

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7408663号  
(P7408663)

(45)発行日 令和6年1月5日(2024.1.5)

(24)登録日 令和5年12月22日(2023.12.22)

(51)国際特許分類

F I

C 0 4 B	28/14	(2006.01)	C 0 4 B	28/14	
C 0 4 B	24/42	(2006.01)	C 0 4 B	24/42	Z
C 0 4 B	14/04	(2006.01)	C 0 4 B	14/04	C
C 0 4 B	41/64	(2006.01)	C 0 4 B	41/64	
B 2 8 B	1/30	(2006.01)	B 2 8 B	1/30	1 0 1

請求項の数 18 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-535967(P2021-535967)  
 (86)(22)出願日 平成30年12月20日(2018.12.20)  
 (65)公表番号 特表2022-522930(P2022-522930  
 A)  
 (43)公表日 令和4年4月21日(2022.4.21)  
 (86)国際出願番号 PCT/EP2018/000574  
 (87)国際公開番号 WO2020/125918  
 (87)国際公開日 令和2年6月25日(2020.6.25)  
 審査請求日 令和3年12月20日(2021.12.20)

(73)特許権者 510094539  
 クナウフ ギブス カーゲー  
 ドイツ連邦共和国 9 7 3 4 6 イプホー  
 フェン アム パーンホーフ 7  
 (74)代理人 110001519  
 弁理士法人太陽国際特許事務所  
 (72)発明者 ピーチュマン、ベルント  
 ドイツ連邦共和国 9 7 3 4 6 イプホー  
 フェン プファッフェンシュタイク 1 8  
 (72)発明者 シュタインバウアー、ミヒャエル  
 ドイツ連邦共和国 9 7 2 2 8 ロテンド  
 ルフ ハウプトシュトラッセ 2 4  
 (72)発明者 ケーラー、ヴェレーナ  
 ドイツ連邦共和国 9 1 4 3 3 シャイン  
 フェルト アン デア ターラウエ 2 9  
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 改善された耐高温性を有する石膏建築材料

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

石膏建築材料において、少なくとも石膏と、1 ~ 2 . 5 重量%のH - シロキサンと、1 ~ 5 重量%の非晶質二酸化ケイ素と、を含み、前記H - シロキサンの、前記石膏建築材料中に均一に分布することを特徴とし、

少なくとも80 の温度の影響下にある前記石膏建築材料が、H - シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料よりも長い膨張段階を有し、前記非晶質二酸化ケイ素はマイクロシリカを含むことを特徴とする、石膏建築材料。

【請求項 2】

前記石膏建築材料が、さらなる添加剤を含む、請求項 1 に記載の石膏建築材料。

10

【請求項 3】

前記石膏建築材料の前記膨張段階が、H - シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料の膨張段階の時間の少なくとも1 . 2 倍であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の石膏建築材料。

【請求項 4】

前記石膏建築材料の前記膨張段階が、H - シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料の膨張段階の時間の少なくとも2 倍であることを特徴とする、請求項 3 に記載の石膏建築材料。

【請求項 5】

前記石膏建築材料の前記膨張段階が、H - シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含ま

20

ずそれ以外は同一組成である石膏建築材料の膨張段階の時間の少なくとも 2.5 倍であることを特徴とする、請求項 4 に記載の石膏建築材料。

【請求項 6】

最初の 60 分間、DIN EN 1363-1:2012-10 による温度/時間曲線に従った温度の影響下であり、次の 60 分間、950 の一定の温度適用下にある前記石膏建築材料が、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料よりも小さい収縮率を有することを特徴とする、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

【請求項 7】

前記石膏建築材料の前記収縮率が、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料の前記収縮率よりも少なくとも 10% 低いことを特徴とする、請求項 6 に記載の石膏建築材料。

10

【請求項 8】

前記石膏建築材料の前記収縮率が、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料の前記収縮率よりも少なくとも 50% 低いことを特徴とする、請求項 7 に記載の石膏建築材料。

【請求項 9】

前記石膏建築材料の前記収縮率が、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築材料の前記収縮率よりも少なくとも 75% 低いことを特徴とする、請求項 8 に記載の石膏建築材料。

20

【請求項 10】

前記石膏建築材料が、石膏建築ボードであることを特徴とする、請求項 1～9 のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

【請求項 11】

前記石膏建築ボードの少なくとも 1 つの表面が、H-シロキサンで処理されていることを特徴とする、請求項 10 に記載の石膏建築材料。

【請求項 12】

前記石膏建築ボードの少なくとも 2 つの表面が、H-シロキサンで処理されていることを特徴とする、請求項 11 に記載の石膏建築材料。

【請求項 13】

前記石膏建築ボードの少なくとも上面および下面が、H-シロキサンで処理されていることを特徴とする、請求項 12 に記載の石膏建築材料。

30

【請求項 14】

前記石膏建築ボードが、少なくとも 1 つの第 1 のエッジ層およびコア層を有し、少なくとも前記第 1 のエッジ層が、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含有することを特徴とする、請求項 10 に記載の石膏建築材料。

【請求項 15】

石膏建築ボードを製造するための方法において、  
少なくとも 1 つのスラリーが、少なくともスタッコと水とが互いに混合されることで製造され、前記スラリーが、石膏建築ボードの切れ目のないストランドへと形成されて、次いでこれが複数の石膏建築ボードに分離され、前記複数の石膏建築ボードが乾燥され、

40

前記スラリーを製造するために、少なくとも 80 の温度の影響下にある前記石膏建築ボードが H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成である石膏建築ボードよりも長い膨張段階を有するよう、また、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素が前記石膏建築ボード中に均一に分布するように、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を互いに混合すること、前記石膏建築ボードが 1～2.5 重量%の H-シロキサンと 1～5 重量%の非晶質二酸化ケイ素とを含むこと、前記非晶質二酸化ケイ素はマイクロシリカを含むことを特徴とする、石膏建築ボードを製造するための方法。

【請求項 16】

H-シロキサンが、前記石膏建築ボードの切れ目のないストランドまたは分離された前記

50

複数の石膏建築ボードの少なくとも1つの表面に塗布される、請求項1.5に記載の方法。

【請求項17】

少なくとも1つの第1のスラリーおよび1つの第2のスラリーが、製造され、前記第1のスラリーが、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含有し、前記第1のスラリーが、前記石膏建築ボードの少なくとも1つのエッジ層を形成するために使用されることを特徴とする、請求項1.5又は1.6に記載の方法。

【請求項18】

温度の影響下で石膏建築材料の膨張段階を延長するためのH-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素の使用であって、前記石膏建築材料が、DIN EN 1363-1:2012-10による温度/時間曲線に従って、0分から60分まで、950℃まで加熱され、60分から120分まで、常に950℃の一定温度に保ちながら処理され、前記石膏建築材料が、H-シロキサンおよび非晶質二酸化ケイ素を含まずそれ以外は同一組成の石膏建築材料と比較して、より長い膨張段階を有し、前記石膏建築材料は1~2.5重量%のH-シロキサンと1~5重量%の非晶質二酸化ケイ素とを含み、前記非晶質二酸化ケイ素はマイクロシリカを含む、使用。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐火性石膏建築材料およびこのタイプの石膏建築材料を製造するための方法に関する。特に、本発明は、向上した耐火性評価を有する石膏ボードに関する。

20

【背景技術】

【0002】

多くの石膏建築材料は、従来技術から知られている。石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )の結晶含水量により、石膏建築材料は、火災の場合の有利な特性を有する。石膏が加熱されるとき、結晶水は、最初に石膏から放出される。このプロセスは吸熱であるため、結晶水の排出により、石膏建築材料が冷却される。水の排出が増加すると、最初に硫酸カルシウム半水和物( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )が形成され、続いて無水相無水石膏( $\text{CaSO}_4$ )が形成される。

【0003】

しかしながら、石膏から、より低い含水量を有するか、もしくは無水である硫酸カルシウム半水和物または無水石膏相への移動が材料体積の減少と関連していることは、不利である。さらに、材料の焼結は、体積のさらなる損失につながる。この体積減少により、建築材料が収縮する。金属スタッド骨組みに適用された石膏ボードは、例えばそれらのアタッチメントから断裂し始める。乾式壁建造物の個々の部分が乾式壁建造物から落下する場合があります。これは部屋にいる個人に負傷のリスクを構築する。他方では、建築ボードの破壊はまた、火が乾式壁建造物の裏側を突き破る場合があります、さらなる部屋の中に広がり得ることを意味する。

30

【0004】

したがって、より長い時間周期にわたる火災の影響下での石膏建築材料の破壊を遅延または阻止することを意図する手段が従来技術から知られている。粘土または延焼材料などの耐火性充填剤材料が添加されることが多い。例えば、石膏材料にパーミキュライトを導入することが知られている。パーミキュライトは、膨張、または原料のまま、すなわち非膨張であり得る。原料のままのパーミキュライトは、火災の場合に膨張し、体積収縮を少なくとも部分的に補償することを意図している。

40

【0005】

石膏製品の防水のためのシロキサンの使用は、従来技術から長く知られており、何度も記載されてきた。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

しかしながら、これらの手段は、全体では依然としてまだ満足のいくものではなく、したがってこの問題に対する新たな解決策が求められる。

【0007】

本発明の目的は、向上した耐火性を有し、特に、火が乾式壁建造物の裏側を突き破るのにかかる時間を少なくとも大幅に遅延させる石膏建築材料を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の目的は、請求項1に記載の石膏建築材料および請求項13に記載の石膏建築材料を製造するための方法によって解決される。

【0009】

本発明の意味での石膏建築材料は、石膏製品、または加工されることによって石膏製品に作製される製品であり得る。石膏建築材料は、建設現場で使用されている。例えば、それらは、石膏（建築）ボード、例えば石膏プラスターボードもしくは石膏ファイバーボードであるか、または硫酸カルシウムに基づくプラスター、モルタル、またはスクリードでもあり得る。

【0010】

したがって、本発明による石膏建築材料は、少なくとも石膏、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素、特にマイクロシリカを含む。当業者に知られているさらなる添加剤を任意選択で含有される。H-シロキサンは、石膏建築材料中で均一に分布することができ、および/または石膏建築材料の少なくとも1つの表面に塗布することができる。本発明による石膏建築材料の具体的な特徴は、少なくとも80の温度の影響下にある石膏建築材料が、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まないが、それ以外は同一組成である石膏材料よりも時間的に長い膨張段階を有するという事実にある。さらに、石膏建築材料は、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない同一の石膏建築材料よりも温度収縮が少ない。

【0011】

本発明の範囲内で、「石膏建築材料」という用語は、事前成形された本体、例えば石膏建築ボードまたは仕切り壁ボード、およびまたプラスター、充填剤、またはスクリードなどの材料から製造された本体の両方を意味し、この成形は表面への塗布によってのみ実行される、と理解されるべきである。

【0012】

「H-シロキサン」という用語は、好ましくは、直鎖の水素修飾（オルガノ）シロキサンを含む。あまり好ましくはないが、環状水素修飾シロキサンは除外されない。そのようなシロキサンは、高度に架橋されたシリコーン樹脂を形成する。シロキサンは、H-Si結合に加えて、好ましくは有機基、特にアルキル基、特に好ましくはメチル基を含む。例えば、トリメチル末端基を有する無水ポリメチル水素シロキサン（Silres BS 94）は、Wacker-Chemie GmbH（Munich, Germany）から調達することができる。Bluesil WR 68、Elkem社からのオルガノシロキサン（メチル水素ポリシロキサン）は、例示的な実施形態の範囲内で使用された。しかしながら、当業者に知られている他のシロキサンも使用することができる。

【0013】

本発明の範囲内の「非晶質二酸化ケイ素」という用語は、特にマイクロシリカ（シリカフューム）を含むものとする。マイクロシリカは微粉末（nm~ $\mu$ mの範囲のD50）であり、例えば、ケイ素またはケイ素合金の製造における副産物として発生する。マイクロシリカは、粒子状物として、または他の方法で、例えば溶媒、例えば水を含む懸濁液の形態で使用することができる。マイクロシリカは、例えばElkem社（Oslo, Norway）から調達することができる。他の非晶質ケイ素化合物としては、例えば熱分解的に製造されたヒュームドシリカも適切である。

【0014】

任意選択で提供されるさらなる添加剤は、石膏建築材料用の添加剤として当業者に知ら

10

20

30

40

50

れている。これらは、例えば、促進剤、遅延剤、液化剤、増粘剤、殺生物剤、殺菌剤などであり得る。

【0015】

H - シロキサンの使用および非晶質二酸化ケイ素または2つの混合物の使用の両方が、これらの材料を含有しないが、それ以外は同一の組成のものである石膏建築材料と比較して、石膏建築材料の耐火性を改善する。

【0016】

本発明の範囲内で、規定された温度適用下での石膏の膨張段階の時間の長さ、ならびに温度適用中および温度適用後の石膏製品の収縮率も、石膏製品の耐火性についての尺度として使用される。これらの測定は、WO 2017 / 000972 (A1) に記載されるような装置によっておよびその装置で行われており、その内容は本明細書によって本出願に組み込まれる。

10

【0017】

すでにさらに上述したように、石膏の脱水は、より低い含水量およびより小さい体積を有する相、具体的には硫酸カルシウム半水和物または無水石膏の形成につながる。これはおそらく、結晶水の排出、および材料中の焼結プロセスの結果である。この体積の変化は、例えば、規定された温度処理の前後で試料本体の長さが決定されることで検出することができる。温度処理後、試料本体の長さはより短い。異なる起源の石膏は、同じ温度処理が施されたときに程度が上がる限り収縮するため、この文脈では絶対値はほとんど重要ではない。したがって、同一起源および前処理の石膏のみを、互いに直接比較する必要がある。

20

【0018】

しかしながら、温度適用下での試料本体の実際の収縮が始まる前に、試料本体は最初に膨張する。特定の理論に束縛されることを望むものではないが、この膨張は、石膏からの結晶水の排出および水蒸気へのその転化に関連していると仮定される。石膏建築材料の膨張の時間周期は、本発明の範囲内では「膨張段階」と呼ばれる。膨張段階は、試料本体の加熱で始まり、試料本体が加熱開始前よりも短い長さを有する時点で終了する。

【0019】

温度の適用前の試料本体の長さ、と、120分の規定された温度適用後の試料本体の長さとの差を元の長さ (= 温度適用前の長さ) のパーセントで表すと、試料本体の「収縮率」になる。収縮率が低いほど、温度適用の結果としての石膏建築材料の収縮は少ない。

30

【0020】

膨張段階の持続時間および収縮率の両方が、試料サイズおよび試料形状に依存する。石膏ボードのラインで製造されたボードから試料を採取する場合には、製造方向に対する試料の向きも関係する。したがって、ほぼ同じ形状、サイズ、重量、および適用可能な場合、同じ試料の向きの試料のみを互いに比較する必要がある。

【0021】

本発明による石膏建築材料の膨張段階は、H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない同一組成の石膏建築材料の膨張段階よりも、好ましくは少なくとも1.2倍長い、好ましくは少なくとも2倍長い、特に好ましくは少なくとも2.5倍長い。膨張段階中、石膏建築材料は安定したままである。結晶水の排出は、エネルギーを消費する吸熱プロセスであり、したがって、石膏建築材料のさらなる加熱を一時的に阻止するか、または少なくとも低減する。膨張段階の延長により、例えば建築物の避難に利用可能である時間を延長することができる。

40

【0022】

同等の結果を実現するために、本発明による石膏建築材料の試料本体は、加熱の最初の60分間、DIN EN 1363 - 1 : 2012 - 10による温度/時間曲線に従って温度適用を施された。それを基準にして、炉の温度は、以下の比率を満たす必要があり：

$$T = 345 \log_{10} (8t + 1) + 20$$

式中、

50

Tは、平均炉温度（摂氏度）であり、tは、経過した時間（分）である。最初の60分間で、試料を約950℃まで加熱した。この初期期間の後、実行された試験による温度適用は、DIN EN 1363-1:2012-10から逸脱した：60～120分の試験実行時間、950℃の一定の温度適用を使用した。本発明による組成を有する試料は、同一組成であるがH-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない試験片よりも小さい収縮率を有する。

#### 【0023】

本発明による建築材料の収縮率は、同一組成であるがH-シロキサンまたはマイクロシリカを含まない石膏建築材料の収縮率よりも、好ましくは少なくとも10%低い、好ましくは少なくとも50%、および特に少なくとも75%低い。上述のように、石膏のタイプ、重量、サイズ、および適用可能な場合、製造方向に対する向きは、同等でなければならない。

10

#### 【0024】

本発明の実施形態によれば、石膏建築材料は、使用されるスタッコの質量に対して0.01～10重量%のH-シロキサンを含む。石膏建築材料は、使用されるスタッコの量に対して少なくとも2重量%のH-シロキサンを含むことが好ましい。H-シロキサンの使用についての上限は一般に重要ではなく、むしろコストの考慮である。しかしながら、H-シロキサン含有量の増加に伴う試料本体の収縮への影響は、閾値（提案された手段ではさらに低減することができない最小収縮率に対応する）に近づいているように見え、さらにH-シロキサンは比較的成本がかかる添加剤であるため、使用されるスタッコの量に対して5重量%以下のH-シロキサンを使用することが有利である。最適なコスト：使用比率を実現するために、マイクロシリカがさらに添加されない場合、使用されるスタッコの量に対する3～4.5重量%のH-シロキサンの範囲が、石膏建築材料中に均一に分布するH-シロキサン用に提案される。H-シロキサンと非晶質二酸化ケイ素との組み合わせを使用する場合、H-シロキサンの含有量は、添加される非晶質二酸化ケイ素の量に依存して、有利に大幅に低減することができる。

20

#### 【0025】

H-シロキサンを石膏建築材料の少なくとも1つの表面上のコーティングとして使用する場合、適用量はかなり少なくなり得る。良好な収縮値は、表面をコーティングされた $m^2$ あたり約75gのH-シロキサン（厚さ12mmのボードの二水和物含有量に対して約0.2重量%に対応する）を含有するコーティングですでに実現されている。2倍の量、すなわち約150g/ $m^2$ が、効果を急激に増加させる。石膏建築材料の表面の大部分がH-シロキサンでコーティングされている場合、最適な結果が達成される。

30

#### 【0026】

本発明の別の実施形態によれば、石膏建築材料は、使用されるスタッコの量に対して、少なくとも0.5重量%の非晶質二酸化ケイ素、特にマイクロシリカを含有することができる。H-シロキサンの代わりに、またはH-シロキサンに加えて、非晶質二酸化ケイ素を石膏建築材料中に含有させることができる。しかしながら、最大で20重量%以下の非晶質二酸化ケイ素を使用する必要がある。最大10重量%または最大6重量%の非晶質二酸化ケイ素などのより少ない量で使用されることが好ましい。使用される非晶質二酸化ケイ素の実際の量は、とりわけ、H-シロキサンもさらに含まれるかどうかによって依存する。この場合、少量の非晶質二酸化ケイ素で十分である。

40

#### 【0027】

H-シロキサンの含有量は、非晶質二酸化ケイ素の含有量よりも低いことが好ましい。本発明の特に好ましい実施形態によれば、石膏建築材料は、例えば、1～2.5重量%のH-シロキサンと1～5重量%の非晶質二酸化ケイ素との組み合わせを含むことができる。

#### 【0028】

本発明の特に好ましい実施形態によれば、石膏建築材料は石膏建築ボードである。石膏建築ボードの少なくとも1つの大きい表面がH-シロキサンでコーティング、塗装、スプレー塗布、またはその他の方法で処理される場合、石膏建築ボードの耐火性は、効果的に

50

向上する。特に、石膏建築ボードの上面または可視面は、典型的には、潜在的な火災に直接さらされる面であるため、H - シロキサンで処理する必要がある。石膏建築ボードの両方の大きい表面、具体的には上面および下面の両方の処理は、さらにより効果的である。

【0029】

石膏建築ボードを製造するための本発明による方法は、少なくとも(スタッコ)と水とを互いに混合することによる少なくとも1つのスラリーの製造を含む。次いで、このスラリーは、石膏建築ボードの切れ目のないストランドに成形され、石膏が十分に凝結すると、個々の石膏建築ボードに分離される。スタッコおよび水に加えて、H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素、特にマイクロシリカは、スラリーの製造のために添加することができる。あるいはまたは加えて、H - シロキサンは、石膏建築ボードの切れ目のないストランドまたは分離された個々の石膏建築ボードの少なくとも1つの表面に塗布することができる。少なくとも80の温度の影響下にあるH - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を備えた石膏建築ボードは、H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない石膏建築ボードよりも長い膨張段階を有しており、石膏建築ボードはそれ以外は同一組成である。

10

【0030】

本発明の別の実施形態によれば、少なくとも1つの第1のおよび1つの第2のスラリーを製造することができ、少なくとも第1のスラリーが、H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含有し、第1のスラリーが、石膏建築ボードの少なくとも1つのエッジ層を形成するために使用される。エッジ層、すなわちライナーと直接接触している層は、軽量の石膏建築ボードの場合に特に有利である。それは、典型的には、さらに内側に配置されたコア層よりも高密度である。より高い密度により、ライナーとボードコアとの間の接触面積が増加し、それによって、ライナーがコアとより良好に結合される。さらに、エッジ層は、ボードをそれほど重くすることなく、機械的特性を大幅に向上させる。H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素の導入により、それ自体が知られているエッジ層が得られ、またさらなる利点として、それがボードの耐火性を向上させる。同様に、添加剤、すなわちH - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素は、ボードコア全体ではなく、薄いエッジ層(厚さ<7mm)に添加剤を提供する必要があるだけであるため、比較的少量だけが単に必要であるということが有利である。

20

【0031】

高温の影響下での石膏建築材料の収縮率を低減するために、H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素の使用についての保護も求められる。これらの物質が使用される石膏建築材料は、D I N E N 1 3 6 3 - 1 : 2 0 1 2 - 1 0 による温度/時間曲線に従って最初の60分間加熱し、その後上記のように950に保つとき、H - シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まないがそれ以外は同一組成を有する石膏建築材料の収縮率および または膨張時間と比較して、収縮率および/または延長された膨張時間が少ない。試験では、石膏建築材料の試料は、0 ~ 60分間、950まで加熱され、60 ~ 120分間、常に950に保つ。

30

【図面の簡単な説明】

【0032】

以下、特定の例示的な実施形態を基準にして、本発明についてより詳細に説明するであろう。

40

【0033】

【図1】温度処理を施されている間の、様々なH - シロキサン含有量を含む角柱の長さの変化を示す図である。

【図2】温度を施されている間の、H - シロキサンまたはマイクロシリカを含有する角柱の長さの変化を示す図である。

【図3】温度処理を施されている間の、0.2重量%のH - シロキサンおよび様々な量のマイクロシリカを含む角柱の長さの変化を示す図である。

【図4】温度処理を施されている間の、1.0重量%のH - シロキサンを含む角柱の長

50

さの変化を示す図である。

【図5】温度処理を施されている間の、2.5重量%のH-シロキサンおよび様々な量のマイクロシリカを含む角柱の長さの変化を示す図である。

【図6】温度処理を施されている間の、0.2重量%のH-シロキサンを含む角柱、およびH-シロキサンでそれらの表面のみを処理した角柱の長さの変化を示す図である。

【図7】温度適用後の、両面上にH-シロキサンコーティングを含む角柱の写真である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

調査した角柱(試験片)は、以下のように製造した:スタッコおよび促進剤を事前に混合して、ドライミックスを形成した。長さの変化を図1~5に示す試料は、70重量%のFGD(排煙脱硫)石膏および30重量%の天然石膏から得られたスタッコを使用して製造した。長さの変化を図6に示す角柱は、実質的に7重量%のFGD石膏を含む天然石膏から得られたスタッコから製造した。ドライミックスを水の中にばらまき、この量は、0.6の水-石膏値に対応し、泡立て器を使用して短い浸漬時間後に混合した。このように製造したスラリーを使用して、 $16 \times 4 \times 2 \text{ cm}^3$ の大きさの角柱を打設し、これを混合の25分後に離型した。このように製造された角柱は、40の乾燥キャビネット内で一定重量まで乾燥した。次いで、角柱をサイズ( $10 \times 4 \times 2 \text{ cm}^3$ )に切断した。

10

【0035】

角柱がH-シロキサン(Blue Star Silicones(現在はElkem)からのBlue Sil WR68)またはマイクロシリカ(Elkem 940U)を含有している場合、これらの物質をスラリーに添加するか、またはシロキサンコーティングの場合は、ブラシを使用して角柱に塗布した。

20

【0036】

温度適用下での長さの変化は、急速加熱チャンバ炉内で起こった。DIN EN 1363-1:2012-10による温度/時間曲線に従って、チャンバ炉を最初の60分間強く加熱した。その後、炉の温度をさらに950で60分間、一定に保持した。角柱を、角柱の長さの変化に任意の抵抗を与えないローラーホルダに位置付けた。角柱の一方の狭面を当接面に配置し、距離記録計を備えたスプリングアームが反対側の狭面に力を加え、この力により角柱が当接部に固定される。距離記録計は、角柱の長さを継続的に記録した。角柱の長さの変化は、温度適用前の角柱の長さから、温度適用中の時間のある瞬間(実質的に連続的に測定される)での角柱の長さを減算することによって得た。

30

【0037】

図1は、スラリーに混合されたH-シロキサンの様々な含有量を有する石膏角柱の長さの変化を示す。実線の曲線は、H-シロキサンを含有していない参照試料を示す。参照試料の角柱は、最初の約20分間で適度に膨張する。膨張のこの段階では、結晶水は石膏結晶から追い出されるが、プリムからゆっくりとしか逃げることができないと仮定される。その結果、角柱の体積が増加する。この期間は、本発明の範囲内で膨張段階として記録した。20~45分で、角柱の適度な収縮がある。45~59分の時間周期では、次いで体積が急に減少する。この理論に束縛されることを望むものではないが、この期間に材料が焼結すると仮定する。焼結プロセスは、わずかに弱められた形態で約70分まで持続する。その後、角柱の長さは連続的に減少するが、ごくわずかな程度である。

40

【0038】

様々なH-シロキサン濃度を含有する角柱の長さの変化を考慮すると、H-シロキサンを含む全ての試料における膨張の段階が大幅に延長されていると決定することができる。H-シロキサンの濃度に依存して、膨張段階は、50(0.2重量%のH-シロキサン)から75分(5重量%のH-シロキサン)まで続き、H-シロキサン含有量の増加に伴って延長している。次いで、0.2~1重量%のH-シロキサンを含有する角柱が途切れることなく焼結プロセスに移行し、このプロセスが角柱の長さの極端な減少につながる。興味深いことに、H-シロキサンを高濃度で含有する角柱は、任意の焼結プロセスを受けていないように見えるか、またはわずかな程度でしか焼結プロセスを受けていないように見

50

える。いずれにせよ、これらの角柱は、たった数分の合間では、他の角柱のような大幅な収縮を示さない。長い時間周期で続く収縮を観察し、閾値に近づいているように見えた。

【0039】

温度適用終了時の収縮率での様々なH-シロキサン濃度の影響も興味深い。使用されたスタックに対して最大約1重量%の低H-シロキサン濃度は、全体的な収縮にごくわずかな影響しか及ぼさないように見える。参照試料(収縮率が15%超)と比較して、最大1重量%のH-シロキサンを含む角柱はわずかだけより良好である。それらの収縮率は、13~14%にある。

【0040】

収縮率への影響は、1重量%~2.5重量%のH-シロキサン含有量を使用しときに急激に増加するように見える。いずれの場合でも、2.5および5重量%のH-シロキサンを含む角柱は、たった1~2%の収縮率を提示する。H-シロキサンが収縮率に効果的に影響を与える閾値または限界範囲があると考えられる。ここに示す試料では、この限界は、1~2.5重量%のH-シロキサンにある。しかしながら、各石膏タイプについての実際の閾値は、不純物が異なるためにわずかに異なると仮定しなければならない。

【0041】

H-シロキサンの濃度をさらにまだ上げて(5重量%以上まで)、収縮率はほとんど改善しないように思われる。

【0042】

これらの試験において長さの大幅な変化を特徴付ける角柱の体積の大幅な減少の段階は、おそらく試料材料の焼結プロセスによって引き起こされる。ボードの一部がそれらの支持体から外れて部屋の中に落下することがあるため、体積の大幅な減少は、例えば火にさらされた乾式壁の場合に非常に危険である。落下するボード部分は、人々を直接傷つける場合があるか、または避難経路を間接的に遮断する場合がある。さらに、乾式壁から欠落した部分は、隣接する部屋に火が広がる場合があることを意味する。したがって、一方の乾式壁の場合の防火は、石膏材料の体積減少を可能な限り最大限抑制することを目的とする。一方で、それでも体積の減少が発生した場合、これを可能な限り遅く、可能な限り小さくする必要がある。

【0043】

図1に示す試験角柱は、試料材料中の少量のH-シロキサンでも、角柱の膨張段階が大幅に延長されることを示す。0.2重量%のH-シロキサンでも、この期間を2.5倍だけ延長する。これらの試験結果が実際の乾式壁建造物にうまく転換されることが判明した場合、以下のことを推測することができる:火災の場合に、乾式壁は任意のH-シロキサンを含有しない乾式壁と同じように収縮しないため、少なくとも2倍長い間、それらの完全性を保持したことをこれは意味する。したがって、2倍の時間量が、救助措置および脱出のために利用可能であり、これにより人命を救うことができる。より高いH-シロキサン含有量を有するボードを使用する場合、収縮は、ほぼ完全に阻止することができる。

【0044】

同様の効果は、非晶質二酸化ケイ素、または図2に示す結果の場合のマイクロシリカとして知られているものの添加によって提供されるように見える。4重量%のマイクロシリカを含む角柱の実際の膨張段階は、確かに参照試料の膨張段階よりもごくわずかに長いように見える。しかしながら、20~60分の角柱のその後の縮み(1%未満の縮み)は、角柱の元の長さと比較して非常に短い。焼結中の長さの減少は、比較的わずかである。しかしながら、温度適用後の角柱は、未処理の試料よりも約10%短い。比較により、5重量%のH-シロキサンの添加は、辛うじて2%の収縮率につながる。

【0045】

図3~5は、H-シロキサンとマイクロシリカの様々な量の組み合わせを含有する角柱の経時的な収縮を示す。図3の角柱は、H-シロキサンもマイクロシリカも含有しない参照試料を除いて、全てが0.2重量%のH-シロキサンを含有する。0.2重量%のH-シロキサンのみを含有する角柱と比較して、1重量%のマイクロシリカを添加することに

10

20

30

40

50

より、角柱の膨張段階が約5分だけ延長され、収縮率をわずかに低下させる。しかしながら、4重量%のマイクロシリカを添加する場合、膨張段階が10分だけ延長され、収縮率は半分になる。少量のH-シロキサンと大量のマイクロシリカとの効果の組み合わせは、一方では0.2重量%のH-シロキサン(図3)を含む角柱、および他方では4重量%のマイクロシリカ(図2)を含む角柱の効果の追加から得られる効果と比較して、収縮率を過大に低下させるように見える。

【0046】

1重量%のH-シロキサンと2重量%のマイクロシリカとの組み合わせで、ほぼ同じ収縮率の低下を達成することができる(図4を参照)。しかしながら、H-シロキサンのより高い含有量は、一般に、膨張段階の延長につながる。

10

【0047】

図5は、2.5重量%のH-シロキサンを1重量%のマイクロシリカと組み合わせた場合、温度適用下での石膏角柱の収縮がほぼ完全に排除することができる(<1.5%)ことを示す。4重量%のマイクロシリカを添加した場合、収縮率は約0.5%にすぎない。

【0048】

図6から明らかのように、角柱の一方または両方の大きい表面をH-シロキサンでコーティングした場合、同様に、膨張段階および収縮率の両方を大幅に改善することができる。ここで使用される石膏は、実質的に天然石膏(上記を参照)からなり、さらなる添加物を含まないこの石膏は8%超だけ収縮する。参考までに、スラリー中に0.2重量%のH-シロキサンを含む角柱を製造した。曲線のコースは、図1に対して記載したコースにほぼ対応する。

20

【0049】

スタッコ、水、および促進剤から製造された角柱は、乾燥キャビネット内で乾燥した後、H-シロキサンでコーティングした。H-シロキサンの量は、角柱内の二水和物の量に対して約0.2重量%に対応した。さらなる角柱は、両面上をH-シロキサンでコーティングした。塗布量は、角柱内の二水和物の量に対して約1.1重量%に対応する。

【0050】

比較的少量のH-シロキサンで片面コーティングした場合でも、膨張段階のわずかな延長につながる。しかしながら、両面にコーティングされた角柱は、膨張段階の持続時間および収縮率の両方で急激に改善する。石膏建築材料をH-シロキサンでコーティングすることも、耐火性を改善する適したやり方であることがわかっている。

30

【0051】

図7は、両面をH-シロキサンでコーティングし、上記のように温度適用を施された角柱の写真を示す。ボードコア内の材料の収縮は、強い亀裂形成を基準にして明瞭に見ることができる。しかしながら、亀裂をまねく間隙はますます小さくなり、コーティングされた表面の方向(上部および下部で)で完全に消失する。顕微鏡下では、角柱のエッジ領域に小さい亀裂および短い亀裂しかないことがわかり、したがって、コア中の材料損失が明らかに高いにもかかわらず、表面の凝集力が維持されている。

本開示に係る態様は以下の態様も含む。

< 1 >

40

石膏建築材料において、少なくとも石膏、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素、ならびに任意選択でさらなる添加剤を含み、前記H-シロキサンが、前記石膏建築材料中に均一に分布する、および/または前記石膏建築材料の少なくとも1つの表面に塗布されることを特徴とし、少なくとも80の温度の影響下にある前記石膏建築材料が、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない石膏建築材料よりも長い膨張段階を有し、前記石膏建築材料が、それ以外は同一組成であることを特徴とする、石膏建築材料。

< 2 >

前記石膏建築材料の前記膨張段階が、同一組成であるがH-シロキサンまたは非晶質二酸化ケイ素を含まない前記石膏建築材料の前記膨張段階の少なくとも1.2倍の前記時間

50

、好ましくは少なくとも2倍の前記時間、および特に好ましくは少なくとも2.5倍の前記時間であることを特徴とする、< 1 >に記載の石膏建築材料。

< 3 >

最初の60分間、DIN EN 1363-1:2012-10による温度/時間曲線に従った温度の影響下にあり、次の60分間、常に950 下にある前記石膏建築材料が、同一組成であるがH-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない石膏建築材料よりも小さい収縮率を有することを特徴とする、< 1 >または< 2 >のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

< 4 >

前記石膏建築材料の前記収縮率が、同一組成であるがH-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない石膏建築材料の前記収縮率よりも少なくとも10%低い、好ましくは少なくとも50%低い、および特に少なくとも75%低いことを特徴とする、< 3 >に記載の石膏建築材料。

10

< 5 >

前記石膏建築材料が、使用されるスタッコの質量に対して、0.01~10重量%のH-シロキサンを含むことを特徴とする、< 1 >~< 4 >のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

< 6 >

前記石膏建築材料が、使用されるスタッコの量に対して、少なくとも0.5重量%、および最大20重量%、好ましくは最大10%重量、および特に好ましくは最大6重量%の非晶質二酸化ケイ素を含むことを特徴とする、< 1 >~< 5 >のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

20

< 7 >

前記石膏建築材料が、1~2.5重量%のH-シロキサンおよび1~5重量%の非晶質二酸化ケイ素を含むことを特徴とする、< 6 >に記載の石膏建築材料。

< 8 >

前記非晶質二酸化ケイ素が、マイクロシリカおよび/または熱分解的に生成された二酸化ケイ素を含むことを特徴とする、< 1 >~< 7 >のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

< 9 >

前記石膏建築材料が、石膏建築ボードであることを特徴とする、< 1 >~< 8 >のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

30

< 10 >

前記石膏建築ボードの少なくとも1つの表面が、H-シロキサンで処理されていることを特徴とする、< 1 >~< 9 >のいずれか一項に記載の石膏建築材料。

< 11 >

前記石膏建築ボードの少なくとも2つの表面、好ましくは上面および下面が、H-シロキサンで処理されていることを特徴とする、< 10 >に記載の石膏建築材料。

< 12 >

前記石膏建築ボードが、少なくとも1つの第1のエッジ層およびコア層を有し、少なくとも前記第1のエッジ層が、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含有することを特徴とする、< 9 >に記載の石膏建築材料。

40

< 13 >

石膏建築ボードを製造するための方法において、少なくとも1つのスラリーが、少なくともスタッコと水とが互いに混合されることで製造され、前記スラリーが、石膏建築ボードの切れ目のないストランドへと形成されて、次いでこれが石膏建築ボードに分離され、前記石膏建築ボードが乾燥され、前記スラリーを製造するために、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素がさらに使用されること、および/または少なくとも80の温度の影響下にある前記石膏建築ボードがH-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まない石膏建築ボードよりも長い膨張段階を有するように、H-シロキサンが、前記石膏建築ボードの切れ目のないストランドまたは前記分離された石膏建築ボードの

50

少なくとも1つの表面に塗布され、前記石膏建築ボードが、それ以外は同一組成であることを特徴とする、方法。

< 1 4 >

少なくとも1つの第1のおよび1つの第2のスラリーが、製造され、前記第1のスラリーが、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含有し、前記第1のスラリーが、前記石膏建築ボードの少なくとも1つのエッジ層を形成するために使用されることを特徴とする、< 1 3 >に記載の方法。

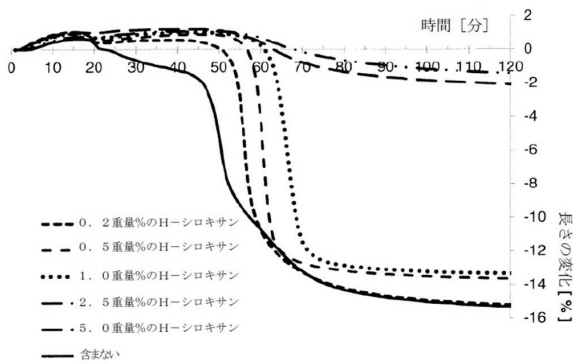
< 1 5 >

温度の影響下で石膏建築材料の収縮率を低減するためのH-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素の使用であって、DIN EN 1363-1:2012-10による温度/時間曲線に従った前記石膏建築材料が、0分から60分まで、950まで加熱され、60分から120分まで、常に950の一定温度に保ちながら処理され、前記石膏建築材料が、H-シロキサンおよび/または非晶質二酸化ケイ素を含まないがそれ以外は同一組成の石膏建築材料と比較して、より長い膨張段階および/またはより小さい収縮率を有する、使用。

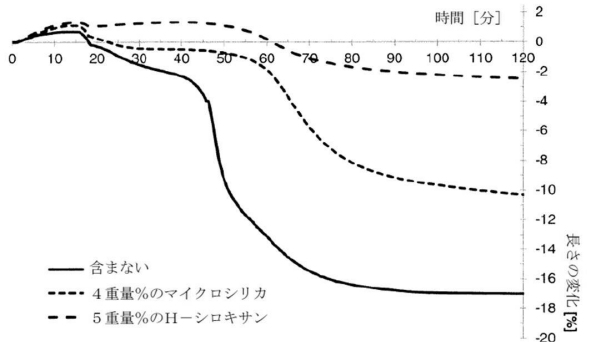
10

【図面】

【図1】



【図2】



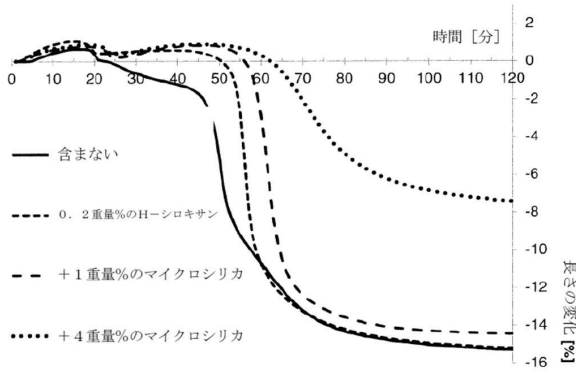
20

30

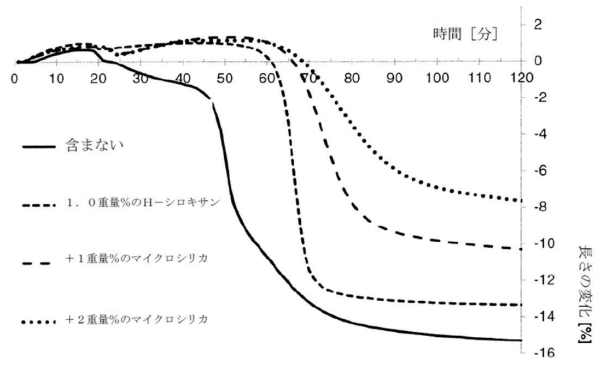
40

50

【図3】

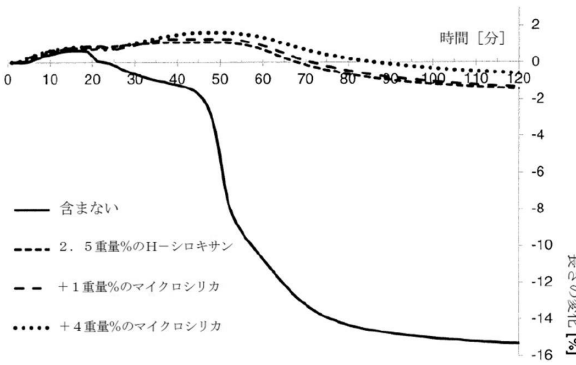


【図4】

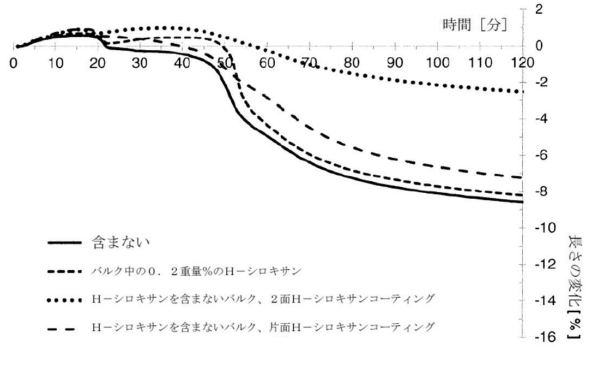


10

【図5】



【図6】



20

【図7】



30

40

50

## フロントページの続き

- (51)国際特許分類 F I  
B 2 8 B 5/02 (2006.01) B 2 8 B 5/02
- (72)発明者 パラスコフ、ゲオルギー  
ドイツ連邦共和国 9 1 4 1 3 ノイシュタット アン デア アイシュ ゾンマーライテ 2
- (72)発明者 シュナイダー、ミヒャエル  
ドイツ連邦共和国 9 7 3 4 8 レーデルゼー アム シュロスベルク 1 2 アー
- (72)発明者 バエーゼ、ラウノ  
ドイツ連邦共和国 9 7 0 7 2 ヴュルツブクル ウーラントシュトラーセ 1 6 アー
- 審査官 大西 美和
- (56)参考文献 特表 2 0 1 7 - 5 3 5 5 0 8 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 0 0 3 1 6 3 ( J P , A )  
特表 2 0 1 5 - 5 1 4 6 0 2 ( J P , A )  
特表 2 0 1 8 - 5 0 3 5 7 7 ( J P , A )  
特表 2 0 1 7 - 5 1 6 7 3 5 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 0 2 2 9 1 3 ( U S , A 1 )  
特表 2 0 1 7 - 5 3 5 5 0 7 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 4 0 6 6 6 ( U S , A 1 )  
英国特許出願公開第 0 2 3 3 6 3 6 0 ( G B , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)  
C 0 4 B 2 / 0 0 - 3 2 / 0 2  
C 0 4 B 4 0 / 0 0 - 4 0 / 0 6  
C 0 4 B 4 1 / 4 5