

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5155512号  
(P5155512)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>C O 4 B</b> 28/04	<b>(2006.01)</b>	C O 4 B	28/04
<b>B 2 8 B</b> 1/52	<b>(2006.01)</b>	B 2 8 B	1/52
<b>C O 4 B</b> 16/02	<b>(2006.01)</b>	C O 4 B	16/02
<b>E O 4 C</b> 2/26	<b>(2006.01)</b>	E O 4 C	2/26

請求項の数 61 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2002-532185 (P2002-532185)	(73) 特許権者	510092904
(86) (22) 出願日	平成13年9月21日 (2001.9.21)		ジェイムズ ハーディー テクノロジー リミテッド
(65) 公表番号	特表2004-510672 (P2004-510672A)		JAMES HARDIE TECHNO LOGY LIMITED
(43) 公表日	平成16年4月8日 (2004.4.8)		アイルランド国 2 ダブリン ハーコート ストリート ハーコート センター セカンド フロアー ヨーロッパ ハウス (番地なし)
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/042243	(74) 代理人	100123788
(87) 国際公開番号	W02002/028796		弁理士 宮崎 昭夫
(87) 国際公開日	平成14年4月11日 (2002.4.11)	(74) 代理人	100106138
審査請求日	平成20年9月19日 (2008.9.19)		弁理士 石橋 政幸
(31) 優先権主張番号	60/237,850	(74) 代理人	100127454
(32) 優先日	平成12年10月4日 (2000.10.4)		弁理士 緒方 雅昭
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無機および/または有機物質が充填処理されたセルローズ繊維を使用した繊維セメント複合材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セメント質マトリックスと、セメント質マトリックスに組み込まれた個別化されたセルローズ繊維とを含み、かつ水が内部を流れるのを阻止する配合物質で少なくとも部分的に満たされた空隙を有し、

前記セルローズ繊維の細胞から脱リグニン化によりリグニン成分の少なくとも90%が除去されており、

前記配合物質が、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム及びナトリウムを含み、これらのケイ塩及び硫酸塩の混合物の形をとる水不溶性の無機塩から選択されることを特徴とする複合建築材料。

【請求項2】

前記配合物質が、マトリックスと同じ熱膨張係数および水分膨張係数を有する、請求項1に記載の複合建築材料。

【請求項3】

配合物質として有機化合物を更に含み、有機化合物が、ワックス、ポリオレフィン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、スチレンブタジエンゴム、プラスチック、樹脂、およびこれらの混合物からなる群から選択される、請求項1に記載の複合建築材料。

【請求項4】

配合物質が、セルローズ繊維の乾燥重量の0.5%~200%を有する、請求項1に記載の複合建築材料。

## 【請求項 5】

配合物質が、セルロース繊維の乾燥重量の最大 80% を有する、請求項 4 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 6】

セルロース繊維が、パルプ化プロセスによって、リグノセルロース系材料のセルロースパルプから作製される、請求項 1 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 7】

充填処理されていないセルロース繊維をさらに含む、請求項 1 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 8】

天然無機繊維および合成繊維をさらに含む、請求項 1 に記載の複合建築材料。

10

## 【請求項 9】

1 ~ 10  $\mu\text{m}$  の範囲における複合建築材料の比細孔体積が、水銀圧入多孔度計 (MIP) により測定した場合に 6  $\mu\text{L} / \text{g}$  未満である、請求項 1 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 10】

個別化されたセルロース繊維を組み込んだセメント質マトリックスをオートクレーブ処理する、請求項 1 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 11】

セメントを 10 ~ 80 重量% 含む、請求項 10 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 12】

骨材をさらに含む、請求項 10 に記載の複合建築材料。

20

## 【請求項 13】

骨材が細粒状のシリカである、請求項 12 に記載の複合建築材料。

## 【請求項 14】

セメント質結合材と、骨材と、密度調節剤と、セルロース繊維と、添加剤とを含み、セルロース繊維が個別化され、繊維の内部での水の移行を阻止するためにセルロース繊維の少なくとも一部に不溶性物質が充填処理されたものであり、

前記セルロース繊維の細胞から脱リグニン化によりリグニン成分の少なくとも 90% が除去されており、

前記不溶性物質が、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム及びナトリウムを含み、これらのケイ塩及び硫酸塩の混合物の形をとる水不溶性の無機塩から選択されることを特徴とする複合建築材料の形成に使用される材料配合物。

30

## 【請求項 15】

セメント質結合材がポルトランドセメントを含む、請求項 14 に記載の材料配合物。

## 【請求項 16】

セメント質結合材を 10 ~ 80 重量% 含む、請求項 14 に記載の材料配合物。

## 【請求項 17】

セメント質結合材を 20 ~ 50 重量% 含む、請求項 14 に記載の材料配合物。

## 【請求項 18】

セメント質結合材の表面積が 250 ~ 400  $\text{m}^2 / \text{kg}$  である、請求項 14 に記載の材料配合物。

40

## 【請求項 19】

セメント質結合材が、アルミナセメント、石灰、リン酸セメント、高炉スラグ微粉末セメント、およびこれらの混合物からなる群から選択される、請求項 14 に記載の材料配合物。

## 【請求項 20】

骨材が配合物の 20 重量% ~ 80 重量% である、請求項 14 に記載の材料配合物。

## 【請求項 21】

骨材が、300 ~ 450  $\text{m}^2 / \text{kg}$  の表面積を有するシリカを含む、請求項 20 に記載の材料配合物。

## 【請求項 22】

50

骨材が細粒状のシリカを含む、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 2 3】

骨材が、非晶質シリカ、マイクロシリカ、地熱シリカ、珪藻土、石炭燃焼フライアッシュおよびボトムアッシュ、もみ殻灰、高炉スラグ、顆粒状スラグ、鉄鋼スラグ、無機酸化物、無機水酸化物、クレイ、マグネサイトまたはドロマイト、金属酸化物および水酸化物、ポリマービーズ、およびこれらの混合物からなる群から選択される、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 2 4】

充填処理されたセルロース繊維が配合物の 0 . 5 重量% から 2 0 重量% を構成する、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

10

【請求項 2 5】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されていないセルロース繊維または天然無機繊維および合成繊維とブレンドされる、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 2 6】

密度調節剤が配合物の 0 ~ 5 0 % である、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 2 7】

密度調節剤が、1 立方センチメートル当たり 1 . 5 グラム未満の密度を有する軽量物質を含む、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 2 8】

密度調節剤が、プラスチック材料、発泡ポリスチレンまたはその他の発泡ポリマー材料、ガラスおよびセラミック材料、ケイ酸カルシウム水和物、マイクロスフィア、膨張形態のパーライト、軽石、しらす玄武岩、ゼオライトを含んだ火山灰、およびこれらの混合物からなる群から選択される、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

20

【請求項 2 9】

添加剤が、配合物の 0 重量% ~ 1 0 重量% である、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 3 0】

添加剤が、粘度調節剤、難燃材、防水材、シリカヒューム、地熱シリカ、増粘剤、顔料、着色剤、可塑剤、分散剤、発泡剤、凝集剤、排水助剤、乾湿強度助剤、シリコン材料、アルミニウム粉、クレイ、カオリン、アルミナ三水和物、雲母、メタカオリン、炭酸カルシウム、ウォラストナイト、ポリマー樹脂エマルジョン、およびこれらの混合物からなる群から選択される、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

30

【請求項 3 1】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、複合建築材料の耐水性を増大させる、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 3 2】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、6 時間の試験で 5 % を超える割合で複合建築材料の吸水量を減少させる、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 3 3】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、2 4 時間の試験で 1 5 % を超える割合で複合建築材料の水の移行（吸上げ）速度を低下させる、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

40

【請求項 3 4】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料の透水性よりも、複合建築材料の透水性を 2 4 時間の試験で 1 5 % 以下低下させる、請求項 1 4 に記載の材料配合物。

【請求項 3 5】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、複合建築材料の凍結融解性を向上させる、請求項 1 4

50

に記載の材料配合物。

【請求項 36】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、複合建築材料の生物に対する耐性を増大させる、請求項 14 に記載の材料配合物。

【請求項 37】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、複合建築材料の物理的および機械的性質を維持または増大させる、請求項 14 に記載の材料配合物。

【請求項 38】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、複合建築材料の白華を低減させる、請求項 14 に記載の材料配合物。

【請求項 39】

充填処理されたセルロース繊維が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同じ配合物から作製された建築材料に比べ、1 ~ 10  $\mu\text{m}$  の範囲における複合建築材料の細孔体積を 20 % を超える割合で減少させる、請求項 14 に記載の材料配合物。

【請求項 40】

1 ~ 10  $\mu\text{m}$  の範囲における複合建築材料の比細孔体積が、水銀圧入多孔度計 (MIP) により測定した場合に 6  $\mu\text{L/g}$  未満である、請求項 14 に記載の材料配合物。

【請求項 41】

個別化されたセルロース繊維を供給すること、  
セルロース繊維の少なくとも一部に不溶性物質を配合して、繊維内部の不溶性物質が繊維を通る水流を阻止する充填処理されたセルロース繊維を形成すること、

充填処理された繊維をセメント質結合材およびその他の成分と混合して、繊維セメント混合物を形成すること、

繊維セメント混合物によって、事前に選択された形状および大きさの繊維セメント品を形成すること、および

繊維強化複合建築材料が形成されるように、繊維セメント品を養生させることを含み、

前記セルロース繊維の細胞から脱リグニン化によりリグニン成分の少なくとも 90 % が除去されており、

前記不溶性物質が、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム及びナトリウムを含み、これらのケイ塩及び硫酸塩の混合物の形をとる水不溶性の無機塩から選択される繊維強化セメント複合材料の製造方法。

【請求項 42】

個別化された繊維を提供することが、繊維を機械的に分離させることを含む、請求項 41 に記載の製造方法。

【請求項 43】

セルロース繊維が、いくつかの機械的分離の助けを借りて化学的パルプ化法により個別化される、請求項 41 に記載の製造方法。

【請求項 44】

繊維に充填処理することが、繊維の空隙に不溶性物質を堆積するために、

不溶性物質を得るための可溶性成分をセルロース繊維のスラリーに溶解させて、該可溶性成分を個別化されたセルロース繊維細胞壁に浸透させ、

pH、温度、試薬投与量、放射、圧力、イオン強度から選択された条件を変えることにより、該セルロース繊維細胞壁に浸透した可溶性成分を利用して不溶性物質の形成と繊維内部での堆積を行うことによる

化学的プロセスを使用することを含む、請求項 41 に記載の製造方法。

【請求項 45】

10

20

30

40

50

事前に選択された軟度の範囲で繊維を分散させ、次いで充填処理された繊維をフィブリル化して事前に選択された濾水度範囲にすることにより、充填処理された繊維を加工することをさらに含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 4 6】

充填処理された繊維を加工することが、ハイドラパルパ内で 1 % ~ 6 % の軟度で充填処理された繊維を分散させることを含む、請求項 4 5 に記載の製造方法。

【請求項 4 7】

充填処理された繊維を加工することが、充填処理された繊維をカナダ規格濾水度で 1 0 0 ~ 7 5 0 度の濾水度までフィブリル化することを含む、請求項 4 5 に記載の製造方法。

【請求項 4 8】

充填処理された繊維を加工することが、充填処理された繊維をカナダ規格濾水度で 1 8 0 ~ 6 5 0 度の濾水度までフィブリル化することを含む、請求項 4 5 に記載の製造方法。

【請求項 4 9】

充填処理された繊維を加工することが、充填処理された繊維の含水量が 5 % ~ 5 0 % になるまでフラッシュ乾燥させることを含む、請求項 4 5 に記載の製造方法。

【請求項 5 0】

充填処理された繊維と充填処理されていないセルロース繊維とを混合することをさらに含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 5 1】

充填処理された繊維と天然無機繊維および合成繊維とを混合することをさらに含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 5 2】

充填処理された繊維と、骨材、密度調節剤、および添加剤とを混合することをさらに含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 5 3】

繊維セメント品を形成することが、ハチェック ( H a t s c h e k ) シートプロセス、マツア ( M a z z a ) パイププロセス、マグナニ ( M a g n a n i ) プロセス、射出成型、押出し、手積み成形、成型、鋳造、フィルタプレス、長網抄紙形成、マルチワイヤ形成、ギャップブレード形成、ギャップロール/ブレード形成、ベルロール形成、およびこれらの組合せからなる群から選択されたプロセスを使用して物品を形成することを含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 5 4】

繊維セメント品を形成することが、その物品をエンボス加工することをさらに含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 5 5】

繊維セメント品を養生させることが、事前養生することおよび養生することを含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【請求項 5 6】

繊維セメント品を、周囲温度で最長 8 0 時間、事前養生させる、請求項 5 5 に記載の製造方法。

【請求項 5 7】

繊維セメント品を、周囲温度で最長 2 4 時間、事前養生させる、請求項 5 5 に記載の製造方法。

【請求項 5 8】

繊維セメント品をオートクレーブで養生させる、請求項 5 5 に記載の製造方法。

【請求項 5 9】

繊維セメント品を、3 ~ 3 0 時間、6 0 ~ 2 0 0 という高い温度および圧力でオートクレーブ処理する、請求項 5 8 に記載の製造方法。

【請求項 6 0】

繊維セメント品を、2 4 時間以下で、6 0 ~ 2 0 0 という高い温度および圧力でオー

10

20

30

40

50

トクレーブ処理する、請求項 5 8 に記載の製造方法。

【請求項 6 1】

繊維セメント品を養生させることが、形成された物品を最長 3 0 日間にわたって空气中養生させることを含む、請求項 4 1 に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

発明の分野

本発明は、充填処理されたセルロース繊維 (loaded cellulose fibers) を使用したセルロース繊維強化セメント複合材料に関し、またその材料に関する配合物、製造方法、および材料特性が改善された最終製品を含むものである。

10

【0002】

関連技術の説明

通常のポルトランドセメントは、建築物および建造物に使用される多くの製品、主にコンクリートおよび鉄筋コンクリートの基礎である。すなわちセメントは、水中で硬化可能な結合材であり、硬化した後は、石膏、木材、木材パーティクルボード、繊維板、および建築用製品に使用されるその他の一般的な材料に比べて、水の影響をほとんど受けないという相当な利点がある。これは、水がセメントにまったく影響を及ぼさないということではない。セメントに真水をしみ込ませると化学成分がいくらか溶解し、このセメントをもう一度乾燥させると別の場所で再堆積する可能性がある。

20

【0003】

アスベスト繊維セメント技術

約 1 2 0 年前、L u d w i g H a t s c h e k は、製紙用シーブ丸網抄紙機を使用して最初のアスベスト強化セメント製品を製造した。この抄紙機では、アスベスト繊維 (固形分で最高約 1 0 重量%) と普通のポルトランドセメント (約 9 0 % 以上) からなる希釈度の高いスラリーから水を除去して約 0 . 3 m m のフィルムにし、次いでこれを所望の厚さ (典型的には 6 m m ) にロール状に巻き上げて、得られた円筒状シートを切断し、平らにして、平らな積層シートを形成し、これを所望のサイズの長方形の切片に切断した。次いでこれらの製品を、通常のセメント養生法で約 2 8 日間空气中養生を行った。当初の用途は人工の屋根用スレートであった。

30

【0004】

1 0 0 年にわたり、この形の繊維セメントは、屋根葺き用製品、パイプ製品、および壁用製品として、すなわち外部羽目板 (厚板およびパネル) と濡れ領域用ライニング板の両方に、大規模に使用された。またアスベストセメントも、アスベストの熱安定性が非常に高いことから、高耐火性が求められる数多くの適用先で使用された。これらの製品すべての多大な利点とは、高密度アスベスト/セメント複合体が低多孔性かつ低透過性であるので、比較的軽量で、水による影響が比較的少ないことであった。これらの製品の欠点は、高密度マトリックスであるので釘打ちができず、固定するには予め穴を開ける必要があることであった。

40

【0005】

当初の H a t s c h e k プロセス (改良型シーブ丸網製紙機) はバルク状のアスベストセメント製品の製造に広く用いられたが、厚いシート (約 1 0 m m よりも厚く、約 3 0 枚のフィルムを必要とする) など特殊な製品を製造するにはその他のプロセスも使用された。そのようなプロセスでは、H a t s c h e k プロセスの場合と同様のアスベスト繊維とセメントの混合物を使用した。時には何種類かの補助添加剤をその他のプロセスで使用する。たとえば繊維セメント複合体は、押出し、射出成型、およびフィルタプレスまたはフローオンマシンによって形成していた。

【0006】

前世紀の中頃、アスベストをベースとしたセメント複合体に代わる最新のものとして非常に重要な意味を持つ、2 つの開発が生まれた。その 1 つは、製品をオートクレーブ処理す

50

ることによって、養生サイクルをかなり短縮することができ、またコストを下げるができることに、一部の製造業者が気付いたのである。このようにすると、セメントの大部分を細粒状のシリカに代えることが可能になり、それがオートクレーブの温度でセメント中の過剰な石灰と反応し、通常のセメントマトリックスと同様のカルシウムシリカ水和物を生成する。シリカは、細粒状態であってもセメントよりも非常に安く、またオートクレーブ養生時間が空气中養生による養生時間よりも非常に短いので一般的になったが、決して普遍的な製造方法であったわけではない。典型的な配合物は、アスベスト繊維が約 5 ~ 10 %、セメントが約 30 ~ 50 %、シリカが約 40 ~ 60 %であった。

#### 【 0 0 0 7 】

2つめの開発は、アスベスト強化繊維の一部を木材からのセルロース繊維に代えることであった。これは、羽目板製品および濡れ領域用ライニングシート以外には広く採用されなかった。この開発の多大な利点とは、セルロース繊維が中空かつ軟質であり、結果的に得られる製品に、予め穴を開けて固定することなく釘打ちを行うことができたことである。羽目板およびライニング製品は、屋根よりもはるかに環境が厳しくない垂直な壁面に使用される。しかしセルロース強化セメント製品は、アスベストセメント複合材料に比べ、水によって引き起こされる変化の影響をより受けやすい。典型的な配合物は、セルロース約 3 ~ 4 %と、アスベスト約 4 ~ 6 %と、空气中養生製品用のセメント約 90 %、またはセメント約 30 ~ 50 %およびオートクレーブ製品用のシリカ約 40 ~ 60 %であった。

#### 【 0 0 0 8 】

アスベスト繊維にはいくつかの利点があった。シーブ丸網抄紙機は、小さすぎてシーブ自体では捕えることができない固体セメント（またはシリカ）粒子を捕えるための、網状組織を形成する繊維を必要とする。アスベストは無機繊維であるが、メインの繊維から飛び出した多くの小さい巻きひげ状のものに「精練」することができる。アスベスト繊維は強力で剛性を有し、セメントマトリックスと非常に強く結合する。この繊維は高温で安定である。この繊維は、オートクレーブ条件下でのアルカリ侵食に対して安定である。したがってアスベスト強化繊維セメント製品は、それ自体は強力で剛性を有し（脆弱でもある）、セメント自体が急速に化学的に侵食されるような酸性度が高い環境を除き、多くの過酷な環境で使用することができる。アスベスト屋根葺き製品が暴露される湿潤/乾燥サイクルでは、2 ~ 3の問題、主に白華現象がしばしば生じていたが、この現象は、濡れたときに製品内部の化学物質が溶解し、その後、乾燥するときに、これらの化学物質が製品表面に堆積することによって引き起こされるものである。白華は、特に屋根葺き製品の外観を損ね、それを減じるための多くの試みがなされた。アスベスト強化屋根葺き製品のマトリックスは、一般に非常に稠密（比重が約 1.7）であったので、この製品に入り込んだ水の総量は、飽和状態であっても比較的少なく、この製品は一般に妥当な凍結融解抵抗性を有していた。密度が低くなると、製品はより加工性が高くなった（たとえば釘打ちを行うことができた）が、飽和速度および全吸水量は増大して凍結融解性能は低下した。

#### 【 0 0 0 9 】

代替の繊維セメント技術

1980年代の初め、アスベスト繊維を採掘すること、あるいはアスベスト繊維に曝され吸入することに関連した健康被害が、大きな健康上の問題になり始めた。米国、西欧の一部、およびオーストラリア/ニュージーランドのアスベストセメント製品の製造業者は特に、それぞれの設置済みの製造ベース、主に H a t s c h e k 機で作製される、建築および建設用製品の強化材として用いられるアスベスト繊維の代替品を模索した。20年間かけて、実現可能な2種類の代替技術が生まれたが、これらのうちどちらもアスベスト適用例のすべてにおいてうまく実現されたわけではなかった。

#### 【 0 0 1 0 】

西欧で、最もうまく実現されたアスベストの代替品は、PVA繊維（約2%）およびセルロース繊維（約5%）と、大部分を占めるセメント（約80%）、時にはシリカや石灰岩などの不活性な充填材（約10~30%）との組合せであった。この製品は、PVA繊維が一般にオートクレーブ処理で安定ではないので、空气中養生を行う。この製品は、一般

10

20

30

40

50

に H a t s c h e k 機で作製され、その後、水圧機を使用した加圧ステップにかけられる。このためセルローズ繊維が圧縮され、マトリックスの多孔率が減少する。PVA 繊維は精練できないがセルローズは精練できるので、この西欧の技術では、セルローズ繊維がプロセス助剤として機能して、脱水ステップで固体粒子を捕えるシープ上に網状組織を形成する。この製品は、主に屋根葺き（スレートおよび波形）に使用される。これは通常（しかし常にではない）、厚い有機被覆で覆われる。これらの製品の大きな欠点とは、材料および製造プロセスコストが非常に大幅に増大することである。セルローズは現在のところ 1 トン当たり 500 ドルでアスベスト繊維よりも少しだけ高価であるが、PVA は 1 トン当たり約 4000 ドルである。厚い有機被覆も高価であり、水圧機はコストの高い製造ステップである。

10

## 【0011】

オーストラリア/ニュージーランドおよび米国で最もうまく実現されたアスベストの代替品は、参照により本明細書に組み込まれるオーストラリア特許第 515151 号および米国特許第 6,030,447 号に記載されているような未漂白のセルローズ繊維であり、セメントが約 35%、細粒状のシリカが約 55% のものであった。この製品は、セルローズがオートクレーブ処理でかなり安定であるので、オートクレーブ養生を行う。これは一般に、H a t s c h e k 機で作製し、通常は加圧しない。製品は、一般に羽目板（パネルおよび厚板）用であり、垂直または水平なタイル裏打ち濡れ領域ライニング用であり、軒および下端埋込みパネルとして使用される。これらの製品の多大な利点とは、アスベストをベースとした製品と比べてもこれらの製品が非常に加工しやすく、また低コストである

20

## 【0012】

しかしセルローズ繊維セメント材料は、アスベストセメント複合材料に比べ、水によって引き起こされるダメージに耐える力が小さく、透水性が高く、水の移行性（吸上げとも呼ばれる）が高いという性能欠陥を有する可能性がある。これらの欠陥は、セルローズ繊維の管腔および細胞壁に水伝導チャネルまたは空隙（ボイド）が存在することに大きく起因する。セルローズ繊維の間隙は、材料が雨/結露に長時間浸されまたは曝されると、水で満たされるようになる。セルローズ繊維が多孔性であるので、複合体全体にわたる水の移送を促進させ、ある環境での材料の長期耐久性および性能に影響を及ぼす可能性がある。したがって、従来のセルローズ繊維では、材料の飽和質量が高くなり、湿潤状態から乾燥状態になる時の寸法安定性が乏しくなり、飽和強度が低くなり、水によるダメージに耐える力が低下する。

30

## 【0013】

セルローズ強化セメント材料の透水性が高いと、製品中の可溶性化学物質の移動も大幅に増大する可能性がある。次いで可溶性化学物質は、乾燥によって、外側に再び堆積して白華を引き起こし、またはマトリックスまたは繊維の毛管空隙内に再び堆積する可能性がある。これらの材料には水を飽和させることが容易であるので、製品は、凍結/融解によるダメージをはるかに受けやすい。しかし、垂直な製品、または軒および下端用ライニングの場合、さらに内側ライニングの場合、水によって引き起こされるこれらの欠点はまったく関係がない。

40

## 【0014】

まとめると、欧州では、アスベストの大部分が、PVA 繊維を使用した空気中養生を経た繊維セメント製品に代わり、未加工状態に形成した後に加圧される。この技術に関する主な問題は、材料および製造コストが増大することである。米国およびオーストラリア/ニュージーランドでは、アスベストの大部分が、セルローズ繊維を使用したオートクレーブ処理による繊維セメント製品に代わり、加圧せずに低密度に形成される。この技術に関する主な問題は、濡れたときの製品への吸水速度および吸水量が増大することである。

## 【0015】

いくつかの従来技術の参考文献は、セメント製品に繊維材料を使用すること、ならびにこの繊維材料を処理するための様々なプロセスを開示している。しかし、これらの参考文献

50

のほとんどは、セルロースおよび/またはその他の繊維の水または湿分に関する問題に対処するのではなく、繊維材料とセメントとの結合強度を増大させることを対象としている。これらの参考文献の多くは、鉍化作用によって繊維材料を処理し、それによって、繊維材料の表面に沈殿物を形成するための方法を開示している。たとえば米国特許第5,795,515号は、セメントのパーセンテージが高く(たとえば70~80%)、かつセルロース繊維を含んだ空气中養生製品について述べているが、このセルロース繊維は、繊維材料を硫酸アルミニウムで前処理し、その後、非晶質シリカを繊維に添加することによって鉍化したものである。同様に米国特許第2,377,484号は、木毛などの木質繊維および植物繊維を開示しているが、これらの繊維はケイ酸ナトリウムおよび塩化カルシウムで処理されて繊維表面に塩化カルシウムを沈殿させたものである。

10

## 【0016】

これらおよびその他の参考文献で繊維を鉍化する目的は、繊維とセメントを結合させるのに役立つ被覆を提供することである。その他の参考文献も、繊維材料とセメントとの結合強度を増大させることに関する。たとえば米国特許第1,571,048号は、おが屑などの繊維材料を金属塩の溶液で鉍化するプロセスを開示している。鉍化合物は、おが屑の内部および表面に沈殿し、これをセメントに混合することによって、おが屑をセメントにしっかりと接着することができる。

## 【0017】

セルロース繊維に関しては、上記参考文献が対象とする結合強度の増大が望ましいが、その理由は、自然の状態のままで見出されたセルロース繊維が、繊維とセメントとの結合を困難にするリグニンを一緒に有するからである。しかし上記特許の教示は、一般にセメントにうまく結合し、したがってそのような処理法を必要としない、部分的に脱リグニン化しかつ個別化された繊維(individualized fibers)の使用を特に対象としているわけではない。さらに、リグニンを一緒に有する場合、セルロース繊維は、部分的に脱リグニン化し個別化された繊維を使用した場合に受ける上記論じたような水および湿分に関連するダメージと同程度のダメージを受けない。これは、リグニンが、リグニン中のセルロース繊維よりも防水性がかなり高いからである。

20

## 【0018】

したがって、部分的に脱リグニン化し個別化された繊維を組み入れた繊維セメント建築材料および関連する材料配合物およびこれから得られる製品の、水によるダメージおよびその他の問題を防ぐ方法が求められている。

30

## 【0019】

(発明の概要)

本発明の好ましい実施形態は、新しい技術、すなわち充填処理されたセルロース繊維を使用したセルロース繊維強化セメント複合材料を開示する。セルロース繊維は、個別化された繊維であって、リグニンの少なくとも一部がセルロースから除去されたものであることが好ましい。開示される技術の態様は、配合物、複合材料を作製する方法、最終材料およびその性質を含む。この技術は、吸水率が低く、吸水速度が遅く、水の移行が少なく、透水性が低いという所望の特性を有する繊維セメント建築材料を提供することに有効である。

40

## 【0020】

これらの材料から作製された最終製品は、その凍結融解抵抗性が改善され、白華が低減し、自然の風化作用による水溶性マトリックス成分の溶解および再堆積が減少する。適正な繊維の充填処理では、その他の製品特性、たとえば防食性や耐火性を、従来の繊維セメント製品よりも改善することが可能である。驚くべきことに、これらの改善された属性は、寸法安定性、強度、歪み、または靱性を失うことなく得られることがわかった。さらに驚くべきことに、強度、歪み、および靱性は、従来のセルロース繊維セメント複合材料よりも少ないセルロースを使用することによって、なお改善することができる。

## 【0021】

より詳細には、セルロース繊維の内部中空スペースに不溶性の無機および/または有機材

50

料を充填しまたは部分的に充填することによって、セメント複合体に使用したときに依然として、精練しオートクレーブ処理しかつ加圧せずに製造するという通常のセルローズ繊維の利点を有しながら、結果的に得られる繊維セメント材料もまた、繊維強化セメント複合材料で使用したときの吸水速度および吸水量に関してPVAなどの人工繊維の性能の利点に近付きまたはそれを超えるように、設計されたセルローズ繊維を生成できることを出願人は見出した。より驚くべきことには、より少ない量の繊維を使用できることであり、したがって製品中の繊維の使用量が少ないことで、強度や靱性などの材料の重要な物理的性質を低下させることなく、繊維に充填処理するまたは部分的に充填処理するためのコストを相殺することができる。

【0022】

特に、ある好ましい実施形態は、オートクレーブ処理したセルローズベースの繊維セメントの典型的な配合物として使用する場合、複合体製品における吸水速度および吸水量が大幅に低減し、したがって、白華が生じる、または製品内部で化学物質が溶解して再堆積する、または凍結融解損傷を被る、という傾向が減じられることを示す。

【0023】

また、繊維は、Hatschekプロセスの捕集基材として働くようにさらに精練することができ、この繊維を過剰に劣化させることなくさらにオートクレーブ処理することができ、加圧せずに強度が十分な製品が作製される。さらに、最も驚くべきことには、実際のセルローズ繊維の量がより少ない場合であっても、好ましい実施形態では、強度や剛性、靱性、水分移動などの重要な物理的性質を低下させることなく、実際にこれらの性質のいくつか、特に靱性を改善することができる。

【0024】

このため、考案された充填処理された繊維を使用することによって、これらの強化された性質が複合材料に付与され、したがって、完全に実現されたときに、建築物および建造物の材料に関する機械的性質および加工性を改善することが可能であり、同時に、特に周期的な湿潤および乾燥、加熱、凍結および融解、雰囲気への暴露を含むような様々な環境における製品の耐久性を、製造手段とは無関係に改善することが可能な、代替技術となる。これらは、精練可能な繊維（固体粒子を捕捉するため）を必要とするHatschekプロセスに、また、セメントを細粒状のシリカに代えることが可能なオートクレーブ養生サイクルに、特に適しているが、これらは、費用がかかるプロセス加圧の必要性を減らすことができる点で、PVAを用い空气中養生された製品にも役立てることができる。

【0025】

したがって本発明の好ましい実施形態は、充填処理されたセルローズ繊維を使用して繊維強化セメント複合材料を作製する新しい技術に関する。この新しい技術は、配合物、製造プロセス、および最終複合材料を含む。これらの実施形態は、透水性、吸水率、白華、内部での水への溶解および材料の再堆積を低減させ、凍結/融解風化作用の環境での耐久性を改善する。これらは、驚くべきことに通常のセルローズ繊維セメントで使用されていたものよりも少ないセルローズ繊維を使用した状態で、重要な機械的および物理的性質、特に靱性を維持しながらまたは改善しながら実現することができる。さらに、この技術は、セルローズ繊維を破砕し最終製品の透水性を低下させるため、形成された「未加工」体を水圧で加圧するという費用のかかるプロセスの必要性をなくすことによって、空气中養生を経たPVA強化繊維セメントの重要な問題の1つを解決するのにも有益である。

【0026】

本発明の一態様では、セメント質のマトリックスとこのセメント質のマトリックスに混合された個別化されたセルローズ繊維とを含む、複合体建築材料が提供される。セルローズ繊維は、部分的にまたは完全に脱リグニン化される。セルローズ繊維は、水が内部を通して流れるのを阻止する配合物質で少なくとも部分的に満たされた空隙を有する。

【0027】

本発明の別の態様では、複合体建築材料を形成するのに使用される材料配合物が、セメント質の結合材およびセルローズ繊維を含み、このセルローズ繊維は個別化（単繊維化）さ

10

20

30

40

50

れたものであり、このセルローズ繊維の少なくとも一部には、水が繊維内を通過して移行するのを阻止する不溶性物質が充填処理されている。一実施形態では、建築材料配合物は、約10%~80%のセメント、約20%~80%のシリカ(骨材)、約0%~50%の密度調節剤、約0%~10%の添加剤、および約0.5%~20%の充填処理され個別化されたセルローズ繊維、または、充填処理されたセルローズ繊維、および/または通常の充填処理されていない繊維、および/または天然無機繊維、および/または合成繊維の組合せを含むことが好ましい。これらの配合物から得られる材料は、オートクレーブ養生または空気養生にかけることができる。

#### 【0028】

別の実施形態では、非加圧型のオートクレーブ処理を経た繊維セメント製品用の建築材料配合物が提供される。この配合物は、約20~50%、より好ましくは約35%のセメントと、約20~80%、より好ましくは約55%の細粒状のシリカを含む。さらに、この配合物には、その他の添加剤および密度調節剤を約0~30%含めることができる。この配合物は、約0.5~20%の繊維、より好ましくは約10%の繊維を含み、その繊維の数分の一が、繊維間隙中の水流を低下させる無機および/または有機材料が充填処理された個別化されたセルローズ繊維であるものを含むことが好ましい。

10

#### 【0029】

これらの充填処理された繊維中の空隙は、水が内部を流れるのを阻止する不溶性物質で部分的にまたは完全に満たされる。不溶性物質は、セメントマトリックスと同じかまたは類似の熱膨張係数および水分膨張係数を有することが好ましい。不溶性物質は、有機化合物、無機化合物、またはこれらの組合せを含むことができる。配合物質は、セルローズ繊維の乾燥重量の約0.5%~200%を占めることができる。最も一般的な場合、充填処理された繊維中の配合物質は、セルローズ重量の約10%~80%である。

20

#### 【0030】

本発明の別の態様は、繊維強化複合体建築材料の製造方法に関する。一実施形態の方法は、セルローズ繊維をひとまとめに結合するリグニンの大部分を、時には機械的な力の助けを借りて除去することによって、セルローズ繊維を個別化することを含む。セルローズ繊維の少なくとも一部には不溶性物質を配合して充填処理されたセルローズ繊維を形成し、繊維内部の不溶性物質が、繊維中の水流を阻止する。充填処理された繊維をセメント質の結合材と混合して、繊維セメント混合物を形成する。繊維セメント混合物は、事前に選択された形状および大きさの繊維セメント品に形成される。繊維セメント品は、繊維強化複合体建築材料が形成されるように養生させる。

30

#### 【0031】

繊維に充填処理するステップは、化学反応および/または物理的堆積を含む技法を使用して、繊維に無機化合物、有機化合物、またはこれらの組合せを充填処理することを含むことが好ましい。充填処理された繊維と、繊維セメント混合物を形成する成分とを混合するステップは、本発明の好ましい処方に従って、充填処理された繊維と、セメント質の結合材や骨材、密度調節剤、添加剤などの非セルローズ材料と、を混合することを含むことが好ましい。別の実施形態では、充填処理された繊維は、その他の成分と一緒に従来の充填処理されていない繊維および/または天然無機繊維および/または合成繊維とも混合することができる。製作プロセスは、Hatcheckプロセス、押出し、成型など、既存技術のいずれかでよい。一実施形態では、繊維セメント品をオートクレーブ処理することに有効である。

40

#### 【0032】

充填された空隙を有する繊維のある実施形態の試験は、従来のセルローズ繊維と同等の配合物から作製された建築製品に比べ、最終製品の靱性が約50%を超えて増大し、曲げ強度(MOR)が約15%を超えて増大し、曲げ試験での弾性率(MOE)が約15%を超えて増大したことを示している。さらに、充填処理された繊維を利用することによって、1~10マイクロメートルの範囲における建築材料の細孔の体積が約30%を超えて減少し、より好ましくは、充填処理された繊維を使用した繊維セメント複合体の比細孔体積が

50

、MIP（水銀圧入多孔度計）で測定した場合に約6 $\mu$ L/g未満になるようにする。

【0033】

本発明の好ましい実施形態は、充填処理されたセルロース繊維を含まない同等の配合物から作製された建築材料に比べて、水の移行が減少し、吸水速度が遅くなり、透水性が低下し、白華が低減し、深刻な溶解および再堆積の問題が減少し、凍結融解抵抗性、歪み、および靱性が向上した繊維強化建築材料を提供することに有効である。さらに、好ましい建築材料は、その寸法が安定しており、セルロース繊維強化材料の利点を維持している。さらに、充填処理された繊維を有する建築材料は、繊維セメント材料に関する従来のプロセスを使用して製造することができる。より少ないセルロース繊維で、物理的/機械的性質が高められた複合材料を作製することができる。本発明のこれらおよびその他の利点は、添付図面と併せて解釈することにより、以下の記述からより十分に明らかにされよう。

10

【0034】

（好ましい実施形態の詳細な説明）

本発明の好ましい実施形態は、セメント質繊維強化複合材料に、充填されたまたは充填処理されたセルロース繊維を使用することについて述べる。これらの実施形態は、充填処理された繊維を用いて形成された複合材料だけではなく、複合材料の配合物および製造方法も包含する。

【0035】

充填処理された繊維は、繊維強化セメント材料の耐水性やその他の性質をさらに改善するための他の繊維処理、例えば、繊維の表面を疎水性にするための繊維のサイジング、1種または複数の殺生物剤による処理、およびCOD含量を減少させる処理、と併せて使用することができる。本発明の態様は、セルロース繊維強化型のセメント質製品に適用できるだけでなく、したがって、その化学的処理は非セメント質製品の他の繊維で強化された建築材料にも同様に適用できることが理解されよう。

20

【0036】

好ましい一実施形態では、本発明は、充填処理され、部分的に脱リグニン化され個別化されたセルロース繊維を、セメント質のセルロース繊維強化建築材料に適用することに関する。充填処理されたセルロース繊維は一般に、1種または複数の不溶性化合物が充填された個別化されたセルロース繊維を含む。有機および/または無機化合物は、セルロース繊維の管腔および細胞壁に存在する水伝導チャンネルおよび空隙に組み込まれることが好ましい。配合方法は、化学反応および物理的堆積、またはこれらの組合せを含んでよい。繊維の内側に堆積した物質は、水伝導チャンネルおよび空隙に沿った水の移動を阻止し、すなわち繊維セメント複合材料中の水の移行を阻止することに有効である。充填処理された繊維は、セルロース繊維のオープンによる乾燥重量に対して非セルロース含量が約0.5%~200%であることが好ましい。より好ましくは、充填処理された繊維は非セルロース物質を最高で約80重量%含有する。繊維内の管腔には、米国特許第4,510,020号や第5,096,539号に記載されているような方法、または任意のその他の方法を使用して導入することができる。

30

【0037】

繊維に充填処理するよう選択された化合物は、セメントの水和反応を妨げず、プロセス用の水を汚染しないことが好ましい。さらに、その化合物は、より良好な耐火性または生物耐性を提供するような、繊維セメント製品にいくらか有益な属性を提供することが好ましい。配合物質は、セメント質マトリックスと同じか類似の熱膨張係数および水分膨張係数を有することが好ましい。使用することができる化合物には、ナトリウム、カリウム、カルシウム、亜鉛、銅、アルミニウム、およびバリウムの、炭酸塩、ケイ酸塩、クロム酸塩、アルミン酸塩、酢酸塩、パルミチン酸塩、オレイン酸塩、ステアリン酸塩、硫酸塩、リン酸塩、またはホウ酸塩などの無機塩のすべての形態、すべての種類のクレイ、すべてのタイプのセメント、すべての種類のケイ酸カルシウム水和物、すべての種類のカオリン、これらの混合物が含まれるが、これらに限定されるものではない。さらに、やはり使用することができる有機化合物には、天然ワックスまたは石油ワックス、ポリオレフィン、ア

40

50

クリル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン、スチレンブタジエンゴム、すべての種類のプラスチック、およびその他の樹脂が含まれるが、これらに限定されるものではない。

【0038】

繊維への充填処理によって、不溶性物質が繊維の空隙および細胞壁内の間隙を塞ぐことが好ましい。空隙の充填は、繊維の表面に大量の沈殿物を形成することなく行われることが、より好ましい。このようにして、繊維表面の特性が変化するのを避けることができる。配合化合物は、その粒径が、直径約0.01~20μmの範囲内であることが好ましい。

【0039】

上記列挙した化合物は、単に、繊維に充填処理されるように使用することができる物質の例として示すものであることが理解されよう。配合物質は、繊維セメント材料の特定の適用例で求められる特定の属性に応じて、その他の適切な無機または有機化合物、またはそれらの組合せであってもよい。一実施形態では、米国特許第5,223,090号および再発行特許第35,460号に記載されるような繊維に充填処理する既知の方法を使用して、セルロース繊維に炭酸カルシウムを充填処理する。

【0040】

充填処理されたセルロース繊維は、セメントベースのマトリックスを有する繊維複合材料の吸水速度および吸水量を低下させる。繊維複合材料のセメントベースのマトリックスは、一般に、セメント質結合材、骨材、密度調節剤、および種々の材料特性を改善するための様々な添加剤を含む。適切な建築製品を配合するのにこれらのマトリックス成分すべてが必要であるわけではなく、したがって、ある実施形態では、配合物が単にセメント質結合材および充填処理されたセルロース繊維のみ含むこともあるのに対し、一般的な配合物は、セメント質マトリックス、充填処理されたセルロース繊維、およびその他の繊維（セルロース系または非セルロース系）を含むことが理解されよう。

【0041】

セメント質結合材は、ポルトランドセメントであることが好ましいが、アルミナセメント、石灰、リン酸セメント、高炉スラグ微粉末セメント、またはこれらの混合物でもよく、しかしこれらに限定されるものではない。

【0042】

骨材は、細粒状のシリカが好ましいが、非晶質シリカ、マイクロシリカ、地熱シリカ、珪藻土、石炭燃焼フライアッシュおよびボトムアッシュ、石炭燃焼ボトムアッシュ、もみ殻灰、高炉スラグ、顆粒状スラグ、鉄鋼スラグ、無機酸化物、無機水酸化物、クレイ、マグネサイトまたはドロマイト、金属酸化物および水酸化物、ポリマービーズ、またはこれらの混合物でもよく、しかしこれらに限定されるものではない。

【0043】

密度調節剤は、密度が約1.5g/cm<sup>3</sup>未満の有機および/または無機の軽量材料でよい。密度調節剤には、プラスチック材料、発泡ポリスチレンおよび発泡ポリウレタンなどのその他の発泡ポリマー材料、ガラスおよびセラミック材料、ケイ酸カルシウム水和物、マイクロファイア、膨張形態の、パーライト、軽石、しらす玄武岩、及びゼオライトを含んだ火山灰を含めることができるが、これらに限定されるものではない。密度調節剤は、天然材料または合成材料でよい。

【0044】

添加剤には、粘度調節剤、難燃剤、防水剤、シリカフューム、地熱シリカ、増粘剤、顔料、着色剤、可塑剤、分散剤、発泡剤、凝集剤、排水助剤、乾湿強度助剤、シリコン材料、アルミニウム粉、クレイ、カオリン、アルミナ三水和物、雲母、メタカオリン、炭酸カルシウム、ウォラストナイト、およびポリマー樹脂エマルジョン、またはこれらの混合物を含めることができるが、これらに限定されるものではない。

【0045】

充填処理されたセルロース繊維を得るためのセルロース繊維は、非精練/非フィブリル化または精練/フィブリル化したセルロースパルプであることが好ましく、その供給源は、漂白型、非漂白型、半漂白型のセルロースパルプを含むがこれらに限定されない。セルロ

10

20

30

40

50

ースパルプは、軟材、硬材、農業原材料、再生屑紙、または任意のその他の形態のリグノセルロース材料で作製することができる。セルロース繊維は、様々なパルプ化法により作製することができる。パルプ化プロセスでは、木材またはその他のリグノセルロース系原材料、たとえばケナフ、藁、竹などを、リグノセルロース系材料の構造内の結合を破断させることによって繊維の塊に変える。この作業は、化学的、機械的、熱的、生物学的な処理によって、またはこれらの処理の組合せによって行うことができる。

#### 【0046】

セメント複合材料を強化するために使用されるセルロース繊維は、繊維細胞壁からリグニン成分が部分的にまたは完全に除去された状態の、大部分が個別化された繊維である。一実施形態では、リグニン成分の少なくとも90%が繊維細胞壁から除去される。これらの繊維は、主に個々の繊維に対する化学物質作用を利用した化学パルプ化法によって調製されることが好ましい。このプロセスで利用される化学物質に基づいて、化学パルプ化法は、ソーダ、クラフト、クラフトAQ、ソーダAQ、酸素脱リグニン、クラフト酸素、有機溶媒法、および亜硫酸ポンピング、蒸煮爆砕パルプ化、または任意のその他のパルプ化技法に分類される。化学パルプ化プロセスでは、セルロースおよびヘミセルロースと一緒に保持して木材に機械的強度をもたらす膠として働くリグニンが、化学反応によって破壊され溶解する。

#### 【0047】

これらの化学反応は、しばしば蒸解がまと呼ばれる反応器内で、約30分から2時間にわたり、約150～250の高温下で通常は行われる。リグニンとセルロース成分の結合が切断されると、繊維間の結合が弱くなる。機械的な力を軽くかけることによって、セルロース繊維は個々の繊維に分離する。繊維セメント複合材料に使用される繊維を個別化するのに最も一般的なプロセスは、クラフトプロセスである。

#### 【0048】

充填処理されたセルロース繊維は、特定の適用例に最適な性質が得られるように、セメント質結合材、骨材、添加剤、密度調節剤、および充填処理されたおよび/または充填処理されていないセルロース繊維、またはその他の非セルロース繊維を異なる割合で含むセメント質マトリックスを有するすべての様々な複合材料に使用することができる。一実施形態では、複合体配合物は、最高で約50重量%、より好ましくは約0.5%～20重量%の充填処理された繊維を含有する。さらに、この充填処理された繊維には、従来の充填処理されていないセルロース繊維、および/または天然無機繊維、および/または耐アルカリガラス繊維、または被覆ガラス繊維、および/または合成ポリマー繊維を異なる割合でブレンドすることができる。充填処理されたセルロース繊維のパーセンテージは、所望の適用例および/またはプロセスに応じて様々でよいことが理解されよう。さらに、セメント質マトリックスにおいては、屋根、デッキ、舗装、パイプ、羽目板、フェンス、トリム、下端、またはタイル下敷き用裏打ち材などの種々の適用例で最適な性質が得られるように、セメント質結合材、骨材、密度調節剤、および添加剤の割合を変えることもできる。

#### 【0049】

本明細書で述べる実施形態のほとんどは、以下の配合物によって実現することができる。

#### 【0050】

マトリックス：

- ・セメント質結合材 約10%～80%；
- ・シリカ（骨材） 約20%～80%；
- ・密度調節剤 約0%～50%；および
- ・添加剤 約0%～10%。

#### 【0051】

繊維：

- ・充填処理されたセルロース繊維 約0.5%～20%、あるいは充填処理されたセルロース繊維および/または通常は充填処理されていない繊維および/または天然無機繊維および/または合成繊維の組合せ。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

空气中養生された繊維セメント品の場合、シリカや骨材をまったく混入させずに、多量のセメント、たとえば60～90%のセメントを使用することが好ましく、通常は、充填処理されたセルロース繊維と併せてその他の繊維が使用されることが理解されよう。オートクレーブ処理をされる実施形態では、少量のセメントを使用し、一般には充填処理されたセルロース繊維のみと併せて使用することができる。一実施形態では、オートクレーブ処理した本発明の繊維セメント複合材料用配合物は、以下の物質を含む。

## 【 0 0 5 3 】

マトリックス：

- ・セメント 約20～50%、より好ましくは約25～45%、さらに好ましくは約35%；
- ・細粒状シリカ 約30%～70%、より好ましくは約60%；
- ・密度調節剤 約0～50%；および
- ・添加剤 約0～10%、より好ましくは約5%。

## 【 0 0 5 4 】

繊維：

- ・繊維 約2%～20%、より好ましくは繊維 約10%であり、繊維の何分のいくつか（しばしば100%）は、繊維間隙の水流を低減させる無機および/または有機材料が充填処理されたセルロース繊維である。

## 【 0 0 5 5 】

充填処理された繊維は、TAPPI法T2270m-99に準拠したカナダ規格濾水度(CSF)による濾水度が150～750度であることが好ましい。セメント質結合材および骨材は、その表面積がそれぞれ約250～400m<sup>2</sup>/kgおよび300～450m<sup>2</sup>/kgである。セメントとシリカ両方の表面積については、ASTM C204-96aに従って試験をする。

## 【 0 0 5 6 】

図1は、充填処理されたセルロース繊維を混合した繊維強化セメント質複合材料の好ましい製造プロセスを示す。図1が示すように、このプロセスは、好ましくは上述のような化学パルプ化プロセスによって繊維を個別化するステップ100から始まる。しかし、この好ましい製造プロセスを実行する際、化学パルプ化ステップが必ずしも必要ではないことが理解されよう。これは、繊維の個別化が、後に標準のラップシートまたはロールの購入者に繊維を提供する繊維製造業者によってしばしば行われるからである。したがって一実施形態では、そのような繊維の個別化は、以下のステップ104で述べるように、ハンマーミリングやハイドラパルピング、精練、またはその他の方法などによって、繊維をシートまたはロールから機械的に単に分離することを含む。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ102では、個別化されたセルロース繊維に配合物質を充填処理する。配合物質は水に不溶であることが好ましい。ステップ102では、上述のように、化学反応や物理的堆積、または双方の組合せなどの配合技法を使用して、セルロース繊維の管腔および細胞壁内の水伝導チャンネルおよび空隙に1種または複数の化合物を充填する。これらの配合技法は、水または有機溶媒の存在下で行うことが好ましく、好ましくは繊維の充填処理が化合物とセルロース繊維との接触によって行われる。配合技法は、周囲温度または約100℃未満で行うことがより好ましい。化学配合プロセスでは、いくつかの可溶性成分がパルプスラリに溶解し、繊維細胞壁に浸透する。反応は、pH、温度、試薬投与量、放射、圧力、イオン強度、またはその他の条件を変えることによって引き起こされる。その結果、不溶性反応生成物が形成され、繊維内部に堆積する。化学的堆積の例は米国特許第5,223,090号および再発行特許第35,460号に記載されており、可溶性Ca(OH)<sub>2</sub>をまずパルプスラリに溶解させ、次いでCO<sub>2</sub>ガスをこのスラリにバブリングする。Ca(OH)<sub>2</sub>はCO<sub>2</sub>と反応して、繊維内部で不溶性のCaCO<sub>3</sub>を形成する。物理的堆積による繊維の充填処理は、通常、化学反応を伴うことなく行われる。しばしば繊維の充

充填処理は、化学的堆積と物理的堆積の両方の組合せによって行われる。

【 0 0 5 8 】

繊維は、既に個別化され充填処理されて、繊維製造業者から入手可能であることが理解されよう。しかし、繊維を輸送するために、一実施形態では繊維をラップやロールなどの乾燥した形にし、したがって、それらが繊維セメント製造設備に到着した時にもう一度個別化される必要がある。別の実施形態で、充填処理された繊維は、ウェットラップやスラリなど容器に入った湿潤形態にする。別の実施形態では、繊維をいくつかの特殊な手段（フラッシュ乾燥など）によって乾燥し、個別化された状態でサイロまたは容器内に移す。

【 0 0 5 9 】

繊維がラップまたはロールの形に作製される実施形態では、ステップ 1 0 4 の充填処理された繊維を引き続き加工して再び繊維を個別化する。繊維加工（ステップ 1 0 4）は、典型的な場合には、繊維の分散およびフィブリル化を含む。一実施形態では、繊維をハイドラパルパ内で約 1 % ~ 6 % の軟度に分散させ、これによりいくらかのフィブリル化も行われる。1 台の精練器または一連の精練器を使用してさらにフィブリル化することができる。分散させた後、繊維の C S F（カナダ規格濾水度）が約 1 0 0 ~ 7 5 0 度の範囲になるように、より好ましくは C S F が約 1 0 0 ~ 7 5 0 度の間になるように、より好ましくは C S F が約 1 8 0 ~ 6 5 0 度の間になるように、フィブリル化する。分散およびフィブリル化は、ハンマーミリングや脱フレーク化、精練、破碎などの、その他の技法によって行うこともできる。さらに、フィブリル化していない充填処理された繊維を使用することも、いくつかの製品およびプロセスでは許容される。別の実施形態では、加工ステップ 1 0 4 は、従来のフラッシュ乾燥システムを使用して、含水量が約 5 % ~ 5 0 % になるように繊維をフラッシュ乾燥することをさらに含む。

【 0 0 6 0 】

上述の個別化、充填処理、および加工ステップは、上述の通りの順番で行う必要がないことが理解されよう。たとえば、繊維の充填処理は、繊維を個別化する前に行うことができる。さらに、加工ステップ 1 0 4 は、繊維が個別化された状態で繊維製造業者から直接得られる場合、または個別化が繊維セメント製造設備で行われる場合は、必ずしも必要ではない。これらの実施形態では、繊維に重点処理した後、以下に述べるように充填処理された繊維を混合物に直接加えることができる。

【 0 0 6 1 】

図 1 が示すようにステップ 1 0 6 では、使用される製作プロセスに応じ、充填処理されたセルロースパルプをその他の成分と比例して混合することで、水性スラリまたはセミドライペーストとなり得る混合物を形成する。一実施形態では、周知の混合プロセスで、充填処理されたセルロース繊維をセメント、シリカ、密度調節剤、およびその他の添加剤と混合し、スラリまたはペーストを形成する。混合器内で、通常のセルロース繊維および/または天然無機繊維および/または合成繊維と充填処理された繊維とをブレンドすることができる。

【 0 0 6 2 】

プロセスがステップ 1 0 8 に進むと、このステップでは、

- ・ H a t s c h e k シートプロセス；
- ・ M a z z a パイププロセス；
- ・ M a g n a n i プロセス；
- ・ 射出成型；
- ・ 押出し；
- ・ 手積み成形；
- ・ 成型；
- ・ 鑄造；
- ・ フィルタプレス；
- ・ 長網抄紙形成；
- ・ マルチワイヤ形成；

- ・ギャップブレード形成；
- ・ギャップロール/ブレード形成；
- ・ベルロール形成；
- ・ウェルクリート
- ・その他

など、当業者に知られているようないくつかの従来の製造プロセスを使用して、混合物を「未加工」または未養生の成形品に形成することができる。

【0063】

これらのプロセスは、物品を形成後に、加圧やエンボス加工などの形成後プロセスを含むこともできる。加圧は使用しないことがより好ましい。H a t s c h e kプロセスを使用して最終製品を実現するのに使用されるプロセスステップおよびパラメータは、オーストラリア特許第515151号に記載されているものと同様である。

10

【0064】

ステップ108の後、「未加工」または未養生の成形品を、ステップ110で養生させる。物品は、事前に養生させることが好ましい。事前養生は、高温かつ高相対湿度のプリキュアチャンバ内で、または高温かつ低湿度のプリキュアチャンバ内で行うことができる。または、事前養生は、周囲温度で最長80時間行うことが好ましく、24時間以下行うことがより好ましい。次いで物品を、約30日間、空气中養生することができる。事前養生した物品は、約3～30時間にわたり、約60～200の水蒸気飽和環境で、高温高圧でオートクレーブ処理することがより好ましく、この処理は、約24時間以下で行うことがより好ましい。事前養生プロセスおよび養生プロセス用に選択された時間および温度は、配合物、製造プロセス、プロセスパラメータ、および製品の最終形態に依存する。

20

【0065】

試験結果 - 機械的および物理的性質

繊維強化複合材料中に充填処理されたセルロース繊維を適用することによって、最終建築製品の機械的および物理的性質が改善されることが望ましい。充填処理されたセルロース繊維を使用した繊維セメント製品は、その寸法安定性が向上し、水の移行（吸上げ）が減少し、透水性が低下し、吸水速度および最終質量が低減し、白華が減少し、凍結融解抵抗性が向上する。充填処理されたセルロース繊維を使用しても製品の物理的および機械的性質を損なうことはない。ある場合には、充填処理されたセルロース繊維を混入させた繊維セメント材料は、通常のセルロース繊維を使用した材料よりも機械的性質が良好である。

30

【0066】

【表1】

表1：表2の試験結果に関する配合物

配合物識別	水硬性結合材	骨材	繊維	繊維
	ポルトランドセメント	シリカ	充填処理されたセルロース	充填処理されていないセルロース
A	35%	57%	8%	0%
B	35%	57%	8%	0%
C	35%	57%	0%	8%

40

【0067】

上記表1に、充填処理されたセルロース繊維を有する例示的な繊維セメント配合物（配合物AおよびB）と、充填処理されたセルロース繊維を除き同等の配合物を有する対照（配合物C）とを比較した状態で列挙する。配合物A、B、およびCから得られた試験片のオープンによる乾燥密度は、それぞれ、約1.3、約1.3、および約1.2 g/cm<sup>3</sup>である。配合物AおよびBの充填処理されたセルロース繊維は、それぞれ、非セルロース物

50

質を約45%および55%含有する。配合物AとBにおける充填処理された繊維の配合物質は化学組成が同じであり、全配合物質の重量パーセントで表した場合、 $SiO_2$  44.38%、 $Al_2O_3$  18.13%、 $MgO$  0.24%、 $CaO$  24.34%、 $Na_2O$  5.01%、および $SO_3$  7.73%である。その他の実施形態では、配合物質は、炭酸カルシウム、ケイ酸カルシウム、硫酸アンモニウム、水酸化ナトリウム、およびその他の物質の組合せを含むことができる。

【0068】

【表2】

表2：充填処理されたセルロース繊維を含むおよび含まない繊維強化セメント複合材料の特性比較

物理的性質	配合物		
	A	B	C (対照)
MOR (MPa)	9.16	8.85	5.85
歪み ( $\mu m/m$ )	4257	6093	4670
MOE (GPa)	6.05	6.52	3.25
靱性 ( $KJ/m^3$ )	2.66	4.47	2.03
飽和密度 ( $Kg/m^3$ )	1.78	1.80	1.70
水分膨張 (%)	0.215	0.225	0.220

【0069】

曲げ強度 (MOR)、歪み、弾性率 (MOE)、および靱性は、「Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards」という名称のASTM (米国規格試験法) C1185-98aに従って、湿潤条件下、3点曲げによって試験される。水分膨張は、飽和条件からオープン乾燥条件までの製品の長さの変化である。水分膨張の%変化を表す式は、

【0070】

【数1】

$$\frac{(\text{長さ})_{\text{初期}} - (\text{長さ})_{\text{最終}}}{(\text{長さ})_{\text{最終}}} \times 100$$

【0071】

である。

【0072】

上記表2は、充填処理されたセルロース繊維を混入させた配合物と、従来の充填処理されていないセルロース繊維を使用した配合物で、それぞれ作製された繊維セメント製品の、様々な機械的および物理的性質の例示的な比較を示す。繊維セメント材料の原型サンプルは、3種の異なる配合物をベースにして製造する。表1に示すように、配合物AおよびBは充填処理されたセルロース繊維を含むが、配合物Cは、従来の充填処理されていないセルロース繊維を使用する。

【0073】

繊維セメント配合物は、比較だけを目的として選択されたものであり、本発明の範囲から逸脱することなくその他の様々な配合物を使用できることが理解されよう。

## 【 0 0 7 4 】

表 2 が示すように、充填処理されたセルロース繊維を含んだ配合物 A および B に関する曲げ強度 (MOR) や弾性率 (MOE)、靱性などの重要な機械的性質は、充填処理された繊維を含まないこと以外は同等の配合物、すなわち対照配合物である配合物 C と比較した場合に、一般的に同じかまたはわずかに高い。同等の配合物とは、本明細書において、充填処理されたセルロース繊維の重量と等量の充填処理されていないセルロース繊維に代えたものと定義される。示される例では、充填処理されたセルロース繊維を含まない同等の配合物で作製された建築製品と比較した場合、充填処理されたセルロース繊維によって、建築製品の曲げ強度 (MOR) は約 50% を超えて増大し、建築製品の弾性率 (MOE) は約 80% を超えて増大する。しかし、MOR が 50% 向上し、MOE が 80% 向上したことは、結果の例示にすぎないことが理解されよう。充填処理された繊維の量および / または組成を変化させることによって、特殊な適用例での要求に応えるよう、最終製品の MOR や MOE、歪み、靱性などの物理的性質および機械的性質を変えることができることが理解されよう。

10

## 【 0 0 7 5 】

表 2 は、充填処理された繊維を使用した場合に材料の水分膨張および飽和密度が損なわれないことも示す。水分膨張は、製品をオープンによる乾燥条件から飽和条件にかけたときの長さのパーセント変化を測定することにより、乾湿寸法安定性を示すものである。乾湿寸法安定性は、材料が過酷な気候変化に曝される建築材料の外装にとって特に重要である。特に、寸法上安定な材料は、建築材料のシート間の接合部で生じる可能性のある変形を最小限に抑え、寸法変化によって引き起こされる応力がもたらすシート亀裂の可能性を小さくする。

20

## 【 0 0 7 6 】

出願人は、充填処理されていないセルロース繊維をより多く有する同等の配合物と比較した場合、機械的 / 物理的性質全体をそれと同じかまたはより良好にするためには、充填処理されたセルロース繊維をより少なく有する配合物が必要であることも見出した。たとえば、充填処理されたセルロース繊維の繊維重量が約 4.5% である建築材料は、約 8% の充填処理されていないセルロース繊維を有する建築材料とほぼ同じ強度および靱性を有することができる。別の実施形態として、ほぼ同じ強度および靱性を得るためには、充填処理されたセルロース繊維から作製された建築材料には、充填処理されたセルロース繊維を含まない同等の配合物から作製された建築材料よりも 10% 少ないセルロース繊維が混入される。少ないセルロースを使用して節約することにより、繊維の充填処理にかかる加工費が相殺される。

30

## 【 0 0 7 7 】

## 細孔径分布

図 2 は、MIP (水銀圧入多孔度計) により測定された、配合物 A および C で作製されたサンプル材料の近似細孔径分布を示すグラフを表す。図 2 に示すように、配合物 A に充填処理された繊維を適用することによって、従来のほとんどのセルロース繊維で見られるような直径約 7 ミクロンの範囲の細孔体積が、かなり減少する。図 2 は、配合物 A のように充填処理された繊維を使用した場合、この範囲の細孔体積が、約 11  $\mu\text{L} / \text{g}$  から約 3  $\mu\text{L} / \text{g}$  まで、約 70% を超えて減少することを示している。この特定範囲内の細孔体積が大幅に減少していることは、セルロース内の水輸送チャンネルが充填物質または配合物質によって塞がれていることを示す。一実施形態では、充填処理されたセルロース繊維によって、1 ~ 10  $\mu\text{m}$  の範囲における細孔体積が、充填処理されたセルロース繊維を含まない同等の配合物から作製された建築製品に比べて約 30% を超えて減少し、その結果、この範囲の比細孔体積は約 6  $\mu\text{L} / \text{g}$  未満になり、より好ましくは約 4  $\mu\text{L} / \text{g}$  未満になる。水を輸送するセルロース繊維を塞ぐことによって、繊維セメント複合材料の水の移行、吸水速度、最終吸水率、および透水性を下げるのに有効である。

40

## 【 0 0 7 8 】

## 水の移行 (吸上げ)

50

図3 Aおよび3 Bは、配合物A、B、およびCにより作製された材料に関して行った水の移行（吸上げ）試験のグラフによる結果を示す。水移行試験は、各サンプル材料の縁を水に浸し、次いで周囲温度で、種々の試験時間にわたって水が最も移行していった距離（ウォーターフロントマイグレーション）を測定することを含む。図3 Aが示すように、配合物AおよびBにより充填処理されたセルロース繊維を用いて作製されたサンプル材料に関し、その水が移行した距離は、試験を24時間行った後で約30mmであったのに対し、配合物Cによる同等の配合物から作製された材料に関しては、その水移行距離は約75mmと、約60%低い。他の実施形態では、充填処理された繊維を含まずに作製された同等の配合物に比べて水の吸上げが約25%以上減少したことが示される、充填処理された繊維を混入した建築材料配合物を開発することができる。

10

## 【0079】

図3 Bは、充填処理されたセルロース繊維を用いて作製されたサンプルの水の移行は最初の約50時間水に曝した後に横ばい状態になるが、従来のセルロース繊維から作製されたサンプルの水の移行は、徐々に減少することなく増加し続けることを示している。図3 Bが示すように、水に200時間曝した後の、従来のセルロース繊維を用いて作製されたサンプルの水の移行距離は、充填処理された繊維を用いて作製されたものよりかなり大きい（約150%を超えて大きい）。水の移行を最小限に抑えることによって、水により引き起こされる材料の膨潤により生じた応力が大幅に低減され、したがってそのような応力の蓄積によって引き起こされる亀裂および破断の発生を減らすのに有効である。

20

## 【0080】

## 透水性

さらに、セルロース繊維の水移送チャネルが塞がれると、繊維セメント材料の表面を通じた水の浸透も減少する。図4 Aおよび4 Bは、配合物A、B、およびCにより作製された複合材料に対して行った透水性試験のグラフによる結果を示す。透水性試験は、チューブの一端がその材料表面に隣接するよう位置決めされた状態でサンプル材料の表面にチューブを取着することを含む。チューブは、長さ約125mm、内径約50mmであり、アクリル材料で作製されている。サンプルは、 $23 \pm 2$  および相対湿度 $50 \pm 5\%$ の平衡状態にあらかじめ調節された後、チューブに水を充填し、チューブ内の水のレベルを定期的に記録する。チューブ内の水のレベルの低下を透過した水として記録する（mm）。図4 Aが示すように、試験を24時間行った後に透過した水の量は、配合物C、A、およびBにより作製されたサンプルに関してそれぞれ約82mm、18mm、および10mmである。配合物AおよびBを使用する充填処理された繊維を用いて作製したサンプル材料の透水性は、配合物Cによる同等の配合物の透水性の約25%未満に低下した。さらに、図4 Bに示すように、充填処理されたセルロース繊維を用いて作製されたサンプルに透過した水の量は、湿分に48時間曝した後、横ばい状態になる。しかし、充填処理された繊維を用いずに作製したサンプルに透過した水の量は、徐々に減少することなく増加し続ける。図4 Bに示されるように、水に48時間曝した後、充填処理された繊維を用いて作製されたサンプルに透過した水の量は、充填処理されたセルロース繊維を用いて作製したサンプルの場合よりも著しく少ない。

30

## 【0081】

透水性が低下することによって、充填処理された繊維材料が、屋根やパイプ、フェンス、デッキなどの外装に特に適するものにするのに有効である。繊維強化セメント複合材料内部の水の輸送が減少すると、繊維セメントマトリックス中への溶解可能な化学物質の移行が遅くなり、最終製品の白華現象が改善される。

40

## 【0082】

## 吸水率

図5 Aおよび5 Bは、配合物A、B、およびCにより作製された複合材料に対して行った動的吸水試験のグラフによる結果を示す。この試験は、「Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing an

50

d Siding Shingles, and Clapboards」という名称の ASTM (米国規格試験法) C 1185 - 98a に従って行った。これらの図が示すように、配合物 A および B を使用した、充填処理されたセルロース繊維を用いて作製したサンプル材料の吸水速度は、試験開始後の 6 時間で、配合物 C の同等な配合物を用いて作製された材料よりも約 10% を超えて、好ましくは約 20% を超えて遅い。他の実施形態では、吸水速度が約 5% 以上遅くなる。飽和状態で吸収される水の量は、充填処理されたセルロース繊維を配合物に使用した場合、約 10% 少ない。充填処理された繊維を用いて作製された複合材料は吸水速度がかなり遅く、そのため材料の湿潤質量を小さくするのに有効である。耐水性が高いと、最終製品の凍結融解性能も向上し、マトリックス中に物質が溶解して再堆積することに関連する問題も最小限に抑えられ、生物学的侵蝕に対する抵抗性も向上する。

10

#### 【0083】

##### 結論

一般に、本発明の好ましい実施形態、より詳細には充填処理され個別化されたセルロース繊維を含有する繊維強化複合材料は、従来技術に勝るいくつかの利点を有することが理解されよう。好ましいプロセスおよび配合物により作製されたこれらの材料は、従来の繊維セメント複合材料に比べて湿潤質量が小さく、吸水速度が遅く、透水性が低い。耐水性が向上すると、生物物質が残存して複合材料に含有されるセルロースを劣化させる機会が減る。耐水性が高いと、複合材料が溶解して外側（白華）および内側に再堆積することに関連する問題が改善される。さらに、充填処理された繊維は、繊維セメント建築材料の生物学的耐久性および耐火性も向上させる。また充填処理された繊維は、歪みや曲げ強度（MOR）、韌性、弾性率（MOE）、寸法安定性などの物理的および機械的性質を選択的に変化させる。

20

#### 【0084】

本発明の好ましい実施形態では、安価でオートクレーブ処理が可能であり精練可能な充填処理されたセルロース繊維を繊維強化セメント複合材料に使用することが可能になり、加圧され空気中養生した PVA 繊維強化セメント複合材料に匹敵するかまたは何らかの方法でより良好な性質を実現できる。開示した配合物およびプロセスは、内装および外装パネル、デッキ、舗装、屋根、パイプ、タイルの裏打ち材、羽目板、トリム、下端、およびフェンスを含むがこれらに限定されない、様々な建築製品の作製に利用することができる。上述のように示され記述された手法で充填処理されたセルロース繊維を用いて作製された建築材料は、吸水率が低く、吸上げが少なく、透水性が低く、防湿性が高く、耐火性が高く、セルロース繊維の使用量が少なく、白華が改善され、防食性が高いという性質を含むがこれらに限定されない非常に数多くの好ましい性質を有するのに有効である。これらの望ましい属性は、複合材料の他の重要な物理的/機械的性質を損なわずに得られる。この複合材料に有効な特徴は、より少ないセルロース繊維を使用することによって実現可能である。

30

#### 【0085】

本発明の好ましい実施形態のこれまでの記述は、本発明の基本的で新規な特徴を示し記述しかつ指摘してきたが、示されるような本特許の詳細の形ならびにその用法には、本発明の考え方から逸脱することなく様々な省略、置換、および変更を当業者が加えることができることが理解されよう。したがって本発明の範囲は、前述の考察に限定されるべきではなく、上述の特許請求の範囲によって画定すべきである。

40

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態による繊維強化型セメント質建築材料を製造するための工程を示す図である。

【図 2】 好ましい一実施形態による充填処理されたセルロース繊維を用いて作製された繊維セメント材料の細孔径分布と、従来の充填処理されていない繊維を用いて作製された繊維セメント材料の細孔径分布とを比較するグラフである。多孔率は、MIP（水銀圧入多孔度計）により測定した。

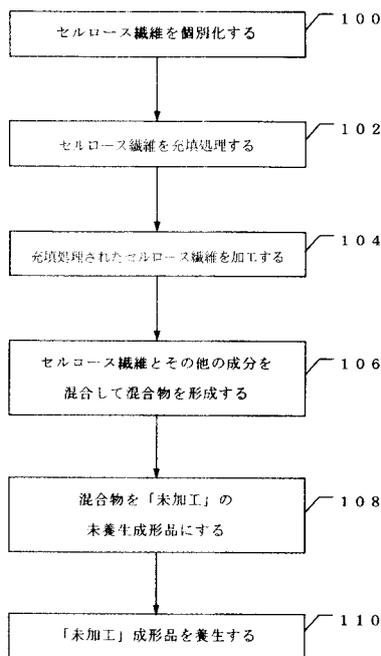
50

【図3 Aおよび3 B】 好ましい一実施形態による充填処理されたセルロース繊維を用いて作製された繊維セメント建築材料と、従来の充填処理されていない繊維を用いて作製された繊維セメント材料に関する水移行試験（吸上げ）の結果を示すグラフである。

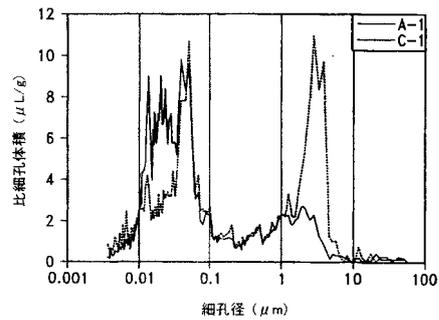
【図4 Aおよび4 B】 好ましい一実施形態による充填処理されたセルロース繊維を用いて作製された繊維セメント建築材料と、従来の充填処理されていない繊維を用いて作製された繊維セメント材料に関する透水性試験の結果を示すグラフである。

【図5 Aおよび5 B】 好ましい一実施形態による充填処理されたセルロース繊維を用いて作製された繊維セメント建築材料と、従来の充填処理されていない繊維を用いて作製された繊維セメント材料に関する吸水性試験の結果を示すグラフである。

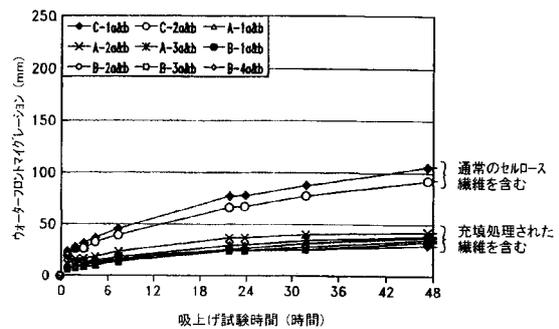
【図1】



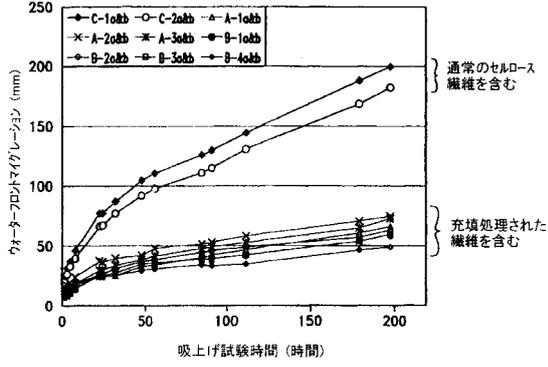
【図2】



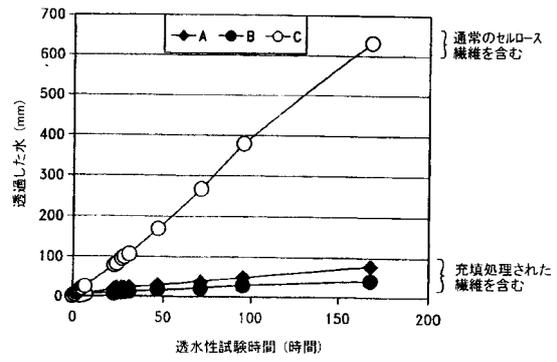
【図3 A】



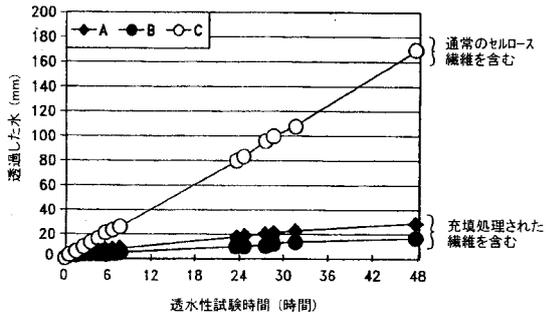
【図 3 B】



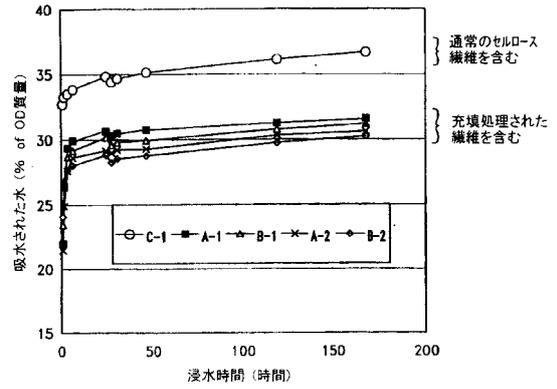
【図 4 B】



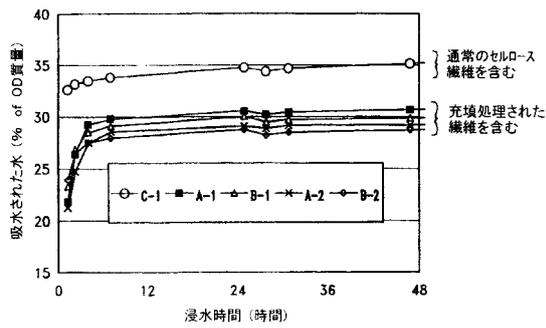
【図 4 A】



【図 5 A】



【図 5 B】



## フロントページの続き

- (72)発明者 マークリー、 ドナルド、 ジェイ .  
アメリカ合衆国 9 1 7 3 7 カリフォルニア州 アルタ ローマ クルースマン アヴェニュー  
5 0 5 4
- (72)発明者 ルーオウ、 カイディアン  
アメリカ合衆国 9 1 7 3 7 カリフォルニア州 アルタ ローマ ノースリッジ ドライヴ 1  
0 1 8 0

審査官 小川 武

- (56)参考文献 特開平09 - 2 5 5 3 8 5 ( J P , A )  
特開平03 - 0 2 0 0 0 0 ( J P , A )  
特開平10 - 0 5 3 4 5 2 ( J P , A )  
特開昭63 - 1 0 7 8 4 9 ( J P , A )  
特開平06 - 3 4 1 0 9 3 ( J P , A )  
特開昭57 - 0 6 1 7 9 9 ( J P , A )  
特開昭59 - 2 0 3 7 4 7 ( J P , A )  
特開2001 - 2 4 0 4 5 8 ( J P , A )  
特表平11 - 5 1 1 1 1 0 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

C04B 7/00-28/36  
B28B 1/52