

平板プレス前圧縮法によるウレタン樹脂の注入

本多 琢己

Urethane Resin Solution Impregnation of Dry Wood by Pre-platen Pressing Method.

Takumi HONDA

Summary : Urethane resin solution with low molecular weight was impregnated by pre-platen pressing into karamatu, akamatu and sugi lumber in the oven-dry conditions. The oven-dried wood were soaked for three days under atmospheric pressure after 40%, 50%, 60% pre-compression treatments. Pre-platen pressing method gave higher values of the weight percent gain than that of soaking only. The weight percent gain increased in proportion to the rate of compression increases. The largest weight percent gain was detected for wood specimens which had been treated under three-cycles loadings. When three-cycle loading with a constant strain up to 50% was applied to wood specimens the stresses of the second and third cycles decreased to less than that of the first one.

要旨 : 木材に対する水溶性ウレタン樹脂の注入性を改良するため、前処理として平板プレスを用いた圧縮処理を検討した。ウレタン樹脂の含浸率は圧縮しないでそのまま浸漬した場合よりも増加した。ウレタン樹脂の含浸率と圧縮率の間には直線関係が示された。圧縮を繰返す影響も認められ、含浸率は一定圧縮率の圧縮を3回繰返した場合が最も大きかった。圧縮率50%の繰返し処理においては、応力が1回目に比べて2回目以降に小さくなる傾向を示した。そのため、圧縮繰返し処理において2回目以降の設定荷重値を小さくできる可能性がある。

1 はじめに

カラマツなどの針葉樹材は、広葉樹材に比べて軟質で早材と晩材の比重差が大きいことから、フローリングとして用いると傷ついたり凹んだりしやすいため、床材などに利用するには何らかの材質改良が必要となる。一般的に木材の表面硬度や耐摩耗性などは密度に比例して向上する。この性質を利用した圧縮木材が最近、注目を集めており、圧縮変形を固定する方法により圧密化されている。フローリングには荷重を支える強度が備わっていることに加え、硬さや摩耗に耐える機能も求められるので、表面物性に優れた圧密化木材をフローリング等に利用すれば、長期間の使用にも耐えることができる。

圧縮変形の固定方法としては、熱処理、水蒸気処理、樹脂含浸処理および化学処理などが提案されている¹⁾。

しかし、熱処理では長時間の処理を、また水蒸気処理では高額な設備を必要とするなど、効率性やコストに問題があるようである。そこで本研究では、木材中に含浸させた樹脂により圧縮変形を固定する処理方法を検討した。これまでの樹脂含浸処理ではホルムアルデヒド系樹脂が多く用いられている^{2), 3), 4)}。VOC等室内環境への影響にも配慮し、非ホルムアルデヒド系樹脂であり、圧縮木材への適用例の少ない水溶性ウレタン樹脂に着目した。この樹脂が優れた機能を発揮して、変形の固定化のみならず木材表面の高硬度化や横圧縮大変形の容易化が図られることも併せて期待した。

2 実 験

2.1 供試材料

ウレタン樹脂については、皮膜硬度の高いこと、注入

量を確保するため粒子径の小さいこと、取り扱いの容易な水系であること、溶剤含有量の少ないことおよび木材塗料の開発用などで汎用性の高いことなどをポイントとして、A社の3銘柄を選定した。以下、これらの3タイプをPUa(無黄変・架橋タイプ)、PUb(黄変タイプ)およびPUc(無黄変タイプ)のように記す。

供試材料には、無欠点のカラマツ、アカマツおよびスギの心材を用い、厚さ(放射方向)の中心に晩材部を1列含むように木取りした。そこから寸法が50mm(繊維方向)×30mm(接線方向)×5mm(放射方向)の試験片を採取した。恒温恒湿室内(20℃、65%RH)に静置して気乾状態とした。さらに試験片の両木口を弾性接着剤でシールし、50℃で充分乾燥したものを供試した。

2.2 浸漬法によるウレタン樹脂の注入

濃度30%(固形分)に調整したウレタン樹脂溶液中に72時間浸漬し、50℃で充分乾燥後に重量を測定した。含浸率は、処理前後の試験片の50℃恒量により算出した。

2.3 平板プレス前圧縮法によるウレタン樹脂の注入

平板プレスで放射方向に20%または40%の圧縮変形を与えた。50℃で24時間乾燥してからウレタン樹脂溶液中に72時間浸漬し、50℃で充分乾燥後に重量を測定した。ウレタン樹脂溶液の濃度は10%、20%および30%とした。また、後述するようにカラマツ材においては含浸率が他の樹種に比べて低かったため、実験の目的によっては、さらに60%圧縮変形や圧縮変形の繰り返し(1回-5回)などの条件を追加した。

3 結果及び考察

3.1 浸漬法によるウレタン樹脂の注入性

Fig.1に浸漬法によるウレタン樹脂の含浸率を示す。含浸率はスギ>アカマツ>カラマツの順であった。カラマツの場合、一回だけの浸漬処理では含浸率がマイナスを示すことがあり、2回の処理でも他の樹種に比べて著しく低かった。浸漬処理により樹脂液が変色したことから、木材中の可溶性成分の溶脱が推定された。カラマツがマイナスの含浸率を示した原因としては、本来が難浸透性の樹種であることから成分溶出による実質重量の減少が大きく影響したためと考えられる。

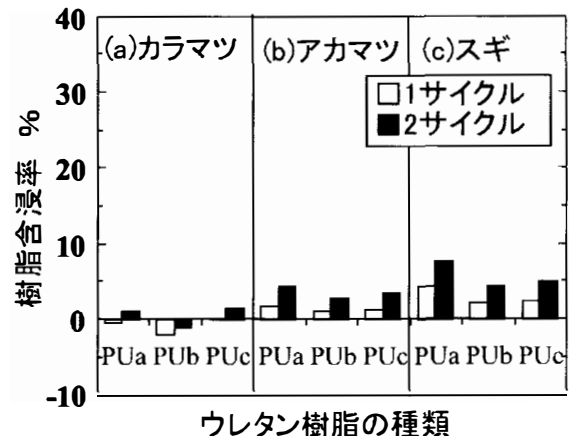


Fig.1 浸漬法によるウレタン樹脂の注入

今回の試験結果から、ウレタン樹脂の含浸性は3タイプの樹脂間において明確な違いが認められなかった。

このように、浸漬法では毛細管現象や拡散による浸透が主であることから、一般的に含浸率は低かった。

3.2 前圧縮法によるウレタン樹脂の注入性改善

放射方向に繰り返し圧縮処理したときの応力-ひずみ曲線の一例をFig.2、Fig.3およびFig.4に示す。40%圧縮1回処理(a)の応力-ひずみ曲線には、弾性域、応力の平坦域、それに続く漸増域の3つの特徴的な領域が明確に認められる。漸増圧縮処理(b)の場合、スギにおいては、2回目の応力は1回目にうけたひずみまでは小さい値で推移するが、1回目の最大ひずみ(20%)時点では、1回目の応力値と一致し、その後は延長線の応力を取る。一方、カラマツやアカマツでは2回目の応力は1回目にうけたひずみまではほぼ同じ値で推移する。50%圧縮繰返し処理(c)では、2回目以降の応力値は順次低い応力-ひずみ曲線を描いている。2回目以降では最大ひずみ(50%)を付与したときの応力が減少する。

前圧縮法による各種ウレタン樹脂の注入試験の結果をFig.5に示す。前圧縮法の場合、いずれの樹種においても圧縮率0%の浸漬法に対して含浸率が増加することを確認した。また、前圧縮の効果は樹種によって異なり、特にスギにおいて含浸率が著しく増加した。圧壊による液体の浸透性の改善効果と一次固定されていた残留変形の吸水回復に伴う吸引効果と考えられる。また、圧縮条件では圧縮率が大きい方がより高い含浸率が得られた。

樹脂溶液濃度と含浸性の関係では、樹脂タイプや樹種によって多少傾向が異なっているものの、概ね含浸率は

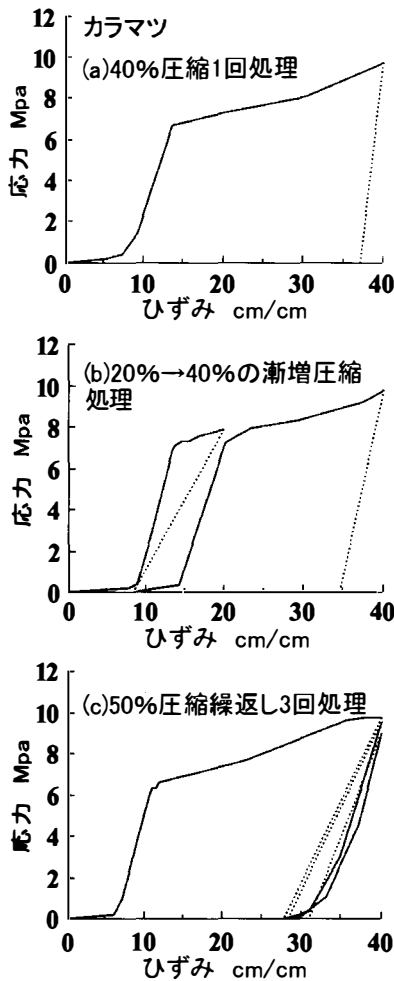


Fig.2 半径方向に圧縮したときの応力-ひずみ曲線

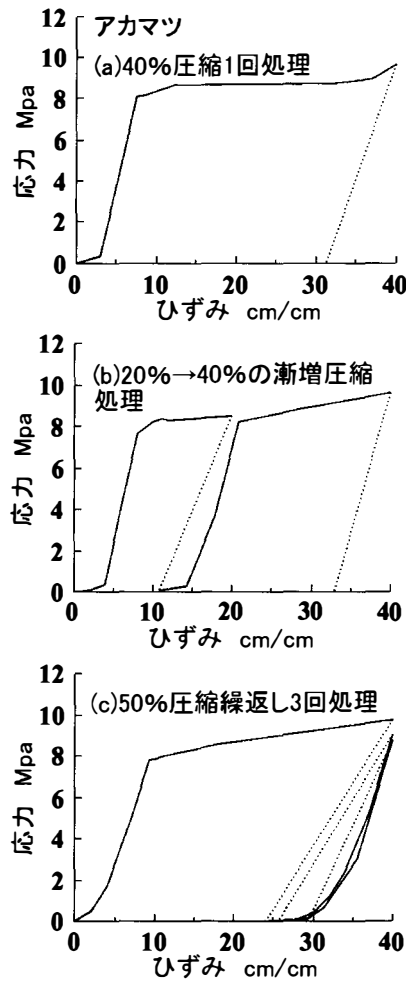


Fig.3 半径方向に圧縮したときの応力-ひずみ曲線

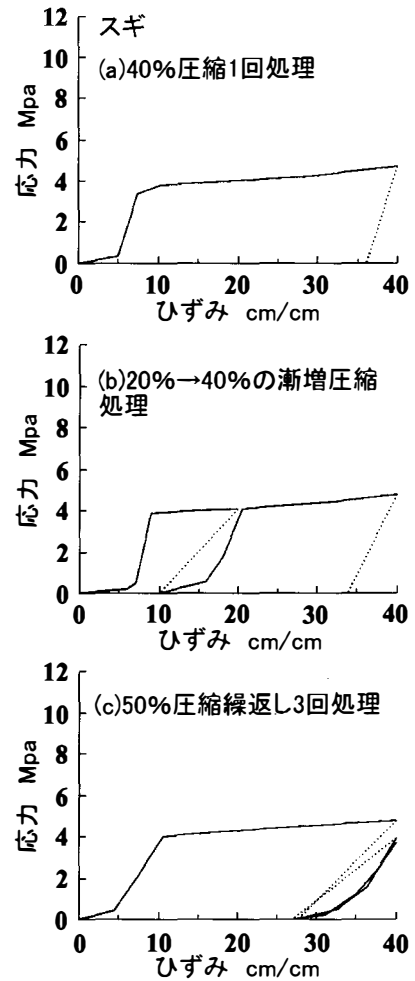


Fig.4 半径方向に圧縮したときの応力-ひずみ曲線

樹脂液濃度により 30% ≥ 20% > 10% の順となった。コストを考慮に入れると最適な樹脂溶液濃度は 20% 程度と見積られる。

3.2 前圧縮法における処理条件が注入性に及ぼす影響

圧縮率 40% の前圧縮を繰り返して、濃度 20% の樹脂溶液に 72 時間浸漬し、ウレタン樹脂含浸率と前圧縮回数との関係を求めた (Fig. 6)。3 回の繰り返し処理で最も高い含浸率が得られ、それ以上繰り返すと逆に低下することが分かった。これは、前圧縮を多数回繰り返すと壁孔などの破壊が本格的に進行し、吸液に伴う残留変形の回復が困難になり、その結果吸引力が低下するからと考えられる。

圧縮率を変化させて前圧縮処理を 1 回行い、濃度 20

% のウレタン樹脂溶液に 72 時間浸漬し、ウレタン樹脂含浸率と前圧縮率との関係を求めた (Fig. 7)。圧縮率が含浸性に及ぼす影響は顕著で、圧縮率が高いほど含浸率は高くなり、圧縮率 60% では圧縮率 0% (浸漬法) に比べて 3 倍以上に増加した。

4 まとめ

圧縮木材において、含浸樹脂を硬化させる方法で変形の固定化を図るために、低分子量のウレタン樹脂を選定し、その注入性を浸漬法によって明らかにした。また、ウレタン樹脂の浸透を促進するため、木材に圧縮変形を与えた後、浸漬処理を行う前圧縮法についてその効果を検討した。

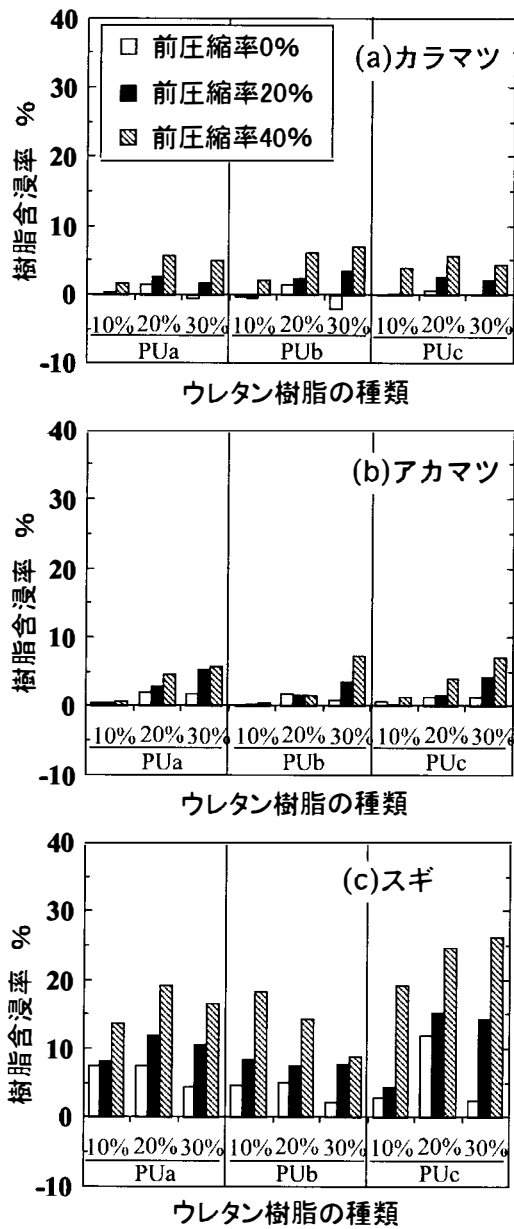


Fig.5 前圧縮法によるウレタン樹脂の注入

文 献

- 1) 井上雅文：木材工業, 56(5), 245-249 (2001)
- 2) 井上雅文, 則元 京, 大塚康史, 山田 正：木材学会誌, 37(3), 227-233 (1991)
- 3) 井上雅文, 則元 京, 大塚康史, 山田 正：木材学会誌, 37(3), 234-240 (1991)
- 4) 井上雅文, 尾形重行, 西川昌信, 大塚康史, 川井秀一, 則元 京：木材学会誌, 39(2), 181-189 (1993)

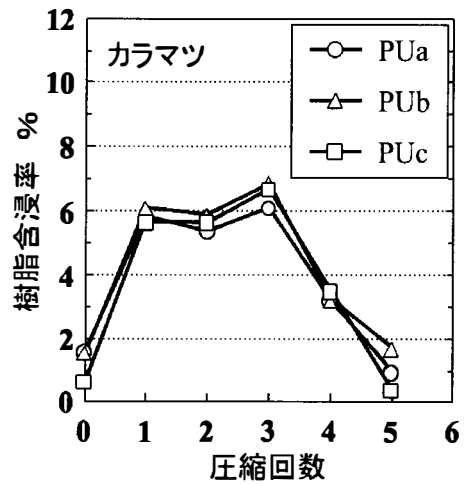


Fig.6 ウレタン樹脂含浸率と前圧縮回数の関係

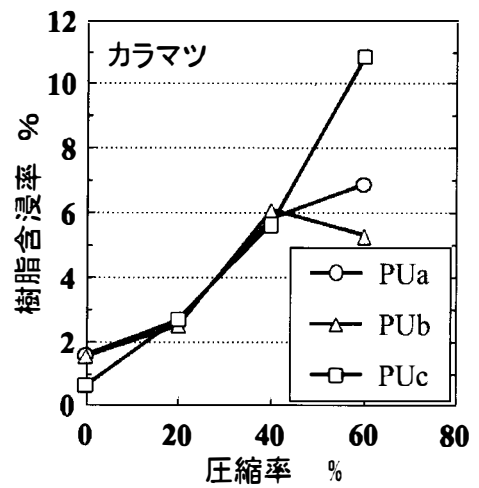


Fig.7 ウレタン樹脂の含浸率と前圧縮率の関係