

アルカリ処理による木材の可塑化

中野 隆人

1 はじめに

木材は、住宅構造部材、内外装材、家具等に幅広く用いられており、私たちの生活に不可欠な天然材料の一つです。最近では、単に物理的、化学的性状が優れているだけでなく、人間の感覚にもよくなじむ生理学的にも有用な材料であることが指摘されています。しかし、木材が持っている性質をそのまま利用するだけでは、その用途は限定されます。したがって、これからの木材用途拡大のためには、木材の持っている性質に加え新たな性質を付加することが望まれます。こうした観点から、近年、木材の新たな用途開発を目的として、木材の改質が試みられてきました。当場では、木材の改質の一つとして木材の可塑化技術をとあげ、その実用化を検討してきました。この技術の詳細は、すでに報文として明らかにしてきました^{1)~4)}、本稿では、実用化と関連の高い加工性を中心に可塑化技術の概略を紹介します。

2 処理方法

アルカリ処理方法の処理手順を図1に示します。図に示したように、処理は簡単な工程で行うことができ、使用薬剤はアルカリ（NaOHもしくはKOH）と水のみです。処理工程は熱源を必要としません。なお、この処理は処理液の材内への浸透を前提とするので、材厚が薄い突板などの場合を除き、一般に浸透の悪い針葉樹には適しません。

まず、減圧法あるいは浸せき法で15%のNaOH水溶液を材内に十分浸透、拡散させます。この時点で木材は可塑性を示すようになります。次に、

水洗し浸透させたアルカリ溶液を材内から十分取り除きます。材を取り出し、所定の含水率に調整します。こうした工程を経た処理材は、容易に曲げ加工、成型加工が可能になります。付与した形状の固定は、治具に固定のうえ、除々に乾燥することで行います。

こうした方法で加工した種々の形状の試作品を写真1~8に示しました。アルカリ処理によって、いろいろな形状に加工することが可能になる

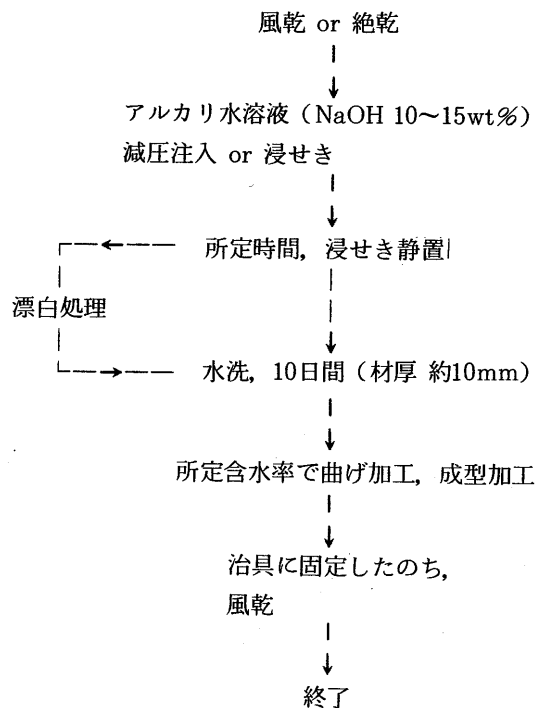


図1 アルカリ処理の処理工程

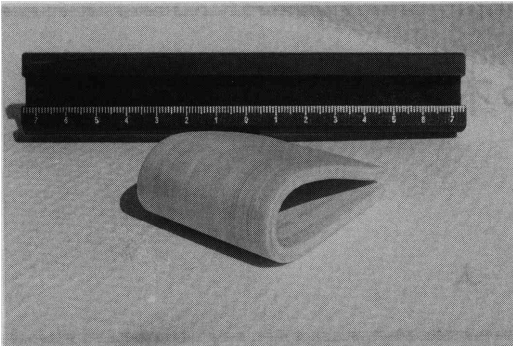


写真1 シナノキの曲げ加工

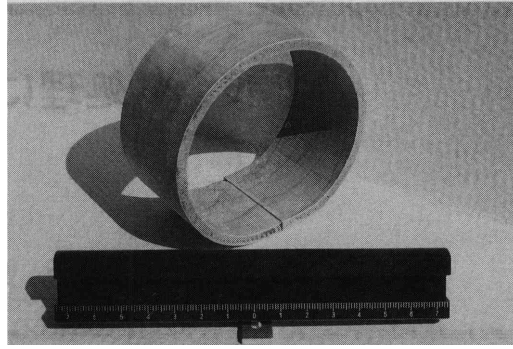


写真5 合板のリング加工



写真2 タモのスプリング加工

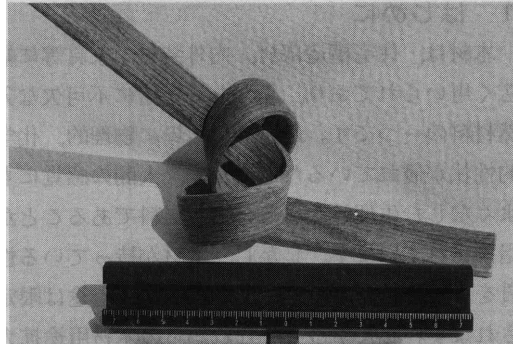


写真6 タモの結び

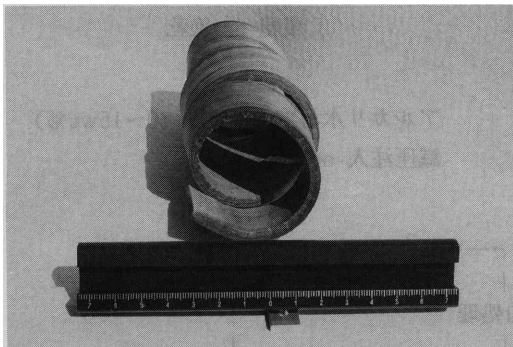


写真3 シナノキのスパイラル加工

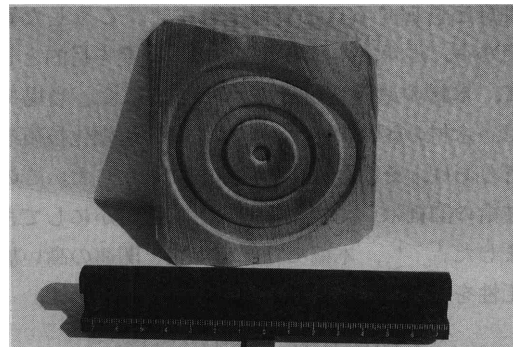


写真7 シナノキ単板の成型加工

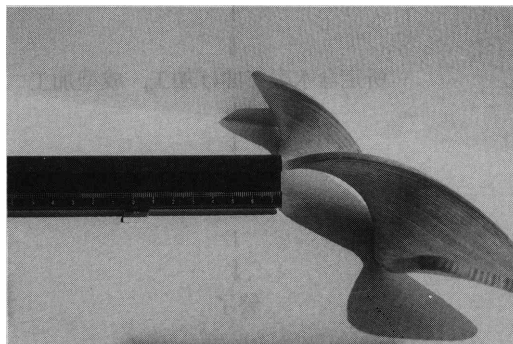


写真4 タモのネジリ加工

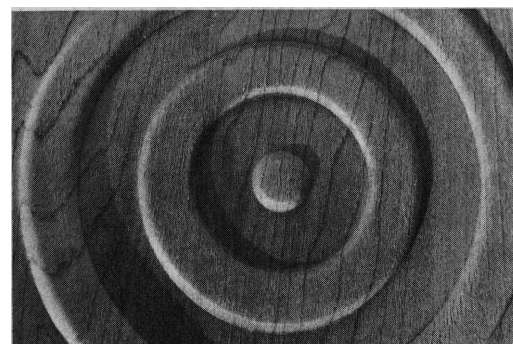


写真8 写真7の拡大

ことがわかります。

3 適性な加工条件

さきに述べたように、アルカリ処理によって木材に可塑性が付与されますが、この可塑性には水分依存性があることが明らかになりました^{5)・6)}。木材を曲げ、あるいは成型加工する場合、いわゆる腰があることが望ましい。すなわち、材の破断がなく、変形量が大きいたることが必要です。これは、加工に最適の含水率に調整することで得られます。

図2に曲げ強さとたわみとの関係を調べた結果の一部を示します。試験材はタモです。木材の曲げやすさが水分依存性を持ち、含水率が高い程、曲げやすいことはよく知られた性質です。図中の破線はこのことを示しています。これに対し、アルカリ処理材の場合は、少し挙動が異なります。第一に、含水率依存性が極めて大きいことです。第二に、最大たわみは、ある含水率のところで最大になることです。こうした結果から、アルカリ処理材には、加工に適した含水率条件があることがわかります。

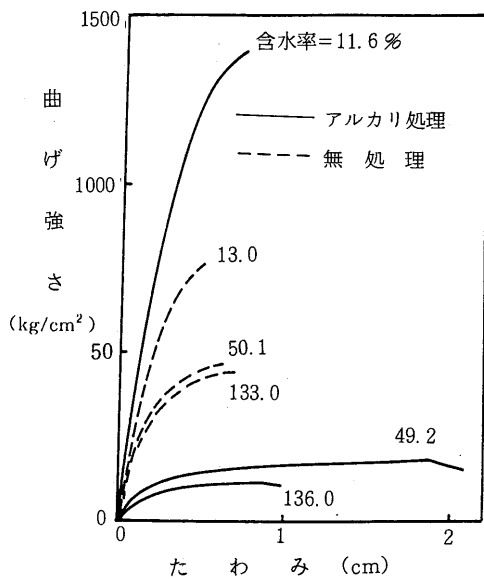


図2 たわみと曲げ強さとの関係(タモ)

1989年6月号

図3に最大たわみの含水率依存性を示しました。図から、タモの場合には約50%の含水率のとき最大たわみを示すことがわかります。図4に、曲げ弾性係数の含水率依存性を示しました。含水率50%は、弾性係数が増加し始める含水率領域ですが、50%以上の含水率領域の弾性係数と比較して大きい値ではありません。図3は破断なしに加工できる可能性の指標であり、図4は曲げやすさの指標です。したがって、以上の二つの図から、タモの場合の最適含水率は50%であるといえます。

こうした結果をもとに、タモについて種々の厚さの材料で曲げ加工を行いました。材厚3.5cmの場合、トーネット法で行うと、曲率半径30cmで容易に曲げることが可能でした。

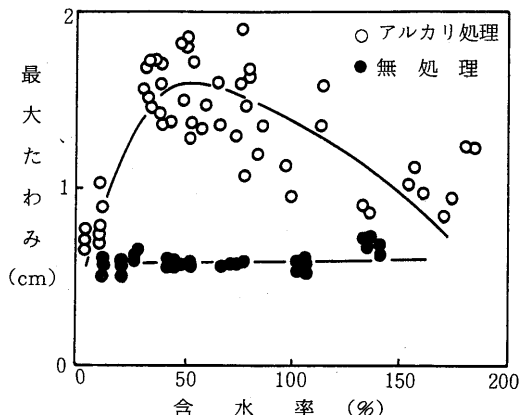


図3 含水率と最大たわみとの関係(タモ)

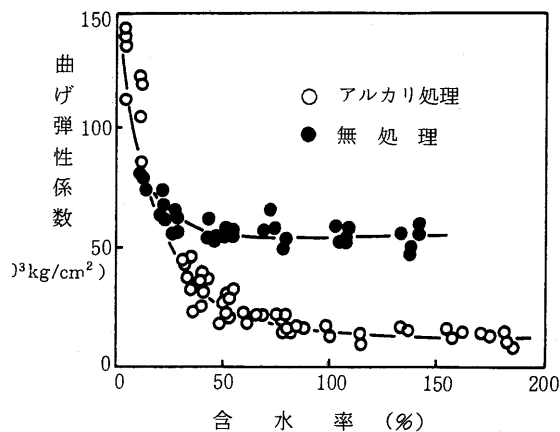


図4 含水率と曲げ弾性係数との関係(タモ)

4 可塑性の機構

アルカリ処理に伴う材変化のうち最も特徴的であるのは繊維方向の収縮です。収縮は飽水状態で生じます。この収縮は、濃度依存性を示し、しかも収縮が始まる濃度は、木材中のセルロースの結晶構造が変化すると言われている濃度よりはるかに低い濃度です。引張ヤング率は、この濃度依存性と極めて類似の傾向を示し、両者には明らかな関係が認められました。これらのことから、可塑性発現の機構は以下のように推察されました。処理によって、ヘミセルロースなどの溶脱によりフィブリル傾角が増大します。木材に変形が与えられた時、傾角が増大したフィブリルが傾角を処理前の状態にまで減少できるので、木材は伸長が可能となります。この伸長性の付与により可塑性が発現するのではないかと考えられています。繊維方向の収縮、ヤング率の濃度依存性から、アルカリ処理の適性濃度は、NaOHで約 10～15%、KOHで約 15～20%です。

5 接着・塗装性、寸法安定性

実用に供する場合、処理材の接着・塗装性、寸法安定性が良好であることが不可欠です。詳細については、稿を改めて報告する予定ですが、結果の概略は以下のとおりです。

接着性は、汎用接着剤を用いた結果では無処理の場合と同程度ないしはわずかに低下しました。塗装性は、汎用塗料では問題はないものの密着性は塗料によっては不良でした。寸法安定性は、後述するように、乾燥に伴う材の収縮のため無処理材よりも低下しました。

6 残された課題

以上述べてきたように、アルカリ処理は簡単な処理で木材を種々の形状に加工できるという点で有用な処理技術ですが、全く問題点がないわけではありません。実用に供する場合、問題になると考えられる点は以下のとおりです。勿論、これが解決されなければ本技術が実用に供することがで

きないというわけではありません。すでに、クラフト、工芸品などの分野では、この技術が実用に供されています。しかし、家具、そのほかのより付加価値の高い木工製品に供する場合を考えると、本可塑性技術にはまだ問題が残されていると言わざるを得ません。その中で最も大きな問題は、以下の二点です。すなわち、乾燥時の材の収縮、寸法安定性です。後者は、前者の問題を解決することで解決されると考えられますから、問題は材の収縮です。

アルカリ処理材の収縮は、樹種、乾燥条件によって異なりますが、極めて大きなものです。この収縮は、材の落込みを伴い材を複雑な形状に変形させる要因となります。シナノキを例にとれば、接線方向で30%にも及ぶ収縮を生じる場合があります。収縮の抑制法について、これまでに種々の方法を検討しました。シナノキの接線方向の場合で10%程度の収縮に抑えることが可能でしたが、それ以上の収縮抑制はできませんでした。この収縮の問題については、今後の課題として引き続き検討していく予定です。

文 献

- 1) 中野隆人：木材を自在に曲げる，木材の研究と普及，34，No.408（1987）
- 2) 中野隆人：アルカリ処理による木材の可塑性，日本レオロジー学会誌，16，No.1，48（1988）
- 3) 中野隆人：アルカリ処理による木材の可塑性，日本レオロジー学会誌，16，No.3，104（1988）
- 4) 中野隆人：アルカリ処理による木材の可塑性，木材学会誌，25，431（1989）
- 5) 松本 章：日本木材加工技術協会主催 昭和63年度研究開発促進発表会
- 6) 江畑 進，他：昭和63年度林業技術研究発表大会論文集

（林産試験場 化学加工科）