

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-19379

(P2010-19379A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.
F 1 6 F 15/04 (2006.01)F 1
F 1 6 F 15/04テーマコード (参考)
3 J 0 4 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-181824 (P2008-181824)
(22) 出願日 平成20年7月11日 (2008.7.11)(71) 出願人 505005049
スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニー
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
-3427, セント ポール, ポスト オ
フィス ボックス 33427, スリーエ
ム センター
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100077517
弁理士 石田 敬
(74) 代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
(74) 代理人 100111903
弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

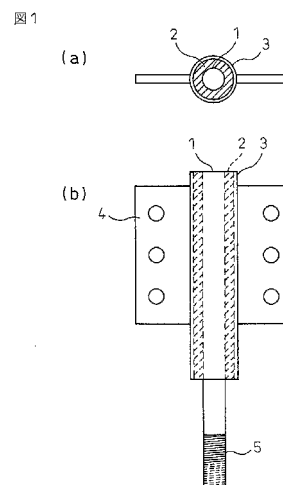
(54) 【発明の名称】 筒状粘弾性ダンパーの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】簡単な構成で、容易に製造することができる筒状粘弾性ダンパーの製造方法を提供する。

【解決手段】筒もしくは柱状の芯材1と、筒状の外筒部材3と、前記芯材1と前記外筒部材3との間に充填された粘弾性体(振動吸収部材)2を含む粘弾性ダンパー10の製造方法であって、筒もしくは柱状の芯材1を用意すること、前記芯材1の周りに接着性を持ったシート状粘弾性体2を、筒状の外筒部材3の内側サイズに適合する外側サイズとなるように巻きつけること、前記芯材1の周りに巻きつけたシート状粘弾性体2の外側表面、及び／又は前記筒状の外筒部材3の内側表面に液状物を塗布すること、前記液状物を塗布した後、前記シート状粘弾性体2を、前記筒状の外筒部材3に挿入すること、前記液状物を蒸発させ又は反応させることにより、前記シート状粘弾性体2と前記外筒部材3との接着性を向上させること、を含む粘弾性ダンパー10の製造方法。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒もしくは柱状の芯材と、筒状の外筒部材と、前記芯材と前記外筒部材との間に充填された粘弾性体（振動吸収部材）を含む粘弾性ダンパーの製造方法であって、

筒もしくは柱状の芯材を用意すること、

前記芯材の周りに接着性を持ったシート状粘弾性体を、筒状の外筒部材の内側サイズに適合する外側サイズとなるように巻きつけること、

前記芯材の周りに巻きつけたシート状粘弾性体の外側表面、及び／又は前記筒状の外筒部材の内側表面に液状物を塗布すること、

前記液状物を塗布した後、前記シート状粘弾性体を、前記筒状の外筒部材に挿入すること、

前記液状物を蒸発させ又は反応させることにより、前記シート状粘弾性体と前記外筒部材との接着性を向上させること、

を含む、粘弾性ダンパーの製造方法。

【請求項 2】

前記液状物はアクリル系重合性接着剤であり、前記液状物を重合反応によって硬化させることで前記シート状粘弾性体と前記外筒部材との接着性を向上させる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記液状物はエタノールであり、それを蒸発させることで前記シート状粘弾性体と前記外筒部材との接着性を向上させる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の方法により製造される、粘弾性ダンパー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は振動を減衰させる筒状の粘弾性ダンパーの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

建築物には、地震による振動、風揺れを低減する目的で種々のダンパーが設置されている。粘弾性ダンパーは、地震、風揺れなどの振動エネルギーを吸収するために、一般的には、鋼板のあいだに粘弾性体を挟んだサンドイッチ状の構造となっている。振動が加わった際に鋼板の間の粘弾性体がせん断変形して振動エネルギーを吸収するようになっている。

【0003】

住宅やビルにおいて、制振効果を得るために外観でもすぐれている筒型のダンパーが求められている。たとえば、特許文献 1（特開平 9－133169 号公報）は外筒の内周壁に円筒状のエラストマーが固着され、このエラストマーの内周壁に円筒状の内筒が固着されている粘弾性ダンパーを記載している。小型で耐久性にすぐれた粘弾性ダンパーとされるが、円筒状のエラストマーの固着法について具体的な記述はない。

【0004】

特許文献 2（特開平 9－279695 号公報）は、外部材と内部材との間隙に粘弾性体を充填してなる粘弾性ダンパーを、ブレースまたは方丈として設置した耐震補強構造を記載している。特許文献 3（特開平 10－141435 号公報）は、剛性を有する拘束部材間に粘弾性層を挟着した、複数の粘弾性ダンパー単位からなり、該粘弾性層がそれぞれ異なる高分子粘弾性材料から構成されている振動減衰装置を記載している。特許文献 3 は「丸棒（円柱）状の金属部材とその外側に同軸的に配置された円筒状金属部材との間に、高分子粘弾性体を挟着したシリンダー形状のものなどがあること」を記載している。しかし、これらの文献はいかに粘弾性ダンパーを製造するかについて具体的に記載していない。

【0005】

10

20

30

40

50

特許文献4（特開2003-286774号公報）は筒状の外筒部材の内部に所定のすきまを設けて筒状の内筒部材を配置し、それらを高温にして、前記隙間に、ホットメルトの粘弾性体を流し込むことによる粘弾性ダンパー、その製造方法およびその粘弾性ダンパーを用いた耐震構造を記載している。

【0006】

特許文献5（特公昭51-1932号公報）は、平坦表面の部材を用いた粘弾性ダンパーの構造について記述している。追加的に、円筒形粘弾性ダンパーについての代表的な二種類の製作方法についても示唆されている。特許文献5は「本発明の制振ユニットの極めて多用途の構造においては、2つの互いに同心をなした剛固な管状部材がビスコエラスティック材料の円筒状の層により互いに分離されている。この種の構造は上記の構造よりも多少高価値となるであろう。それは、上記ビスコエラスティック材料が液状の成分からその所定の位置に重合化されるのに適当にされた場合を除いて、上記ビスコエラスティック材料の層が上記の内方の管状部材に被着された後に外側の管状部材が組立てのため結合されることを通常必要とするからである。」と記載している。

【0007】

上述のとおり、筒状ダンパーは、一般的な方法として、粘弾性材料として制振用エラストマー組成物を用いる場合には、この組成物を溶融温度以上に加熱して溶融させて、軸材（芯材）と外筒の間の筒内部に流し込み、放冷して筒状に成形することにより作製される。しかしながら、部材と粘弾性体との良好な接着性を得るために、流し込む際には、部材全体を加熱しておく必要があり、かつ筒内に充填するさいには型枠から漏れないようにシールすることが必須であり、組み立てが煩雑になり製造工程に時間を要するとの問題があった。

【0008】

また、軸材と外筒の間の筒内部に反応液を注入して、熱にて反応固化させることにより筒内に充填された粘弾性体を得ることが考えられるが、実際の作製においては、やはり、筒内に液状物を充填する際には個別に型枠から漏れないようにシールすることが必須であり組み立てが煩雑になり製造工程に時間を要する。また、粘弾性材料として液状アクリル系材料を用いる場合には、注入後、熱重合にて固化させることとなるが、熱重合反応が急激に進むために、発泡などを生じて均一な粘弾性体を得ることが難しい。

【0009】

また、別の方法としては、シート状の粘弾性材料を用いる場合には、芯になる部材にシート材料を貼り付けた後、その上から、あらかじめ分割された部材から構成される外筒を適切な圧着方法を用いて組み立てることによることが考えられる。しかし、外筒分割のための構造設計上の手数および実際の製造上では組み立てが煩雑になり製造工程に時間がかかるとの問題がある。

【0010】

【特許文献1】特開平9-133169号公報

【特許文献2】特開平9-279695号公報

【特許文献3】特開平10-141435号公報

【特許文献4】特開2003-286774号公報

【特許文献5】特公昭51-1932号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、簡単な構成で、容易に製造することができる筒状粘弾性ダンパーの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、1つの態様において、筒もしくは柱状の芯材と、筒状の外筒部材と、前記芯材と前記外筒部材との間に充填された粘弾性体（振動吸収部材）を含む粘弾性ダンパーの

10

20

30

40

50

製造方法であって、

筒もしくは柱状の芯材を用意すること、

前記芯材の周りに接着性を持ったシート状粘弾性体を、筒状の外筒部材の内側サイズに適合する外側サイズとなるように巻きつけること、

前記芯材の周りに巻きつけたシート状粘弾性体の外側表面、及び／又は前記筒状の外筒部材の内側表面に液状物を塗布すること、

前記液状物を塗布した後、前記シート状粘弾性体を、前記筒状の外筒部材に挿入すること、

前記液状物を蒸発させ又は反応させることにより、前記シート状粘弾性体と前記外筒部材との接着性を向上させること、

を含む、粘弾性ダンパーの製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0013】

本発明により、住宅又はビル向け等の安定した粘弾性特性を示す筒状の粘弾性ダンパーを簡便に作製することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明において、粘弾性ダンパーは、筒もしくは柱状の芯材と、筒状の外筒部材と、前記芯材と前記外筒部材との間に充填された粘弾性体（振動吸収部材）を含む。

このような粘弾性ダンパーは、筒もしくは柱状の芯材を用意し、その周りに接着性を持ったシート状粘弾性体を、筒状の外筒部材の内側サイズに適合する外側サイズとなるように巻きつけ、この芯材の周りに巻きつけたシート状粘弾性体の外側表面、及び／又は前記筒状の外筒部材の内側表面に液状物を塗布し、前記液状物を塗布した後、前記シート状粘弾性体を、前記筒状の外筒部材に挿入し、その液状物を蒸発させ又は反応させることにより、シート状粘弾性体と前記外筒部材との接着性を向上させることを含む、方法によって製造される。

【0015】

芯材は、筒状の粘弾性ダンパーに従来から使用されているものであってよく、たとえば、中実で棒状の金属部材または中空で筒状の金属部材であってよい。芯材を構成する金属部材は通常、鋼材である。外筒部材は、芯材との間に粘弾性体を保持することで振動を抑制する粘弾性ダンパーを形成する。外筒部材はその内壁が粘弾性体と結合している。外筒部材は、筒状の粘弾性ダンパーに従来から使用されているものであってよく、たとえば、中空で筒状の金属部材、たとえば、鋼材であってよい。また、芯材は円筒状又は円柱状の形状でなくてもよく、また、外筒部材は円筒状の形状でなくてもよく、たとえば、断面が閉じている（閉断面である）かぎり、多角形状（たとえば、三角形、四角形、五角形、六角形など）のものであってもよい。材料の入手のし易さ、外観性という観点から、芯材は好ましくは円筒状又は円柱状であり、外筒部材は好ましくは円筒状である。

【0016】

芯材の周りには接着性を持つシート状粘弾性体が巻かれる。このシート状粘弾性体はそれ自体が接着性を有するものであっても又は接着性を事後的に付与したものであってもよい。粘弾性体の両面に粘着テープを貼り付けるまたは接着剤を塗布することで接着性を事後的に付与することができる。しかし、シート状粘弾性体は好ましくはそれ自体が接着性を有するものである。接着性をもったシート状粘弾性体の代表的なものとしては、アクリル系粘弾性体がある。なお、シート状粘弾性体は必ずしも周囲全体に巻かれていなくてもよいが、好ましくは、周囲全体に巻かれて、芯材と外筒部材との間を完全に充填している。

【0017】

粘弾性ダンパーに使用するためのシート状アクリル系粘弾性体は、特に限定されずに、従来の既知のアクリル系粘弾性体から選択されることができ、1つの態様において、たとえば、特開平11-124925号公報に記載されているものである。より具体的には、たとえば、アクリル系粘弾性体を構成するアクリル系ポリマーは、a)炭素数1～14の

10

20

30

40

50

直鎖状もしくは分岐状アルキル基を有するアルキル（メタ）アクリレート 70～80 質量部、b) 上記アクリル（メタ）アクリレートと共重合可能であり、かつその共重合体のガラス転移温度が 50℃以上となるビニル系モノマー 30～20 質量部を含む組成物を重合したポリマーである。なお、本明細書中において、「（メタ）アクリレート」及び「（メタ）アクリル」とはアクリレートもしくはメタクリレート、アクリルもしくはメタクリルをそれぞれ意味する。

【0018】

炭素数 1～14 の直鎖状もしくは分岐状アルキル基を有するアルキル（メタ）アクリレートとしては、好ましくはアルキル基の炭素数が 4～12 のアルキル（メタ）アクリレートが用いられ、具体例としては、（メタ）アクリル酸 n-ブチル、（メタ）アクリル酸 2-エチルヘキシル、（メタ）アクリル酸 イソオクチル、（メタ）アクリル酸 イソノニル、（メタ）アクリル酸 イソミリスチルなどを挙げることができる。

10

【0019】

上記アルキル（メタ）アクリレートの中でも、ブチルアクリレート及び 2-エチルヘキシルアクリレートは、良好な制振性を得るのに必要な材料特性を有するので、好適に用いられる。アルキル（メタ）アクリレートの配合割合が 70 質量部未満及び 80 質量部を超える場合には、十分な制振性を得ることができないことがある。

【0020】

上記特定のビニル系モノマーとしては、高い損失正接を与えるような分子間相互作用が強いものが好ましい。従って、上記ビニル系モノマーとしては、アクリル酸、メタクリル酸、カルボキシエチルアクリレート、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、N-ビニルピロリドン、アクリルアミド、メタクリルアミド、イソボルニル（メタ）アクリレート、アクリロイルモルフォリン、アルコキシアルキルアクリレートなどが挙げられる。中でも、アクリル酸、メタクリル酸、N-ビニルピロリドン、メタクリルアミドは、良好な制振性を得るのに必要な材料特性を有するので、好適に用いられる。ビニル系モノマーの配合割合が 20 質量部未満の場合及び 30 質量部を超える場合には、十分な制振性を得ることができないことがある。

20

【0021】

アクリル系ポリマーは、好ましい態様において、ブチルアクリレート及び／または 2-エチルヘキシルアクリレート 70～80 質量部、b) アクリル酸、メタクリル酸、ビニルピロリドン及びメタクリルアミドからなる群から選択した少なくとも 1 種であり、ブチルアクリレート及び 2-エチルヘキシルアクリレートと共重合可能であり、かつその共重合体のガラス転移温度が 50℃以上であるビニル系モノマー 30～20 質量部を含む組成物を重合して得られるポリマーである。

30

【0022】

シート状粘弾性体のためのアクリル系ポリマーは、別の態様において、炭素数が 14～22 の長鎖アルキル基を含有する（メタ）アクリルモノマーを含むものであることもできる。本発明に使用される炭素数が 14～22 のアルキル基を有する（メタ）アクリルモノマー（C14-C22 モノマー）は、一般に、 $\text{CH}_2=\text{CR}^1\text{COOR}^2$ （式中、 R^1 は水素又はメチルであり、 R^2 は炭素数が 14～22 のアルキル基である）で表される。C14-C22 モノマーとしては、たとえば、イソステアリル（メタ）アクリレート、セチル（メタ）アクリレート、n-ステアリル（メタ）アクリレート、n-ベヘニル（メタ）アクリレート、イソミリスチル（メタ）アクリレート、イソパルミチル（メタ）アクリレートなどを用いることができる。C14-C22 モノマーのアルキル基として、分岐しているものを用いる場合には、低温での粘弾性体材料の結晶化を抑制することができる。低温での結晶化を抑制するためには、C14-C22 モノマーのうちの少なくとも 50 質量%が分岐しているアルキル基を有する（メタ）アクリルモノマーであることが好ましい。

40

【0023】

上記の C14-C22 モノマーとの組み合わせで、カルボキシ基含有モノマーも使用される。カルボキシ基含有モノマーとしては、不飽和モノカルボン酸（たとえば、アク

50

リル酸、メタクリル酸など)、不飽和ジカルボン酸(たとえば、マレイン酸、イタコン酸など)、 ω -カルボキシポリカプロラクトンモノアクリレート、フタル酸モノヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、 β -カルボキシエチルアクリレート、2-(メタ)アクリロイルオキシエチルコハク酸、又は、2-(メタ)アクリロイルオキシエチルヘキサヒドロフタル酸などが使用できる。C14-C22モノマーとカルボキシル基含有モノマーとの混合物の配合比は、C14-C22モノマー92~95質量%に対して、カルボキシル基含有モノマーが5~8質量%である。カルボキシル基含有モノマーの量が5質量%より小さいと、粘弾性体組成物のせん断貯蔵弾性率 G' が小さくなり、また、凝集力が低下してしまう。また、損失正接 $\tan \delta$ も小さくなり、ダンパー性能に劣る。その一方、カルボキシル基含有モノマーの量が8質量%より大きいと、0℃及び40℃でのせん断貯蔵弾性率の比 G'_{0}/G'_{40} が15を超えてしまう。なお、 G'_{0}/G'_{40} は粘弾性体の温度依存性の指標であり、それが大きいほど、温度依存性が高くなる。

10

【0024】

上述のアクリルポリマーを製造するための重合方法は特に限定されず、紫外線重合などの光重合、熱重合、電子線重合などで重合を行うことができる。

【0025】

また、光重合を用いる場合には、通常、光ラジカル開始剤が用いられる。光ラジカル開始剤としては、特に限定されず、従来より公知の単官能光ラジカル重合開始剤などを用いることができる。このような光ラジカル重合開始剤の例としては、4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル(2-ヒドロキシ-2-プロピル)ケトン〔商品名：ダロキュアー2959、メルク社製〕、 α -ヒドロキシ- α , α' -ジメチルアセトフェノン〔商品名：ダロキュアー1173、メルク社製〕、メトキシアセトフェノン、2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノンなどのアセトフェノン系；ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテルなどのベンゾインエーテル系；ベンジルジメチルケタールなどのケタール系；その他、ハロゲン化ケトン、アシルホスフィノキシド、アシルホスファナートなどを挙げることができる。その使用量は、通常、モノマー100質量部を基準として0.05~5質量部である。

20

【0026】

熱重合を用いる場合には、一般に、熱重合開始剤が使用される。熱重合開始剤としては、ジアシルパーオキシド類、パーオキシケタール類、ケトンパーオキシド類、ヒドロパーオキシド類、ジアルキルパーオキシド類、パーオキシエステル類、パーオキシジカーボネート類などの有機過酸化物フリーラジカル開始剤を用いることができる。具体的には、ラウロイルパーオキシド、ベンゾイルパーオキシド、シクロヘキサノンパーオキシド、1,1-ビス(tert-ブチルペルオキシ)3,3,5-トリメチルシクロヘキサノール、tert-ブチルヒドロパーオキシドなどが挙げられる。熱重合開始剤の量は、モノマー100質量部を基準として0.05~5質量部である。

30

【0027】

粘弾性体材料のためのポリマーには、粘弾性製品に高水準の粘着力を付与するために、粘着付与樹脂を含有させることもできる。本発明で用いられる粘着付与樹脂としては、ロジン系樹脂、変性ロジン系樹脂(水素添加ロジン系樹脂、不均化ロジン樹脂、重合ロジン系樹脂など)、テルペン樹脂、テルペンフェノール樹脂、芳香族変性テルペン樹脂、C₅及びC₉系石油樹脂、クマロン樹脂などがある。

40

【0028】

本発明の粘弾性体材料のためのポリマーには増粘剤やチキソトロップ剤、増量剤や充填剤などの通常用いられる添加剤を配合してもよい。増粘剤としては、アクリルゴム、エピクロルヒドリンゴム、イソプレングム、ブチルゴムなどが用いられる。チキソトロップ剤としては、コロイドシリカ、ポリビニルピロリドンなどが用いられる。増量剤としては、炭酸カルシウム、酸化チタン、クレーなどが用いられる。充填剤としては、ガラスバルン、アルミナバルン、セラミックバルンなどの無機中空体；ナイロンビーズ、アクリルビーズ、シリコンビーズなどの有機球状体；塩化ビニリデンバルン、アクリルバルンなどの有

50

機中空体；ポリエステル、レーヨン、ナイロンなどの単繊維などが用いられる。

【0029】

シート状粘弾性体を芯材の周りに巻いた後に、シート状粘弾性体の外側表面に液状物を塗布する。この液状物は、シート状粘弾性体を巻いた芯材を外筒部材に挿入することを容易にする。液状物は、好ましくは、反応性液体であり、粘弾性体と外筒部材を強固に一体化する。しかし、粘弾性体が接着性を有する場合には、非反応性液体であってもよい。非反応性液体は、シート状粘弾性体に塗布した際には外筒部材への挿入が容易になるように粘弾性体に滑り性を与えるが、挿入後に、蒸発によって除去され、粘弾性体の接着性を復元することができるものであればよい。非反応性液体としては、たとえば、メタノール、エタノール、界面活性剤を混入した水などの揮発性液体を用いることができる。

10

【0030】

反応性液体は、アクリル系硬化性接着剤、エポキシ系硬化性接着剤、ウレタン系硬化性接着剤などの硬化性樹脂組成物が挙げられる。挿入後の光照射は困難であるから、硬化性樹脂組成物は好ましくは熱硬化性又は湿分硬化性である。アクリル系硬化性接着剤は、たとえば、粘弾性体を構成するポリマーの原料モノマーと同一の又は異なる（メタ）アクリルモノマー又はその重合性プレポリマーを含むものである。明細書中、「重合性プレポリマー」とは、モノマーを部分重合したオリゴマーとモノマーとを含む、重合性混合物を意味する。アクリル系重合性化合物含有硬化性組成物は、好ましくは熱重合開始剤をさらに含み、熱硬化性が付与されている。熱重合開始剤は上述のアクリル系粘弾性ポリマーの製造に関して記載したのと同じの種類及び量で利用できる。アクリル系プレポリマーの粘度は $50 \text{ mPa} \cdot \text{s} \sim 50,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ に調整される。このような粘度であると、粘弾性体の表面に十分に塗布することができるとともに、外筒部材との摩擦を低減し、円滑に粘弾性体を巻いた芯材を容易に挿入することができる。なお、粘度は JIS K 7117-1 に準拠した B 型粘度計を用い、 25°C において測定する。

20

【0031】

反応性液体は、別の態様において、エポキシ接着剤またはウレタン接着剤であることができる。有用なエポキシ接着剤は開環反応によって重合可能な少なくとも 1 つのオキシラン環を有する任意の有機化合物を含むエポキシ樹脂組成物である。このような材料（一般にエポキシドと呼ばれる）としては、モノマーおよびポリマーの両方のエポキシドが挙げられ、脂肪族、複素環式、脂環式、または芳香族であってもよい、それらの組み合わせであってもよい。有用なエポキシ樹脂接着剤としては、ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング（Minnesota Mining and Manufacturing Company）より入手可能な 3MTM スコッチウェルド（Scotch-Weld）TM エポキシ樹脂接着剤が挙げられ、例えば、製品名が DP-100、DP-105、DP-110、DP-125、DP-190、DP-270、DP-420、DP-460、1751、1833、1838、2158、2210、2216、および 3501 のものが挙げられる。

30

【0032】

有用なウレタン接着剤は、湿気に曝露すると硬化し架橋するウレタン接着剤である。このような市販の硬化性ウレタン接着剤としては、製品名が 3MTM スコッチウェルド（Scotch-Weld）TM DP-605NS、620NS Black、3532、3535、および 3549（ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング（Minnesota Mining and Manufacturing Company）より入手可能）の接着剤が挙げられる。

40

【0033】

本発明は、他の態様において、本発明の粘弾性ダンパーの製造方法によって製造される筒状粘弾性ダンパーである。筒状粘弾性ダンパーは筒もしくは柱状の芯材と、筒状の外筒部材と、前記芯材と前記外筒部材との間に充填された筒状の粘弾性体（振動吸収部材）を含む。このような筒状粘弾性ダンパーは住宅又はビルの制振装置として使用することができる。

50

【実施例】

【0034】

実施例1（アクリル接着剤）の例

棒状部材の鋼棒（材質SS400、直径16mm、長さ230mm）を芯にしてそのまわりにアクリル系粘弾性体シート（住友スリーエム社製 S J - 2 1 0 5 スコッチダンプ粘弾性ポリマー、1.7mm厚さ、140mm幅）を巻き付けて、直径約36mmの円柱物を得た。円柱物で、アクリル系粘弾性体シートの巻き終わりの端部はシートの厚さ分の段差が生じた。

【0035】

アクリル系反応性液体としては、I O A / A A / H D D A (8 7 . 5 / 1 2 . 5 / 0 . 1) (質量比) の重合性プレポリマー + 1.0wt% パーロイルTML を以下のとおりに製造した。

10

なお、I O A はイソオクチルアクリレート（3M社製）であり、A A はアクリル酸（東亜合成株式会社製）であり、H D D A は 1, 6 - ヘキサンジオールジアクリレート（共栄社化学株式会社製 ライトアクリレートTM1, 6HX-A）であり、パーロイルTML はジラウロイルパーオキサイド（日油株式会社製）である。

I O A 87.5質量部、A A 12.5質量部、光開始剤としてI r g a c u r e 6 5 1（CIBA-GEIGY社製、2, 2 - ジメトキシ - 2 - フェニルアセトフェノン）0.04質量部を均一になるまでフラスコ中で攪拌し、窒素ガスによるバブリングを行い、光波長300~400nmかつ351nmに最大発光スペクトルを有する蛍光黒色電球（S y l v a n i a F 2 0 T 1 2 B）で積算量90mJ/cm²の紫外線を照射し、反応率10%、粘度1,000mPa・sの重合性プレポリマーを作成した。

20

【0036】

できた重合性プレポリマー 100質量部に、H D D A 0.1質量部、パーロイルTML を1.0質量部加え、さらに攪拌均一化し、アクリル系反応性液体を製造した。

上述のアクリル系反応液体を円柱物の表面および円筒状部材の内面にうすく塗布した後、円筒状部材の鋼管（材質SS400、外径42.7mm、厚さ3.2mm、長さ150mm）に挿入した。組み立てられた円筒状試験体を熱オーブン内（80℃）にて12時間置いた。外筒部分と内芯部分の間に強固に密着した外観上均一な粘弾性体層が得られた。

【0037】

円筒状粘弾性ダンパーの粘弾性特性値の評価方法

30

円筒状部材の鋼管として、その側面に接続用プレートがあらかじめ溶接された円筒状部材の鋼管を用いた以外は上記と同様にして円筒状試験体を作製した。図1に示すとおり、円筒形粘弾性ダンパー10において、芯材1としての鋼材と、円筒状部材3との間に粘弾性体2が配置されている。円筒状部材3にはその側面に接続用プレート4が溶接されており、芯材の端部はねじ山5になっている。円筒状部材の接続用プレート4及び芯材のネジ山5を振動試験機に接続した。また、円筒状粘弾性ダンパーを平面積層型ダンパーと比較するために、鋼板（60mmX150mmX厚さ12mm）の両面に粘弾性体シート（50mmX50mmX5mm厚）を貼り付けて、さらに各々の粘弾性体シートの上に、鋼材（60mmX150mmX厚さ9mm）を貼り付けて、2面せん断タイプの平面積層型ダンパーも作製した。

【0038】

40

円筒状試験体を振動試験機（MTS System Corporation社製 モデル810材料試験システム）に取り付けて、粘弾性特性（貯蔵せん断弾性率、損失係数）を測定した。振幅試験における円筒型試験体の特性値と、平面積層型試験体の特性値の比率（＝円筒型/平面積層型）を表1に示す。表に示すとおり、本発明の円筒状型試験体は、種々の測定条件（振動数、せん断歪）で平面積層型試験体と同等の粘弾性特性を示した。

【0039】

【表 1】

表 1 振幅試験の結果

温度 (℃)	振動数 (Hz)	せん断歪 (%)	G'	η
			円筒型/平面型	円筒型/平面型
20	0.33	10	1.03	0.89
		50	1.01	0.92
		100	0.99	0.92
	1	10	1.00	0.91
		50	0.97	0.93
		100	0.96	0.93
	3	10	0.97	0.93
		50	0.94	0.96
		100	0.90	0.99

10

【0040】

なお、各特性値は、以下のとおりの材料特性値計算方法により求めた。

上述の試験により、図2に示すとおりの履歴曲線が得られる。得られた履歴曲線において、 $F_{\max}$ （最大荷重）、 $U_{\max}$ （最大変形）を求め、ダンパー特性値の計算を行う。半波2（1サイクル目の荷重が負となる部分であって、図中、斜線部分で示している）について評価を行う。

20

<計算方法>

（1）対象とする半波2における履歴曲線の面積を E_D とし、最大変形 $U_{\max}$ を用いて、粘弾性ダンパーの損失剛性 K'' を求める。変位=0の点、つまり速度最大の点における荷重が $K'' \times U_{\max}$ で表されることより、 K'' は粘弾性ダンパーの粘性を示す指標である。楕円の面積（=エネルギー吸収量）が、

【0041】

【数1】

30

$$E_D = \pi K'' U_{\max}^2$$

【0042】

の式で表されることより、損失剛性は次式により求められる。

【0043】

【数2】

40

$$K'' = \frac{2E_D}{\pi U_{\max}^2}$$

【0044】

（2）粘弾性ダンパーの弾性剛性 K' を、次式により求める。

【0045】

【数 3】

$$K' = \sqrt{\left(\frac{F_{\max}}{U_{\max}}\right)^2 - (K'')^2}$$

【0046】

この式は、粘弾性ダンパーの弾性剛性 K' と粘性剛性 K'' によって、最大変形 $U_{\max}$ と最大荷重 $F_{\max}$ を結ぶ傾きが、

【0047】

【数 4】

$$\left(\frac{F_{\max}}{U_{\max}}\right)^2 = (K')^2 + (K'')^2$$

【0048】

として表されることを利用したものである。

(3) 粘弾性ダンパーの粘性と弾性の比を表す損失係数 η を、次式により求める。

【0049】

【数 5】

$$\eta = \frac{K''}{K'}$$

【0050】

$\eta=0$ の場合、変形 = 0における荷重が0となるため、完全な弾性体となる。このことより、 η はエネルギー吸収能力を表す指標となる。

【0051】

なお、貯蔵せん断剛性 G' は、計算に用いるせん断面積により変化する。平面積層型試験体であれば、せん断面積は $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 2 \text{面} = 5000\text{mm}^2$ と単純に求められるが、円筒型試験体では内径と外径が異なるため、せん断面積は容易には決定できない。そこで、各振動数のせん断歪10%の载荷において、平面積層型と円筒型の材料特性値が等しくなるせん断面積を求めた。せん断面積として 9097mm^2 と同定した。表1には、このせん断面積を用いて計算した貯蔵せん断剛性 G' について、平面積層型、円筒型の比率を示した。せん断歪10%から大きく変化させたせん断歪50%、100%においても平面積層型、円筒型の G' の比率は1.0付近であり、よく一致していることがわかる。

【0052】

さらに、粘弾性特性値評価用の円筒状試験体を作製した後、この試験体を振動試験機に取り付けて、温度 20°C 、振動数1 Hzのもとで、せん断歪50%、100%、200%、300%、350%、400%、450%、500%、550%、600%、650%での振動試験を行った。上記の歪を周期的に加えたときに、応答として周期的な荷重が生じて、局部的にも凸凹のないスムーズな楕円形状を示す、荷重－変形の履歴曲線が得られた。また、各せん断歪での振動試験の後に、再度、せん断歪50%での確認载荷試験を行ったが、大幅な荷重の低下、大幅な粘弾性体の剥離は見られなかった。例として、せん断歪100%での振動試験の結果を図3に示す。

【0053】

実施例2（エポキシ接着剤）の例

実施例1と同様にして、棒状部材の鋼棒にアクリル系粘弾性シートを巻き付けて、直径約30mmの円柱物を得た。上記の円柱物の表面および円筒状の鋼管（材質SS400、外径34mm、厚さ2.3mm、長さ150mm）の内面に、3M社製2液系エポキシ接着剤3MTMスコッチウェルド（Scotch-Weld）TMDP-105クリアを塗布した後、円筒状の鋼管に挿入した。組み立てられた円筒状試験体を室温にて24時間置いた。外筒部分と内芯部分の間に強固に密着した外觀上均一な粘弾性体層が得られた。

実施例1と同様にして、粘弾性特性値評価用の円筒状試験体を作製した後、この試験体を振動試験機に取り付けて、温度20℃、振動数1 Hzのもとで、せん断歪50%、100%、200%、300%、350%、400%、450%、500%、550%、600%、650%での振動試験を行った。上記の歪を周期的に加えたときに、応答として周期的な荷重が生じて、局部的にも凸凹のないスムーズな楕円形状を示す、荷重－変形の履歴曲線が得られた。また、各せん断歪での振動試験の後に、再度、せん断歪50%での確認載荷試験を行ったが、大幅な荷重の低下、大幅な粘弾性体の剥離は見られなかった。例として、せん断歪100%での振動試験の結果を図4に示す。

【0054】

実施例3（ウレタン接着剤）の例

実施例2と同様にして得られた円柱物の表面および円筒状の鋼管（材質SS400、外径34mm、厚さ2.3mm、長さ150mm）の内面に、3M社製2液系ウレタン接着剤3MTMスコッチウェルド（Scotch-Weld）TMDP-620NS BLACKを塗布した後、円筒状の鋼管に挿入した。組み立てられた円筒状試験体を室温にて24時間置いた。外筒部分と内芯部分の間に強固に密着した外觀上均一な粘弾性体層が得られた。

本例のサンプルについて、実施例1と同様にして振動試験を行った。上記の歪を周期的に加えたときに、応答として周期的な荷重が生じて、局部的にも凸凹のないスムーズな楕円形状を示す、荷重－変形の履歴曲線が得られた。また、各せん断歪での振動試験の後に、再度、せん断歪50%での確認載荷試験を行ったが、大幅な荷重の低下、大幅な粘弾性体の剥離は見られなかった。例として、せん断歪100%での振動試験の結果を図5に示す。

【0055】

実施例4（エタノール）の例

アルミパンに注がれた和光純薬製試薬一級エタノール約100ml中に、実施例2と同様にして得られた円柱物を浸漬してその表面、および円筒状の鋼管（材質SS400、外径34mm、厚さ2.3mm、長さ150mm）の内面にエタノールを塗布した。その後、円柱物を円筒状の鋼管に挿入した。組み立てられた円筒状試験体を熱オープン内（80℃）にて15時間置いた。外筒部分と内芯部分の間に強固に密着した外觀上均一な粘弾性体層が得られた。

本例のサンプルについて、実施例1と同様にして振動試験を行った。上記の歪を周期的に加えたときに、応答として周期的な荷重が生じて、局部的にも凸凹のないスムーズな楕円形状を示す、荷重－変形の履歴曲線が得られた。また、各せん断歪での振動試験の後に、再度、せん断歪50%での確認載荷試験を行ったが、大幅な荷重の低下、大幅な粘弾性体の剥離は見られなかった。例として、せん断歪100%での振動試験の結果を図6に示す。

【0056】

実施例5（ひも状VEMの巻き付け）の例

アクリル系粘弾性シート（住友スリーエム社製 SJ-2105 スコッチダンプ粘弾性ポリマー、幅20cm、長さ40cm、厚さ1.7mm）をあらかじめ4層に積層した後、幅15mmX長さ40cmのひも状に切断した。そのひも状物を棒状部材の鋼棒（材質SS400、直径16mm、長さ230mm）に端よりなるべく隙間なく巻き付けていき、直径約30mm、長さ約10cmの円柱物を得た。

上述のアクリル系反応液体を円柱物の表面および円筒状の鋼管（材質SS400、外径34mm、厚さ2.3mm、長さ150mm）の内面に塗布した後、円筒状部材の鋼管に挿入した。組み立てられた円筒状試験体を熱オープン内（80℃）にて15時間置いた。外筒部分と内芯部分の

間に強固に密着した外観上均一な粘弾性体層が得られた。

本例のサンプルについて、実施例 1 と同様にして振動試験を行った。上記の歪を周期的に加えたときに、応答として周期的な荷重が生じて、局部的にも凸凹のないスムーズな楕円形状を示す、荷重－変形の履歴曲線が得られた。また、各せん断歪での振動試験の後に、再度、せん断歪50%での確認载荷試験を行ったが、大幅な荷重の低下、大幅な粘弾性体の剥離は見られなかった。例として、せん断歪100%での振動試験の結果を図 7 に示す。

【0057】

比較例 1

円筒状部材の鋼管（内径36mm）の内側に鋼棒（直径16mm）を挿入設置して、底面は鋼板とシーリング材にてシールして筒体を組み立てた。鋼管内部の隙間に、アクリル系反応液

10

を注入した。組み立てられた筒体を熱オープン内（80℃）にて12時間置いた。

鋼管と鋼棒の間に固体層が得られたが、大きな気泡が多数存在しており、粘弾性体層は均一ではなく、鋼棒を引っ張ると、粘弾性体層は容易に破断された。

【0058】

比較例 2

実施例 1 と同様、鋼棒を芯にしてそのまわりにアクリル系粘弾性体シートを巻き付けて、直径約36mmの円柱物を得た。アクリル系反応液を円柱物の表面に塗布することなく、円柱物を鋼管に挿入しようとしたが、端部で引っ掛かり挿入できなかった。

【図面の簡単な説明】

【0059】

20

【図 1】実施例において使用する粘弾性ダンパーの上面図（図 1（a））及び側面図（図 1（b））を示す。

【図 2】材料特性値計算方法を説明するための変形 v s 荷重の履歴曲線を示す。

【図 3】実施例 1 の変形 v s 荷重の履歴曲線を示す。

【図 4】実施例 2 の変形 v s 荷重の履歴曲線を示す。

【図 5】実施例 3 の変形 v s 荷重の履歴曲線を示す。

【図 6】実施例 4 の変形 v s 荷重の履歴曲線を示す。

【図 7】実施例 5 の変形 v s 荷重の履歴曲線を示す。

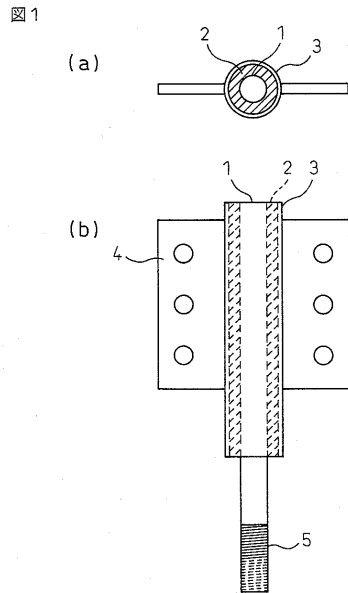
【符号の説明】

【0060】

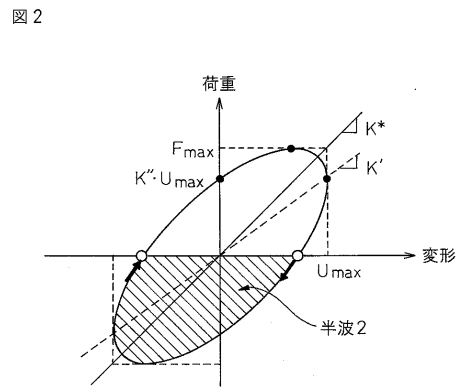
30

- 10 円筒形粘弾性ダンパー
- 1 芯材
- 2 粘弾性体
- 3 円筒状部材

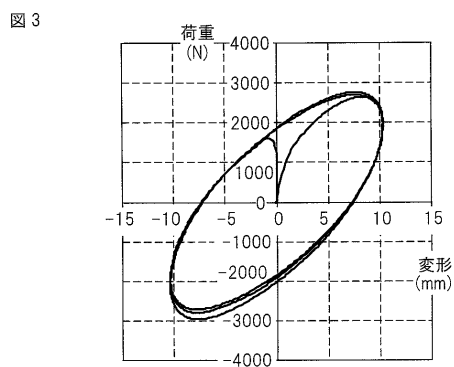
【図 1】



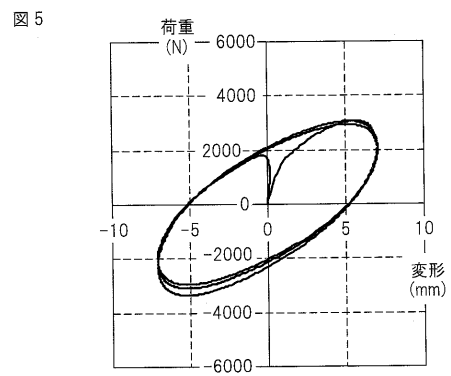
【図 2】



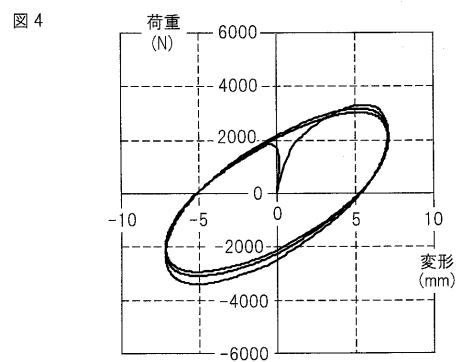
【図 3】



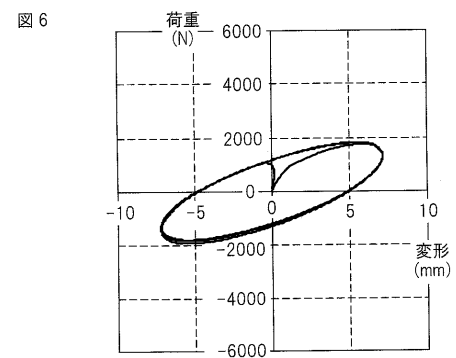
【図 5】



【図 4】

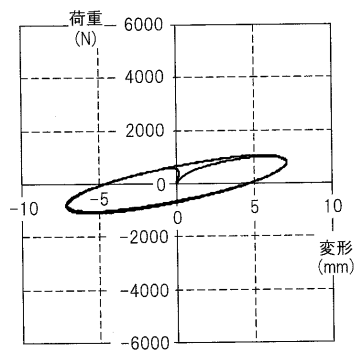


【図 6】



【図 7】

図 7



フロントページの続き

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(72)発明者 高松 頼信

神奈川県相模原市南橋本3丁目8-8 住友スリーエム株式会社内

(72)発明者 和歌 康寛

神奈川県相模原市南橋本3丁目8-8 住友スリーエム株式会社内

(72)発明者 所 健

神奈川県相模原市南橋本3丁目8-8 住友スリーエム株式会社内

Fターム(参考) 3J048 AA01 AD16 BD08 DA03 EA38