

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-173925

(P2008-173925A)

(43) 公開日 平成20年7月31日(2008.7.31)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B 2 7 K 5/00 (2006.01)** B 2 7 K 5/00 Z A B F 2 B 2 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-11551 (P2007-11551)	(71) 出願人	000001199
(22) 出願日	平成19年1月22日 (2007.1.22)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
		(74) 代理人	100089196
			弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226
			弁理士 須原 誠
		(74) 代理人	100131750
			弁理士 竹中 芳通
		(72) 発明者	藤川 隆男
			兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号
			株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
		Fターム(参考)	2B230 AA27 AA30 BA04 BA10 EA19 EA21 EB05 EB13

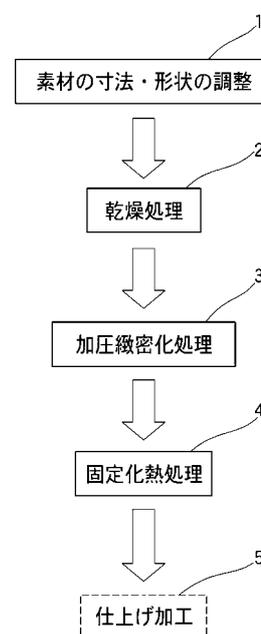
(54) 【発明の名称】 天然系素材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置

(57) 【要約】

【課題】木材、竹材などの様に、軸方向に配向した繊維組織とその他の組織からなる天然系素材を、流体圧力を利用して前記軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮することにより、繊維もしくは繊維同士の間隙に損傷を与えることなく、かつ簡便に緻密化する方法を提供する。

【解決手段】木材、竹材など組織内に軸方向の繊維組織を含む天然系素材を乾燥処理2した後、円筒状の高圧容器内に軸方向を揃えて収納して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化3し、次いで、加熱処理を施して固定化4する天然系素材の加圧緻密化処理方法。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

木材、竹材など組織内に軸方向の繊維組織を含む天然系素材を乾燥処理した後、円筒状の高圧容器内に軸方向を揃えて収納して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化し、次いで、加熱処理を施して固定化することを特徴とする天然系素材の加圧緻密化処理方法。

## 【請求項 2】

前記乾燥処理を温度 85 ~ 120 の大気中で行うことを特徴とする請求項 1 に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法。

## 【請求項 3】

前記流体圧力が 30 ~ 400 MPa であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法。

## 【請求項 4】

前記加熱処理を 150 ~ 180 の温度で行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちの何れか一つの項に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法。

## 【請求項 5】

前記流体圧力が、円筒状の前記高圧容器内面に装着され流体圧力を封じ込める弾性体を介して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちの何れか一つの項に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法。

## 【請求項 6】

前記天然系素材を複数個に分割すると共に、これら分割された素材間に剛性を有する型板を挟み込んで加圧圧縮し緻密化することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちの何れか一つの項に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法。

## 【請求項 7】

円筒状の高圧容器の円筒部内面と、この円筒部内面に装着された弾性体からなる円筒状メンブランの外面とによって加圧空間が形成され、この加圧空間に加圧流体を導入する加圧流体導入孔が設けられると共に、前記円筒状メンブランの内側に、前記加圧流体による加圧圧縮力を伝達するため軸方向に有孔部を設けられた円柱状有孔弾性体が収納され、この円柱状有孔弾性体の有孔部に木材もしくは竹材等からなる天然系素材を装填して、前記加圧空間に導入された流体圧力によって、前記天然系素材をその軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に、前記円柱状有孔弾性体を介して加圧圧縮するよう構成したことを特徴とする天然系素材の加圧緻密化装置。

## 【請求項 8】

前記円柱状有孔弾性体の有孔部が、複数の孔から構成されたことを特徴とする請求項 7 に記載の天然系素材の加圧緻密化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、木材、竹材など組織内に軸方向の繊維組織を含む天然系素材を、流体圧力を利用して、前記軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮することにより緻密化する方法およびそのための加圧緻密化装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、環境保護の観点から天然資源の有効利用が重要視されて、自動車や家電製品等の部材としての利用が進みつつある。これらの分野では、天然のケナフの繊維にポリ乳酸をマトリックスとなるように加えて複合材料化しての利用が検討されているが、木材や竹材を、これらの欠点である低密度に起因する強度不足を補正することによって、そのままに近い形態での利用も検討されている。

10

20

30

40

50

## 【0003】

後者の場合、基本的に高密度化の処理が必要であり、このための研究開発が行われて、種々のプロセスが提案されている。最も単純な処理方法としては、高圧の水蒸気雰囲気内で木材を軟化させた後、高圧条件下で圧縮成形・固定化処理する方法（例えば、特許文献1参照）や、木材に吸水させた後、マイクロ波加熱の様な高周波誘電加熱をしてから加圧する方法（例えば、特許文献2参照）が提案されている。これらの方法では木材全体が緻密化される。

## 【0004】

また、テーブルの天板や階段のステップ板、床材などでは、傷の発生防止のために軽量かつ表面のみ硬い材料を製造する方が好ましく、近年では表面層のみを緻密化（硬化）させる方法が実用化もしくは提案されている。基本的には、表面部のみを熱板プレスで加熱して軟化させて加圧する方法が採用されているが、熱圧ロールプレスを用いた方法（特許文献3参照）の提案もなされている。更に、特に有効利用が期待されているスギやヒノキなど比較的低密度の木材では、間伐材の利用の観点から複数の小径木を接着剤で接着しつつ緻密化して集成材とするために、高温高圧下にて水蒸気処理してから加圧圧縮する方法（特許文献4参照）が提案されている。

10

## 【0005】

これらの多くの従来技術では、加圧圧縮は一方向にプレスもしくはロールで加圧することにより行われるが、ガスや水等の流体を加圧して、流体圧力をゴム等の弾性体を介して等方的に圧縮する方法も提案されており、古くは1910年代の英国特許（特許文献5参照）において、90～150に加熱した木材を少なくとも200kg/cm<sup>2</sup>（20MPa）の圧力で流体（アスファルト）を用いて圧縮する方法が提案されている。

20

## 【0006】

次に、他の従来技術に係る木材の圧力処理用装置について図8を用いて説明する。図8は、従来技術に係る一実施例による木材の圧力処理用装置の概略断面図である。この従来技術によれば、主として板材を含めて矩形断面の細長い木材要素25a, 25b, 25cを高圧容器21内で木材要素25a, 25b, 25cを、隔膜24を介して、更には気密なケーシング材23に収納して、圧力媒体によって加えられた圧力で緻密化する方法が提案されており、案内面26a, 26bを持つ部材を使用して特定の面を案内面に沿った形状で成形することも提案されている（特許文献6参照）。

30

## 【0007】

これらの従来技術では、供試材を加熱した状態で加圧することを特徴としており、加圧緻密化処理の直前に加熱処理を行うか、加圧処理自体を120～200の高温下で行うことを特徴としている。また、木材や竹材は熱伝導率が小さいために加熱には長時間を要することから、これを短縮するために、加熱に水蒸気それも加圧した加圧水蒸気を用いるものが多いが、加熱時間が大幅に短縮される訳ではない。また、熱圧ロールや平板上のプレスでは床材などの板材にしか適用できないという欠点を有している。

【特許文献1】特開平3-231802号公報

【特許文献2】特開平3-97503号公報

【特許文献3】特公平4-3722号公報

【特許文献4】特開平7-32325号公報

【特許文献5】英国特許GB100,792号公報

【特許文献6】特表平11-503377号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

更に、等方圧による加圧緻密化では、流体の圧力は木材・竹材の繊維の方向と垂直な方向はもちろん繊維の方向である軸方向にも圧縮を受けるが、繊維方向の圧縮は繊維の弾性率が150～300GPaと大きいため、通常に加圧圧力100～1000MPaでは弾性変形するのみであり、減圧後には復元してしまい、実際は軸方向と垂直方向の圧力しか

40

50

緻密化には寄与しない。更に、木材・竹材の軸方向の強度発現の要因である軸方向に並んだ繊維もしくは繊維同士の結合組織が損傷を受けるため、必ずしも最高の強度特性が得られず、強度部材としての使用を目的とする場合には有効ではないという欠点を有する。

【0009】

従って、本発明の目的は、木材、竹材などの様に、軸方向に配向した繊維組織とその他の組織からなる天然系素材を、流体圧力を利用して前記軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮することにより、繊維もしくは繊維同士の結合組織に損傷を与えることなく、かつ簡便に緻密化する方法および加圧緻密化装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法が採用した手段は、木材、竹材など組織内に軸方向の繊維組織を含む天然系素材を乾燥処理した後、円筒状の高圧容器内に軸方向を揃えて収納して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化し、次いで、加熱処理を施して固定化することを特徴とするものである。

【0011】

尚、ここにおける「垂直」または「軸対称」の意味は、夫々ほぼ垂直またはほぼ軸対称であれば良く、完全に垂直または軸対称であることを要しない。また、ここにおける「揃える」の意味も概ね揃っていれば良く、完全に揃えることまでは要しない。

20

【0012】

本発明の請求項2に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法が採用した手段は、請求項1に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法において、前記乾燥処理を温度85～120の大気中で行うことを特徴とするものである。

【0013】

本発明の請求項3に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法が採用した手段は、請求項1または2に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法において、前記流体圧力が30～400MPaであることを特徴とするものである。

【0014】

本発明の請求項4に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法が採用した手段は、請求項1乃至3のうちの何れか一つの項に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法において、前記加熱処理を150～180の温度で行うことを特徴とするものである。

30

【0015】

本発明の請求項5に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法が採用した手段は、請求項1乃至4のうちの何れか一つの項に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法において、前記流体圧力が、円筒状の前記高圧容器内面に装着され流体圧力を封じ込める弾性体を介して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化することを特徴とするものである。

【0016】

本発明の請求項6に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法が採用した手段は、請求項1乃至5のうちの何れか一つの項に記載の天然系素材の加圧緻密化処理方法において、前記天然系素材を複数個に分割すると共に、これら分割された複合素材間に剛性を有する型板を挟み込んで加圧圧縮し緻密化することを特徴とするものである。

40

【0017】

本発明の請求項7に係る天然系素材の加圧緻密化装置が採用した手段は、円筒状の高圧容器の円筒部内面と、この円筒部内面に装着された弾性体からなる円筒状メンブランの外面とによって加圧空間が形成され、この加圧空間に加圧流体を導入する加圧流体導入孔が設けられると共に、前記円筒状メンブランの内側に、前記加圧流体による加圧圧縮力を伝達するため軸方向に有孔部を設けられた円柱状有孔弾性体が収納され、この円柱状有孔弾性体の有孔部に木材もしくは竹材等からなる天然系素材を装填して、前記加圧空間に導入

50

された流体圧力によって、前記天然系素材をその軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に、前記円柱状有孔弾性体を介して加圧圧縮するよう構成したことを特徴とするものである。

【0018】

本発明の請求項8に係る天然系素材の加圧緻密化装置が採用した手段は、請求項7に記載の天然系素材の加圧緻密化装置において、前記円柱状有孔弾性体の有孔部が、複数の孔から構成されたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0019】

本発明の請求項1に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、木材、竹材など組織内に軸方向の繊維組織を含む天然系素材を乾燥処理した後、円筒状の高圧容器内に軸方向を揃えて収納して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化し、次いで、加熱処理を施して固定化するので、収縮変形を防止して繊維組織を破壊することなく短時間に加圧緻密化処理でき、結果として高強度な天然系圧縮複合材を得ることが可能となる。

10

【0020】

また、本発明の請求項2に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、前記乾燥処理を温度85～120の大気中で行うので、前記天然系素材の真密度近くまで緻密化が可能となる上、残留した結合水が加圧時の変形の容易化に寄与する。

【0021】

20

更に、本発明の請求項3に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、前記流体圧力が30～400MPaであるので、前記天然系素材の真密度の70%以上となる高密度化が図られる。

【0022】

また更に、本発明の請求項4に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、前記加熱処理を150～180の温度で行うので、リグニンの熱分解による炭素の発生や酸化現象による黒色化が防止される。

【0023】

また、本発明の請求項5に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、前記流体圧力が、円筒状の前記高圧容器内面に装着され流体圧力を封じ込める弾性体を介して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化するので、前記流体圧力の天然系素材への確実な伝達が可能となる。

30

【0024】

更に、本発明の請求項6に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、前記天然系素材を複数個に分割すると共に、これら分割された複合素材間に剛性を有する型板を挟み込んで加圧圧縮し緻密化するので、前記天然系素材が前記型板に接触する部分に、前記天然系素材は勿論型板にもいびつな変形を生じることなく、必要とする形状を賦形することが出来る。

【0025】

一方、本発明の請求項7に係る天然系素材の加圧緻密化装置によれば、円筒状の高圧容器の円筒部内面と、この円筒部内面に装着された弾性体からなる円筒状メンブランの外面とによって加圧空間が形成され、この加圧空間に加圧流体を導入する加圧流体導入孔が設けられると共に、前記円筒状メンブランの内側に、前記加圧流体による加圧圧縮力を伝達するため軸方向に有孔部を設けられた円柱状有孔弾性体が収納されている。

40

【0026】

そして、この円柱状有孔弾性体の有孔部に木材もしくは竹材等からなる天然系素材を充填して、前記加圧空間に導入された流体圧力によって、前記天然系素材をその軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に、前記円柱状有孔弾性体を介して加圧圧縮するよう構成したので、前記天然系素材の繊維組織に損傷を与えることなく加圧圧縮し得る構成が可能となる。

50

## 【0027】

また、本発明の請求項8に係る天然系素材の加圧緻密化装置によれば、前記円柱状有孔弾性体の有孔部が複数の孔から構成されたので、これら複数の有孔部に夫々天然系素材を装填することによって、同時に複数個の天然系素材の加圧圧縮が可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0028】

本発明の実施の形態1に係る天然系素材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置について、以下図1～図3を参照しながら説明する。図1は本発明の実施の形態1に係る天然系素材の緻密化処理方法の工程を示す工程図、図2は本発明の実施の形態1に係る天然系素材の加圧緻密化装置の要部を示す模式的縦断面図、図3は本発明の実施の形態1に係り、図2の矢視X-Xを示す模式的断面図である。

10

## 【0029】

図1において、本発明の実施の形態1に係る天然系素材の加圧緻密化方法は、先ず、木材や竹材等の天然系素材を、後述する加圧緻密化装置に収納可能な長さに切断すると共に、外形形状も整える(ステップ1)。次いで、大気中で乾燥炉を用いて乾燥処理を行う(ステップ2)。前記乾燥温度は85～120の範囲で行い、この温度での保持時間は、前記天然系素材の寸法、特に厚さに依存し、竹材のように厚さ10mm以下の薄いものでは6時間以上、木材で厚さ50mm以上のものでは12～48時間の乾燥処理を行うことが好ましい。

## 【0030】

尚、前記乾燥温度が120を越えると、天然系素材の一部変質が生じるので好ましくない。前記乾燥処理は、緻密化を阻害する余分な水分の除去が目的であり、水の蒸気圧が十分で、かつ、水の蒸散を制御している弁構造組織が軟化する温度が120である。

20

## 【0031】

この様な乾燥処理により、木材・竹材の組織内部に包含された水のうち、いわゆる自由水と呼ばれる導管内の水の中でも閉塞状態にある導管内の水も除去される。この乾燥処理を行って閉空間内の水の除去がされていないと、加圧圧縮を行ってもこの水を包含した部分は圧縮されないために十分な緻密化が出来ない。

## 【0032】

また、木材・竹材は繊維組織を構成するセルロースとそれ以外のヘミセルロースおよびリグニンから構成されるが、接着剂的な働きをするリグニンをこの乾燥処理による加熱により一部分解し、軟化させることが可能となる。軟化したリグニンの一部は室温に戻っても硬化しないため、加圧緻密化処理時にも圧力により自由に変形することを可能とするのである。

30

## 【0033】

このような状態となった木材・竹材は、室温下での加圧でも高密度に緻密化が進み、100MPa以上の圧力で加圧することによって、容易に木材の真密度といわれる $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ に近い密度にまで緻密化される。因みに、温度85～120での乾燥処理を施していない木材、例えば、市販の自然乾燥されたスギ材(通常密度約 $0.35 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )やヒノキ材(通常密度 $0.45 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )では、室温下1000MPaの圧力で加圧しても、密度は $(0.9 \sim 1.05) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ までしか緻密化されない。

40

## 【0034】

この理由は、上記自由水の一部が閉空間に閉じ込められたままであるために、加圧された高圧時には圧縮状態にあっても、大気圧下に減圧後には元へ戻ってしまうためと考えられる。元の木材や竹材に含まれている水分の量は、自然乾燥の有無や保存状態にもよって異なり10～130%の範囲であるが、前記乾燥処理後には5～10%程度となる。この残留水分は、リグニンやセルロースなどの成分と結合した結合水であって、加圧処理時の変形の容易化にも寄与するものである。乾燥処理の温度を150以上に高くすると、この結合水までもが除去されてしまうため好ましくない。

50

## 【0035】

このような条件で乾燥処理を行った木材・竹材等の天然系素材は、次いで、後述する加圧緻密化装置を用いて、流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化処理する（ステップ3）。加圧緻密化の圧力は、処理後の密度をどの程度とするかに依存するが、真密度の70%以上の高密度化とするには、30～400MPaの圧力で十分である。

## 【0036】

前記圧力が30MPa未満では十分な緻密化が図れず、400MPaを越えて大きくしても効果は余り変わらない。前記圧力は、100～200MPa程度の圧力が更に良い数値範囲である。また、保持時間は、木材が粘弾性特性を示すことから、数秒程度余りの短時間では不十分であるが、1分以上であれば緻密化には問題がない。

10

## 【0037】

このようにして加圧緻密化処理された木材や竹材は、そのままでは寸法・形状の保持が十分ではない不安定状態であって、雰囲気条件によっては一旦緻密化された組織がある程度還元状態に戻ってしまう。例えば、加圧緻密化処理された木材を煮沸水の中に数時間以上浸漬するとかかなり膨潤してしまう。加圧緻密化処理後の緻密化状態を固定するためには、150～200の温度範囲で加熱処理するのが有効なことが知られている。処理時間は24時間程度必要とされているが、多くの木材では180以上で24時間も保持をすると、リグニンの一部の熱分解による炭素の発生や酸化現象により、黒色化が生じる。

## 【0038】

このような黒色化を防止するため、本発明においては、緻密化処理後に温度150～180の範囲で加熱する固定化熱処理をする（ステップ4）ことが推奨される。加熱保持時間は、処理温度150であれば24～36時間、温度170では12～24時間、温度180では6～12時間で十分であるが、ある程度黒色化しても強度特性等は損なわれないため、この保持時間には限定されない。前記処理温度が150未満では処理時間がかかり過ぎ、180より高いと黒色化と強度低下が生じるので望ましくない。

20

## 【0039】

また、短時間での処理を行う方法として水蒸気加熱を組み合わせることが有効であることも知られており、本発明でも採用が可能である。この場合、温度180であれば5分程度で固定化が可能である。そして最後に、固定化熱処理された天然系素材は、最終製品や中間製品としての形状や寸法を整えるための仕上げ加工が施される（ステップ5）

30

## 【0040】

前記加圧緻密化処理（ステップ3）を行なうための本発明の実施の形態1に係る加圧緻密化装置は、図2に示す如く、耐圧性を有する円筒部11と、この円筒部11の上端を密封するためのリング状上蓋12a及び上プラグ12bと、前記円筒部11の下端を密封するためのリング状下蓋13a及び下蓋13bからなる高圧容器を備えている。符号20は、前記リング状上蓋12a及び上プラグ12bを上部より押圧支持するプレスフレームである。

## 【0041】

そして、本発明の実施の形態1に係る加圧緻密化装置10は、この高圧容器の円筒部11内面に加圧空間14が形成されるように、両端に耳部15aを有する弾性体からなる円筒状メンブラン15が装着されると共に、この円筒状メンブラン15の内側には、図3にも示される如く、加圧流体による加圧圧縮力を天然系素材である円柱状木材16に伝達するため、円形断面を有する有孔部17aを軸方向に設けられた円柱状有孔弾性体17が収納されている。

40

## 【0042】

同時に、この円柱状有孔弾性体17の有孔部17aに、前記円柱状木材16が装填出来るように構成されている。そして、前記加圧空間14に加圧流体が導入され、前記円筒状メンブラン15が加圧された時に、前記円柱状木材16が、その軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮されるよう構成されている。

50

## 【 0 0 4 3 】

即ち、前記加圧緻密化装置 10 において、円筒状メンブラン 15 外面及びその両端の耳部 15 a と円筒部 11 内面とで形成された加圧空間 14 に、加圧ポンプ（図示せず）により加圧された加圧流体が、加圧流体導入孔 14 a を介して導入され、前記円柱状木材 16 は、円筒状メンブラン 15 の内側に配置された円柱状有孔弾性体 17 を介して、二次元的もしくは軸対称的に求心方向の加圧圧縮力を受けるのである。この加圧圧縮力により、前記円柱状木材 16 は求心方向に収縮し、この変形は圧力を除去しても弾性的な回復分を除いて変形状態が維持される。

## 【 0 0 4 4 】

尚、木材の組織は、スギ材やヒノキ材のような多くの針葉樹では年輪に代表される密な濃色の組織部分と疎な淡色の組織部分から構成され、かつ一様ではない。このため、円形断面の木材を加圧処理すると、疎な淡色部分がより多く圧縮され、断面形状は非円形状のいびつな形状となる。

## 【 0 0 4 5 】

また、木材に枝が出ていた部分を採取して円柱状木材 16 として形成した場合には、枝を除去した痕部にはこの枝の軸方向組織が半径方向に向いているために圧縮されても収縮量は少なくなり、加圧処理後には周囲から突出していびつな形状となる。そのため前記円柱状有孔弾性体 17 に損傷を与え易く、これを防止するために円柱状木材 16 の外周に緩衝材 18 を配置するのが好ましい。

## 【 0 0 4 6 】

円筒状メンブラン 15 と円柱状木材 16 との間に配置された前記円柱状有孔弾性体 17 は、このいびつな変形により円筒状メンブラン 15 が損傷を受けるのを防ぐ機能を有している。もちろん、円柱状木材 16 の直径は素材ごとに異なるため、この円柱状有孔弾性体 17 はこの寸法や形状が若干異なっても、その形状に合わせて対応が可能という機能をも有している。円筒状メンブラン 15 の内側に配置される前記円柱状有孔弾性体 17 の役割は非常に重要であり、以下の実施の形態 2 ~ 5 に示す如く、加圧処理する天然系素材の形状や数に応じて種々の対応が可能である。

## 【 0 0 4 7 】

次に、本発明の実施の形態 2 に係る天然系素材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置について、図 4 を参照しながら説明する。図 4 は本発明の実施の形態 2 に係り、図 2 の矢視 X - X を示す模式的断面図である。但し、本発明の実施の形態 2 が上記実施の形態 1 と相違するところは、天然系素材の形態とこれに伴う円柱状有孔弾性体の形状に相違があり、これ以外は上記実施の形態 1 と全く同構成であるから、上記実施の形態 1 と同一のものに同一符号を付して、その相違する点について説明する。

## 【 0 0 4 8 】

即ち、上記実施の形態 1 に係る天然系素材の形態が円柱状木材であり、これに伴って前記円柱状有孔弾性体が円筒形状を有するのに対し、本実施の形態 2 に係る天然系素材は 4 本の細い円柱状木材 16 a からなり、これら 4 本の円柱状木材 16 a を一回で加圧処理するため、円柱状有孔弾性体 17 には軸方向に 4 本の有孔部 17 a が形成されており、夫々の有孔部 17 a に緩衝材 18 を介して細い円柱状木材 16 a が装填される。この様に比較的細い天然系素材の加圧処理においては、前記円柱状有孔弾性体 17 の軸方向に複数の孔部 17 a を形成することによって、複数の天然系素材を一回の加圧圧縮によって緻密化できる。

## 【 0 0 4 9 】

次に、本発明の実施の形態 3 に係る天然系素材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は本発明の実施の形態 3 に係り、図 2 の矢視 X - X を示す模式的断面図である。但し、本発明の実施の形態 3 が上記実施の形態 1 と相違するところは、天然系素材の形態とこれに伴う円柱状有孔弾性体の形状に相違があり、これ以外は上記実施の形態 1 と全く同構成であるから、上記実施の形態 1 と同一のものに同一符号を付して、その相違する点について説明する。

10

20

30

40

50

## 【0050】

即ち、上記実施の形態1に係る天然系素材の形態が円柱状木材であり、これに伴って前記円柱状有孔弾性体が円筒形状を有するのに対し、本実施の形態3に係る天然系素材は四角柱状木材16bからなり、これに伴って円柱状有孔弾性体17には矩形状断面の有孔部17aを設けたものを使用する。

## 【0051】

前記四角柱状木材16bが複数個の場合には、前記実施の形態2と同様にその数に応じた複数の矩形状断面の有孔部を設けても良い。前記円柱状有孔弾性体17に設けられた矩形状断面の有孔部17aは、隅部をスムーズ化するために通常R(曲面)加工が施されるので、四角柱状木材16bとの隙間が生じ易く、緩衝材18となる新聞紙等で前記四角柱状木材16bを包んで装填することが推奨される。

10

## 【0052】

次に、本発明の実施の形態4に係る木材・竹材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置について、図6を参照しながら説明する。図6は本発明の実施の形態4に係り、図2の矢視X-Xを示す模式的断面図である。但し、本発明の実施の形態4が上記実施の形態1と相違するところは、天然系素材の形態とこれに伴う円柱状有孔弾性体の形状に相違があり、これ以外は上記実施の形態1と全く同構成であるから、上記実施の形態1と同一のものに同一符号を付して、その相違する点について説明する。

## 【0053】

即ち、上記実施の形態1に係る天然系素材の形態が円柱状木材であり、これに伴って前記円柱状有孔弾性体が円筒形状を有するのに対し、本実施の形態4に係る天然系素材は2個の四角柱状木材16cからなり、これに伴って円柱状有孔弾性体17には矩形状断面の有孔部17aを設けたものを使用している。

20

## 【0054】

但し、前記2個の四角柱状木材16cは、加圧緻密化後に平面部分16cが形成される様に、円柱状有孔弾性体17と金属やセラミックスからなり剛性のある型板19とを組み合わせて装填されている。この場合、前記四角柱状木材16cを2個として、型板19を挟むように対向して配置することが好ましい。四角柱状木材16cを1個とすると、この四角柱状木材16cは勿論、型板19にもいびつな変形を生じてしまうからである。

## 【0055】

次に、本発明の実施の形態5に係る天然系素材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置について、図7を参照しながら説明する。図7は本発明の実施の形態5に係り、図2の矢視X-Xを示す模式的断面図である。但し、本発明の実施の形態5が上記実施の形態1と相違するところは、天然系素材の形態とこれに伴う円柱状有孔弾性体の形状に相違があり、これ以外は上記実施の形態1と全く同構成であるから、上記実施の形態1と同一のものに同一符号を付して、その相違する点について説明する。

30

## 【0056】

即ち、上記実施の形態1に係る天然系素材の形態が円柱状木材であり、これに伴って前記円柱状有孔弾性体が円筒形状を有するのに対し、本実施の形態5に係る天然系素材は4個の四角柱状木材16dからなり、これに伴って円柱状有孔弾性体17には矩形状断面の有孔部17aを設けたものを使用している。そして、一回の加圧緻密化処理によって、前記4個の四角柱状木材16dの各々において直交する2面の平面部分16dが形成される様に、型板19を組み合わせたものである。

40

## 【0057】

尚、上記本発明の実施の形態1~5の如く、天然系素材16~16dや型板19の断面形状に合わせて前記円柱状有孔弾性体17に設けられた有孔部17aに、前記天然系素材16~16dを装填する際、周囲に緩衝材18を用いた例で説明したが、このような緩衝材18としては、新聞紙等の紙類や粒径が比較的大きな(数10~数100 $\mu\text{m}$ )のアルミナ等のセラミック粒子等を用いることが推奨される。

## 【0058】

50

前記円柱状有孔弾性体 17 は半消耗品であるが、このような配慮を施すことにより、前記有孔部 17 a 内面と天然系素材 16 ~ 16 d 外面との間に過大な隙間があったとしても、不要な損傷が回避されて、長期の使用も可能となる。

【0059】

以上説明した様に、本発明に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法は、天然系素材を乾燥処理した後、円筒状の高圧容器内に軸方向を揃えて収納して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化し、次いで、加熱処理を施して固定化するので、収縮変形を防止して繊維組織を破壊することなく短時間に加圧緻密化処理できる。

【0060】

また、本発明に係る天然系素材の加圧緻密化装置は、高圧容器の円筒部内面と、この円筒部内面に装着された弾性体からなる円筒状メンブランの外面とによって加圧空間が形成され、この加圧空間に加圧流体を導入する加圧流体導入孔が設けられると共に、前記円筒状メンブランの内側に、前記加圧流体による加圧圧縮力を伝達するため円柱状有孔弾性体が収納され、この円柱状有孔弾性体の有孔部に前記天然系素材を装填して、前記加圧空間に導入された流体圧力によって、前記天然系素材をその軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に、前記円柱状有孔弾性体を介して加圧圧縮するよう構成したので、前記天然系素材の繊維組織に損傷を与えることなく加圧圧縮し得る構成が可能となった。

【0061】

次に、本発明に係る天然系素材の緻密化処理方法および加圧緻密化装置の実施例及び比較例について、前図 2 及び図 5 を併用しながら以下に説明する。

<実施例 1>

自然乾燥されたスギの柾目材（寸法：幅 30 mm × 長さ 100 mm × 厚さ 12 mm、密度： $0.35 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）を天然系素材 16 b として、大気中 105 の温度で 24 時間の乾燥処理を行った後、3 枚を重ね合わせて断面が略正方形（幅 30 mm × 厚さ 36 mm）となるようにして新聞紙に包み、硬度 70 度のラテックスゴム製で矩形状の有孔部 17 a が形成された図 5 に示した円柱状有孔弾性体 17 に収納して、図 2 に示した加圧緻密化装置 10 に装填した。

【0062】

次いで、加圧ポンプを駆動して、約 50 MPa/min の速度で 150 MPa まで加圧容器内を加圧した後 1 分間保持した。減圧後、この加圧緻密化装置 10 から取り出したところ、前記天然系素材 16 b は、年輪の間隔が縮まる方向に圧縮されて厚さが約 4 mm に収縮していることが確認された。この天然系素材 16 b を、更に大気中 170 の温度で 24 時間熱処理を行った。

【0063】

処理後の前記天然系素材 16 b は、寸法形状に大きな変化は認められず、処理後の前記天然系素材 16 b の密度を測定したところ、 $1.4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  であることが確認された。この処理後の前記天然系素材 16 b を、煮沸水中で 3 時間処理したが、大きな膨潤現象等は観察されず、高密度で寸法変化を生じにくい材料に改質されていることが確認された。

【0064】

<実施例 2>

自然乾燥された直径約 90 mm の孟宗竹材を長さ 200 mm に裁断し、更に軸方向に切断してこれらを束ね、幅約 15 mm、厚さ約 10 mm の天然系素材 16 b を形成した。これら孟宗竹材素材の密度は約  $0.65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  であった。このような天然系素材 16 b を、大気中 90 の温度で 24 時間乾燥処理を行った後、新聞紙に包み図 5 に示した様な矩形状断面の有孔部 17 a を有する円柱状有孔弾性体 17 に収納して、図 2 に示した構成の加圧緻密化装置 10 に装着し、200 MPa で 1 分間の加圧処理を行った。

【0065】

処理後の前記天然系素材 16 b は主として厚さ方向に収縮して、厚さは約半分になって

10

20

30

40

50

いることが確認された。この天然系素材を、大気中 180 の温度で 12 時間熱処理を行った。処理後の天然系素材 16b は、色が若干濃色化してこげ茶色となったが、密度約  $1.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  に緻密化されていることが確認された。材料の安定性を確認するために、煮沸水中で 3 時間の処理を行ったが、膨潤現象等は観察されず、非常に高密度で安定性が良好な材料に改質されていることが確認された。

【0066】

< 比較例 1 >

実施例 1 と同一のスギの柾目材を、自然乾燥されたままの状態、実施例 1 と同様に加圧処理、固定処理を行った。密度は  $0.93 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  まで緻密化はされたものの、水の密度である  $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  を超えるほどの緻密化は達成できなかった。

10

【0067】

< 比較例 2 >

実施例 2 と同一の孟宗竹材を、自然乾燥されたままの状態、実施例 2 と同一条件で加圧処理を行い、固定化処理は行わずに評価を行った。密度は  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  と緻密化はある程度達成されたものの、煮沸水中 3 時間の安定性評価試験後、若干の膨潤化現象が観察された。

【0068】

以上の様に、本発明に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、木材、竹材など組織内に軸方向の繊維組織を含む天然系素材を乾燥処理した後、円筒状の高圧容器内に軸方向を揃えて収納して、前記天然系素材の軸方向に垂直な方向から流体圧力によって二次元的もしくは軸対称的に加圧圧縮して緻密化し、次いで、加熱処理を施して固定化するので、収縮変形を防止して繊維組織を破壊することなく短時間に加圧緻密化処理することが可能となった。

20

【0069】

また、本発明に係る天然系素材の加圧緻密化処理方法によれば、前記乾燥処理を温度 80 ~ 120 の大気中で行うので、前記天然系素材の真密度近くまで緻密化が可能となる上、残留した結合水が加圧時の変形の容易化に寄与し得る。

【0070】

一方、本発明に係る天然系素材の加圧緻密化装置によれば、高圧容器の円筒部内面と、この円筒部内面に装着された弾性体からなる円筒状メンブランの外表面とによって加圧空間が形成され、この加圧空間に加圧流体を導入する加圧流体導入孔が設けられると共に、前記円筒状メンブランの内側に、前記加圧流体による加圧圧縮力を伝達するため円柱状有孔弾性体が収納され、この円柱状有孔弾性体の有孔部に前記天然系素材を装填して、前記加圧空間に導入された流体圧力によって、前記天然系素材をその軸方向に垂直な方向から二次元的もしくは軸対称的に、前記円柱状有孔弾性体を介して加圧圧縮するよう構成したので、前記天然系素材の繊維組織に損傷を与えることなく加圧圧縮し得る構成が可能となった。

30

【0071】

尚、上記の実施の形態では、木材・竹材の例を説明したが、天然系素材としては木材・竹材に限定されず、葦材等の草類やこれらを組み合わせた素材であっても良い。

40

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る天然系素材の緻密化処理方法の工程を示す工程図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係る天然系素材の加圧緻密化装置の要部を示す模式的縦断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係り、図 2 の矢視 X - X を示す模式的断面図である。

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係り、図 2 の矢視 X - X を示す模式的断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 3 に係り、図 2 の矢視 X - X を示す模式的断面図である。

50

【図6】本発明の実施の形態4に係り、図2の矢視X-Xを示す模式的断面図である。

【図7】本発明の実施の形態5に係り、図2の矢視X-Xを示す模式的断面図である。

【図8】従来技術に係る一実施例による木材の圧力処理用装置の概略断面図である。

【符号の説明】

【0073】

1～5：天然系素材の緻密化処理方法の工程を示すステップ

10：加圧緻密化装置， 11：円筒部

12a：リング状上蓋， 12b：上プラグ

13a：リング状下蓋， 13b：下蓋

14：加圧空間， 14a：加圧流体導入孔

15：円筒状メンブレン， 15a：耳部

16，16a：円柱状木材（天然系素材）

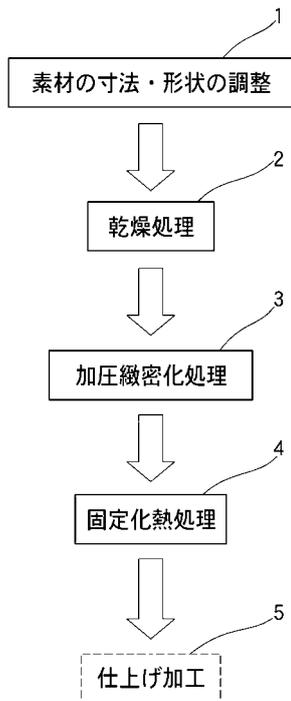
16b，16c，16d：四角柱状木材（天然系素材）

16c，16d：平面部分

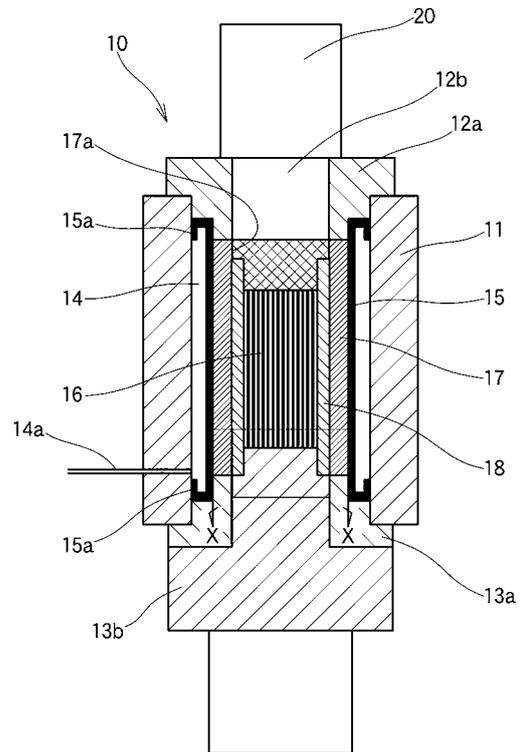
17：円柱状有孔弾性体， 17a：有孔部

18：緩衝材， 19：型板， 20：プレスフレーム

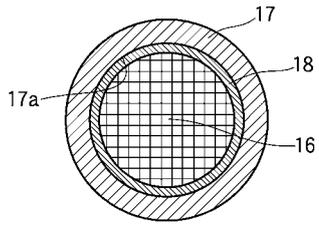
【図1】



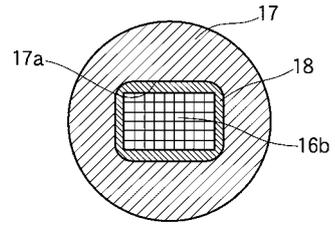
【図2】



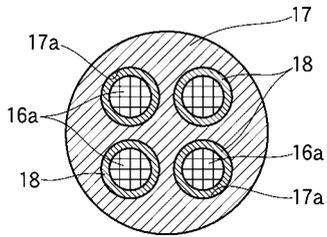
【 図 3 】



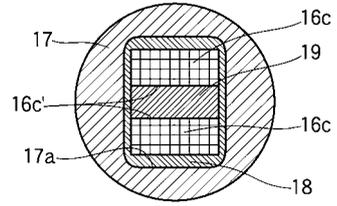
【 図 5 】



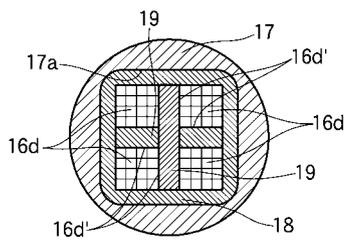
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

