

木を圧縮する(1)

伊藤 洋一

はじめに

木材は、加工性に優れ、木目が美しく、軽くて強い性質をもつために、建築、家具、工芸品などの材料として広く利用されています。また、最近では木材のもつ性質が人間の心理、健康、衛生などに与える影響についての研究が進められ、木材が住環境を形成する材料として、重要であることが明らかになりつつあります。そして、木材は、昨今のめざましい技術革新にもかかわらず、将来的にも材料として重要な位置を占めることが予想されます。

これまで、木材を有効に利用するため、表1に示すようにいろいろな加工処理方法が開発され、実用化されています。

しかし、個々のニーズの多様化とともに、木材も他の工業材料と同じように、より多くの用途に利用していくことを要求されるようになりました。そのためには、木材のもつ短所を取り除き、長所をさらに生かしていく処理方法の開発、そして、可能ならば、これまであまり使われていなかった低質の木材を活用できるようにする必要があります。これらのことを解決する方法の一つに、圧縮成形加工が考えられます。ここでは、木材の圧縮加工について、現状とその可能性について述べてみたいと思います。

表1 木材の主要な処理方法

化学的処理	化学修飾(薬品による処理) 生物学的処理(菌による処理)
物理的処理	蒸煮処理 局所爆砕処理
機械的処理	インサイジング処理

木材のもつ二つの異なる性質

木材は本来、弾力的な材料ですが、水分と熱の作用で軟化させることができます。この結果、木材に塑性変形(変形形状がそのまま永久に残る変形)を与えることができます。このような性質を粘性と言っています。つまり、木材には、相反する二つの性質、弾性と粘性とが共存しているといえます。この機構は非常に複雑で、現在でもわからない点が数多く残っています。このような性質は心理学の分野で例えるならば、二重人格と言うべきものでしょうか。有名な怪奇ストーリーに、「ジキル博士とハイド氏」の話があります。この話は、昼間はジキル博士という常識もあり地位もある立派な人物が、夜になると突然ハイド氏という野獣に変身してしまうという話です。木材の性質は、このような二重人格(この場合は、二重人格と言えはいいのでしょうか?)を有しているといえるでしょう。

木材の軟化と変形

木材の主要成分は、表2に示すような所定の温度以上で軟化させることができます¹⁾(木材の化学組成については、図1に示しました)。

このため、お湯につけたり蒸気で蒸すことによって、木材を曲げたり、圧縮したりすることができますようになります。

表2 木材主要成分の熱軟化温度

木材成分	熱軟化温度(℃)	
	乾燥状態	湿潤状態
セルロース	231~253	222~250
ヘミセルロース	167~217	54~142
リグニン	134~235	77~128

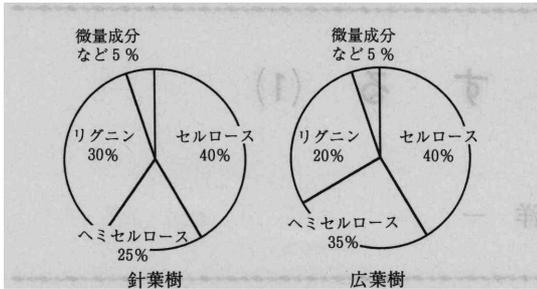


図1 木材の化学組成

このように変形を与えた木材を治具で固定したまま乾燥すると、乾燥状態では軟化温度が高くなるため、形状が一時的に固定されます²⁾。この状態は、ドラインセットと呼ばれています。この変形の固定は、永久的なものではなく、お湯の中で煮ることなどによって、与えた変形のほとんどが回復してしまいます。したがって、変形を永久固定することが重要です。

変形を永久固定する方法

変形を永久固定する方法には、いろいろな薬品による処理方法³⁻⁶⁾、熱処理による方法、高圧水蒸気処理による方法があります。薬品を使わないとを比較すると、処理時間が短かく強度低下が少ないという点で、高圧水蒸気処理の方が優れていると言えます。

例えば、熱処理の場合、 $20 \times 20 \times 30$ mm (繊維方向×放射方向×接線方向)のスギ圧縮材(圧縮は放射方向に半分の寸法になるまで行っている)を $180 \sim 220$ で固定化するために必要な処理時間は、 180 では20時間、 200 では5時間、 220 では3時間となります^{7,8)}。

一方、高圧水蒸気処理では 180 で約8分間、 200 で約1分間で変形は完全に固定されます⁸⁾。写真1は、高圧水蒸気処理により変形を永久固定した例(ハリギリ材)を示しています。このときのハリギリ材の寸法は、 $20 \times 30 \times 20$ mm (繊維方向×放射方向×接線方向)で圧縮は接線方向に半分の寸法になるまで行っています。

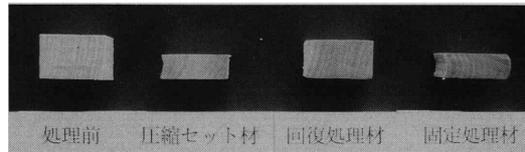


写真1 圧縮セット材の回復と固定(ハリギリ材)

- 1) 圧縮前の寸法は、 $20 \times 30 \times 20$ mm (繊維×放射×接線方向)
- 2) 圧縮後の寸法(接線方向)は、元の寸法に対して60%の長さ

高圧水蒸気処理による圧縮成形加工

木材の圧縮成形加工の処理手順は、「軟化」「圧縮成形」「形状固定」という3つのステップを踏みます。この一連の加工工程を短時間で処理するために、圧力容器中で圧縮成形加工ができる装置が開発されています(写真2)^{9,10)}。この装置は、最大荷重14トンのプレスを内蔵した圧力容器(最大使用圧力 20kgf/cm^2)です。木材は、この装置の中で、水蒸気による可塑化と圧縮成形およびその変形の固定化を連続的に受けることができます。図2に圧縮工程の模式図を、図3に実際の圧縮成形加工工程を示しました。このように処理した圧縮木材は、形状固定のための高圧水蒸気処理が十分に行われていれば、乾燥・吸水・煮沸の繰り返し試験によっても成形された形状が完全に保たれ、固定が完全になされていることがわかります(図4)。

処理する木材の繊維方向の長さが長くなるにつれて、軟化および固定に要する時間が長くなります。

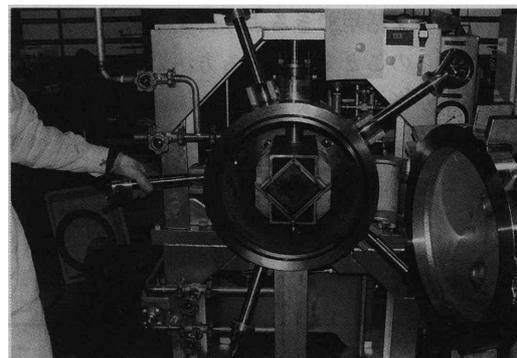


写真2 高温高圧プレス成形装置

- 1) 内径40皿、奥行58cm、最大使用圧力 20kgf/cm^2 の耐圧容器
- 2) 内蔵プレスの最大荷重は14ton

木を圧縮する(1)

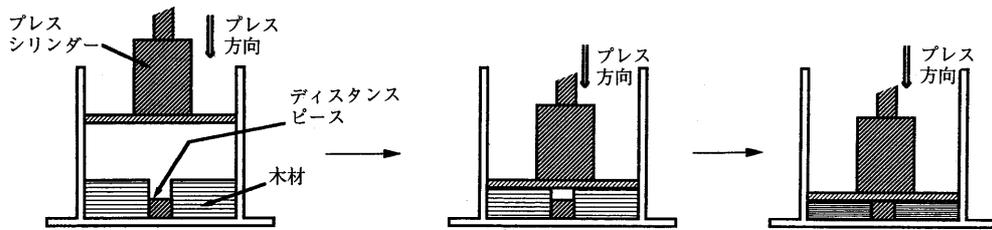


図2 高温高圧プレス成形装置の処理槽内における圧縮工程模式図

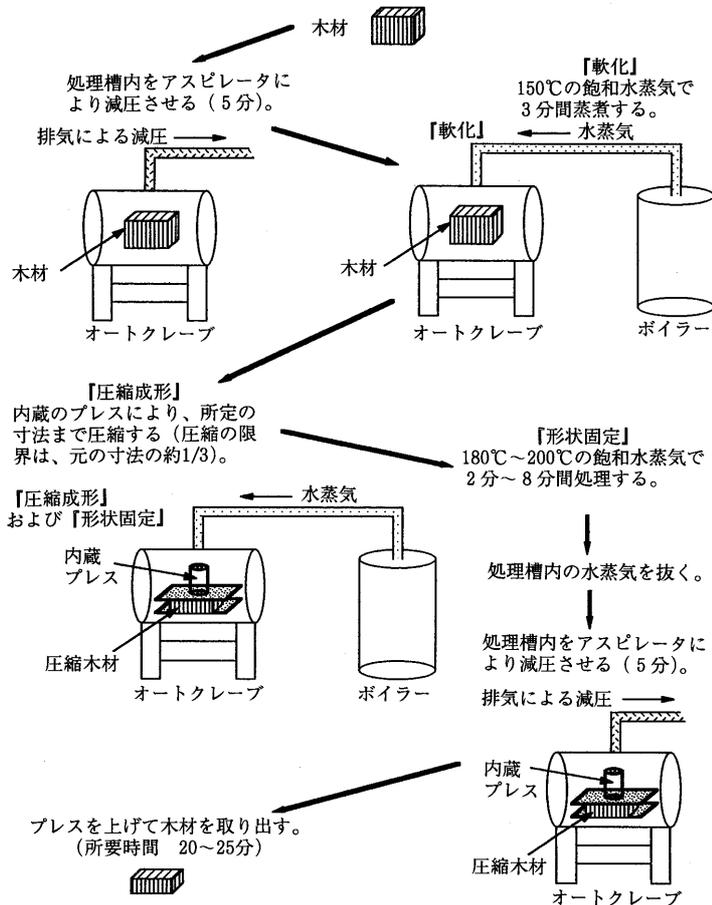


図3 高圧水蒸気処理による圧縮成形加工の処理工程

20×30×20mm (繊維×放射×接線)のハリギリ材の場合

ますが、木材を予備加熱しておくことによって、処理時間を短縮することができます。

ていないことがわかります。

圧縮木材の細胞の観察

写真3は、圧縮前後のハリギリ材の走査型電子顕微鏡写真です。圧縮することによって、細胞壁はなめらかに屈曲していて、破壊はほとんど起こ

圧縮成形加工の応用

このような高圧水蒸気処理による圧縮成形加工の応用例には、さまざまなものが考えられます。その加工例や用途については、次回で述べたいと思います。

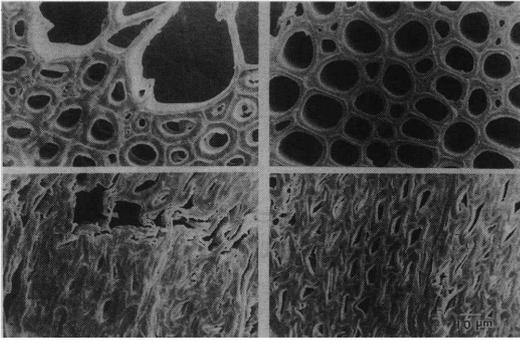


写真3 圧縮セット材(ハリギリ材)の走査型電子顕微鏡写真

- 1) 上が圧縮前, 下が圧縮後
- 2) 圧縮後の寸法(接線方向)は, 元の寸法に対して60%に収縮

参考資料

- 2) 則元京:木材研究・資料, No.30, p.1-15 (1994).
- 5) 井上雅文,則元京,大塚康史,山田正:木材学会誌, Vol.37,No.3, p.227-233 (1991).
- 7) 井上雅文,則元京:木材研究・資料, No.27, p.31-40 (1991).
- 9) 棚橋光彦ほか3名:第41回日本木材学会要旨集,松江, p.514 (1991).
(林産試験場 乾燥科)

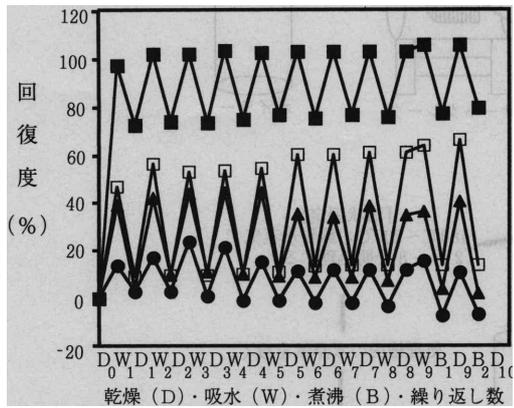


図4 圧縮木材(ハリギリ材)の水分・熱回復

- 1) 200 の飽和水蒸気による形状固定時の水蒸気処理時間
:0分 :2分 :4分 :8分
- 2) 軟化条件:150 の飽和水蒸気で3分間
- 3) 圧縮前の寸法は, 20×30×20mm (繊維×放射×接線方向)
- 4) 圧縮後の寸法(接線方向)は, 圧縮前の寸法に対して60%の長さ