

研究論文

熱プレスによる木材の圧縮加工

- 薄板を用いた敷居滑りの作製 -

福田聡史*¹ 高須恭夫*¹ 森川豊*¹

Compressive Deformation Process of Wood Using Hot Press
Preparation of Threshold Veneer from Thin Wood Plate

Satoshi FUKUTA, Yasuo TAKASU and Yutaka MORIKAWA

木材薄板の圧縮加工による敷居滑りの作製を行い、以下の成果を得た。

- 1) 特殊な治具等を使用することなく、180℃以上の高温加熱により圧縮加工を試みた結果、木口、木端面をシールすることにより、変形固定効果が向上することがわかった。また、樹種、密度や加熱温度、時間の違いにより変形固定性能や色調などの外観が異なることがわかった。
- 2) 密閉プレス治具を利用した圧縮加工では、特に加工工程の短縮化を目指し、治具の冷却を僅か、あるいは冷却せずに試料を取り出すための加工条件を検討し、加工時間を短縮することができた。
- 3) 耐摩耗性と滑り抵抗の評価を行なった結果、圧縮加工によりその性能は向上し、樹脂含浸製品とほぼ同等の性能が得られた。

1. はじめに

天然の高分子材料である木材は、持続的再生産が可能な資源であり、また、触感など感覚的に優れた性質を有することから、その一層の活用が望まれている。また近年、建物の内装材・家具から発生する揮発性有機化合物による健康被害や、ある種の化学物質の環境毒性などが大きな問題となっており、人工的な有害物質を含まない木材の使用法が注目されている。そこで、本研究では、他の多くの人工材料に代替でき、かつ環境的・健康的に優れた木質材料の開発を目的に、木質高強度材料の作製について検討を行った。

木材の圧縮加工は、圧密化により、表面の硬さ、耐摩耗性の向上など、その物理的性質の向上が期待でき、人工的な有害物質を使用することなく、その加工が可能である。今回の薄板の圧縮加工による敷居滑りの作製は、これら圧縮木材の物性的、環境的に優れた点に着目している。

加工方法は、高温加熱による加工方法と密閉プレス治具による加工方法を用いた。

高温加熱による加工方法は、既報¹⁾において高須らにより提案された方法で、密閉プレス法よりも高温で

プレスし、急激に加熱することにより木材中の水分の蒸散よりも早く木材の温度を上昇させ変形の固定を行う方法であり、特に薄物の圧縮加工には適していると考えられる。

密閉プレス治具による加工方法は、井上らにより提案された方法で²⁾、密閉された治具内で木材中の水分を保持したまま圧縮加熱を行うことにより、180℃・数分間の処理により、変形固定を行う方法である。ただし、プレスからの試料の取り出しに際して、試料内部の水蒸気圧によるパンクを防ぐためにプレスの冷却を要する。そのため、本研究では、冷却工程を短縮するための加工条件の検討も行った。

今回、これら2つの加工方法で作製を行い、試作評価を試みた。

2. 実験方法

2.1 供試材

供試材は、イエローポプラ、ラジアタパイン、ベイマツ、ベイヒバ、ラバーウッド、木曽ヒノキ、スギ辺材、スプールの気乾材を用い、加工条件を検討する過程で、外観なども考慮し、供試材を適宜選択した。供試材寸法は、幅20, 50 mm、繊維方向長さ280 mm、厚さは2 mm, 3 mmとした。

*1 応用技術部

2.2 圧縮加工

2.2.1 高温加熱による圧縮加工

高温加熱による圧縮加工では、変形固定を得るために、木材中の水分の蒸散を防ぐことが必要となる。そこで、エポキシ樹脂接着剤を木口面のみおよび木口面と木端面両方に塗布した。接着剤は5分硬化タイプのもを用い、硬化した後、熱プレスで圧縮加工を行った。

圧縮率は約50%となるように、スペーサーにより圧縮後の厚さを規制した。加熱温度は、200、210とし、加熱時間は、圧縮が完了した後5、10、15分とした。所定の時間加熱した後、直ちに熱板に冷却水を流し、供試材を冷却し、熱板温度が70程度に達してから取り出した。

供試材の加熱温度は、その厚さが数mmと薄いことから、熱板温度を供試材の温度と見なした。

2.2.2 密閉プレス治具による圧縮加工

密閉プレス治具による圧縮加工の概略図を図1に示す。供試材は圧縮と同時にパッキンに密閉された空間内で水蒸気処理が施される。圧縮率は25~60%とした。加熱温度は180、200とし、加熱時間は、治具内部の水蒸気圧力が0.6MPaに到達してから10分とした。水蒸気圧力はプレス治具に取り付けた圧力ゲージにより測定した。所定加熱時間の後、治具内の水蒸気を開放した。その後の供試材の取り出し条件は、高温加熱による方法と同様に、熱板に冷却水を流し、供試材を冷却し、その温度が70程度に達してから取り出した。

2.2.3 冷却工程の短縮化

供試材を取り出すためのプレス熱板の冷却、次の加工のための加熱工程はコスト、加工時間の面で問題であった。本研究では、冷却工程の短縮化を図ることを目的とし、密閉プレス治具による加工において、樹種、取り出し条件の検討を行った。取り出し条件は蒸気解放後、即時取り出しおよび5分保持後とした。

2.3 評価

2.3.1 回復率

供試材を取り出した後に、端(木口側から20mm)および中央部から、繊維方向に10mm幅の短冊状の試料を採取し、回復率を調べた。回復率は、試料に水を減圧注入し、さらに1時間煮沸した後全乾にして、圧縮方向の厚さから次式により回復率を求めた。この値が小さいほど回復が小さい、すなわち変形回復の抑制効果

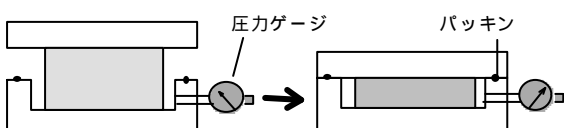


図1 密閉プレス治具

が大きいことを示す。

$$\begin{aligned} \text{回復率(\%)} &= \frac{\text{回復量(mm)}}{\text{圧縮量(mm)}} \times 100 \\ &= \frac{\text{回復後全乾厚さ(mm)} - \text{圧縮後厚さ(mm)}}{\text{試験前厚さ(mm)} - \text{圧縮後厚さ(mm)}} \times 100 \end{aligned}$$

2.3.2 耐摩耗性試験

スガ摩耗試験機を用いた。研磨紙はSiC研削材180メッシュのものを使用し、摩耗回数は400回、載荷荷重は14.7Nとし、試験前後の厚さの変化を摩耗量としてマイクロメーターで測定した。

2.3.3 滑り抵抗

滑り抵抗の評価として、動摩擦係数の測定を行い、相手材はブナ材柱目面(幅20mm、長さ25mm)とし、載荷荷重は4.9Nの一定荷重で試験を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 高温加熱による圧縮加工

図2、図3にそれぞれ、ラジアタパインとイエローポプラの供試材を所定の条件で加工したものの写真を示す。また、それぞれの回復率を表1、表2に示す。木口シールを施していないラジアタパインの供試材(図2上)は、中央、端ともに回復率は高く、十分な変形固定効果が得られなかった。木口から蒸気が抜けるため、中央と比較して端の回復率は高くなったと考えられる。それに対して、木口シールを施したラジアタパインの供試材(図2下)は、水蒸気の抜けが抑制されたため、回復率は中央、端ともにほぼ0%になっ

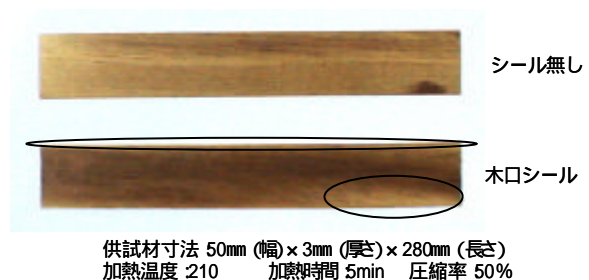


図2 加工後の外観(ラジアタパイン)



図3 加工後の外観(イエローポプラ)

表1 回復率(ラジアタパイン)

場所	シール方法	回復率(%)	
		褐色部分	白色部分
中央	シール無し	43	
	木口シール	0	45
端	シール無し	56	
	木口シール	1	60

表2 回復率(イエローポプラ)

場所	シール方法	回復率(%)	
		褐色部分	白色部分
中央	木口シール	0	24
	木口・木端シール	0	
端	木口シール	0	62
	木口・木端シール	0	

たとえられる。加工により供試材は全体的に褐色化した。木端面や目切れした部分(楕円で囲った部分)で、変色しない部分が観察され、その部分の回復率は高くなった。これは、木端面から蒸気が抜けたためと考えられる。

イエローポプラ(図3)でも、木口シールを施した場合(図3上)は、ラジアタパインと同様に、木端に近い白色の部分は回復率が高かった。それに対し、木口・木端面をシールした供試材(図3下)では、試料全面にわたり褐色化し変形固定効果が得られた。今回のイエローポプラの処理条件では、加工時に繊維方向に割れが生じたり、加工後に反りが生じた。今後、その原因を検討し、適当な条件を探ることが必要である。

図4にベイマツ加工品の写真を示す。ベイマツは材色の濃淡が激しく、表面に凹凸が目立った。これは、秋材、春材部の密度差が大きいと思われる。

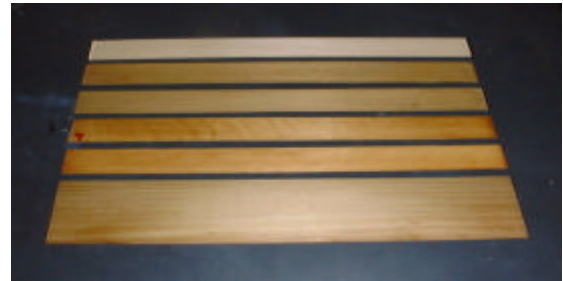
3.2 密閉プレス治具による圧縮加工

図5にベイヒバの未加工供試材・加工品とイエローポプラの加工品の写真を示す。ベイヒバ未加工供試材(図5上)と比較して、加工品(図5中4枚)は褐色化し、表面の平滑性、艶も向上し良好な外観であった。イエローポプラ(図5下)についても同様であった。また、高温加熱による方法と比較して、試料全面にわたり一様に変色した。これは全面に水蒸気処理がされたためと考えられる。加工条件を変え、その他の樹種についても同様の加工を行った場合の加工前後の供試材の様子を図6に示す。イエローポプラ、ラジアタパインともに良好な外観が得られたが、ラバーウッドについては部分的に黒色化するとともに、割れを生じた。これは、もともと比較的密度の高い樹種を高い圧縮率



供試材寸法 50mm(幅)×2mm(厚さ)×280mm(長さ)
加熱温度 210 加熱時間 10min 圧縮率 :50%

図4 ベイマツ加工品



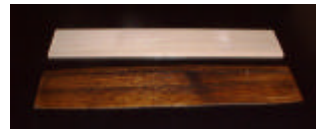
上:ベイヒバ未加工供試材 中4:ベイヒバ加工品 下:イエローポプラ加工品

供試材寸法 20mm、50mm(幅)×2mm(厚さ)×280mm(長さ)
加熱温度 180 加熱時間 0.6MPa以上で10min 圧縮率 :50%

図5 ベイヒバ(未加工供試材・加工品)、
イエローポプラ加工品



イエローポプラ
上:未加工供試材
下:加工後(圧縮率55%)



ラバーウッド
上:未加工供試材
下:加工後(圧縮率60%)



ラジアタパイン
上:未加工供試材
下2枚 加工後(圧縮率50%)

供試材寸法 50mm(幅)×2mm(厚さ)×280mm(長さ)
加熱温度 :200 加熱時間 0.6MPa以上で10min

図6 加工前後の様子

で加工したためと思われる。

3.3 冷却工程の短縮化

表3に加工条件毎の各樹種の結果を示す。判定として良好な外観が得られたものは「 \square 」、内部の水蒸気圧によって膨れ(パンク)が生じたものは「 \times 」、少しでも表面に凹凸が生じたものは「 \square 」とした。その結果、圧縮率 25%と比較して 50%では良好な外観が得られず、同圧縮率でも、取り出し条件は即時に取り出す条件の方が困難であった。これは、圧縮率が高いと供試材中の蒸気の導通が悪くなること、取り出し条件も、内部の蒸気の拡散する時間が、結果に影響したと考えられる。樹種による比較で差が生じたのは、それぞれの樹種の透過性が影響したものであると思われる。そのため、

表3 加工条件毎の各樹種の結果

圧縮率(%)	取り出し条件	樹種	判定
50	即時	木曽ヒノキ	×
		イエローポプラ	×
		スギ辺材	
50	5分保持後	木曽ヒノキ	
		イエローポプラ	
		ベイヒバ	×
25	即時	木曽ヒノキ	
		イエローポプラ	
		ベイヒバ	×

透過性の良いスギ辺材では蒸気の導通も良く、最も過酷な条件であっても良好な加工状態が得られたと考えられる。

3.4 耐摩耗性

スガ摩耗試験の結果を図7に示す。圧縮加工により、各樹種とも摩耗量は半減し、各種樹脂含浸製品とほぼ同等の摩耗量であり、耐摩耗性は向上した。また、竹やラバーウッドの様な比較的密度の高い樹種と比較しても、良好な結果が得られた。

3.5 動摩擦係数

動摩擦係数の測定結果を図8に示す。現在敷居滑りとして利用されている樹種である、モアビ、ナラ、竹、また、各種樹脂含浸製品と比較しても、圧縮加工品は同等あるいは、良好な結果が得られた。これは、プレス熱板の平滑面により圧縮加工されたためであると考えられる。

4. 結び

圧縮加工による木材の硬さ、耐摩耗性などの物理的性質の向上に着目し、薄板の圧縮加工により敷居滑りの作製を試みた。その結果、従来の製品に比べて優れた外観を有し、表面の滑り性、耐摩耗性に優れた試作品を作製することができた。また、高温加熱による加工方法、密閉プレス治具を用いた加工方法を用い、その加工条件の検討を行った。木材の圧縮加工は、加工時間の短縮化が課題の一つであったが、密閉プレス治具による加工方法においては、供試材が薄板であることに着目し、加工時間の短縮化を図るための条件を

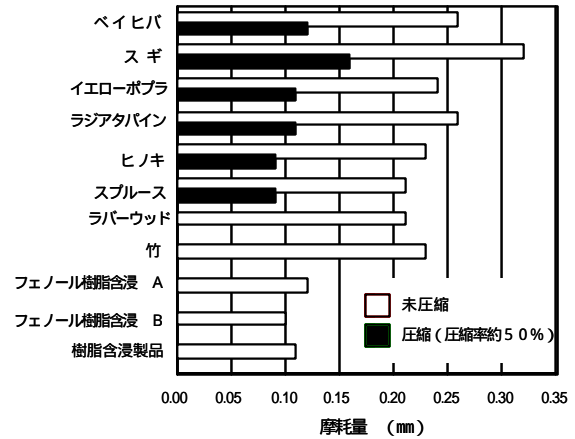


図7 スガ摩耗試験結果

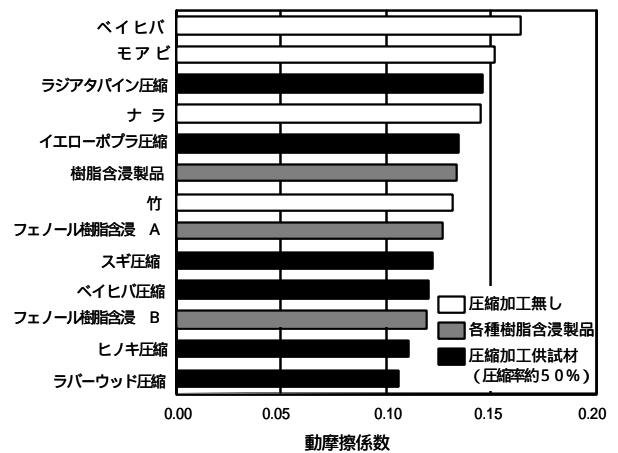


図8 動摩擦係数の測定結果

探り、加工コストの削減に向けた新しい知見が得られた。今後、より詳細な加工条件の検討を進めるとともに、量産を目指して、長尺な材料に対してその適応を進めていく。

参考文献

- 1) 高須、福田、森川：愛知県工業技術センター報告，35，21(1999)
- 2) 井上 雅文：A P A S T 森と木の先端技術情報，17，5(1995)