木材を機械的に拘束することにより、巾そりを防止する方法について研究し、木材学会で報告した。³⁾

その後、カラマツなどのねじれが大きい樹種の乾燥において、棧積全体を拘束する、いわゆる圧縮乾燥が研究され、⁴⁾ 実際にも応用されるようになった。

乾燥中の木材を機械的に拘束する方法は、圧縮圧力を樹種および板の厚さにより適正に保たないと、防止効果がないばかりでなく、逆に狂いを助長する結果にもなりかねない。

また、全乾燥時間にわたって一定の圧力で圧縮することは困難である。

そのため、巾そりを防止するに最適な圧縮圧力、およびその時期を把握することが必要であるが、巾そり応力の大きさおよび発生時期などを検討することにより、目的を達することができると思われる。

本報は、ロードセルを用いて板目板の巾そり応力を連続的に測定する方法について検討したものである。

試験回数も少なく、今後検討すべき点も数多く残されているが、これまでに実施した試験について一応の結果を報告し、大方の御批判、御指導を仰ぐ次第である。

なお、本試験を実施するにあたり、試験装置の構造など、種々御指導を頂いた岐阜大学農学部、井阪三郎教授に深く感謝する。

1 試 験 方 法

1.1 試験装置

巾そり応力を測定する装置は、図-1に示すように、固定された2個の下部ローラー(スパン17cm)上に試験片を置き、下部ローラーの同一垂直線上を移動できる上部ローラーにより試験片が浮き上がらないように約10kgのスプリングで下部ローラーに圧着した。

2個の下部ローラーの同一平面上の中央部にロードセルを固定し、試験片が木表側にそろおうとする応力をロードセルで検出できるようにした。

使用したロードセルは、耐熱耐湿型の容量5kg(LC-5KA)のものであり、その出力はコンデンショナー(B.S.P-36 BM13)を通じて打点式記録計に導入した。

1・2 試験片

試験に用いた樹種は、ブナ、ナラおよびミズメの3種類であり、いずれも径35cm以上の丸太の樹心から12~18cmの位置で試験片を採取した。

試験片の大きさは巾200mm、長さ(繊維方向)30mmとし、厚さは、15, 20, 25および30mmの板目木取りとして鉋削仕上げをおこなった。

なお、試験片は応力を測定するものと、含水率、収縮率および巾そり矢高を測定するものとの2種類、あるいは乾燥応力によるカップ量を測定する3種類としたが、これらはいずれも図-2に示すように繊維方向に連続した位置から採取した。(カップ量を測定する試験片は、厚さを1/2に切断して木表側を使用した。)⁵⁾

試験片はすべて木口からの水分蒸発を防ぐため、ゴム系接着剤を用いて両木口にアルミ箔を接着して被覆した。(カップ試験片は1/2に切断した中央側もアルミ箔で被覆した。)

1・3 測定および乾燥方法

試験を実施した乾燥試験装置は、電熱線による加熱と水槽の加熱による調湿によって温湿度を自動制御でき、材間風速は1m/secである。

試験片をセットした巾そり応力測定装置を、乾燥装置内に設置し、試験中は全く手を触れないようにし、乾燥中の含水率、収縮率および巾そり矢高の変化は、前述のように連続して木取った試験片を1日2~3回、乾燥装置内から取り出して測定した。なお、乾燥は連続運転により実施した。

2 試験結果および考察

乾燥を開始しても、巾そり応力はすぐに発生せず、数時間あるいは十数時間経過後の若干含水率の減少した時点で発生する。

板目板の巾そりは、木表側と木裏側の収縮率の差に起因するものであるため、試験片の表面が繊維飽和点以下の含水率になれば、巾そりそのものが発生しないため、当然であろう。

発生した巾そり応力は、その後急激に増加し、ある時点でピークに達すると、その後は漸減するが再び増加したのちに減少する傾向を示す。

応力の増加あるいは減少中もたえず小さなリップルを示しながら変化するが、この小さいリップルは湿度の自動制御におけるリップルと同波形を示している。また、乾燥条件を大きく変えた場合には、

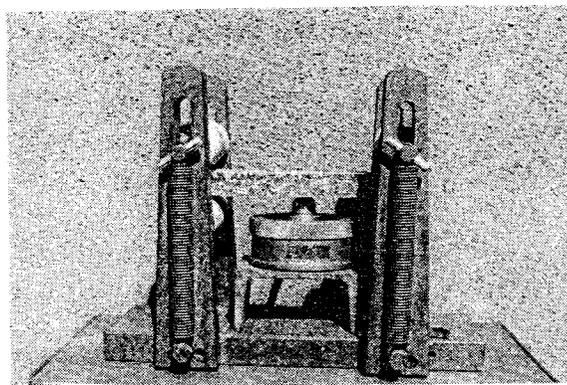


図-1 巾そり応力測定装置

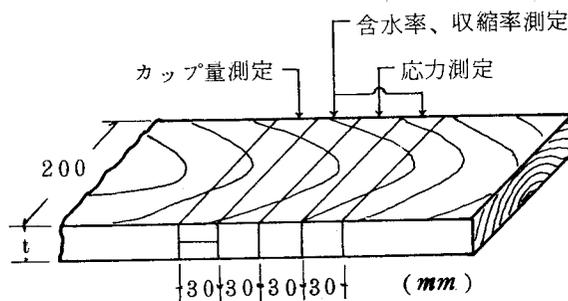


図-2 試験片の採り方

応力の変化も大きく現われるようである。

巾そり応力は、乾燥条件、板の厚さおよび樹種の違いによって差があると思われるため、以下その順によって結果と考察を述べることにする。

2.1 乾燥条件と巾そり応力

乾燥条件により巾そり応力がどのように変化するかを検討するために、ブナ材の厚さ 20 mm 板を用いて試験をおこなった。

乾燥条件は、含水率 30% までの乾湿球温度差を 5℃、10℃ および 15℃ の 3 種類とし、その後は含水率の減少に応じて温度を上昇させた。しかし、初期温度差 10℃ および 15℃ の場合は、急激な乾燥による試験片の割れを考慮して、試験開始後数時間のみは温度差を少なくし、その後所定の温度差にして操作した。

図-3～5に、それぞれの乾燥条件における乾燥経過と巾そり応力の経過を示す。

いずれの乾燥条件においても含水率がある程度低下した時点から巾そり応力が発生しており、巾そり矢高の発生時期とほとんど差がないようである。

含水率の減少経過は、乾燥条件が異ってもほとんど差が認められないが、巾そり応力の経過、すなわち応力の発生時期、最大応力を示す時期あるいはその後の経過には一定の傾向を認めることができない。

しかし、最大の巾そり応力には大きな差が認められず、2.5～3 kg の値を示しており、乾燥条件が異っても最大巾そり応力は変わらないものと思われる。

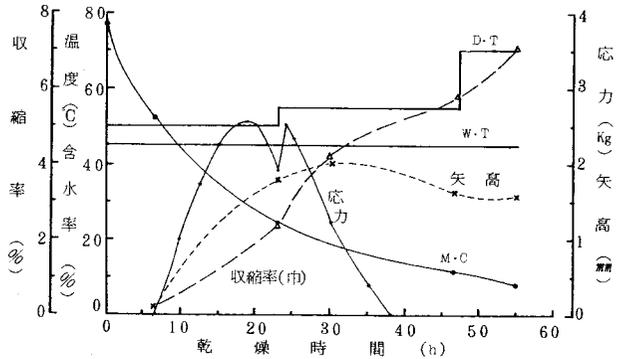


図-3 ブナ 20 mm 板の乾燥および巾そり応力の経過 (初期温度差 5℃)

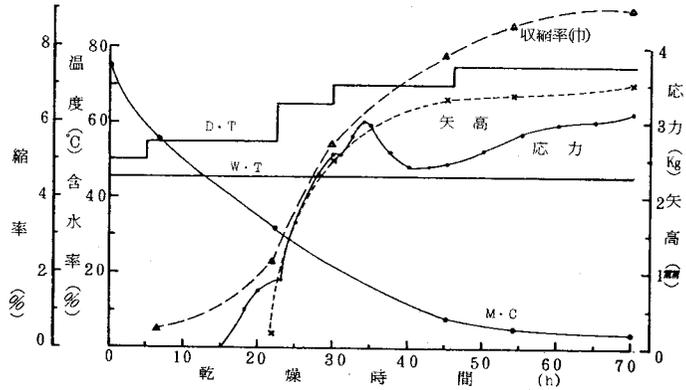


図-4 ブナ 20 mm 板の乾燥および巾そり応力の経過 (初期温度差 10℃)

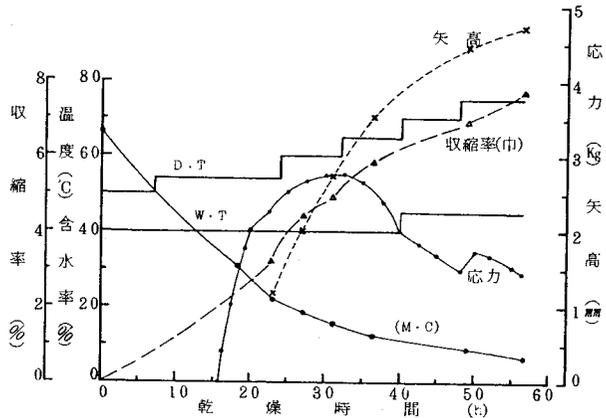


図-5 ブナ 20 mm 板の乾燥および巾そり応力の経過 (初期温度差 15℃)

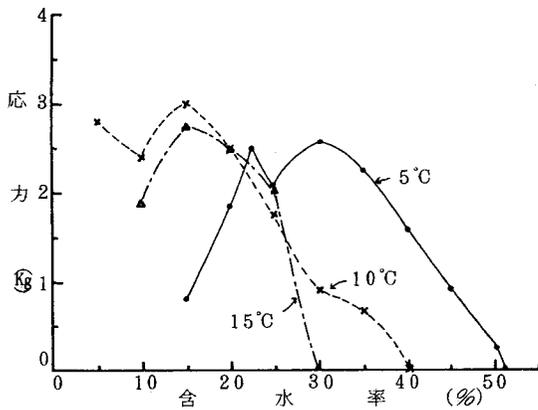


図-6 乾燥条件別の応力と含水率の関係 (ブナ 20mm)

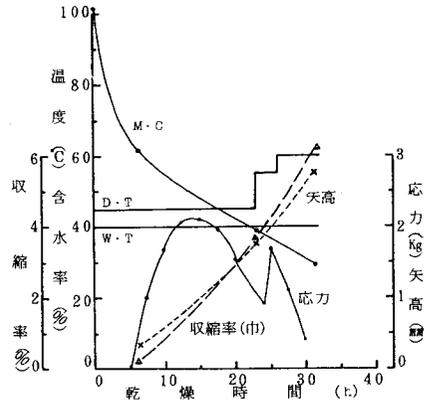


図-7 ブナ 15mm板の乾燥および巾そり応力の経過

2・2 板の厚さと巾そり応力

次に、板の厚さと巾そり応力の関係を見るために、同じくブナを用いて、板の厚さを15mm, 25mmおよび30mmとして同様の試験を実施した。

乾燥条件は、それぞれ板の厚さに応じた一般的なスケジュールで操作したが、厚さ25mm板の場合は乾燥装置の調整不備のため、乾燥初期の温度差が10°Cとなった。

板厚別の乾燥条件および巾そり応力の経過を図-7~9に示す。

図-7の厚さ15mm板の場合は、比較的高含水率から巾そり応力が発生し、最大応力を示す時期も高含水率を示している。

図-8の厚さ25mm板の場合は、巾そり矢高と巾そり応力の発生時期が異っているが、これは試験片を連続的に採取したものの材質的な差が大きかったためと思われる。

図-9の厚さ30mm板は、巾そり矢高も含水率20%の所で一度減少しているが、応力も同じような経過をたどり、低含水率になってから二度目のピークを示している。

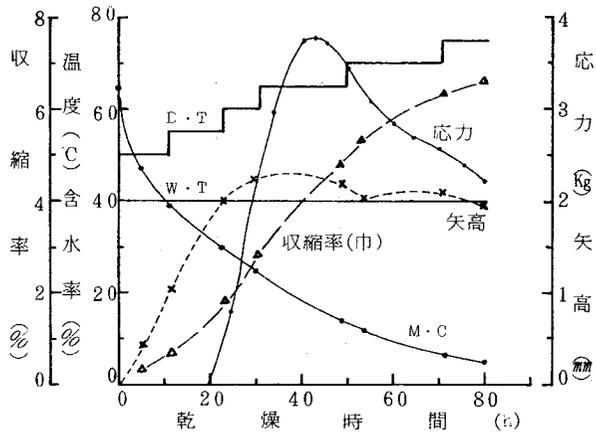


図-8 ブナ 25mm板の乾燥および巾そり応力の経過

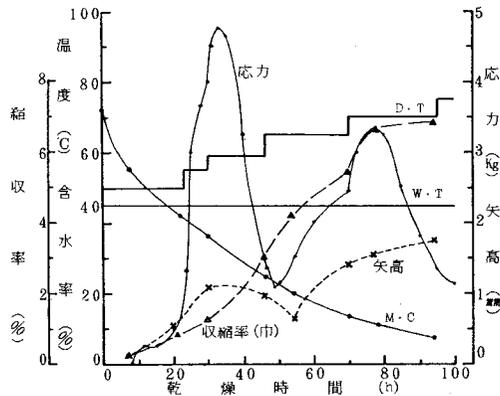


図-9 ブナ 30mm板の乾燥および巾そり応力の経過

図-9 ブナ 30mm板の乾燥および巾そり応力の経過

図-10は、板の厚さ別に、含水率と巾そり応力の関係を示したものであるが、乾燥条件の場合と同じように応力の発生時期および最大応力を示す含水率には一定の傾向が認められない。

しかし、最大巾そり応力の大きさは板の厚さに比例し、15 mm板は約2.1 kg、20 mm板は約2.5 kg、25 mm板は約3.9 kgおよび30 mm板は約4.7 kgを示している。

これは前に報告した死荷重による狂い防止を目的とした圧縮圧力の大きさと同様の傾向を示している。³⁾

また、厚さ25 mm板をのぞいて他は全て巾そり応力が2つのピークを示しているが、これについては他の項で検討することとする。

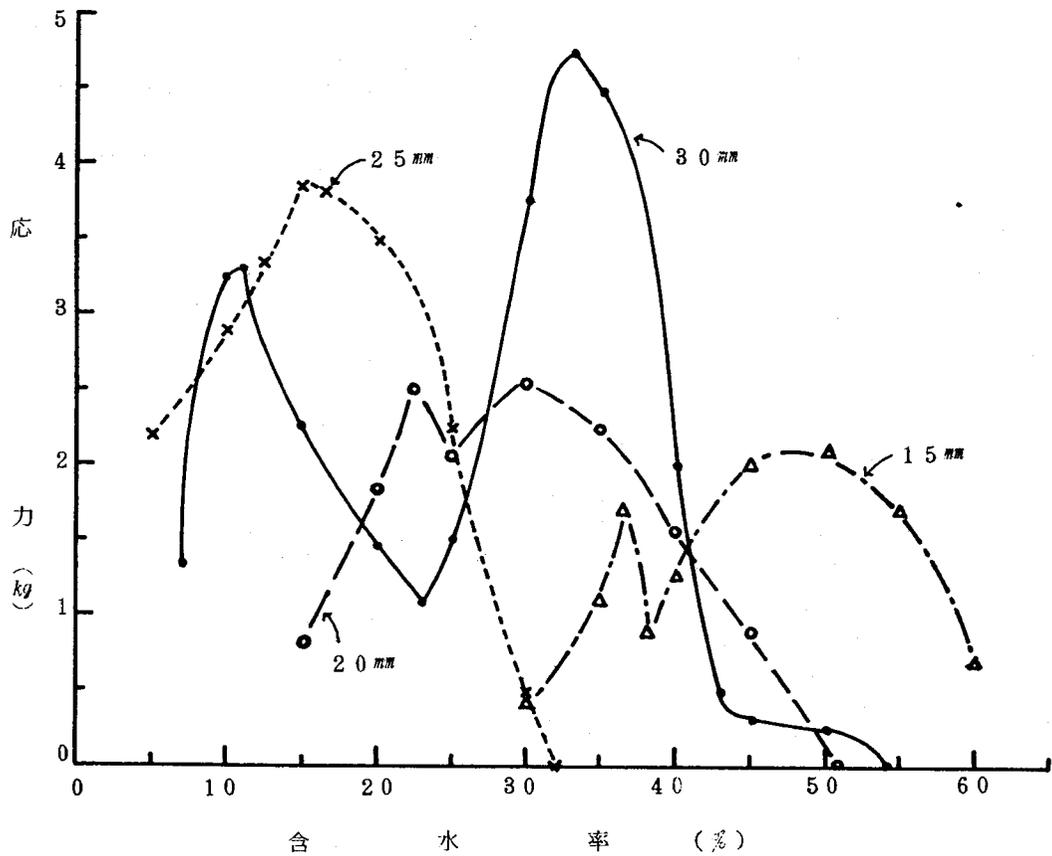


図-10 板厚別の応力と含水率の関係 (ブナ)

2・3 樹種と巾そり応力

乾燥条件および板の厚さと巾そり応力については、すべてブナを用いて検討してきたため、樹種による差をみるため、ナラの20mm板およびミズメの30mm板について同様の試験を実施して、ブナの場合と比較した。

図-11にミズメの厚さ30mm板の乾燥経過および巾そり応力の経過を示す。

乾燥開始後45時間を経過してから巾そり応力が発生するが、最大応力も板の厚さの割には、あまり大きな値を示していない。

また、図-12にナラの厚さ20mm板の乾燥経過および巾そり応力の経過を示す。

巾そり矢高および応力とも比較的高含水率から発生しているが、巾そり矢高、応力とも小さい値を示している。

図-13は、樹種別の含水率と応力の関係を示したものであるが、ブナが最も大きく、ついでミズメとなり、ナラの場合は非常に小さい応力しか発生していない。

これは、乾燥による狂いについて一般的にいわれている樹種の性質と同じ傾向を示しているといえる。

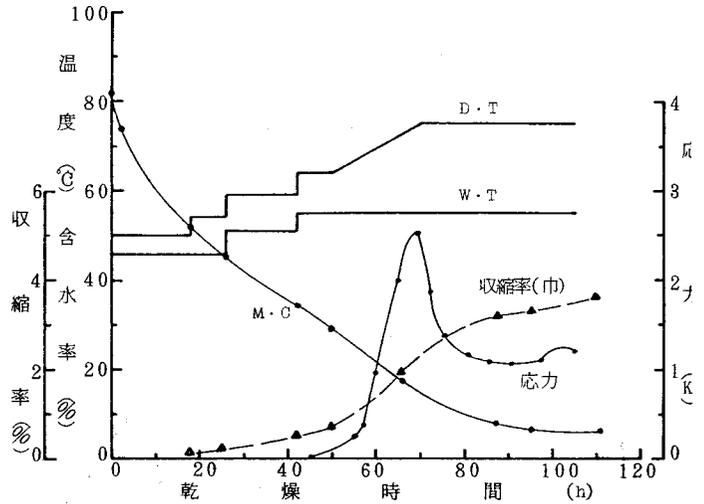


図-11 ミズメ30mm板の乾燥および巾そり応力の経過

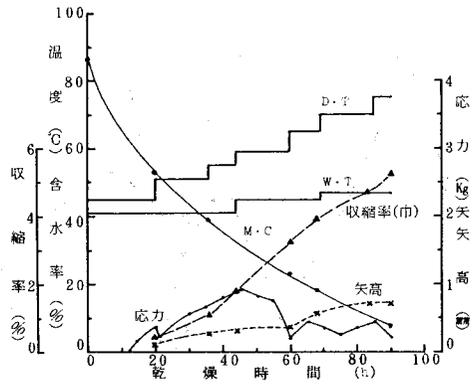


図-12 ナラ20mm板の乾燥および巾そり応力の経過

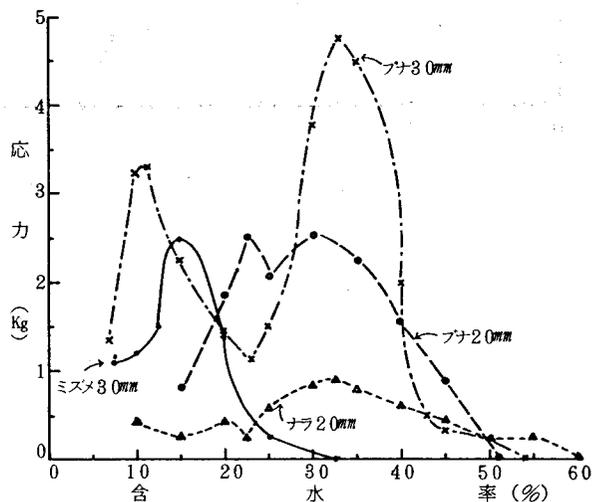


図-13 樹種別の応力と含水率の関係

2.4 乾燥応力と巾そり応力

巾そり応力と乾燥による内部応力の関係について検討するため、前述の各試験と併行して、乾燥応力の経過をカップ法による矢高の測定により求めた。

図-14は、樹種別の乾燥応力によるカップ量と、巾そり応力の関係を示したものである。乾燥応力の大きさと、巾そり応力の大きさには直接の関係は認められないが、最大応力の現われる時期および乾燥応力が逆転する時期と、巾そり応力の2つのピークとは一連の関係を認めることができる。

板目板の巾そりは、木表側と木裏側の収縮率が異なるために現われるものであるが、表面の含水率が低下し、収縮が進行する間は、巾そり応力も増加するが、表面がセットされると巾そり応力も漸減することになる。しかし、中心部分の収縮により乾燥応力が逆転すると、巾そり応力も再び増加し、二度目のピークが現われるものと考えられる。

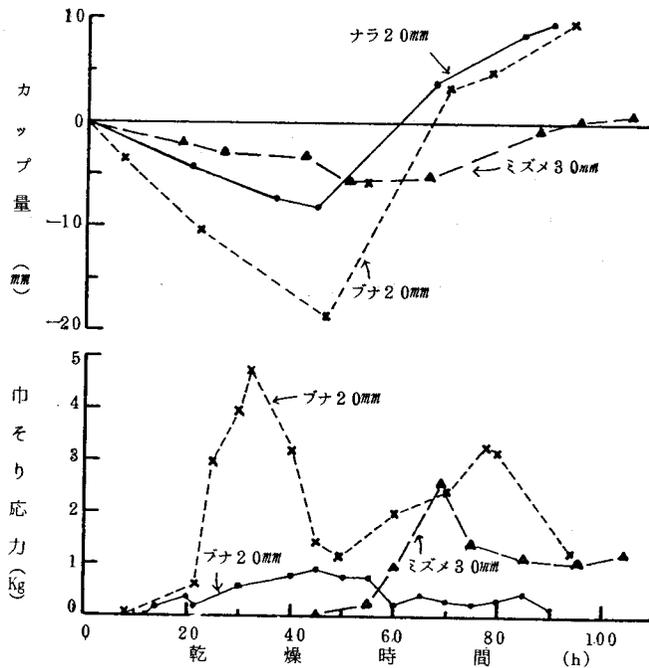


図-14 乾燥応力によるカップ量と巾そり応力の経時変化

3 ま と め

板目板の巾そり応力をロードセルを用いて連続的に測定する方法について検討を加えたが、巾そりそのものが、試験片の木取位置や収縮率などの局所的な材質に影響されるものであるため、試験片のとり方によって巾そり応力の現われ方は一定しない。

すなわち、巾そり応力測定用の試験片と巾そり矢高や収縮率などの測定用試験片を連続的に採取してはいるが、細部的にはやはり若干のずれがあり、両者の巾そりが異なるため、同一試験片から応力や収縮率および矢高を測定する方法を見出すことが必要であろう。

しかし、この試験方法でも、同一条件でくり返し試験を実施してみると、最大応力やその経過の傾向は大略一定であるため、この試験方法により巾そり応力を測定することは可能であると考えられるので、その結果について報告した。

要約すれば次のとおりである。

(1) ブナ20mm板を、初期温度差などの条件を変えて乾燥しても、巾そりの最大応力には大きな差が認められなかった。

(2) 板の厚さと巾そり応力の関係についてみると、ブナの場合、厚さが厚くなるほど巾そり応力も大きくなり、狂い防止のため死荷重を加える場合と同様の傾向を示した。

(3) 樹種別の巾そり応力は、ナラ、ミズメ、ブナの順に大きくなり、乾燥による狂いやすさの性質と同様の傾向を示した。

(4) 巾そり応力は、一度最大を示したのち減少し、再び増加して2つのピークを示すが、これは乾燥応力の経過と関係があり、2度目のピークは乾燥応力の逆転後に現われるようである。

文 献

- 1) 井阪三郎, 梅原 誠: 木材の狂いに関する研究, 特に板目板のそりについて: 林試研報, №71 (1954)
- 2) 井阪三郎: 木材の狂いに関する研究, 板のそりを考慮した木取法: 林試研報, №97 (1957)
- 3) 野原正人: 狂いの機械的防止に関する研究(第1報~第3報): 日木学会発表要旨(1964, 1966, 1967)
- 4) 大山幸夫他: カラマツ間伐材の乾燥に関する研究(第1報~第3報): 北林試月報(1971~1973)
- 5) 西尾 茂: Cup法による木材乾燥応力経過の推定: 鳥取工業試研法(1972)