

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5047999号
(P5047999)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl.

F I

B 3 2 B 5/02 (2006.01)
E O 4 B 1/86 (2006.01)B 3 2 B 5/02 A
E O 4 B 1/86 M
E O 4 B 1/86 N
E O 4 B 1/86 T

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-6138 (P2009-6138)
(22) 出願日 平成21年1月14日(2009.1.14)
(65) 公開番号 特開2010-163778 (P2010-163778A)
(43) 公開日 平成22年7月29日(2010.7.29)
審査請求日 平成23年9月13日(2011.9.13)(73) 特許権者 000001085
株式会社クラレ
岡山県倉敷市酒津1621番地
(74) 代理人 100090686
弁理士 鎌田 充生
(74) 代理人 100142594
弁理士 阪中 浩
(72) 発明者 小池 長
茨城県土浦市乙戸1081-60
(72) 発明者 木村 友昭
岡山県岡山市海岸通2丁目4番9号 クラ
レクラフレックス株式会社内
(72) 発明者 飯泉 将人
岡山県岡山市海岸通2丁目4番9号 クラ
レクラフレックス株式会社内
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造パネル及び吸音又は遮音構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

湿熱接着性繊維を含み、この湿熱接着性繊維の融着により繊維が固定された不織繊維構造体とハニカム構造体とが積層されている構造パネル。

【請求項2】

不織繊維構造体が板状体であり、かつ下記(1)～(4)の特性を有する請求項1記載の構造パネル。

(1) 湿熱接着性繊維が、繊維表面において長さ方向に連続する湿熱接着性樹脂を含む

(2) 見掛け密度が $0.05 \sim 0.7 \text{ g/cm}^3$ である

(3) 厚み方向の断面において、厚み方向に三等分した各々の領域における繊維接着率がいずれも $3 \sim 85\%$ であり、かつ各領域における繊維接着率の最大値に対する最小値の割合が 50% 以上である

(4) 少なくとも一方向における最大曲げ応力が 0.05 MPa 以上であり、最大曲げ応力を示す曲げ量に対して 1.5 倍の曲げ量における曲げ応力が、最大曲げ応力に対して $1/5$ 以上である

【請求項3】

ハニカム構造体が複数の又は連続した薄片状シートで構成された板状体であり、かつ前記薄片状シートの厚みが $0.01 \sim 5 \text{ mm}$ であり、板状体の厚みが $5 \sim 200 \text{ mm}$ であり、ハニカム構造を形成する各セルの平均径が $1 \sim 100 \text{ mm}$ である請求項1又は2記載の構造パネル。

10

20

【請求項 4】

不織繊維構造体及びハニカム構造体が板状体であり、不織繊維構造体とハニカム構造体との厚み比が、不織繊維構造体／ハニカム構造体＝ $1/1 \sim 1/10$ である請求項 1～3 のいずれかに記載の構造パネル。

【請求項 5】

不織繊維構造体及びハニカム構造体が板状体であり、ハニカム構造体の両面に不織繊維構造体が積層されている請求項 1～4 のいずれかに記載の構造パネル。

【請求項 6】

不織繊維構造体及びハニカム構造体が板状体であり、ハニカム構造体の一方の面に不織繊維構造体が積層され、かつハニカム構造体の他方の面に反射体が積層されている請求項 1～5 のいずれかに記載の構造パネル。

10

【請求項 7】

吸音又は遮音パネルである請求項 1～6 のいずれかに記載の構造パネル。

【請求項 8】

請求項 1～7 のいずれかに記載の構造パネルを被吸音又は遮音部位に配設した吸音又は遮音構造。

【請求項 9】

構造パネルと被吸音又は遮音部位との間に空気層を介在させる請求項 8 記載の吸音又は遮音構造。

【請求項 10】

20

空気層の厚みが $5 \sim 100$ mm である請求項 9 記載の吸音又は遮音構造。

【請求項 11】

請求項 1～7 のいずれかに記載の構造パネルを用いた吸音又は遮音方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、建築物（例えば、住宅、工場の家屋や設備、ビルディング、病院、学校、体育館、文化会館、公民館、コンサートホール、高速道路の防音壁など）やベヒクル（例えば、自動車などの車両、航空機など）などの防音又は遮音材などに利用可能な構造パネル（吸音パネル）並びにこのパネルを用いた吸音又は遮音構造及び方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来から、住宅、オフィスビルディング、工場、コンサートホールなどの建築物の防音・音響対策の 1 つとして、その天井や壁などに、グラスウールやロックウールに代表される吸音性能を有する吸音部材が取り付けられている。なかでも、このような吸音部材として、経済性、施工性、環境安全性などの点から、グラスウールを用いたパネル状の部材が汎用されている。

【0003】

しかし、従来のパネルは、吸音率が低いため、室内音響を考慮する必要がある室では吸音力が不足する場合が多い。そこで、用途によっては、遮音パネルの上に、接着剤、釘、ビスなどの締結材を利用して、さらに多孔質材料などで構成された吸音パネルを取り付ける方法も行われている。ところが、グラスウールやロックウールなどの多孔質材料で構成された吸音材は、一般に強度が弱く、運搬時、搬入時、施工時等に破損し易い上に、吸音特性、特に低周波数域での吸音特性が低い。

40

【0004】

そこで、特開 2001-081878 号公報（特許文献 1）では、複数のセルにより形成された板状の構造体と、この構造体の裏面に接着された板状の裏面部材と、前記構造体の切断面及び前記裏面部材の双方に接着された長尺部材と、前記構造体の表面及び前記長尺部材の双方に接着された通気性を有する板状の表面部材とを備えた吸音パネルが提案されている。この文献には、表面部材として不織布などの多孔質材料が例示され、裏面部材

50

として中・硬質繊維板、合板、石膏ボードなどの通気性のない材料が例示されている。さらに、前記吸音パネルが、建築物の内装材料として必要な構造強度を有し、広い音域での吸音効果を発揮でき、軽量で内装としての一体感を有すると共に、簡単な施工によりコストを低減できることが記載されている。

【0005】

また、特開2002-227323号公報（特許文献2）では、表面及び裏面が開放されたハニカムコア材と、このハニカムコア材の表面及び裏面にそれぞれ積層され、かつ通気性を有する表面側通気性シート及び裏面側通気性シートと、この裏面側通気性シートの裏面側を覆うように設けられ、かつ裏面側通気性シートとの間に空気層を形成する背面カバーとを備えた吸音パネル及びその取付構造が提案されている。この文献には、表面側及び裏面側通気性シートとしては、不織布やクロスなどが例示されている。さらに、前記吸音パネル及びその取付構造によって、従来と同等以上の吸音性能を確保しながら、大幅な軽量化を図れることが記載されている。

10

【0006】

しかし、これらの吸音パネルでは、強靱性や剛性が低く、用途が制限されるとともに、吸音性能は充分でない。

【0007】

さらに、国際公開WO2007/116676号公報（特許文献3）では、湿熱接着性繊維を含む不織繊維集合体を高温水蒸気で加熱処理することにより、不織繊維構造を有し、かつ厚み方向に均一な接着率で湿熱接着性繊維が融着した硬質の成形体が製造されている。この文献には、前記硬質成形体が建材用ボードとして利用できることが記載されている。

20

【0008】

しかし、この硬質成形体を建材用ボードに利用した場合であっても、室内音響などに必要とされる高度な防音又は遮音性を充足できない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2001-081878号公報（請求項1、段落[0010][0011][0014][0020]）

30

【特許文献2】特開2002-227323号公報（特許請求の範囲、段落[0017][0027]）

【特許文献3】国際公開WO2007/116676号公報（請求の範囲、実施例）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、本発明の目的は、軽量でありながら強靱性を兼ね備えるとともに、吸音及び遮音性に優れた構造パネル並びにこのパネルを用いた吸音又は遮音構造及び方法を提供することにある。

【0011】

40

本発明の他の目的は、低周波数域を含む幅広い周波数の音波に対して高い吸音及び遮音性を有する構造パネル並びにこのパネルを用いた吸音又は遮音構造及び方法を提供することにある。

【0012】

本発明のさらに他の目的は、吸音と反射音とのバランスに優れ、高度な室内音響を要求される用途にも使用可能な構造パネル並びにこのパネルを用いた吸音又は遮音構造及び方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者らは、前記課題を達成するため鋭意検討した結果、繊維が湿熱接着性繊維によ

50

り適度に接着された不織繊維構造体とハニカム構造体とを積層すると、軽量でありながら強靱性を兼ね備るとともに、吸音及び遮音性に優れることを見出し、本発明を完成した。

【0014】

すなわち、本発明の構造パネルは、湿熱接着性繊維を含み、かつこの湿熱接着性繊維の融着により繊維が固定された不織繊維構造体とハニカム構造体とが積層されている。前記不織繊維構造体は板状体であり、かつ下記(1)～(4)の特性を有していてもよい。

【0015】

(1) 湿熱接着性繊維が、繊維表面において長さ方向に連続する湿熱接着性樹脂を含む

(2) 見掛け密度が $0.05 \sim 0.7 \text{ g/cm}^3$ である

(3) 厚み方向の断面において、厚み方向に三等分した各々の領域における繊維接着率がいずれも $3 \sim 85\%$ であり、かつ各領域における繊維接着率の最大値に対する最小値の割合が 50% 以上である

(4) 少なくとも一方向における最大曲げ応力が 0.05 MPa 以上であり、最大曲げ応力を示す曲げ量に対して 1.5 倍の曲げ量における曲げ応力が、最大曲げ応力に対して $1/5$ 以上である。

【0016】

前記ハニカム構造体は、複数の又は連続した薄片状シートで構成された板状体であり、かつ前記薄片状シートの厚みが $0.01 \sim 5 \text{ mm}$ であり、板状体の厚みが $5 \sim 200 \text{ mm}$ であり、ハニカム構造を形成する各セルの平均径が $1 \sim 100 \text{ mm}$ であってもよい。本発明の構造パネルにおいて、不織繊維構造体及びハニカム構造体が板状体であり、不織繊維構造体とハニカム構造体との厚み比が、不織繊維構造体/ハニカム構造体 = $1/1 \sim 1/10$ であってもよい。また、ハニカム構造体の両面に不織繊維構造体が積層されていてもよい。さらに、ハニカム構造体の一方の面に不織繊維構造体が積層され、かつハニカム構造体の他方の面に反射体が積層されていてもよい。本発明の構造パネルは、吸音又は遮音パネルであってもよい。

【0017】

本発明には、前記構造パネルを被吸音又は遮音部位に配設した吸音又は遮音構造も含まれる。この構造において、構造パネルと被吸音又は遮音部位との間に、例えば、厚み $5 \sim 100 \text{ mm}$ 程度の空気層を介在させてもよい。さらに、本発明には、前記構造パネルを用いた吸音又は遮音方法も含まれる。

【発明の効果】

【0018】

本発明の構造パネルは、湿熱接着性繊維により適度に固定された不織繊維構造体とハニカム構造体とを積層しているため、軽量でありながら強靱性を兼ね備るとともに、吸音及び遮音性(特に低周波数域の吸音性)に優れる。また、ハニカム構造体や空気層の厚みを調製することにより、低周波数域を含む幅広い周波数の音波に対して高い吸音及び遮音性を実現できる。さらに、反射体と組み合わせることにより、吸音と反射音とのバランスに優れ、高度な室内音響を要求される用途にも使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明の構造パネルの一例を示す概略斜視図である。

【図2】図2は、本発明の構造パネルの他の例を示す部分切り欠き概略斜視図である。

【図3】図3は、図1及び図2の構造パネルを配設した吸音又は遮音構造の一例を示す概略側面図である。

【図4】図4は、試験1における構造パネルの吸音性能試験結果を示すグラフである。

【図5】図5は、試験2における構造パネルの吸音性能試験結果を示すグラフである。

【図6】図6は、試験3における構造パネルの吸音性能試験結果を示すグラフである。

【図7】図7は、試験4における構造パネルの吸音性能試験結果を示すグラフである。

【図8】図8は、試験5における構造パネルの吸音性能試験結果を示すグラフである。

【図9】図9は、試験6における構造パネルの吸音性能試験結果を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0020】

〔構造パネル〕

本発明の構造パネル（吸音パネル）は、湿熱接着性繊維を含む不織繊維構造体とハニカム構造体とが積層されている。

【0021】

（不織繊維構造体）

不織繊維構造体は、湿熱接着性繊維を含み、かつ不織繊維構造を有する成形体である。さらに、本発明における不織繊維構造体は、前記湿熱接着性繊維の融着により繊維が固定されており、繊維構造に特有の高い吸音断熱性、衝撃吸収性を有するとともに、不織繊維構造を構成する繊維の配列と、この繊維同士の接着状態を調整することにより、通常の不織布では得られない曲げ拳動と軽量性とを両立し、さらに折れ難く、形態保持性及び通気性をも同時に確保している。

10

【0022】

このような不織繊維構造体は、後述するように、前記湿熱接着性繊維を含むウェブに高温（過熱又は加熱）水蒸気を作用させて、湿熱接着性繊維の融点以下の温度で接着作用を発現し、繊維同士を部分的に接着させることにより得られる。すなわち、単繊維及び束状集束繊維同士を湿熱下、適度に小さな空隙を保持しながら、いわば「スクラム」を組むように点接着又は部分接着させて得られる。

【0023】

湿熱接着性繊維は、少なくとも湿熱接着性樹脂で構成されている。湿熱接着性樹脂は、高温水蒸気によって容易に実現可能な温度において、流動又は容易に変形して接着機能を発現可能であればよい。具体的には、熱水（例えば、80～120、特に95～100

20

程度）で軟化して自己接着又は他の繊維に接着可能な熱可塑性樹脂、例えば、エチレン-ビニルアルコール共重合体などのビニルアルコール系重合体、ポリ乳酸などのポリ乳酸系樹脂、（メタ）アクリルアミド単位を含む（メタ）アクリル系共重合体などが挙げられる。さらに、高温水蒸気により容易に流動又は変形して接着可能なエラストマー（例えば、ポリオレフィン系エラストマー、ポリエステル系エラストマー、ポリアミド系エラストマー、ポリウレタン系エラストマー、スチレン系エラストマーなど）などであってもよい。これらの湿熱接着性樹脂は、単独で又は二種以上組み合わせ使用できる。これらのうち、特に、エチレンやプロピレンなどの $-C_{2-10}$ オレフィン単位を含むビニルアルコール系重合体、特に、エチレン-ビニルアルコール系共重合体が好ましい。

30

【0024】

エチレン-ビニルアルコール系共重合体において、エチレン単位の含有量（共重合割合）は、例えば、10～60モル%、好ましくは20～55モル%、さらに好ましくは30～50モル%程度である。エチレン単位がこの範囲にあることにより、湿熱接着性を有するが、熱水溶解性はないという特異な性質が得られる。エチレン単位の割合が少なすぎると、エチレン-ビニルアルコール系共重合体が、低温の蒸気（水）で容易に膨潤又はゲル化し、水に一度濡れただけで形態が変化し易い。一方、エチレン単位の割合が多すぎると、吸湿性が低下し、湿熱による繊維融着が発現し難くなるため、実用性のある強度の確保が困難となる。エチレン単位の割合が、特に30～50モル%の範囲にあると、シート又は板状への加工性が特に優れる。

40

【0025】

エチレン-ビニルアルコール系共重合体におけるビニルアルコール単位のケン化度は、例えば、90～99.99モル%程度であり、好ましくは95～99.98モル%、さらに好ましくは96～99.97モル%程度である。ケン化度が小さすぎると、熱安定性が低下し、熱分解やゲル化によって安定性が低下する。一方、ケン化度が大きすぎると、繊維自体の製造が困難となる。

【0026】

エチレン-ビニルアルコール系共重合体の粘度平均重合度は、必要に応じて選択できる

50

が、例えば、200～2500、好ましくは300～2000、さらに好ましくは400～1500程度である。重合度がこの範囲にあると、紡糸性と湿熱接着性とのバランスに優れる。

【0027】

湿熱接着性繊維の横断面形状（繊維の長さ方向に垂直な断面形状）は、一般的な中実断面形状である丸型断面や異型断面〔偏平状、楕円状、多角形状など〕に限定されず、中空断面状などであってもよい。湿熱接着性繊維は、少なくとも湿熱接着性樹脂を含む複数の樹脂で構成された複合繊維であってもよい。複合繊維は、湿熱接着性樹脂を少なくとも繊維表面の一部に有していればよいが、接着性の点から、繊維表面において長さ方向に連続する湿熱接着性樹脂を有するのが好ましい。湿熱接着性樹脂の被覆率は、例えば、50%以上、好ましくは80%以上、さらに好ましくは90%以上である。

10

【0028】

湿熱接着性樹脂が表面を占める複合繊維の横断面構造としては、例えば、芯鞘型、海島型、サイドバイサイド型又は多層貼合型、放射状貼合型、ランダム複合型などが挙げられる。これらの横断面構造のうち、接着性が高い構造である点から、湿熱接着性樹脂が繊維の全表面を被覆する構造である芯鞘型構造（すなわち、鞘部が湿熱接着性樹脂で構成された芯鞘型構造）が好ましい。芯鞘型構造は、他の繊維形成性重合体で構成された繊維の表面に湿熱接着性樹脂をコーティングした繊維であってもよい。

【0029】

複合繊維の場合、湿熱接着性樹脂同士を組み合わせてもよいが、非湿熱接着性樹脂と組み合わせてもよい。非湿熱接着性樹脂としては、非水溶性又は疎水性樹脂、例えば、ポリオレフィン系樹脂、（メタ）アクリル系樹脂、塩化ビニル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリウレタン系樹脂、熱可塑性エラストマーなどが挙げられる。これらの非湿熱接着性樹脂は、単独で又は二種以上組み合わせで使用できる。

20

【0030】

これらの非湿熱接着性樹脂のうち、耐熱性及び寸法安定性の点から、融点が湿熱接着性樹脂（特にエチレン-ビニルアルコール系共重合体）よりも高い樹脂、例えば、ポリプロピレン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、特に、耐熱性や繊維形成性などのバランスに優れる点から、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂が好ましい。

30

【0031】

ポリエステル系樹脂としては、ポリC₂₋₄アルキレンアリレート系樹脂などの芳香族ポリエステル系樹脂（ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリトリメチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートなど）、特に、PETなどのポリエチレンテレフタレート系樹脂が好ましい。ポリエチレンテレフタレート系樹脂は、エチレンテレフタレート単位の他に、他のジカルボン酸（例えば、イソフタル酸、ナフタレン-2,6-ジカルボン酸、フタル酸、4,4'-ジフェニルジカルボン酸、ビス（カルボキシフェニル）エタン、5-ナトリウムスルホイソフタル酸など）やジオール（例えば、ジエチレングリコール、1,3-プロパンジオール、1,4-ブタンジオール、1,6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、シクロヘキサン-1,4-ジメタノール、ポリエチレングリコール、ポリテトラメチレングリコールなど）で構成された単位を20モル%以下程度の割合で含んでいてもよい。

40

【0032】

ポリアミド系樹脂としては、ポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド610、ポリアミド10、ポリアミド12、ポリアミド6-12などの脂肪族ポリアミドおよびその共重合体、芳香族ジカルボン酸と脂肪族ジアミンとから合成された半芳香族ポリアミドなどが好ましい。これらのポリアミド系樹脂にも、共重合可能な他の単位が含まれていてもよい。

【0033】

湿熱接着性樹脂と非湿熱接着性樹脂（繊維形成性重合体）とで構成された複合繊維の場

50

合、両者の割合（質量比）は、構造（例えば、芯鞘型構造）に応じて選択でき、湿熱接着性樹脂が表面に存在すれば特に限定されないが、例えば、湿熱接着性樹脂／非湿熱接着性樹脂＝90／10～10／90、好ましくは80／20～15／85、さらに好ましくは60／40～20／80程度である。湿熱接着性樹脂の割合が多すぎると、繊維の強度を確保し難く、湿熱接着性樹脂の割合が少なすぎると、繊維表面の長さ方向に連続して湿熱接着性樹脂を存在させるのが困難となり、湿熱接着性が低下する。この傾向は、湿熱接着性樹脂を非湿熱接着性繊維の表面にコートする場合においても同様である。

【0034】

湿熱接着性繊維の平均繊維度は、用途に応じて、例えば、0.01～100 d t e x 程度の範囲から選択でき、好ましくは0.1～50 d t e x、さらに好ましくは0.5～30 d t e x（特に1～10 d t e x）程度である。平均繊維度がこの範囲にあると、繊維の強度と湿熱接着性の発現とのバランスに優れる。

10

【0035】

湿熱接着性繊維の平均繊維長は、例えば、10～100 mm程度の範囲から選択でき、好ましくは20～80 mm、さらに好ましくは25～75 mm程度である。平均繊維長がこの範囲にあると、繊維が十分に絡み合うため、繊維構造体の機械的強度が向上する。

【0036】

湿熱接着性繊維の捲縮率は、例えば、1～50％、好ましくは3～40％、さらに好ましくは5～30％程度である。また、捲縮数は、例えば、1～100個／25 mm、好ましくは5～50個／25 mm、さらに好ましくは10～30個／25 mm程度である。

20

【0037】

不織繊維構造体は、前記湿熱接着性繊維に加えて、さらに非湿熱接着性繊維を含んでいてもよい。非湿熱接着性繊維としては、前記複合繊維を構成する非湿熱接着性樹脂で構成された繊維の他、セルロース系繊維（例えば、レーヨン繊維、アセテート繊維など）などが挙げられる。これらの非湿熱接着性繊維は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの非湿熱接着性繊維は、目的の特性に応じて選択でき、レーヨンなどの半合成繊維と組み合わせると、相対的に高密度で機械的特性の高い繊維構造体を得られる一方、ポリエステル系繊維やポリアミド系繊維などの疎水性繊維と組み合わせると、繊維間の空隙が増大し、かつ融着せずに自由に振動可能な繊維が増加するため、吸音性を向上できる。

30

【0038】

湿熱接着性繊維と非湿熱接着性繊維との割合（質量比）は、パネルの種類や用途に応じて、湿熱接着性繊維／非湿熱接着性繊維＝100／0～20／80（例えば、99／1～20／80）、好ましくは100／0～50／50（例えば、95／5～50／50）、さらに好ましくは100／0～70／30程度である。湿熱接着性繊維の割合が少なすぎると、硬度が低下し、繊維構造体としての取り扱い性の保持が困難となる。

【0039】

繊維構造体（又は繊維）は、さらに、慣用の添加剤、例えば、安定剤（銅化合物などの熱安定剤、紫外線吸収剤、光安定剤、酸化防止剤など）、分散剤、増粘剤、微粒子、着色剤、帯電防止剤、難燃剤、可塑剤、潤滑剤、結晶化速度遅延剤、滑剤、抗菌剤、防虫・防ダニ剤、防カビ剤、つや消し剤、蓄熱剤、香料、蛍光増白剤、湿潤剤、可塑剤などを含んでいてもよい。これらの添加剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの添加剤は、構造体表面に担持されていてもよく、繊維中に含まれていてもよい。

40

【0040】

なお、不織繊維構造体は、難燃性が要求される用途に使用される場合、難燃剤を添加するのが効果的である。難燃剤は、慣用の無機系難燃剤や有機系難燃剤を使用でき、汎用され且つ難燃効果の高いハロゲン系難燃剤やリン系難燃剤であってもよいが、ハロゲン系難燃剤は燃焼時のハロゲンガスの発生に伴う酸性雨の問題を有し、リン系難燃剤は加水分解によるリン化合物流出に伴う湖沼の富栄養化の問題を有している。従って、本発明では、難燃剤としては、これらの問題を回避し、高い難燃性を発揮できる点から、ホウ素系難燃

50

剤及び／又はケイ素系難燃剤を用いるのが好ましい。

【0041】

ホウ素系難燃剤としては、例えば、ホウ酸（オルトホウ酸、メタホウ酸など）、ホウ酸塩〔例えば、四ホウ酸ナトリウムなどのアルカリ金属ホウ酸塩、メタホウ酸バリウムなどのアルカリ土類金属塩、ホウ酸亜鉛などの遷移金属塩など〕、縮合ホウ酸（塩）（ピロホウ酸、四ホウ酸、五ホウ酸、八ホウ酸又はこれらの金属塩など）などが挙げられる。これらのホウ素系難燃剤は、含水物（例えば、含水四ホウ酸ナトリウムであるホウ砂など）であってもよい。これらのホウ素系難燃剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。

【0042】

ケイ素系難燃剤としては、例えば、ポリオルガノシロキサンなどのシリコン化合物、シリカやコロイダルシリカなどの酸化物、ケイ酸カルシウム、ケイ酸アルミニウム、ケイ酸マグネシウム、アルミノケイ酸マグネシウムなどの金属ケイ酸塩などが挙げられる。

【0043】

これらの難燃剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの難燃剤のうち、ホウ酸やホウ砂などのホウ素系難燃剤を主成分とするのが好ましい。特に、ホウ酸とホウ砂とを組み合わせるのが好ましく、両者の割合（質量比）は、ホウ酸／ホウ砂＝90／10～10／90、好ましくは60／40～30／70程度である。ホウ酸及びホウ砂は、水溶液として難燃加工に供してもよく、例えば、水100質量部に対して、ホウ酸を10～35質量部及びホウ砂を15～45質量部程度加えて溶解させて水溶液に調製してもよい。

【0044】

難燃剤の割合は、不織繊維構造体の用途に応じて選択すればよく、例えば、不織繊維構造体の全質量に対して、例えば、1～300質量％、好ましくは5～200質量％、さらに好ましくは10～150質量％程度である。

【0045】

難燃化の方法としては、慣用のディップ・ニップ加工と同様にして、繊維構造体に難燃剤を含有する水溶液やエマルジョンを含浸又は噴霧した後に乾燥させる方法、繊維紡糸時に二軸押出機などで難燃剤を混練した樹脂を押出して紡糸し、この繊維を用いる方法などを使用できる。

【0046】

（不織繊維構造体の特性）

不織繊維構造体（成形体）は、前記繊維で構成されたウェブから得られる不織繊維構造を有しており、その形状は用途に応じて選択でき、断面円形又は楕円形状、多角形状であってもよいが、通常、シート状又は板状である。

【0047】

さらに、不織繊維構造体において、高い硬度（形態安定性）を有するとともに、吸音性と軽量（低密度）性とをバランスよく備えた不織繊維構造を有するためには、前記不織繊維のウェブを構成する繊維の配列状態及び接着状態が適度に調整されている必要がある。すなわち、繊維ウェブを構成する繊維が、概ね繊維ウェブ（不織繊維）面に対して平行に配列しながら、お互いに交差するように各繊維が配列して交点で融着しているのが好ましい。特に、高い形態安定性が要求される繊維構造体は、交点以外の繊維が略平行に並んでいる部分において、数本～数十本程度で束状に融着した束状融着繊維を形成していてもよい。これらの繊維が、単繊維同士の交点、束状繊維同士の交点、又は単繊維と束状繊維との交点において融着した構造を部分的に形成することにより、「スクラム」を組んだような構造（繊維が交点部で接着し、網目のように絡み合った構造、又は交点で繊維が接着し隣接する繊維を互いに拘束する構造）とし、目的とする曲げ挙動や表面硬度などを発現させることができる。本発明では、このような構造が、繊維ウェブの面方向及び厚み方向に沿って概ね均一に分布するような形態とするのが望ましい。本発明では、繊維が振動可能な構造に保持されているため、優れた吸音性を示すとともに、交点での融着により、優れ

10

20

30

40

50

た機械的特性も有している。

【 0 0 4 8 】

ここでいう「概ね繊維ウェブ面に対し平行に配列している」とは、局部的に多数の繊維が厚み方向に沿って配列している部分が繰り返し存在するようなことがない状態を示す。より具体的には、構造体の繊維ウェブにおける任意の断面を顕微鏡観察した際に、繊維ウェブでの厚さの30%以上に亘り、厚み方向に連続して延びる繊維の存在割合（本数割合）が、その断面における全繊維に対して10%以下（特に5%以下）である状態をいう。

【 0 0 4 9 】

さらに、不織繊維構造体において、不織繊維構造を構成する繊維が前記湿熱接着性繊維の融着による繊維接着率は、例えば、3～85%、好ましくは5～60%、さらに好ましくは10～35%程度である。本発明では、このような範囲で繊維が接着されているため、各繊維の自由度が高く、高い吸音性を発現できる。本発明における繊維接着率は、後述する実施例に記載の方法で測定できるが、不織繊維断面における全繊維の断面数に対して、2本以上接着した繊維の断面数の割合を示す。従って、繊維接着率が低いことは、複数の繊維同士が融着する割合（集束して融着した繊維の割合）が少ないことを意味する。

【 0 0 5 0 】

本発明では、さらに、不織繊維構造を構成する繊維は、各々の繊維の接点で接着しているが、できるだけ少ない接点数で大きな曲げ応力を発現するためには、この接着点が、厚み方向に沿って、繊維構造体表面から内部（中央）、そして裏面に至るまで、均一に分布しているのが好ましい。接着点が表面又は内部などに集中すると、優れた機械的特性及び成形性を確保するのが困難となるだけでなく、接着点の少ない部分における形態安定性が低下する。

【 0 0 5 1 】

従って、繊維構造体の厚み方向の断面において、厚み方向に三等分した各々の領域における繊維接着率がいずれも前記範囲にあるのが好ましい。さらに、各領域における繊維接着率の最大値に対する最小値の割合（最小値/最大値）（繊維接着率が最大の領域に対する最小の領域の比率）が、例えば、50%以上（例えば、50～100%）、好ましくは55～99%、さらに好ましくは60～98%（特に70～97%）程度である。本発明では、繊維接着率が、厚み方向において、このような均一性を有しているため、繊維の接着面積が低いにも拘わらず、硬さや曲げ強度、耐折性や靱性も優れている。さらに、繊維の接着面積が低いため、自由に振動可能な繊維が多く、吸音性も高い。すなわち、本発明における不織繊維構造体は、ボードしての機械的特性と、繊維構造体としての吸音性とを両立している。

【 0 0 5 2 】

繊維接着率は、SEMを用いて、不織繊維構造体の断面を拡大した写真を撮影し、所定の領域において、接着した繊維断面の数に基づいて簡便に測定できる。しかし、束状に繊維が融着している場合には、各繊維が束状に又は交点で融着しているため、特に密度が高い場合には、繊維単体として観察することが困難になり易い。この場合、例えば、繊維構造体が湿熱接着性繊維で構成された鞘部と繊維形成性重合体で構成された芯部とで形成された芯鞘型複合繊維で接着されている場合には、融解や洗浄除去などの手段で接着部の融着を解除し、解除前の切断面と比較することにより繊維接着率を測定できる。

【 0 0 5 3 】

繊維構造体は、靱性及び曲げ応力が高く、優れた曲げ挙動を示すことも特徴の一つである。本発明では、この曲げ挙動を表すため、JIS K 7017「繊維強化プラスチック-曲げ特性の求め方」に準じて、サンプルを徐々に曲げたときに生ずるサンプルの反発力を測定し、最大応力（ピーク応力）を曲げ応力として表し、曲げ挙動の指標として用いた。すなわち、この曲げ応力が大きいほど硬い構造体であり、さらに測定対象物が破壊するまでの曲げ量（変位）が大きい程よく曲がる構造体である。

【 0 0 5 4 】

繊維構造体は、少なくとも一方向（好ましくは全ての方向）における最大曲げ応力が0

10

20

30

40

50

、 0.5 MPa 以上であり、好ましくは $0.1 \sim 3.0\text{ MPa}$ 、さらに好ましくは $0.15 \sim 2.0\text{ MPa}$ （特に $0.2 \sim 1.0\text{ MPa}$ ）程度であってもよい。この最大曲げ応力が小さすぎると、板状で使用したときに自重やわずかな荷重により簡単に折れ易い。また、最大曲げ応力が高すぎると、硬くなり過ぎて、応力のピークを過ぎて折り曲げると折れて破損し易くなる。

【0055】

この曲げ量（変位）とそれによる曲げ応力との相関を見ると、最初、曲げ量の増加とともに応力も増加し、例えば、略直線的に増加する。本発明における繊維構造体において、測定サンプルが固有の曲げ量に到達すると、その後は徐々に応力が低くなる。すなわち、曲げ量と応力とをグラフにすると、上に凸の放物線状にカーブを描く相関関係を示す。本発明における繊維構造体は、最大曲げ応力（曲げ応力のピーク）を超えて、さらに曲げようとした場合においても、急激な応力降下を生じることなく、いわゆる「粘り（又は靱性）」を有することも特徴の一つである。本発明では、このような「粘り」を表す指標として、曲げ応力のピーク時の曲げ量（変位）を超えた状態において残っている曲げ応力を用いることができる。すなわち、本発明における繊維構造体は、最大曲げ応力（ピーク応力値）の $1/10$ 以上を維持しており、好ましくは $3/10$ 以上（例えば、 $3/10 \sim 1$ ）、さらに好ましくは $5/10$ 以上（例えば、 $5/10 \sim 9/10$ ）程度維持していてもよい。

10

【0056】

繊維構造体は、繊維間に生ずる空隙により高い軽量性を確保できる。また、これらの空隙は、独立した空隙ではなく連続しているため、高い通気性を有している。このような構造は、樹脂を含浸する方法や、表面部分を密に接着させてフィルム状構造を形成する方法など、これまでの一般的な硬質化手法では製造することが極めて困難な構造である。

20

【0057】

すなわち、不織繊維構造体は低密度であり、具体的には、見掛け密度は、例えば、 $0.05 \sim 0.7\text{ g/cm}^3$ 、好ましくは $0.08 \sim 0.4\text{ g/cm}^3$ 、さらに好ましくは $0.1 \sim 0.35\text{ g/cm}^3$ 程度である。見かけ密度が低すぎると、吸音性が高く軽量ではあるものの、曲げ硬さが低下し、逆に高すぎると、硬さは確保できるものの、吸音性及び軽量性が低下する。

30

【0058】

不織繊維構造体の目付は、例えば、 $50 \sim 10000\text{ g/m}^2$ 程度の範囲から選択でき、好ましくは $150 \sim 8000\text{ g/m}^2$ 、さらに好ましくは $300 \sim 6000\text{ g/m}^2$ 程度である。目付が小さすぎると、硬さを確保することが難しく、また、目付が大きすぎると、ウェブが厚すぎて湿熱加工において、高温水蒸気が十分にウェブ内部に入り込めず、厚み方向に均一な構造体とするのが困難になる。

【0059】

不織繊維構造体が板状又はシート状である場合、その厚みは特に限定されないが、 $1 \sim 100\text{ mm}$ 程度の範囲から選択でき、例えば、 $3 \sim 50\text{ mm}$ 、好ましくは $5 \sim 30\text{ mm}$ 程度である。厚みが薄すぎると、吸音性が低下するとともに、硬さの確保が難しくなり、厚すぎると、質量が重くなるため、取扱性が低下する。

40

【0060】

さらに、本発明における構造体は、不織繊維構造を有するため、通気性に優れており、構造体に化粧フィルムを貼ってボード材として使用する場合、化粧フィルム内の空気が反対側に抜けることにより、フィルム貼付後のフィルムの浮き、剥がれを回避できる。また、貼り付けたフィルムの接着剤が表面の構成繊維に貼り付くとともに、繊維空隙に楔の如く入り込むため、強固な接着を実現できる。さらに、このようなボードを用いることで、ボード内外の空気交換が可能となり、吸音性を要求される用途だけでなく、通気性も要求される運搬容器などにも応用できる。

【0061】

50

具体的にはフラジール形法による通気度が $0.1 \text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{秒})$ 以上 [例えば、 $0.1 \sim 300 \text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{秒})$]、好ましくは $1 \sim 250 \text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{秒})$ 、さらに好ましくは $5 \sim 200 \text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{秒})$ 程度である。通気度が小さすぎると、構造体に空気を通過させるために外部から圧力を加える必要が生じ、自然な空気の入出が困難となる。一方、通気度が大き過ぎると、通気性は高くなるが、構造体内の繊維空隙が大きくなりすぎ、吸音性及び曲げ応力が低下する。

【0062】

さらに、本発明における不織繊維構造体は、前述の如く、繊維接着点を厚み方向に均一に有するため、良好な形態保持性も有している。すなわち、通常の繊維構造体では、パイ
ンダーなどにより必要な曲げ硬さを確保できたとしても、基本的に繊維同士の接着が少な
いため、例えば5mm角程度の小片にカットした場合、わずかな外力により構造体を構成
する繊維が離脱し、最終的には繊維毎に細分化されてしまう。これに対し、本発明におけ
る繊維構造体は、繊維同士が緻密にかつ均一に接着しているため、小片にカットした場合
でも繊維単位に細分化されず、十分に形態を保持できる。これは構造体を切断した際の発
塵性が小さいことも意味している。

【0063】

(不織繊維構造体の製造方法)

不織繊維構造体の製造方法では、まず、前記湿熱接着性繊維を含む繊維をウェブ化する。
ウェブの形成方法としては、慣用の方法、例えば、スパンボンド法、メルトブロー法など
の直接法、メルトブロー繊維やステープル繊維などを用いたカード法、エアレイ法など
の乾式法などを利用できる。これらの方法のうち、メルトブロー繊維やステープル繊維を
用いたカード法、特にステープル繊維を用いたカード法が汎用される。ステープル繊維を
用いて得られたウェブとしては、例えば、ランダムウェブ、セミランダムウェブ、パラレ
ルウェブ、クロスラップウェブなどが挙げられる。これらのウェブのうち、束状融着繊維
の割合を多くする場合には、セミランダムウェブ、パラレルウェブが好ましい。

【0064】

次に、得られた繊維ウェブは、ベルトコンベアにより次工程へ送られ、次いで過熱又は
高温蒸気(高压スチーム)流に晒されることにより、不織繊維構造を有する構造体を得ら
れる。すなわち、ベルトコンベアで運搬された繊維ウェブは、蒸気噴射装置のノズルから
噴出される高速高温水蒸気流の中を通過する際、吹き付けられた高温水蒸気により繊維同
士が三次元的に接着される。特に、本発明における繊維ウェブは通気性を有しているため
、高温水蒸気が内部にまで浸透し、略均一な融着状態を有する構造体を得ることができる。

【0065】

不織繊維構造体は、具体的には、温度 $70 \sim 150$ 、好ましくは $80 \sim 120$ 、さら
に好ましくは $90 \sim 110$ 程度の高温水蒸気を、前記繊維ウェブに対して、圧力 $0.1 \sim 2 \text{ MPa}$ 、
好ましくは $0.2 \sim 1.5 \text{ MPa}$ 、さらに好ましくは $0.3 \sim 1 \text{ MPa}$ 程
度、処理速度 200 m/分 以下、好ましくは $0.1 \sim 100 \text{ m/分}$ 、さらに好ましくは $1 \sim 50 \text{ m/分}$
程度で噴射する方法により得られるが、詳細な製造方法については、国際公
開 $\text{WO}2007/116676$ 号公報(特許文献3)に記載の製造方法を利用できる。

【0066】

得られた不織繊維構造体は、通常、板状又はシート状成形体として得られ、切断加工な
どにより利用されるが、必要に応じて慣用の熱成形により二次成形してもよい。熱成形と
しては、例えば、圧縮成形、圧空成形(押出圧空成形、熱板圧空成形、真空圧空成形など)
、自由吹込成形、真空成形、折り曲げ加工、マッチドモールド成形、熱板成形、湿熱プ
レス成形などが利用できる。

【0067】

(ハニカム構造体)

本発明では、前記不織繊維構造体とハニカム構造体とを積層することにより、吸音性を
向上できる。ハニカム構造体としては、セル構造による空間を有する構造体であれば特に

10

20

30

40

50

制限されず、通常、複数の又は連続した薄片状又は細幅状シートにより、互いに独立した複数のセルが網目状又は格子状に形成された板状構造体である。

【 0 0 6 8 】

ハニカム構造体の材質としては、軽量化の観点から、比重の小さい材質、例えば、紙類、合成樹脂、軽量金属材料などが利用できる。これらの材質のうち、軽量で安価な点から、紙類が好ましい。紙類としては、例えば、ダンボール原紙、紙器用板紙、印刷・情報用紙などが利用できる。難燃性が要求される場合には、水酸化アルミニウムの含浸などにより難燃処理を施した紙、アルミニウムなどの金属箔が積層された紙などが特に適している。

【 0 0 6 9 】

ハニカム構造体を構成する薄片状シートの厚みは、軽量性及びセル内に大きな空間を確保するとともに、構造パネルとしての強度を確保する点から、例えば、0.01～5mm、好ましくは0.02～3mm、さらに好ましくは0.03～2mm（特に0.05～1.5mm）程度である。

【 0 0 7 0 】

ハニカム構造を形成するセルの形状は、いわゆるハニカム形状（六角形状）に限定されず、三角形、格子状（正形状、長形状、菱形状、平行四辺形状などの四角形状）、五角形状、波形状などであってもよい。波状としては、互いに平行な平板状シートとの間に、波形状シートが頂部で接触又は接着した形状（平板状シートと波形状シートとが交互に積層した形状）、互いに平行な平板状シートとの間に、複数の波形状シートが頂部で接触又は接着した形状であってもよい。

【 0 0 7 1 】

各セルの平均径は、吸音域、吸音性、強度などのバランスの点から、例えば、1～100mm、好ましくは3～80mm、さらに好ましくは5～60mm（特に10～50mm）程度であり、5～30mm程度であってもよい。例えば、用途に応じて、セル径が5mm、10mm、20mm、30mmなどの汎用サイズを利用できる。なお、本発明におけるセルの平均径とは、形状に応じて算出され、異形状の場合における長径と短径との平均値を意味する。具体的には、正六角形の場合には対向する辺の最短距離が平均径となり、正方形の場合には各辺の長さがそのまま平均径となり、長方形の場合には長辺と短辺との平均値が平均径となり、波形の場合には、波の頂部の高さとの平均値が平均径となる。

【 0 0 7 2 】

ハニカム構造体の厚み（セルの高さ）も、吸音性や強度などのバランスの点から、例えば、5～200mm、好ましくは10～150mm、さらに好ましくは20～100mm（特に30～80mm）程度である。本発明では、ハニカム構造体の厚みを大きくすることにより、セル内部の空間容積を効果的に向上できるため、吸音効率（特に低周波吸音効率）を向上できる。

【 0 0 7 3 】

ハニカム構造体の市販品としては、例えば、ナゴヤ芯材工業（株）製「ニューダイスコア」「E段コアシリーズ」「ハニカムコアシリーズ」「水酸化アルミコア」「NBコア」などが利用できる。

【 0 0 7 4 】

（構造パネルの積層構造）

本発明の構造パネルは、前記不織繊維構造体と前記ハニカム構造体とが積層されており、図1は、本発明の構造パネルの一例を示す概略斜視図である。構造パネル1は、不織繊維構造体2と、波状のセル形状を有するペーパーハニカム構造体3とが積層された構造パネルである。不織繊維構造体2とペーパーハニカム構造体3とは、両構造体の接触部において、接着剤（ポリ酢酸ビニル系接着剤など）で接合されている。さらに、このペーパーハニカム構造体3は、波形状シート（薄片状シート）と平板状シート（薄片状シート）とが交互に積層されることにより、ハニカム構造を形成している。

【 0 0 7 5 】

また、不織繊維構造体とハニカム構造体との積層方式としては、不織繊維構造体がハニカム構造体の両面に積層されていてもよく、図 2 は、本発明の構造パネルの他の例を示す部分切り欠き概略斜視図である。構造パネル 2 1 は、長形状のセル形状を有するペーパーハニカム構造体 2 3 の両面に、不織繊維構造体 2 2 a と 2 2 b とが積層された構造パネルである。不織繊維構造体 2 2 a 及び 2 2 b とペーパーハニカム構造体 2 3 とは、両構造体の接触部において、接着剤（ポリ酢酸ビニル系接着剤など）で接合されている。本発明では、ハニカム構造体の両面に不織繊維構造体を積層したパネルは、片面にのみ不織繊維構造体を積層したパネルよりも、吸音効果を更に向上し、特に吸音域を広くできる。

【 0 0 7 6 】

本発明の構造パネルにおいて、不織繊維構造体とハニカム構造体との厚み比（ハニカム構造体の両層に不織繊維構造体を形成する場合は単層の厚み）は、例えば、不織繊維構造体 / ハニカム構造体 = $1 / 1 \sim 1 / 10$ 、好ましくは $1 / 2 \sim 1 / 9$ 、さらに好ましくは $1 / 3 \sim 1 / 8$ （特に $1 / 4 \sim 1 / 7$ ）程度である。ハニカム構造体の厚み比を大きくすることにより、低周波域での吸音特性を向上でき、さらに不織繊維構造体をハニカム構造体の両面に積層することにより、バランスのとれた吸音特性を実現できる。

【 0 0 7 7 】

さらに、本発明の構造パネルは、必要であれば、さらに反射体、仕上げ材などを積層してもよい。特に、本発明の構造パネルは、ハニカム構造体的一方の面に不織繊維構造体が積層され、かつハニカム構造体の他方の面に反射体が積層されていてもよい。具体的に、ハニカム構造体の両面を面材で被覆した態様として、例えば、下記の組み合わせなどが挙げられる。

【 0 0 7 8 】

不織繊維構造体 / ハニカム構造体 / 不織繊維構造体
仕上げ材 / 不織繊維構造体 / ハニカム構造体 / 不織繊維構造体 / 仕上げ材
仕上げ材 / 不織繊維構造体 / ハニカム構造体 / 反射体。

【 0 0 7 9 】

前記積層体において、反射体としては、音波の反射効果を有する材質であれば特に限定されないが、軽量性の点から、例えば、塩ビ鋼板（ポリ塩化ビニル被覆金属板）、合板（積層木質ボード）、合成樹脂板、無機繊維不織布などが汎用される。反射体の厚みは、例えば、 $0.01 \sim 10 \text{ mm}$ 、好ましくは $0.02 \sim 5 \text{ mm}$ 、さらに好ましくは $0.03 \sim 3 \text{ mm}$ 程度である。本発明では、反射体を積層することにより、吸音や遮音効果に加えて、適度な反射音をも発生させることにより、コンサートホールなどの高度な室内音響を要求される用途にも使用できる。

【 0 0 8 0 】

仕上げ材としては、慣用の仕上げ材が利用でき、例えば、布クロス、木質系仕上げ材、フィルム、紙などが利用できる。さらに、構造パネルを装飾する場合には、通気性を有する化粧クロスなどを使用することが好ましい。仕上げ材の厚みは、例えば、 $0.1 \sim 5 \text{ mm}$ 、好ましくは $0.3 \sim 3 \text{ mm}$ 、さらに好ましくは $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 程度である。

【 0 0 8 1 】

さらに、構造パネルの難燃性を向上させる点から、ガラス繊維不織布や炭素繊維不織布などの無機繊維不織布を積層してもよい。

【 0 0 8 2 】

本発明の構造パネルは、ハニカム構造体に成形体などの表面部材が接着されるので、建築の内装材として適当な機械的強度（圧縮強度、曲げ強度など）を有している。従って、表面部材の厚みが数 mm 程度以下に構成でき、構造パネルを軽量且つ安価に製造できる。

【 0 0 8 3 】

本発明の構造パネルにおいて、不織繊維構造体とハニカム構造体との接合方法としては、軽量性及び生産性などの点から、接着剤又は粘着剤を用いた接合方法が好ましい。接着剤又は粘着剤としては、構造体の材質、特にハニカム構造体の材質に応じて選択でき、吸

10

20

30

40

50

音特性を低下しない材質であれば特に限定されず、ポリ酢酸ビニル系接着剤の他、慣用の接着剤（例えば、デンプンやカゼインなどの天然高分子系接着剤、ビニル系重合体、ポリエステル系樹脂、ポリアミド樹脂系などの熱可塑性樹脂系接着剤、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂系接着剤など）や慣用の粘着剤（例えば、ゴム系粘着剤、アクリル系粘着剤など）などを利用できる。これらのうち、多孔質材料に対する接着性の点から、ポリ酢酸ビニル系接着剤、ポリアクリル酸エステル系接着剤、デンプン系接着剤などが汎用される。さらに、仕上げ材や反射体との接合方法としても、接着剤又は粘着剤を用いた接合方法が好ましく、材質に応じて慣用の接着剤又は粘着剤を利用できる。接着剤又は粘着剤は、接着箇所や材質の種類に応じて、適宜種類を選択して使用してもよい。

【 0 0 8 4 】

10

なお、積層体の接合方法（例えば、不織繊維構造体とハニカム構造体との接合方法）は、接着剤又は粘着剤での接合方法に限定されず、粘着テープや係合手段を用いて、端部又は側部を固定する方法などであってもよい。

【 0 0 8 5 】

本発明の構造パネルは、軽量かつ安価であるだけでなく、不織繊維構造に由来する良好な通気性をも保持できるという優れた特長を有している。さらに、吸音及び遮音性を有するため、残響音を少なくできるとともに、反射体と組み合わせることにより、音響設備にも利用できる。

【 0 0 8 6 】

〔 吸音又は遮音構造 〕

20

本発明の吸音又は遮音構造は、前記構造パネルを被吸音又は遮音部位に配設した構造である。すなわち、本発明では、被取付体の被吸音又は遮音部位（例えば、建築物の壁、天井、床など）に本発明の構造パネルを配設することにより、建築物の内外での音を吸音又は遮音することができる。図 3 は、図 1 及び図 2 の構造パネルを配設した吸音又は遮音構造の一例を示す概略側面図である。

【 0 0 8 7 】

図 3（a）では、不織繊維構造体 2 とペーパーハニカム構造体 3 とが積層された構造パネル 1 が、ペーパーハニカム構造体 3 が壁 3 1 と向き合うように配設されている。さらに、構造パネル 1 は、支持具 3 2 によって、壁 3 1 の壁面とハニカム構造体 3 の表面との間に背後空気層 3 3 を介在させた状態で壁 3 1 に配設されている。一方、図 3（b）でも、不織繊維構造体 2 2 a 及び 2 2 b を両面に有するペーパーハニカム構造体 2 3 で構成された構造パネル 2 1 が、支持具 4 2 によって、壁 4 1 の壁面と不織繊維構造体 2 2 b の表面との間に背後空気層 4 3 が介在させた状態で壁 4 1 に配設されている。

30

【 0 0 8 8 】

空気層（背後空気層）の厚みは、設置される空間の大きさや要求される吸音特性に応じて適宜選択でき、例えば、5 ～ 1 0 0 mm、好ましくは 1 0 ～ 9 0 mm、さらに好ましくは 2 0 ～ 8 0 mm（特に 3 0 ～ 7 0 mm）程度である。空気層の厚みは、周波域との関連が大きく、空気層の厚みを大きくすることにより、低周波域の吸音特性を向上できる。さらに、ハニカム構造体の両面に不織繊維構造体を積層したパネルでは、低周波域から高周波域の幅広い周波域に亘る吸音性を実現できる。

40

【 0 0 8 9 】

このように、本発明では、背後空気層とは、構造パネルを建築物などの壁、天井、床などに設置する際に、構造パネルと天井面、壁面、床面との間に設けられた空気層を意味する。本発明では、背後空気層を設けることによって、さらに吸音性能を向上することができる。特に、本発明の構造パネルは、不織繊維構造体とハニカム構造体とが積層され、強度が大きいため、背後空気層を設けることが容易になる。背後空気層を形成する方法は、構造パネルの背後に空気層を形成できれば特に限定されず、設置場所に応じて適宜選択でき、前述の支持具を用いる方法の他、枠組みだけの空洞のボックスを構造パネルに積層する方法などであってもよい。

【 0 0 9 0 】

50

なお、背後空気層を形成せずに設置してもよく、例えば、壁面、天井面、床面などに密着させてもよい。さらに、このような方法において、吸音特性を向上させるためには、例えば、ハニカム構造体の厚みを向上させることにより、同様の効果が達成できる。

【0091】

さらに、本発明の構造パネルは、高い剛性を有するため、施工上においても有利である。すなわち、本発明の構造パネルを大板状に形成し、固定具などの取付ピッチを広くした場合でも、その形状が保持され、構造上の支障は生じないという特徴も有している。

【0092】

本発明の構造パネルを用いると、優れた吸音性能、特に、低周波数域における優れた吸音性能を実現できる。具体的には、本発明の構造パネルは、音として感知できる周波数の範囲（10～20000Hz程度）に対して吸音性を示し、通常、100～10000Hz程度の周波数を有する音に対して用いられる。特に、本発明の構造パネルは、ハニカム構造体の内部体積や背後空気層の調整により、低周波域、例えば、200～5000Hz、好ましくは300～3000Hz、さらに好ましくは400～2500Hz（特に500～2000Hz）の周波数の音に対しても効果的である。

【実施例】

【0093】

以下、実施例により、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。実施例における各物性値は、以下に示す方法により測定した。なお、実施例中の「部」及び「%」はことわりのない限り、質量基準である。

【0094】

（1）エチレン・ビニルアルコール系共重合体のメルトインデックス（MI）

JIS K 6760に準じて、190、21.2N荷重の条件下、メルトインデクサーを用いて測定した。

【0095】

（2）目付（ g/m^2 ）

JIS L 1913「一般短繊維不織布試験方法」に準じて測定した。

【0096】

（3）厚み（mm）、見掛け密度（ g/cm^3 ）

JIS L 1913「一般短繊維不織布試験方法」に準じて厚さを測定し、この値と目付けの値とから見掛け密度を算出した。

【0097】

（4）通気度

JIS L 1096に準じ、フラジール形法にて測定した。

【0098】

（5）曲げ応力

JIS K 7017に記載の方法のうちA法（3点曲げ法）に準じて測定した。このとき、測定サンプルは25mm幅×80mm長のサンプルを用い、支点間距離を50mmとし、試験速度を2mm/分として測定を行った。本発明では、この測定結果チャートにおける最大応力（ピーク応力）を最大曲げ応力とした。なお、曲げ応力の測定は、MD方向及びCD方向について測定した。ここで、MD方向とは、測定サンプルの長辺に対しウェブ流れ方向（MD）が平行となるように測定サンプルを採取した状態をいい、一方、CD方向とは、測定サンプルの長辺に対しウェブ幅方向（CD）が平行となるように測定サンプルを採取した状態をいう。

【0099】

（6）1.5倍変位応力

曲げ応力の測定において、最大曲げ応力（曲げピーク応力）を示す曲げ量（変位）を超え、さらにその変位の1.5倍の変位まで曲げつづけた時の応力を、1.5倍変位応力とした。

【0100】

(7) 繊維接着率

走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて、構造体断面を 100 倍に拡大した写真を撮影した。撮影した構造体の厚み方向における断面写真を厚み方向に三等分し、三等分した各領域 (表面、内部 (中央)、裏面) において、そこに見出せる繊維切断面 (繊維端面) の数に対して繊維同士が接着している切断面の数の割合を求めた。各領域に見出せる全繊維断面数のうち、2 本以上の繊維が接着した状態の断面の数の占める割合を以下の式に基づいて百分率で表わした。なお、繊維同士が接触する部分には、融着することなく単に接触している部分と、融着により接着している部分とがある。但し、顕微鏡撮影のために構造体を切断することにより、構造体の切断面においては、各繊維が有する応力によって、単に接触している繊維同士は分離する。従って、断面写真において、接触している繊維同士は、接着していると判断できる。

10

【0101】

繊維接着率 (%) = (2 本以上接着した繊維の断面数) / (全繊維断面数) × 100

但し、各写真について、断面の見える繊維は全て計数し、繊維断面数 100 以下の場合には、観察する写真を追加して全繊維断面数が 100 を超えるようにした。なお、三等分した各領域についてそれぞれ繊維接着率を求め、その最大値に対する最小値の割合 (最小値 / 最大値) も併せて求めた。

【0102】

(8) 吸音率

音響インピーダンス管を用いた吸音率測定システム (ブリューエル & ケアー社製、2 マイクロフォンインピーダンス管 4206 型の大型測定管) を用いて、JIS A-1405 法に準じて垂直入射吸音率を測定した。

20

【0103】

実験例 1

(不織繊維構造体の製造例)

湿熱接着性繊維として、芯成分がポリエチレンテレフタレート、鞘成分がエチレン - ビニルアルコール共重合体 (エチレン含有量 44 モル%、ケン化度 98.4 モル%) である芯鞘型複合ステーブル繊維 ((株) クラレ製、「ソフィスタ」、繊維度 3 d t e x、繊維長 51 mm、芯鞘質量比 = 50 / 50、捲縮数 21 個 / 25 mm、捲縮率 13.5%) を準備した。

30

【0104】

この芯鞘型複合ステーブル繊維を用いて、カード法により目付約 100 g / m² のカードウェブを作製し、このウェブを 9 枚重ねて合計目付約 900 g / m² のカードウェブとした。

【0105】

このカードウェブを、50 メッシュ、幅 500 mm のステンレス製エンドレスネットを装備したベルトコンベアに移送した。尚、このベルトコンベアの金網の上部には同じ金網を有するベルトコンベアが装備されており、それぞれが同じ速度で同方向に回転し、これら両金網の間隔を任意に調整可能なベルトコンベアを使用した。

【0106】

40

次いで、下側コンベアに備えられた水蒸気噴射装置へカードウェブを導入し、この装置から 0.4 MPa の高温水蒸気をカードウェブの厚み方向に向けて通過するように (垂直に) 噴出して水蒸気処理を施し、不織繊維構造を有する成形体を得た。この水蒸気噴射装置は、下側のコンベア内に、コンベアネットを介して高温水蒸気をウェブに向かって吹き付けるようにノズルが設置され、上側のコンベアにサクシオン装置が設置されていた。また、この噴射装置のウェブ進行方向における下流側には、ノズルとサクシオン装置との配置が逆転した組合せである噴射装置がもう一台設置されており、ウェブの表裏両面に対して蒸気処理を施した。

【0107】

なお、水蒸気噴射ノズルの孔径は 0.3 mm であり、ノズルがコンベアの幅方向に沿っ

50

て1mmピッチで1列に並べられた蒸気噴射装置を使用した。加工速度は3m/分であり、ノズル側とサクシオン側の上下コンベアベルト間の間隔(距離)は5mmとした。ノズルはコンベアベルトの裏側にベルトとほぼ接するように配置した。

【0108】

得られた不織繊維構造体(成形体)は、ボード状の形態を有し、一般的な不織布に比べて非常に硬質であった。また、曲げ応力ピークを超えても破壊せず、極端な応力の低下もなかった。さらに、形態保持性試験を行っても形状の変化はなく、質量も減少せず、きわめて良好な結果が得られた。

【0109】

得られた不織繊維構造体の特性を表1に示す。

【0110】

【表1】

表1

目付	888g/m ²
厚み	5.73mm
密度	0.155g/cm ³
通気度	41.9cm ³ /(cm ² ・秒)
曲げ応力(MD)	0.38MPa
曲げ応力(CD)	0.18MPa
1.5倍変位応力(MD)	0.32MPa
繊維接着率(表面)	18.4%
繊維接着率(中央)	17.1%
繊維接着率(裏面)	21.9%
繊維接着率の均一性	78.1%

【0111】

(ハニカム構造体)

ハニカム構造体として、セル形状が波形で、セルサイズ(平均径)5mmである板状ペーパーハニカム構造体(ナゴヤ芯材工業(株)製、製品番号「NB NKN」)を使用した。板状ハニカム構造体の厚みは、10mm、20mm、30mmの3種類を使用した。

【0112】

(試験1)

本発明の構造パネルの吸音性能を確認するため、下記(A)~(C)の3種類のパネルについて試験を行った。

【0113】

(C)不織繊維構造体単体(厚さ5.73mm、密度0.155g/cm³)

(B)ハニカム構造体単体(厚さ10mm)

(A)図1に示す本発明の構造パネル[ハニカム構造体(B)の片面に不織繊維構造体(C)を接着したパネル]

構造パネル(A)、ハニカム構造体(B)及び不織繊維構造体(C)について吸音性能の測定を行った結果を図4に示す。図4の結果から、本発明の構造パネル(A)の吸音性能は、不織繊維構造体(C)単体、ハニカム構造体(B)単体に比べて優れていることがわかる。特に、周波数1000~5000Hzにおける構造パネル(A)の吸音率は、不織繊維構造体(C)及びハニカム構造体(B)の吸音率の和よりも高く、相乗的な効果を示した。

【0114】

(試験2)

本発明の構造パネルを構成するハニカム構造体の厚みが吸音性能に与える影響について検証を行った。

【 0 1 1 5 】

(A 1 0) : 試験 1 における構造パネル (A) と同じパネル

(A 2 0) : 構造パネル (A) において厚み 2 0 m m のハニカム構造体を用いたパネル

(A 3 0) : 構造パネル (A) において厚さ 3 0 m m のハニカム構造体を用いたパネル

前記構造パネル (A 1 0) 、構造パネル (A 2 0) 及び構造パネル (A 3 0) について、試験 1 と同様に、吸音性能の測定を行った結果を図 5 に示す。図 5 の結果から、ハニカムの厚みが大きいほどハニカム構造体の内部空間が大きくなるため、構造パネルの低周波吸音率の向上が顕著であった。

【 0 1 1 6 】

(試験 3)

本発明の構造パネルの配設において、背後空気層を形成した構造 (図 3 (a) の構造) における背後空気層の厚みが吸音性能に与える影響について検証した。

【 0 1 1 7 】

(A 2 0) : 構造パネル (A 2 0) を、空気層を形成せずに配設した構造

(C 1 0) : 構造パネル (A 2 0) に対して、厚み 1 0 m m の空気層を形成した構造

(C 3 0) : 構造パネル (A 2 0) に対して、厚み 3 0 m m の空気層を形成した構造

(C 5 0) : 構造パネル (A 2 0) に対して、厚み 5 0 m m の空気層を形成した構造

前記構造 (A 2 0) 、構造 (C 1 0) 、構造 (C 3 0) 及び構造 (C 5 0) について、試験 1 と同様に、吸音性能の測定を行った結果を図 6 に示す。図 6 の結果から、背後空気層の厚みが大きいほど、構造パネルの低周波吸音率の向上が顕著であった。

【 0 1 1 8 】

実験例 2

不織繊維構造体がハニカム構造体の両面に積層された構造パネルの吸音性能について検証を行った。

【 0 1 1 9 】

(試験 4)

(A) : 試験 1 における構造パネル (A)

(C B C) : 試験 1 におけるハニカム構造体 (B) の両面に不織繊維構造体 (C) が積層された構造パネル

前記構造パネル (A) 及び構造パネル (C B C) について、試験 1 と同様に、吸音性能の測定を行った結果を図 7 に示す。図 7 の結果から、不織繊維構造体がハニカム構造体の片面に積層された構造パネルよりも、不織繊維構造体がハニカム構造体の両面に積層された構造パネルの方が、低周波数域 ~ 中周波数域においては吸音率が向上した。

【 0 1 2 0 】

(試験 5)

ハニカム構造体の両面に不織繊維構造体が積層された構造パネルにおいて、構成するハニカム構造体のセルの大小が吸音性能に与える影響について検証を行った。

【 0 1 2 1 】

(C B C) : 試験 4 と同じ構造パネル (C B C)

(C E 2 0 C) : 構造パネル (C B C) において、ハニカム構造体 (B) の代わりにセルサイズ 3 5 × 2 0 m m のハニカム構造体 (製品番号 N o . 3 5 E 、ナゴヤ芯材工業 (株) 製) を使用したパネル (図 2 に示す構造パネル)

(C E 3 0 C) : 構造パネル (C B C) において、ハニカム構造体 (B) の代わりにセルサイズ 3 5 × 3 0 m m のハニカム構造体 (製品番号 N o . 3 5 E 、ナゴヤ芯材工業 (株) 製) (図 2 に示す構造パネル)

前記構造パネル (C B C) 、構造パネル (C E 2 0 C) 及び構造パネル (C E 3 0 C) について、試験 1 と同様に、吸音性能の測定を行った結果を図 8 に示す。図 8 の結果から、ハニカム構造体の両面に成形体が積層された構造パネルにおいて、構成するハニカム構造体のセルサイズが大きいほど吸音性能、特に低周波数域の吸音性能が向上した。

【 0 1 2 2 】

(試験6)

ハニカム構造体の両面に不織繊維構造体が積層された本発明の構造パネルの配設において、背後空気層を形成した吸音又は遮音構造(図3(b)の構造)における背後空気層の厚みが吸音性能に与える影響について検証した。

【0123】

(CE20C): 構造パネル(CE20C)を、空気層を形成せずに配設した構造

(D10): 構造パネル(CE20C)に対して、厚み10mmの空気層を形成した構造

(D30): 構造パネル(CE20C)に対して、厚み30mmの空気層を形成した構造

(D50): 構造パネル(CE20C)に対して、厚み50mmの空気層を形成した構造

前記構造(CE20C)、構造(D10)、構造(D30)及び構造(D50)について試験1と同様に、吸音性能の測定を行った結果を図9に示す。図9の結果から、背後空気層が大きいほど、構造パネルの低周波吸音率の向上が顕著であった。

【0124】

さらに、試験1～6における中低周波の吸音率を下記の表2に示す。

【0125】

【表2】

表2

試験 No.	試料	吸音率	
		500Hz	1000Hz
試験1	A	0.08844	0.27213
	B	0.04092	0.09227
	C	0.02542	0.05365
試験2	A10	0.08844	0.27213
	A20	0.20185	0.54058
	A30	0.39154	0.74190
試験3	A20	0.20185	0.54058
	C10	0.34840	0.77444
	C30	0.61423	0.97200
	C50	0.79654	0.99720
試験4	A	0.09878	0.27069
	CBC	0.16996	0.45527
試験5	CBC	0.16996	0.45527
	CE20C	0.30351	0.67578
	CE30C	0.41492	0.73327
試験6	CE20C	0.30351	0.67578
	D10	0.46362	0.84801
	D30	0.66077	0.88992
	D50	0.75052	0.84826

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0126】

本発明の構造パネルは、高い吸音又は遮音性を有しているので、建築物（例えば、住宅、工場の家屋や設備、ビルディング、病院、学校、体育館、文化会館、公民館、コンサートホール、高速道路の防音壁など）やベヒクル（例えば、自動車などの車両、航空機など）などに用いられる吸音又は遮音パネルとして有効に利用できる。特に、高い吸音及び遮音性と強度とを要求される建築物（住宅やコンサートホールなど）に使用される間仕切りパネル、可動間仕切りパネル、天井材、床材、衝立、ドア、雨戸、シャッター、屏風などにも利用できる。さらに、本発明の構造パネルは、通気性に優れる点を生かして、通気性の必要な建築部材としても利用できる。特に、本発明の構造パネルは、低周波数域に対し

10

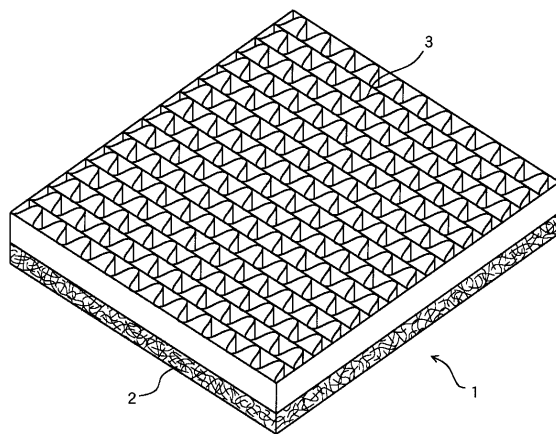
【符号の説明】

【0127】

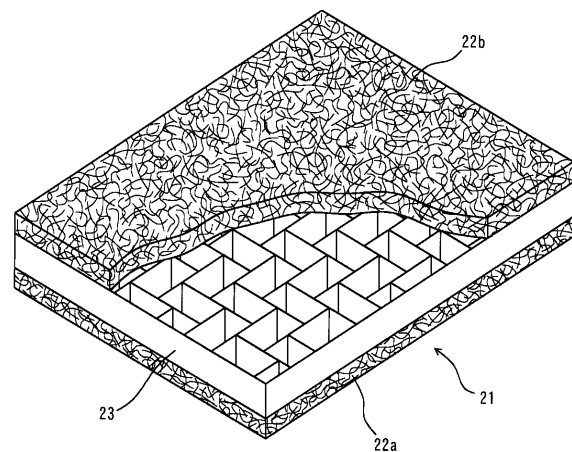
- 1, 21 ... 構造パネル
- 2, 22a, 22b ... 不織繊維構造体
- 3, 23 ... ハニカム構造体
- 31, 41 ... 壁
- 32 ... 支持具
- 33, 43 ... 背後空気層

20

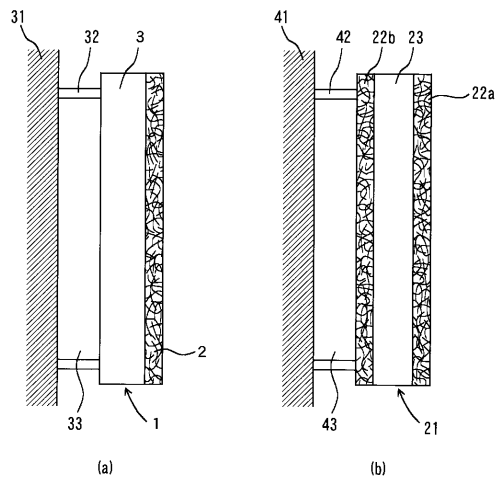
【図1】



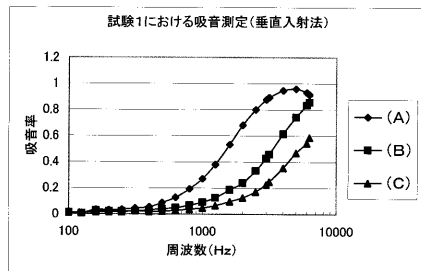
【図2】



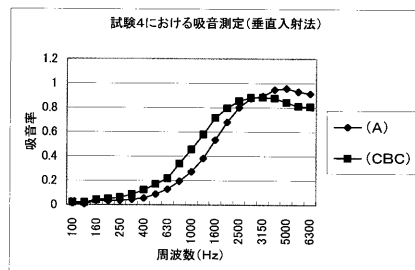
【図 3】



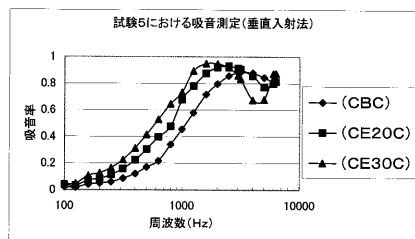
【図 4】



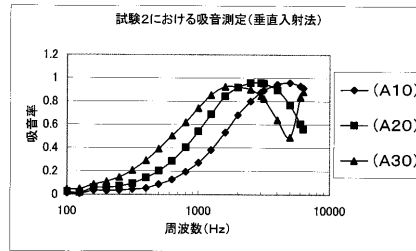
【図 7】



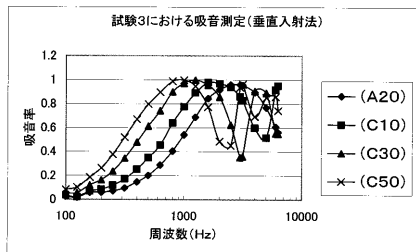
【図 8】



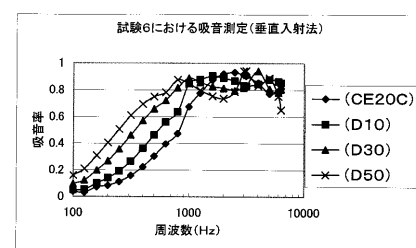
【図 5】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 相田 元

(56)参考文献 国際公開第2007/116676(WO, A1)
特開2007-137045(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B32B	1/00 - 43/00
D04H	1/00 - 18/04
E04B	1/86