

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5298306号  
(P5298306)

(45) 発行日 平成25年9月25日(2013.9.25)

(24) 登録日 平成25年6月28日(2013.6.28)

(51) Int.Cl. F I  
**E O 4 B 1/76 (2006.01)** E O 4 B 1/74 T  
**E O 4 B 1/80 (2006.01)** E O 4 B 1/80 D

請求項の数 9 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-526574 (P2010-526574)                  (86) (22) 出願日 平成21年8月28日(2009.8.28)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/004245                  (87) 国際公開番号 W02010/023957                  (87) 国際公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)                  審査請求日 平成24年8月27日(2012.8.27)                  (31) 優先権主張番号 特願2008-220957 (P2008-220957)                  (32) 優先日 平成20年8月29日(2008.8.29)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 392016649                  海水化学工業株式会社                  山口県防府市大字浜方535番地                  (74) 代理人 100111132                  弁理士 井上 浩                  (72) 発明者 常森 ▲いつ▼紀                  山口県防府市大字浜方535番地 海水化学工業株式会社内                  (72) 発明者 永橋 和雄                  山口県防府市大字浜方535番地 海水化学工業株式会社内                  審査官 田中 洋行</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 外断熱パネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

構築物の屋根面や壁面に設置される外断熱パネル(1)であって、  
 親水性の結合性成分によって結合された多孔性骨材(4)からなる毛細管連続構造及び非毛細管空隙構造を有した表面層(2)と、  
 独立気泡型の有機樹脂発泡系の保温板(3)とを備え、  
 この保温板(3)と前記表面層(2)は圧縮成型によって一体化されたことを特徴とする外断熱パネル(1)。

【請求項2】

前記表面層(2)の厚さが5mm乃至60mmであり、  
 前記表面層(2)の保水率が体積割合で20%乃至50%であり、  
 前記表面層(2)の乾燥時の比重が0.4乃至1.2であることを特徴とする請求項1記載の外断熱パネル(1)。

【請求項3】

平均粒径1mm乃至8mmの前記多孔性骨材(4)が前記結合性成分と混合されて圧縮成型され、  
 前記多孔性骨材(4)に対する前記結合性成分の体積割合が0.05乃至0.6であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の外断熱パネル(1)。

【請求項4】

前記結合性成分がセメント系材料、酸化マグネシウム、水ガラスのうちの少なくとも一

つからなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の外断熱パネル ( 1 )。

【請求項 5】

前記多孔性骨材 ( 4 ) が珪藻土焼成粒、粘土焼成多孔質粒、天然多孔質粒、ガラス連続気泡発泡粒、クリンカアッシュ粒、フライアッシュ焼成粒のうちの少なくとも一つからなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の外断熱パネル ( 1 )。

【請求項 6】

前記保温板 ( 3 ) の吸水量が  $1.0 \text{ g} / 100 \text{ cm}^2$  以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の外断熱パネル ( 1 )。

【請求項 7】

前記結合性成分は毛細管構造を内部に有する、平均粒径  $0.1 \text{ mm}$  乃至  $1.0 \text{ mm}$  の毛細管連続性無機多孔質フィラーを含有し、  
前記結合性成分に対する前記毛細管連続性無機多孔質フィラーの体積割合が  $5\%$  乃至  $30\%$  であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の外断熱パネル ( 1 )。

【請求項 8】

前記表面層 ( 2 ) の外表面に、熱反射性を有する厚さ  $0.01 \text{ mm}$  乃至  $0.5 \text{ mm}$  の第 1 の薄層を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の外断熱パネル ( 1 )。

【請求項 9】

前記表面層 ( 2 ) の外表面に、光触媒機能を有する厚さ  $0.01$  乃至  $0.5 \text{ mm}$  の第 2 の薄層を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の外断熱パネル ( 1 )。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水の気化熱を利用した構築物の冷却・冷房に用いられる外断熱パネルに係り、特に、高効率化及び省エネルギー化を図ることが可能な外断熱パネルに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、化石燃料の利用過多に起因する地球温暖化や都市部のヒートアイランド現象などの解決が喫緊の課題となっている。そこで、これらの課題に取り組むべく、従来より、様々な新エネルギー・省エネルギーシステムが提案されている。

【0003】

構築物の屋根や壁などは、日中、直射日光に長時間晒されているため、高温になり易い。特に、日射時間の長い夏場においては、屋根や壁の表面から吸収された熱が構築物内に伝わって室温を上昇させ、また、屋根や壁の表面から構築物に移行した熱が蓄積されて、空調効率の低下を招いている。現在、普及している建物の省エネルギーシステムのうち、最も有効なものの一つとして外断熱工法が挙げられる。

【0004】

外断熱工法とは、建物の外側に断熱層を設ける工法である。この工法によれば、コンクリート構造物などの熱容量の大きい躯体を外気の寒暖から守ることによって、夏季昼間における日射熱や、冬季夜間における冷気の蓄積に起因する建物内部の大きな温度上昇・下降を抑えることができる。一方、建物内部においては、外断熱の効果により、建物自身の大きな熱容量によって建物内部の温度を保ち易くなる。従って、従来の内断熱、すなわち建物の内側に断熱層を設ける工法に比して、空調に係るエネルギーを大幅に抑えることができ、室温を快適な環境に保ち易くなるといった利点がある。

【0005】

これまで外断熱工法は外壁耐火性能の観点から高価な工法に限定されていて、外断熱建物の普及が遅れていた。しかし、国内及び欧米での 30 年以上にわたる実績と、耐火性能

10

20

30

40

50

が確認された安価な外断熱工法導入や、京都議定書に基づく省エネ効果への対策などが追い風となって、最近では外断熱建物の新築や改修が増加している。

【0006】

外断熱工法に関しては、屋根面や壁面に発泡ポリエチレンや発泡ポリスチレンなどの保温板を張り、その外側に保温板の紫外線劣化防止、耐火性能の向上、飛散防止を目的としたシンダーコンクリートや押さえブロックなどの表面層を設けることによって保温板を保護する方法が一般的である。しかしながら、本方法では保温板の熱貫流抵抗により熱移動を抑制する断熱効果に留まり、積極的に屋根面を冷却することはできない。また、表面層は夏期には65にも達し、表面層に蓄積され、保温板を通して漏れ伝わった熱は、構築物躯体に蓄積され、夜間や曇天などの日射が無いときでも構築物内部に熱が徐々に伝わってしまう。すなわち、本方法は、根本的な空調機の省エネルギー対策や居住性の向上策としては限界があり、また、高温となった表面層からの顕熱放射によりヒートアイランド化を助長するなどの問題があった。

10

【0007】

一方、構築物を直接除熱する方法に、水の気化熱を利用したいわゆる「打ち水」がある。「打ち水」は、積極的に熱量を奪う有効な方法の一つであり、旧来より至る所で習慣的になされている。そして、高い冷却効果を有することが経験的に実証されている。さらに、近年では、建築物を冷却し、空調エネルギーの削減を達成し得る手段としても注目されている。

20

しかしながら、構築物の屋根、壁面に散水・給水した場合、水は構築物の勾配によって直ちに流下してしまう。また、冷却の効果は水が構築物に接触した箇所においてのみ発揮される。すなわち、屋根、壁面全面で一様且つ長時間安定した冷却を行うためには、建材が保水機能を有していることが必要である。そして、これまでに、そのような保水性建材について様々な提案がされている。例えば、最も多く見られる実用例として透水性・保水性舗道が挙げられる。この透水性・保水性舗道は、都市部などにおいて雨水を有効利用したヒートアイランド対策として注目されている。なお、保水性建材については、これ以外にも既に幾つかの発明や考案が開示されている。

【0008】

例えば、特許文献1には、「保水性舗装構造」という名称で、水の気化熱を利用して路面温度を低減させることが可能な保水性を有する舗装構造に関する発明について開示されている。

30

特許文献1に記載された発明は、雨水を不透水層上で貯留し、この不透水層の上に保水材を混入した骨材層を設け、この骨材層の上部に吸水材を敷設し、さらに吸水材の上部に保水性ブロックと透水性ブロックを混在させて設置したことを特徴とする。

このような構造によれば、主として透水性ブロックから浸透する形で骨材層に流れ込んだ雨水が、路面の温度上昇に伴って骨材層の空隙より蒸発し、その気化熱によって路面の温度上昇が抑制されるという作用を有する。

【0009】

また、特許文献2には、「透水性ブロック」という名称で、透水機能、保水機能、水質浄化機能を向上させるとともに、石灰石の再利用を図ることが可能なブロックに関する発明について開示されている。

40

特許文献2に記載された発明は、セメントに炭と石炭灰を混合してブロック状に成形することを特徴とするものである。

このような構造のブロックにおいては、高い透水機能、保水機能、水質浄化機能を有するため、都市におけるヒートアイランド現象対策としての保水・蒸発冷却資材として利用することができる。また、これまで廃棄物として処理されてきたフライアッシュを再利用することが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

50

【特許文献1】特開2006-283447号公報

【特許文献2】特開2005-145771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、屋根面や壁面に用いられる保水性建材に関しては、保水性、強度、耐凍結融解性、重量などの相反する性能が要求される。そして、これらの性能のバランスをとることは、一般に非常に難しい。例えば、保水性建材の保水率（建材の体積に対する保水量（体積）の割合）を向上させるために、建材中に小空隙を形成させたり、空隙率の高い多孔性骨材を用いたりするが、この場合には保水性建材の圧縮・引張り強度、曲げ強度が著しく低下する。殊に、衝撃荷重に対する強度は著しく低下し、軽歩行さえも困難となる。そのため、適用箇所がかなり限定されてしまう。また、一般的に、建材体積に対する空隙体積の割合が同じである場合、空隙の大きさが小さい程、強度が高くなる傾向が確認されているが、冬季に空隙内の水が凍結・膨張すると、保水性建材に割れや破壊などが生じてしまう。なお、保水性建材の保水率を低くして保水性建材を厚くする方法もあるが、この場合、強度と保水性を確保することができ一方、保水性建材自体の重量が増加してしまう。既存建築物の場合、耐荷重が低い場合も多いため、上記の方法では、構築物の大半を占める既存建築物への対応は難しくなる。

10

以上のように、特許文献1及び特許文献2に記載された既存の保水性建材は、ある程度、効果が確認されているものの、実用とはほど遠いものであるという課題があった。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、このような従来事情に対処してなされたものであり、十分な強度と保水性と耐凍結融解性を有し、安価で軽量の外断熱パネルを提供することを目的とする。

【0013】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、構築物の屋根面や壁面に設置される外断熱パネルであって、親水性の結合性成分によって結合された多孔性骨材からなる毛細管連続構造及び非毛細管空隙構造を有した表面層と、独立気泡型の有機樹脂発泡系の保温板とを備え、この保温板と表面層は圧縮成型によって一体化されたことを特徴とするものである。

30

このような構造の外断熱パネルにおいては、降雨や散水又は給水によって外表面に供給された水が多孔性骨材間の空隙を通して表面層全体に浸透し、多孔性骨材内に蓄積されるという作用を有する。また、多孔性骨材は圧縮成型されることで互いに接し合う部分において毛細管構造の連続性が確保される。これにより、表面層内の水は結合性成分による毛細管連続性の障害を受けることなく、容易に毛細管移動して均一に表面層の外表面に達する。すなわち、上記構造の外断熱パネルにおいては、日射等により外断熱パネルの外表面から水の蒸散が始まると、多孔性骨材内の毛細管構造内に蓄積された水が、多孔性骨材及び多孔性骨材接触部分の毛細管連続構造を通して、外断熱パネルの外表面に供給されるという作用を有する。このとき、水の蒸散熱によって表面層付近の温度は著しく低下する。これにより、日射熱が積極的に除去される。また、冬季には上記空隙が水の逃げ道として機能し、表面層内での水の凍結を防ぐという作用を有する。さらに、保温板は構築物の屋根面や壁面を外気の寒暖から守るとともに、外断熱パネルの強度を高めるという作用を有する。加えて、保温板と表面層は、圧縮成型によって一体化される際に、結合性成分の接着機能によって接合される。このとき、表面層の多孔性骨材が保温板の表面に食い込むため、接着面が多くなり、保温板と表面層との接着強度がより強くなる。さらに、上記構造の外断熱パネルでは、個別に製造した表面層と保温板を接着剤によって一体化する方法で製造される場合に比べて製造に要する時間とコストが削減される。また、表面層は多孔質構造により熱伝導率と比熱が小さくなるという作用を有する。

40

【0014】

本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1記載の外断熱パネルにおいて、表面層の厚

50

さが5 mm乃至60 mmであり、表面層の保水率が体積割合で20%乃至50%であり、表面層の乾燥時の比重が0.4乃至1.2であることを特徴とするものである。

このような構造の外断熱パネルにおいては、表面層の厚さが5 mm乃至60 mmであるため、軽歩行を可能とする強度や外部からの炎に対する防火性能が確保されるとともに、日射の通過を遮って保温板を保護するという作用を有する。また、表面層に間欠的な給水を行った場合でも所望の保水性が得られる。さらに、表面層の保水率が体積割合で20%乃至50%であるため、毛細管の連続性及び所望の強度が維持される。そして、表面層の比重が0.4乃至1.2であるため、所望の耐踏圧性、保水性及び通水性が確保される。

#### 【0015】

本発明の請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の外断熱パネルにおいて、平均粒径1 mm乃至8 mmの多孔性骨材が結合性成分と混合されて圧縮成型され、多孔性骨材に対する結合性成分の体積割合が0.05乃至0.6であることを特徴とするものである。

10

このような構造の外断熱パネルにおいては、多孔性骨材の平均粒径が1 mmよりも小さいと、空隙に保水してしまうため、耐凍結融解性が低下する。一方、多孔性骨材の平均粒径が大きいと、通水性は向上するが、平均粒径が8 mmを超えると外断熱パネルの強度が低下する。しかしながら、本発明の外断熱パネルでは、多孔性骨材の平均粒径が1 mm乃至8 mmであるため、耐凍結融解性及び強度が低下することはない。また、多孔性骨材に対する結合性成分の体積割合が0.05乃至0.6であることから、所望の耐踏圧性、保水性及び通水性が確保される。

20

#### 【0016】

本発明の請求項4に記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の外断熱パネルにおいて、結合性成分がセメント系材料、酸化マグネシウム、水ガラスのうちの少なくとも一つからなることを特徴とするものである。

このような構造の外断熱パネルにおいて、結合性成分としてセメント系材料を用いる場合には、パネル製造時に特に加熱・焼成を要さず、表面層が親水性、耐水性、耐熱性、耐紫外線劣化及び強度に優れたものとなる。また、結合性成分として酸化マグネシウムや水ガラスを用いる場合には、表面層の強度、耐久性及び耐火性が向上する。

#### 【0017】

本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の外断熱パネルにおいて、多孔性骨材が珪藻土焼成粒、粘土焼成多孔質粒、天然多孔質粒、ガラス連続気泡発泡粒、クリンカアッシュ粒、フライアッシュ焼成粒のうちの少なくとも一つからなることを特徴とするものである。

30

このような構造の外断熱パネルにおいては、粒子内に連続した毛細管連続構造及び非毛細管空隙構造を同時に得られるという作用を有する。

#### 【0018】

本発明の請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の外断熱パネルにおいて、保温板の吸水量が $1.0 \text{ g} / 100 \text{ cm}^2$ 以下であることを特徴とするものである。

このような構造の外断熱パネルにおいては、内部吸水に伴う保温板の断熱性能の低下が起り難いという作用を有する。

40

#### 【0019】

本発明の請求項7に記載の発明は、請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の外断熱パネルにおいて、結合性成分は毛細管構造を内部に有する、平均粒径0.1 mm乃至1.0 mmの毛細管連続性無機多孔質フィラーを含有し、結合性成分に対する毛細管連続性無機多孔質フィラーの体積割合が5%乃至30%であることを特徴とするものである。

このような構造の外断熱パネルにおいては、毛細管連続性無機多孔質フィラーによって結合性成分の強度及び毛細管連続性が阻害されることなく、表面層内の毛細管連続性が高められるという作用を有する。そして、毛細管連続性無機多孔質フィラーの平均粒径が1.0 mm以下であるため、結合性成分の強度を阻害せず、また、結合性成分に対する毛細

50

管連続性無機多孔質フィラーの体積割合が30%以下であるため、結合性成分の流動性を阻害するおそれがない。なお、毛細管連続性無機多孔質フィラーの平均粒径が0.1mmより小さい場合や、結合性成分に対する毛細管連続性無機多孔質フィラーの体積割合が5%を下回る場合には、上述の作用は十分に発揮されない。

【0020】

本発明の請求項8に記載の発明は、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の外断熱パネルにおいて、表面層の外表面に、熱反射性を有する厚さ0.01mm乃至0.5mmの第1の薄層を設けたことを特徴とするものである。

このような構造によれば、第1の薄層の厚さが0.01mm以上であるため、日射反射率が低下せず、また、その厚さが0.5mm以下であるため、表面層の外表面からの水の気化が阻害されるおそれがない。

10

【0021】

本発明の請求項9に記載の発明は、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の外断熱パネルにおいて、表面層の外表面に、光触媒機能を有する厚さ0.01乃至0.5mmの第2の薄層を設けたことを特徴とするものである。

このような構造の外断熱パネルにおいては、親水性が増大し、さらには、日射によって防汚性が活性化される外断熱パネルの日射反射率が向上するという作用を有する。また、第2の薄層の厚さが0.01mm以上であるため、防汚性は低下しない。

【発明の効果】

【0022】

本発明の請求項1に記載の外断熱パネルによれば、高い強度と保水性と耐凍結融解性を備え、かつ軽量の外断熱パネルを安価に製造することが可能である。さらに、水の気化熱により表面層を冷却して構築物の温度上昇を防ぐことにより構築物の省エネルギー効果を大幅に高め、構築物への熱ストレス変化の防止による建築物、防水層等の寿命延長を図ることが可能である。また、火災等の場合に表面層下の保温板が保護される。さらには、一体化することで施工を簡単かつ短時間で行うことができ、外断熱構造も簡単になり、耐荷重制限のある既存の建築物への施用も可能になる。

20

【0023】

一般に、給水ポンプの故障軽減のため、表面層へは給水が間欠的に行われることが望ましいが、その点、本発明の請求項2に記載の外断熱パネルによれば、給水間隔を長くして給水ポンプのスイッチングの負担を軽減することが可能である。

30

【0024】

本発明の請求項3に記載の外断熱パネルによれば、材料的には保水機能を、構造的には通水機能を持たせることによって、高い保水性と耐凍結融解性を同時に得ることが可能である。また、圧縮成型されることにより、毛細管構造を内部に有した多孔性骨材は相接することとなる。これにより、表面層内の水を表面層の外表面まで毛細管移動させて効果的に気化させることができる。さらに、骨材同士が接し合い、強固な構造体を形成することで、大きい圧縮強度を得ることが可能である。

【0025】

本発明の請求項4に記載の外断熱パネルによれば、保水性を低下させることなく、長期間、所望の強度と保形性及び対火性を得ることが可能である。

40

【0026】

本発明の請求項5に記載の外断熱パネルによれば、軽量化を図るとともに、保水性を高め、さらに、表面層内の水の毛細管移動を容易にすることが可能である。

【0027】

本発明の請求項6に記載の外断熱パネルによれば、表面層と保温板の複合構造を採用することにより、長期的な断熱性を維持しつつ、特に、表面層の耐衝撃圧縮性及びパネルの表面層側からの外圧による曲げ強度を著しく向上させることが可能である。

【0028】

本発明の請求項7に記載の外断熱パネルによれば、結合性成分内の毛細管連続性を高め

50

、多孔性骨材間の毛細管連続性を高めることにより、外断熱パネルよりの水の気化量をより多くし、除熱性能を向上させることが可能である。

【0029】

本発明の請求項8に記載の外断熱パネルによれば、外断熱パネルに熱反射性を付与させ、夏季の日射による構築物の温度上昇を抑えることができる。

【0030】

本発明の請求項9に記載の外断熱パネルによれば、親水性を付与することで外表面全体から効率よく水を気化させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の実施の形態に係る外断熱パネルの実施例の断面概略図である。

【図2】本実施例の外断熱パネルの表面層の拡大概略図である。

【図3】本実施例の外断熱パネルが屋上面へ施工された状態を示す概略図である。

【符号の説明】

【0032】

- 1 ... 外断熱パネル
- 2 ... 表面層
- 2 a ... 接触部分
- 3 ... 保温板
- 4 ... 多孔性骨材
- 5 ... セメント
- 6 ... 屋上面
- 7 ... プライマー

【発明を実施するための形態】

【0033】

表面層内に蓄積された水が層内を移動して、常に表面層の外表面、すなわち、水の気化する面に供給されるためには、毛細管連続構造を有した多孔性骨材を用いるとともに、圧縮成型によってこれらの骨材が互いに接し合う部分において毛細管構造の連続性を確保する方法が有効である。発明者らは、鋭意研究の結果、結合性成分と各種多孔性骨材の種類と割合を定め、毛細管連続性と非毛細管空隙とを有する不燃性表面層と、板状弾性体である保温板とを圧縮成型により積層一体化することにより、高い保水性、通水性、強度、耐凍結融解性を有し、断熱機能と冷却機能をあわせ持ち、かつ軽量の外断熱パネルを得ることに成功した。以下、本発明の実施の形態に係る外断熱パネルの実施例について図1乃至図3を用いて説明する。

【0034】

図1は本実施例の外断熱パネルの断面概略図であり、図2は本実施例の外断熱パネルの表面層の拡大概略図である。また、図3は本実施例の外断熱パネルが屋上面へ施工された状態を示す概略図である。

図1に示すように、外断熱パネル1は表面層2と保温板3より形成されている。表面層2は結合性成分であるセメント等で連結された多孔性骨材より形成されており、保温板3を日射より保護する機能の他に、本発明の要である保水機能と、表面層2内における毛細管連続構造、及び多孔性骨材間の空隙による通水性を有している。降雨や散水・給水によって外断熱パネル1の表面あるいは内部に供給された水は、親水性の結合性成分であるセメント等と、多孔性骨材によって形成された粗い、すなわち、粒間の非毛細管空隙構造の空隙を通して、表面層2全体に浸透し、表面層2の毛細管連続構造を有した多孔性骨材内に蓄積される。夏季晴天時などには、表面層2内に蓄積された水が蒸散し始め、毛細管連続構造により表面層2の外表面に供給される。このとき、水の蒸散熱によって表面層2付近の温度は著しく低下する。例えば、発明者らによる実験では、表面層2を十分に灌水させた後、外断熱パネル1をアスファルト防水屋上に置き、外断熱パネル1を設置していない部分との比較測定を行った。その結果、外断熱パネル1を設置していない既存の屋上防

10

20

30

40

50

水面では、最高74 まで温度が上昇したのに対し、本発明による外断熱パネル1（保温板3の厚さ50 mm、表面層2の厚さ20 mm）の表面層2上の温度は、最高44 に抑えられ、本発明の効果が実証された。なお、外断熱パネル1の製法に関しては後述する曲げ試験及び落球試験のものと同じである。このように、本発明の外断熱パネルにおいては、日射熱が積極的に除去される。また、保温板が構築物の屋根面や壁面を外気の寒暖から守るという作用を有する。

#### 【0035】

本発明の外断熱パネル1を構成する表面層2は、薄くなるほど強度が低下する。特に、表面層2が5 mmより薄い場合には軽歩行が困難になるとともに、外部よりの炎に対する防火性能が低下する。さらに、表面層2を日射が通過してしまうため、保温板3を保護することが難しくなる。また、給水ポンプの故障軽減のため、表面層2への給水は間欠的に行うことが望ましい。この場合、表面層2には2.5 L/m<sup>2</sup>乃至30 L/m<sup>2</sup>の保水力が必要となるが、表面層2が5 mmより薄いと、この保水力を得ることができない。例えば、表面層2の保水率が50%、表面層2の厚さが5 mmのとき、保水力は2.5 L/m<sup>2</sup>となる。

#### 【0036】

蒸散水の安定的な供給確保を可能にするため、表面層2は保水性を有する必要がある。すなわち、表面層2の保水量が高いと、給水間隔を長くすることができるため、給水ポンプのスイッチングの負担が軽減される。しかしながら、表面層2の強度を維持するため、現実的な保水率の上限値は体積割合で概ね50%である。また、保水率が体積割合で20%を切ると、後述する毛細管連続性の確保が難しくなるため、毛細管現象によって表面層2の下面より上面に向かう水の移動が阻害され、本発明の目的を達成することができない。従って、本発明による表面層2の保水率は、結合性成分や保水性骨材の種類や混合割合にもよるが、体積割合で20%乃至50%であることが望ましい。

なお、表面層2に必要とされる強度とは、外断熱パネル1を床等に載置した状態で表面層2の上面を軽歩行できる強度をいい、具体的には、実施例3で後述する落球試験及び曲げ試験において、それぞれ割れない、150 Nという基準を上回ることを意味する。

#### 【0037】

表面層2の比重に関しては、0.4乃至1.2であることが好ましい。表面層2の比重が0.4を下回ると耐踏圧性が極端に悪くなり、多孔性骨材の崩壊によって表面層2に割れや欠けが生じてしまう。また、表面層2の比重が1.2を超えると、表面層2の保水率が極端に低下するのみでなく、表面層2の通水性が極端に悪くなり、勾配上端より供給した水が下端にまで迅速・均一に行き渡らなくなるとともに、冬季に耐凍結融解性が低下してしまうためである。

表面層2の比重が0.6の場合、その厚さが60 mmを超えると、乾燥時の重量は36 kg/m<sup>2</sup>となり、外断熱パネル1全体では40 kg/m<sup>2</sup>を超えるおそれがある。通常、外断熱パネル1は2人で持ち運ぶことが多いが、重量が40 kg/m<sup>2</sup>を超えると、持ち運びが困難となり、施工性が悪くなってしまふ。従って、表面層2の厚さは、60 mmを超えないことが望ましい。なお、表面層2を80 mmより厚くすることも可能であるが、一般構築物の耐荷重を考慮すると、表面層2の含水時質量は130 kg/m<sup>2</sup>以下であることが望ましい。

#### 【0038】

一方、保温板3は断熱材として機能する他、本発明の要である表面層2の強度向上に寄与している。表1は、曲げ試験及び落球試験の結果である。曲げ試験に関してはJIS A 1408に準拠して行い（短冊形試験体、支点間距離300 mm、試験速度10 mm/min）、衝撃試験に関してはJIS A 1408に準拠して行った（5号試験体、300 mm角、落球おもりW2-1000、おもりの落下高さ200 mm、繰り返し試験数10回）。保温板3には、厚さ50 mmの押出し発泡ポリスチレン保温板（株式会社カネライトフォームE3b）を用いた。表面層2は、平均径3 mmの珪藻土焼成粒（イソライト工業株式会社製イソライトCG2号）に、珪藻土焼成粒の体積部1に対して

10

20

30

40

50



、体積部が 0.4 の割合でポルトランドセメント、ポルトランドセメント 1 に対して重量比で 0.33 の割合の水を被覆し、 $0.5 \text{ t/m}^2$  で圧縮成型・乾燥したものであり、厚さは 20 mm である。発明品（表面層 2 + 保温板 3）は、表面層 2 を圧縮成型した後、乾燥させる際に保温板 3 と密着させたものである。表 1 の結果から、発明品の曲げ強さは、表面層のみの場合に比べて著しく向上していることが分かる。一般に、セメント系材料は圧縮に強いが引張りに弱い。一方、有機樹脂発泡系保温板は引張りに強いが圧縮に弱い。本曲げ試験については、実際の踏圧状況と同様に表面層 2 側が圧縮、保温板 3 側が引張りとなるような曲げ試験を行った。表 1 は、表面層 2 と保温板 3 において、互いの欠点が補われるとともに、互いの長所が引き出された結果を示していると考えられる。また、落球試験に関しても発明品（表面層 2 + 保温板 3）には割れは確認されなかった。本結果に關しても、曲げ試験と同様の考察によって説明することができる。なお、表面層 2 と保温板 3 は厚くすることにより、曲げ試験と落球試験のいずれに対しても強度が向上するが、表面層 2 を厚くすると、保水時に重量が増加するため、保温板 3 の厚さの変更により強度を調整することが望ましい。

【 0 0 3 9 】

【表 1】

試験体	曲げ強さ(N)	落球試験後の割れた試験体数の割合
表面層のみ	41	40%
保温板	145	0
表面層+保温板	667	0

【 0 0 4 0 】

保温板 3 に関しては、独立気泡率 90% 以上の有機樹脂発泡系の保温板であれば特に制限はなく、発泡ポリスチレン、発泡ポリエチレン、発泡ポリウレタンなどが使用可能である。ただし、JIS A 9511 に規定する吸水量が  $1.0 \text{ g/100 cm}^2$  を超えると、冬季には保温板 3 の内部吸水によって断熱性能が著しく低下する。なお、JIS A 9511 に規定する吸水量の測定方法とは、 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$  の保温板サンプルを水中に浸漬し、浸漬前後の重量変化、すなわち、吸水量を保温板サンプルの単位面積で除して求めるものである。

【 0 0 4 1 】

外断熱パネル 1 に関しては、多孔性骨材をセメント等で被覆したものを保温板 3 と密着させ、圧縮・成型・固化により一体化させて製造することができる。この方法によれば、個別に製造した表面層 2 と保温板 3 を接着剤によって一体化する方法に比べて時間とコストが削減されるため、低コストでの生産が可能となる。また、表面層 2 と保温板 3 は、セメント等の結合性成分の接着機能によって接合することができるが、表面層 2 と保温板 3 を圧縮一体成型する場合には、保温板 3 の表面に表面層 2 との接着性を高めるためのプライマー 7（下塗剤）を塗布した後、多孔性骨材と、その結合性成分であるセメントの混合物を加えて圧縮成型するとより強固な接合が可能となる。プライマー 7 としては各種樹脂モルタルを用いることができる。プライマー 7 を厚さ 0.2 ~ 3 mm で塗布すると、接着安定性及び防火性が向上する。この際、多孔性骨材を使用すると、表面層 2 の多孔性骨材が保温板 3 表面に食い込むこと（アンカー効果）により、接着面が多くなり、保温板 3 と表面層 2 との接着強度がより強くなるというメリットがある。なお、あらかじめ表面層 2 を形成しておいたものを、加圧により保温板 3 と一体化させても良いが、接合の際はセメントの接着機能が失われているため、接着剤を併用する必要がある。多孔性骨材を使用することにより、表面層 2 の上面は凹凸構造となり、平坦なパネルに比べて空気との接触面積が大きくなるため、より多くの気化熱を奪うことができる。このとき、外表面にさらに大きい凹凸を施すことにより、さらに空気との接触面積を増やすと、より多くの気化熱を奪うことができる。

【 0 0 4 2 】

図2に示すように、表面層2中には結合性成分であるセメント5で被覆された多孔性骨材4が所々に接触部分2aにて直接に接触しあった状態となっている。多孔性骨材4の材料には、粒子内で連続した気泡や空隙構造を有する珪藻土焼成粒、粘土焼成多孔質粒、天然多孔質粒、ガラス連続気泡発泡粒、クリンカアッシュ粒、フライアッシュ焼成がよい。なお、珪藻土焼成粒とは、珪藻土を粒状に成型した後、約1000で焼成した粒や、珪藻土を原料として耐火煉瓦状にしたものの粉碎分級品のことであり、例えば、イソライト工業株式会社製イソライトCGがある。天然多孔質粒とは、ボラ土、パーミキュライト、シラス、パーライトなどの天然物又は天然を加熱処理等によって多孔質にした粒子であって、粒子内に毛細管空隙を有する粒子を言い、表面層2内の上下、左右に毛細管連続構造を形成しうるものである。粘土焼成多孔質粒とは、粘土質の土壌等を原料として造粒・加熱処理したもので、下水処理場などから排出される活性汚泥なども原料として用いることができる。さらに、クリンカアッシュ粒とは、鉱物質原料の配合を半溶融状態にして得られる塊であって、セメントクリンカ、マグネシアクリンカなどもその一つである。そして、フライアッシュ粒とは、火力発電所等で発生する石炭灰などを焼成粒状化した多孔質粒である。

#### 【0043】

前述の通り、外断熱パネル1を製造する際に表面層2と保温板3を加圧することによって、表面層2中の多孔性骨材4同士が接触し、表面層2下面より上面まで毛細管連続性が確保される。その結果、毛細管現象により表面層2の下面より上面へ水が上昇し、表面層2の上面からの水の蒸散が可能となる。なお、平均粒径3mmの珪藻土焼成粒を用いた場合、100mm程度までは問題なく揚水することができた。

#### 【0044】

毛細管連続性とは、上述の通り、表面層2の多孔性骨材4同士が接触することによる、表面層2下面より上面までの毛細管の連続性のことである。そして、毛細管連続性を有する表面層2の構造を、特に毛細管連続構造という。

毛細管連続構造を形成する多孔性骨材4については、次のような方法によって容易に確認・選定を行うことができる。すなわち、内径50mm、長さ200mm程度の透明円筒の内部に多孔性骨材4を充填し、円筒の一端を多孔性骨材4が通過しない程度のメッシュで覆う。その後、本円筒を高さ50mmから平板上に落とす操作を20回繰り返し、充填状態を安定させた上で、10mm程度の深さに水を張った1m<sup>2</sup>以上の十分に広いバットに、メッシュを下側にした状態で本円筒を浸漬させる。そして、24時間後に多孔性骨材4の湿潤上面とバット内の水面の距離（揚水高さ）を測定する。なお、多孔性骨材4の色によっては、毛細管連続構造による揚水した上面（湿潤上面）が確認し難いことがある。このような場合は、水中に界面活性能力の低い染料を適度に溶解させておくことで、より明確な測定が可能となる。例えば、表面層2の厚さが30mmの場合には、材料形状、成型時のばらつき、揚水速度のばらつきを考慮して、安全率を1.5倍とし、揚水高さが45mmを超える多孔性骨材4を用いることが望ましい。その点、珪藻土焼成粒は、揚水高さが200mm以上であり、外断熱パネル1の多孔性骨材4として最も適したものの一つであるといえる。

#### 【0045】

結合性成分は、多孔性骨材4を固定するという機能を有するだけでなく、外断熱パネル1に荷重が掛かった際にも保形できるような材料及び構造である必要がある。また、パネル製造時に特に加熱・焼成を要さず、親水性、耐水性、耐熱性、耐紫外線劣化及び強度に優れるとともに、常温硬化が可能であることが望ましい。そこで、実施例1においては、結合性成分としてセメント5を用いている。そして、本発明品に関しては、多孔性骨材4にセメント5を被覆し、接触部分2aにて多孔性骨材4の固定を行っている。

#### 【0046】

上記構造の外断熱パネル1においては、多孔性骨材4の骨格構造により強固な耐圧性を有する。また、後述するように、外断熱パネル1には通水性が必要とされるが、本実施例1では多孔性骨材4同士の間非毛細管性の空隙、すなわち、非毛細管空隙構造が形成さ

10

20

30

40

50

れるため、通水性が得られる。さらに、結合性成分としてはセメント5の代わりに、酸化マグネシウム、水ガラスなどの珪酸系無機物等を用いることもできるが、アルカリ性の極端に高い系は好ましくなく、無機系バインダを用いる場合には中性に近い素材であることが望ましい。セメント、酸化マグネシウム、水ガラスはアルカリ性であるが、経時的に中性化されていくことから、安全に使用できる。本発明の外断熱パネル1が、折板屋根に施工される場合や、柱間に施工される場合のように、より強度を高める必要がある場合は、セメント系材料に比し、幾分高価ではあるが、酸化マグネウムと水ガラスのような結合性成分を用いることでニーズに対応することができる。酸化マグネウムと水ガラスを用いた結合性成分によって耐久性や耐火性も向上する。また、水ガラスは多様な配合が可能であり、用途に応じて配合を調整できる利点もある。なお、樹脂モルタルやポリウレタン系、エポキシ系、アクリル系、シロキサン系の樹脂などを用いてもよい。本実施例の外断熱パネル1においては、衝撃荷重が樹脂の弾性変形により緩和されるが、疎水性が強いため添加剤などで親水化処理を施さなければならない場合もある。また、有機物成分が多い程、不燃性や耐火性が低下するため、添加量は可能な限り少ない方がよい。いずれにしても結合性成分は親水性の高いものが望ましい。

#### 【0047】

また、結合性成分に強化繊維・ウイスキー、界面活性剤、減水材、発泡剤、急結剤や、表面層2内の毛細管連続性を高めるために、珪藻土などの毛細管構造を有する毛細管連続性無機多孔質フィラーなどを配合しても良い。なお、毛細管連続性無機多孔質フィラーは、骨材とは異なり結合性成分の中に練りこみ、結合性成分自体の毛細管連続性を付加するものである。結合性成分にフィラーを添加した場合、一般的には結合性成分全体の粘度は増大し、また、毛細管連続性無機多孔質フィラーを用いた場合は、フィラーが吸水するため、結合性成分の粘度の一層の増大を招くため、加水量を増大させて粘度の調節を行う他、少量の界面活性剤の添加や、攪拌による微小気泡混入によっても粘度を調整することができる。毛細管連続性無機多孔質フィラーを用いることによって、表面層2全体の毛細管連続性を高め、結合性成分の骨材に対する割合を増やして、表面層2及び外断熱パネル1全体の強度を増加させる。さらには、強化繊維、ウイスキーをフィラーとして併用することで、強度の向上を果たすことができる。

結合性成分の強度、流動性を阻害しないために、毛細管連続性無機多孔質フィラーの平均粒径は0.1mm乃至1.0mmが望ましく、また、毛細管連続性無機多孔質フィラーの配合量は体積割合で結合性成分の5%乃至30%が望ましい。さらに、多孔性骨材4と結合性成分との割合は、多孔性骨材4に対する結合性成分の体積割合が0.05乃至0.6であることが望ましい。なお、結合性成分の体積割合が0.05を下回ると耐踏圧性が極端に悪くなり、多孔性骨材の崩壊によって表面層2に割れや欠けが生じてしまう。また、結合性成分の体積割合が0.6を超えると、非毛細管空隙構造の空隙が減少し、表面層2の保水率が極端に低下するのみでなく、後述する表面層2の通水性が極端に悪くなり、給水された水が迅速かつ均一に表面層全体に与えられず、多孔性骨材4間の保水及び毛細管中の水の連続性を阻害する他、冬季に耐凍結融解性が低下するおそれがある。

#### 【0048】

多孔性骨材4の間は非毛細管性の空隙、すなわち、非毛細管性構造ができており、通水できるような構造となっている。このとき、空隙が降雨や散水・給水による水の浸透性を向上させるとともに、凍結時に多孔性骨材4内の水の逃げ道を構成するという作用を有する。なお、多孔性骨材4の平均粒径が1mmよりも小さくなると空隙に保水してしまうため、耐凍結融解性が低下してしまう。また、多孔性骨材4の平均粒径が大きくなるほど通水性は向上するが、8mmを超えると外断熱パネル1の強度は低下する。従って、多孔性骨材4の平均粒径は1mm乃至8mm、望ましくは1mm乃至6mmであると良い。本実施例の外断熱パネル1においては、表面層2内に保水機能を材料的に、通水機能を構造的に有しているため、高い保水性と、水供給の迅速性・均一性と、耐凍結融解性を同時に得ることが可能である。実際に凍結融解試験(JIS A 1148準拠)を実施したところ、100サイクル保水性の低下及び強度の低下は殆ど確認されなかった。また、既に述

10

20

30

40

50

べたように多孔性骨材 4 の粒子間の空隙は通水経路として機能する。従って、わずかな勾配を持たせることで、垂直面はもとより、水上から供給された水が表面層 2 部分を移動し、全面に給水、保水が行われる。そして、その水が毛細管移動により表面層 2 の外表面からの蒸散を促すという作用を有する。

【 0 0 4 9 】

図 3 に示すように、本実施例の外断熱パネル 1 を施工する場合、水平方向に任意枚数を敷設するだけで良い。例えば、屋上コンクリートスラブ上に施工する際には、接着材を用いる固定方法が最も簡便である。また、ウレタン防水層などに施工する場合には、発泡ポリウレタン樹脂を吹きつけ、発泡ポリウレタン樹脂が固化する前に敷設すると良い。いずれの屋根面に施工を施す場合においても、広い面積を長時間安定的に蒸散させるためには散水装置、若しくは、水上側に給水装置が設置されることが望ましい。なお、この場合、タイマー、温度センサー、水分センサーのいずれかで散水又は給水の制御を行う。既に述べたように、本発明によれば、垂直面はもとより、わずかな勾配面においても、水上から供給された水が表面層 2 内の通水機能によって表面層 2 内を速やかに移動し、全面に給水、保水が行われる。そして、その水が毛細管移動して表面層 2 の外表面からの蒸散を促すという作用を有する。

【 0 0 5 0 】

本実施例の外断熱パネル 1 においては、表面層 2 の外表面は多孔性骨材 4 によって凹凸面となっており、蒸散面積が大きくなっている。従って、セメント 5 の親水性とあいまって外表面からの水の蒸散量が増大し、冷却効果がより大きくなる。また、散水・給水を行うことで、水の気化熱により常に表面層 2 が冷却される。従って、夏季の温度上昇を防ぐことによって、構築物の省エネルギー効果が期待でき、また、構築物への熱ストレス変化の防止による寿命延長を図ることが可能である。冬季には散水は行わず、乾燥状態では表面層 2 の断熱性能も期待できる。さらに、表面層 2 は空隙率が高く熱伝導率及び比熱が低いことから、防火性能も高い。

【 0 0 5 1 】

本実施例の外断熱パネル 1 は、次のような方法によって製造することができる。まず、型内に注ぐ前に、セメント 5 (ポルトランドセメント) と水の混合物 (重量比で 1 : 0 . 3 3 ) に対して、例えば、塗料用チタンホワイト粉末などの一般的な白色充填材や熱反射中空ビーズを、見掛けの体積比で 1 のポルトランドセメントに対して 0 . 3 加えて混合する。次に、この混合物を 0 . 5 mm 噴霧して型内底面を覆った後、多孔性骨材 4 にセメント 5 と水の混合物を混合・攪拌したものを型内に注ぐ。さらに、その上に押出發泡ポリスチレン製の保温板 3 を重ねて圧縮成型した後、乾燥する。このような方法によれば、日射反射率の高い外断熱パネル 1 を作成することができる。また、外断熱パネル 1 に後塗装することもできるが、いずれの場合においても薄層が 0 . 0 1 mm より薄い場合には日射反射率が極端に低下する。一方、薄層が 0 . 5 mm より厚い場合には、表面層 2 の外表面からの水の気化が阻害される上、日射反射率は殆ど向上しない。さらに、表面層 2 を作製する際に用いるセメントを白色セメントとすることで日射反射率を高めることができる。また、これらの組成にアナターゼ型酸化チタン粉末を加えることで、日射反射率を高めるとともに、親水性を増大させる。さらに、表面層 2 の外表面が有機物や藻類などによって汚染されるのを防ぐことができる。なお、アナターゼ型酸化チタンは日射によって親水性、防汚性が活性化されるが、薄層が 0 . 0 1 mm より薄いと防汚性が低下してしまう。一方、薄層が 0 . 5 mm より厚くても殆ど性能向上は確認されない。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 2 】

請求項 1 乃至請求項 9 に記載された発明は、構築物の空調エネルギー削減及び構築物の熱ストレスからの保護を目的とした構築物屋根面、壁面への設置はもとより、ヒートアイランド対策を目的とした軽歩行を行う保水性舗道などに適用可能である。

10

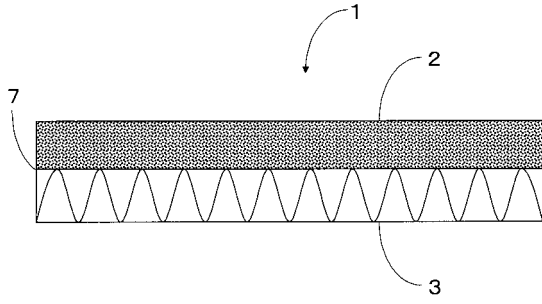
20

30

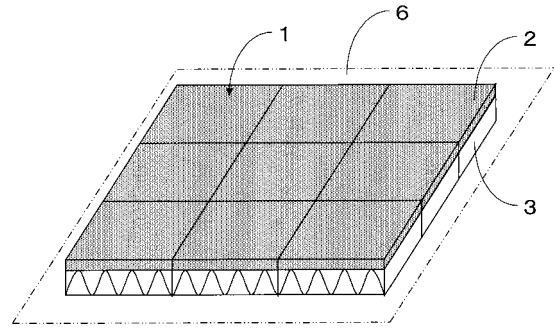
40

50

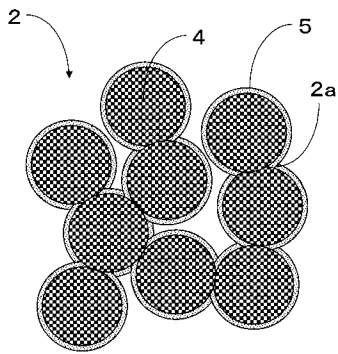
【図1】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-180563(JP,A)  
特開2008-069574(JP,A)  
特開2008-008041(JP,A)  
特開2005-145771(JP,A)  
特開2006-283447(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E04B 1/74 - 1/90  
B32B 1/00 - 35/00