

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3717287号

(P3717287)

(45) 発行日 平成17年11月16日(2005.11.16)

(24) 登録日 平成17年9月9日(2005.9.9)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 F 15/04  
E 0 4 H 9/02  
F 1 6 F 7/08

F I

F 1 6 F 15/04 D  
F 1 6 F 15/04 A  
E 0 4 H 9/02 3 3 1 A  
F 1 6 F 7/08

請求項の数 16 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平9-276985	(73) 特許権者	000006714 横浜ゴム株式会社 東京都港区新橋5丁目36番11号
(22) 出願日	平成9年10月9日(1997.10.9)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(65) 公開番号	特開平11-108113	(74) 代理人	100081330 弁理士 樋口 外治
(43) 公開日	平成11年4月20日(1999.4.20)	(74) 代理人	100088269 弁理士 戸田 利雄
審査請求日	平成13年12月12日(2001.12.12)	(74) 代理人	100082898 弁理士 西山 雅也
		(72) 発明者	添田 善弘 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 免震支承装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ゴム等のエラストマー層と中間剛性板とを上下方向に交互に接着・積層してなる可撓性支承体と、鉄合金、銅若しくはその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛の少なくとも1つから成る複数の摺動板を互いに摺動可能となるように上下方向に積み重ねた摺動板積層体と、を具備し、該摺動板積層体は前記可撓性支承体に取り囲まれるように配置されており、これらの両者が共同して荷重を支える構造とし、前記摺動板積層体の摺動板の幾つかは他の摺動板と摩擦係数の異なる材質から成ることを特徴とする免震支承装置。

【請求項2】

前記可撓性支承体に上下方向に貫通した中空部が設けられ、該中空部に前記摺動板積層体10が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の免震支承装置。

【請求項3】

前記摺動板は円板又は環状板であり、該摺動板の積層数は前記中間剛性板の積層数と同数若しくは多数であることを特徴とする請求項1又は2に記載の免震支承装置。

【請求項4】

前記エラストマー層が、架橋した汎用ゴム、特殊ゴム、ウレタン、熱可塑性エラストマー、若しくは加硫ゴムを分散させた熱可塑性エラストマーであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の免震支承装置。

【請求項5】

前記中間剛性板は、鉄又は鉄合金の板からなることを特徴とする請求項1～4のいずれ 20

か 1 項に記載の免震支承装置。

【請求項 6】

前記エラストマー層が前記中間剛性板に加硫接着、常温接着若しくは他の方法で固着されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の免震支承装置。

【請求項 7】

可撓性支承体と、該可撓性支承体を上下方向に貫通して設けた中空部に該中空部の内周との間で僅かな隙間をもって挿入された、環状摺動板を互いに摺動可能となるように上下方向に積み重ねた摺動板積層体と、該摺動板積層体の中心孔を上下方向に貫通するように挿入された運動エネルギーを吸収する弾塑性部材と、から成り、前記可撓性支承体と摺動板積層体とが共同して荷重を支える構造としたことを特徴とする免震支承装置。

10

【請求項 8】

前記弾塑性部材は鉛からなることを特徴とする請求項 7 に記載の免震支承装置。

【請求項 9】

前記環状摺動板は、鉄合金、銅若しくはその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛の少なくとも 1 つから成ることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の免震支承装置。

【請求項 10】

前記可撓性支承体はゴム等のエラストマー層と中間剛性板とを上下方向に交互に接着・積層してなる可撓性支承体であることを特徴とする請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の免震支承装置。

【請求項 11】

20

前記可撓性支承体の中空部を規定する中間剛性板の中心孔の内径を  $e$ 、前記環状摺動板の外径  $d$  とした時、

$$0 < (e - d) / d < 0.3$$

であることを特徴とする請求項 10 に記載の免震支承装置。

【請求項 12】

前記エラストマー層の厚さの総和を  $x$ 、前記中間剛性板の厚さの総和を  $y$ 、前記環状摺動板の厚さを  $a$ 、そのリング幅を  $b$  とした時、

$$3 * x / (x + y) < b / a$$

であることを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の免震支承装置。

【請求項 13】

30

前記環状摺動板の内径を  $c$ 、前記弾塑性部材の外径を  $p$  とした時、

$$0 < (c - p) / p < 0.3$$

であることを特徴とする請求項 10 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の免震支承装置。

【請求項 14】

前記弾塑性部材の水平方向の断面積は、この免震支承装置の荷重を受ける全断面積の 10% 以下であることを特徴とする請求項 7 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の免震支承装置。

【請求項 15】

前記摺動板のせん断弾性率 ( $G$ ) が前記エラストマー層のせん断弾性率より大であることを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の免震支承装置。

【請求項 16】

40

前記エラストマー層はせん断弾性率 ( $G$ ) が 100% のときせん断応力が  $0.1 \sim 2.0$  MPa であることを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の免震支承装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は上下に間隔を隔てた 2 つの部材間に取付けられ、これらの 2 つの部材間の相対的な変位による運動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体、特に橋梁、ビル、家屋等の土木建築物の免震支承装置であって、外部からの地震動等の振動エネルギーを吸収させて上部構造体を地震動等の振動から保護する技術に関する。

【0002】

50

**【従来の技術】**

従来、免震装置としての「鉛プラグ入積層ゴム支承」が知られているが、これは、エネルギー吸収材である円柱形状の鉛プラグを変形させるのに積層ゴムの剪断変形を利用するものである。鉛プラグは、ゴムと中間鋼板とを交互に積層したゴム積層体の中央部に上下方向に貫く空孔を開け、この空孔の中に鉛プラグを流し込みや圧入で封入したものである。ゴムと中間鋼板の積層体は、土木建築物の基礎部分や中間部分を鉛直方向には比較的硬いが、水平方向についての二次元の移動には自由度があり、剪断力に対して弾性的な変形を許容する作用をする。一方、エネルギー吸収材としての鉛プラグはダンパーとして機能を果たし、剪断方向の振動エネルギーを吸収して振動を抑制する作用をする。この種の「鉛プラグ入積層ゴム支承」は、特開昭52-49609号公報に「周期的剪断エネルギー吸収体」として開示されている。

10

**【0003】**

ゴム積層体の空孔に鉛プラグを封入する際、空孔の体積より鉛の体積を数%程度大きくしておき、鉛プラグに対して圧力を加えることにより中間鋼板が鉛に食い込むように「インターロック」させることが、鉛の塑性変形による減衰効果を発揮させる上で重要な要素となる。

このようにして構成された「鉛プラグ入積層ゴム支承」は、比較的小さな数10%程度の剪断歪みの範囲内では安定したエネルギー吸収材として機能するが、剪断歪の大きさは+/-100%程度が限界であり、無理に大きな剪断歪みを与えると繰り返し変形の間鉛プラグにヒビ割れが入って破壊するに至り、エネルギー吸収能力を喪失するという欠点があった。ゴム自体は400%以上の剪断歪みまで変形可能であるが、金属の鉛はこのような大きな剪断歪みに耐えきれずに徐々に柔らかいゴム層に入り込んで初期の形とかけ離れた形状になり破断にいたる。これを防ぐために、中間鋼板の枚数を20~40枚程度に増やすことが行われている。

20

**【0004】**

鉛プラグが繰り返し変形を受ける間にヒビ割れが生じたり、エネルギー吸収能力を喪失するという問題に対処するために、特開昭59-62742号公報の「エネルギー吸収装置」、特開昭61-176776号公報の「周期的せん断エネルギー吸収装置」には、鉛プラグの周囲にこの鉛プラグの変形を許容する可撓性の壁で構成された拘束手段を設けることが提案されている。しかしながら、これらの拘束手段は、鉛プラグの周囲に螺旋状に巻かれた帯材からなるもので、剪断歪みが非常に大きい場合には対応困難であった。

30

**【0005】**

一方、鉛プラグをゴム積層体に挿入するのではなく、鉛自体の塑性変形によるエネルギー吸収効果を利用して、鉛プラグ単体でダンパーとして使うことも行われている。この場合も、鉛の塑性変形による破壊を防止する為に内部に補強材を埋め込んだり(特開昭61-290245号公報)、表面を螺旋状のワイヤで被覆したり(特開昭61-294230号公報)、外周を径方向の相対移動を規制する鋼製リングで覆ったり(特開昭61-294232号公報)、外周を密接して複数の鋼体リングで積層状態に装着したり(特開昭61-294234号公報)、外周を断面がS字形の帯鋼板を螺旋状に巻き付けたり(特開昭62-274124号公報)することが提案されている。しかしながら、いずれも、長期間にわたって鉛を破断防止するには到っておらず、若干の延命効果を得るレベルに留まっている。

40

**【0006】**

また、ゴム等の可撓性材料からなる弾性支持体の鉛直方向に沿った中空部に、複数枚の摺動板を水平方向に摺動自在に積層し、平常時において荷重を弾性支持体だけでなく、摺動板の積層体によっても支持させるようにした防振装置が提案されており(実開昭63-102806号公報)、更に、弾性支持体と摺動板の積層体との間に粘性物質を充填した防振装置も提案されている(実開昭63-102807号公報)。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】**

50

ゴムと中間剛性板とを上下方向に交互に積層してなる可撓性支承体である弾性支持体と、複数枚の摺動板を水平方向に摺動自在に積層した摺動板の積層体とによって、橋梁、ビル、家屋等の土木建築物を含む2つの部材間を支持する従来の免震装置において、一般に、地震による水平変位が生じたときでも座屈しない高さと同径寸法をもつ形状に成形されている。

【0008】

また、例えば実開昭63-102806号公報、実開昭63-102807号公報に開示されている、防振装置においても、ゴム等の可撓性材料からなる弾性支持体による支承に加えて複数の摺動板の積層体により荷重を分担して支持し、摺動板の摩擦力により振動減衰効果を与えているが、従来のかかる防振装置では十分な振動減衰効果を発揮させることは出来なかった。

10

【0009】

そこで、本発明では、免震支承装置に良好な振動減衰性能と最適なトリガー機能を与えることにより、軽微な地震動に対しては、可撓性支承体の振動減衰性能で構造物に伝えることなく吸収し、強度の地震動に対しては、弾塑性部材・摺動板積層体・可撓性支承体のすべての振動減衰性能で構造物に振動を伝えることなく吸収する免震支承装置で、この地震動に対する免震支承装置の性能発現を支承自体に設計可能である免震支承装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

20

このような課題を達成するために、本発明では、ゴム等のエラストマー層と中間剛性板とを上下方向に交互に積層してなる可撓性支承体と、鉄合金、銅若しくはその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛のいずれか1又は複数から成る摺動板を上下方向に積み重ねた摺動板積層体と、を具備し、該摺動板積層体は前記可撓性支承体に取り囲まれるように配置されており、これらの両者が共同して荷重を支える構造とし、前記摺動板積層体の摺動体の幾つかは他の摺動体と摩擦係数の異なる材質から成ることを特徴とする免震支承装置が提供される。

【0011】

この免震支承装置によれば、摺動板が鉄合金、銅若しくはその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛のように摩擦係数が比較的高く、且つ鉛直方向の受圧力の高い材料で形成されているので、可撓性支承体に水平方向の変位が生じた際に、エラストマー層と摺動板積層体が共に作用する為、構造物に対して振動を伝えることなく吸収し、地震動に対しては十分な減衰効果を生じる。

30

【0012】

また、前記可撓性支承体に上下方向に貫通した中空部が設けられ、該中空部の内部に前記摺動板積層体が配置されていることを特徴とする。この場合において、前記摺動板は円板又は環状板であり、該摺動板の積層数は前記中間剛性板の積層数と同数若しくは多数であることが好ましい。

【0013】

前記エラストマー層が架橋した汎用ゴム、特殊ゴム、ウレタン、熱可塑性エラストマー、若しくは加硫ゴムを分散させた熱可塑性エラストマーであることが好ましい。一方、前記中間剛性板は鉄又は鉄合金の板からなる。

40

前記エラストマー層が前記中間剛性板に加硫接着、常温接着若しくは他の方法で固着されるのが好ましい。

【0014】

また、本発明は、ゴム等のエラストマーを主体とする可撓性支承体と、該可撓性支承体を上下方向に貫通して設けた中空部に該中空部の内周との間で僅かな隙間をもって挿入された、環状摺動板を互いに摺動可能となるように上下方向に積み重ねた摺動板積層体と、該摺動板積層体の中心孔を上下方向に貫通するように挿入された運動エネルギーを吸収する弾塑性部材と、から成り、前記可撓性支承体と摺動板積層体とが共同して荷重を支える構

50

造としたことを特徴とする免震支承装置が提供される。

【0015】

この免震支承装置によれば、更に、振動に対する減衰特性に優れた、鉛等からなる弾塑性部材が摺動板積層体の中心孔に挿入されているので、可撓性支承体に水平方向の変位が生じた際のエネルギー減衰効果が、摺動板積層体によるものと弾塑性部材によるものと二重に作用することとなり、より大きな振動減衰効果を発揮させることができる。

【0016】

また、可撓性支承体の中空部の内周面と摺動板の間に僅かな隙間があるので、可撓性支承体の中空部に積層されている環状摺動板は可撓性支承体に水平変位が生じても、極めて軽微の地震である場合のようにその水平方向の変位が非常に僅かである場合は、環状摺動板自体はその摩擦力も影響して変位を生じないこととなり、有効なトリガー機能が作用する。

10

【0017】

この場合においても、前記環状摺動板は、鉄合金、銅若しくはその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛のいずれか1又は複数から成るのが好ましい。また、同様に、前記可撓性支承体はゴム等のエラストマー層と中間剛性板とを上下方向に交互に積層してなる可撓性支承体であることが好ましい。

前記可撓性支承体の中間剛性板の中空部の内径を  $e$ 、前記摺動板の外径  $d$  とした時、これらの関係を次のとおりとする。

【0018】

$$0 < (e - d) / d < 0.3、$$

$$\text{好ましくは、} 0.01 < (e - d) / d < 0.1$$

また、前記エラストマー層の厚さの総和を  $x$ 、前記中間剛性板の厚さの総和を  $y$ 、前記環状摺動板の厚さを  $a$ 、そのリング幅（外径 - 内径 / 2）を  $b$  とした時、これらの関係を次のとおりとする。

【0019】

$$3 * x / (x + y) < b / a$$

$$\text{好ましくは、} 4 * x / (x + y) < b / a$$

更に、また、前記摺動板の内径を  $c$ 、前記弾塑性部材の外径を  $p$  とした時、これらの関係を次のとおりとする。

$$0 < (c - p) / p < 0.3$$

$$\text{好ましくは、} 0.01 < (c - p) / p < 0.15$$

可撓性支承体の中間剛性板、摺動板及び弾塑性部材の寸法を上記のように規定することにより、これらの三者間の隙間等が最適の範囲に設定できることとなる。可撓性支承体に水平方向の変位が生じた際に、変位が微小である場合は、その変位が弾塑性部材の一部と摺動板積層体及び中間剛性板とエラストマー層の積層部位に伝わる。一方、変位が大である場合は、その変位が弾塑性部材の全体と摺動板積層体及び中間剛性板とエラストマー層の積層部位に伝わる。上記変位の大小の区別は、前記式  $0 < (c - p) / p < 0.3$  で規定され、この設定により、水平方向の変位を与える際に最適なトリガー効果を与えることができる。

30

40

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は本発明の免震支承装置の第1の実施形態を示す縦断面図である。図において、可撓性支承体10はゴム等の可撓性材料からなる環状の弾性板ないしエラストマー層11と薄肉鋼材からなる中間剛性板12とを交互に多数積層されたものである。

【0021】

エラストマー層11は、架橋した汎用ゴム、特殊ゴム、ウレタン、熱可塑性エラストマー、若しくは加硫ゴムを分散させた熱可塑性エラストマー等からなる。エラストマー層11は、高減衰性を有する組成物に限定されるものではなく、減衰性を有しない若しくは減衰

50

性が小さい組成物でもよい。

中間剛性板 12 は、鉄又は鉄合金で構成するのが好適である。エラストマー層 11 と中間剛性板 12 とは加硫接着、常温接着若しくはその他の方法で互いに固着・積層されている。常温硬化型接着剤としては、1液型でも2液型でも良いが、フェノール系接着剤、ウレタン系接着剤、変性シリコン接着剤、ゴム系接着剤、シアノアクリレート系接着剤、エポキシ系接着剤等が挙げられる。使用する接着剤の種類は用いるエラストマー及び中間剛性板の種類、必要とされる接着力等に応じて適宜決定される。

#### 【0022】

本発明の中間剛性板鉄合金は、純鉄及び鉄と炭素等からなる合金を指している。従って、本発明の鉄および鉄合金には、純鉄、軟鉄・鋼（普通鋼、炭素鋼、特殊鋼、合金鋼等）・ 10  
鋳鉄または銑鉄等の鉄鋼等を例示する事が出来る。しかし、本発明で使用される鉄若しくは鉄合金は、これらに限定されるものではない。

可撓性支承体 10 の上端面と下端面にはそれぞれ環状の上面板 14 と、下面板 16 を同心状に接着して、中空円筒状に成形される。可撓性支承体 10 の上面板 14 と下面板 16 には、それぞれ受圧板 15、17 をボルト 18、19 によって取付け、可撓性支承体 10 の上下両端を閉塞している。

#### 【0023】

可撓性支承体 10 の中空部 13 には、中空部 13 の高さとはほぼ同一の高さに積層した複数枚の摺動板 20 が可撓性支承体 10 の中空部 13 の内周面との間に僅かな隙間 25 を保って収容されている。この摺動板 20 は、圧縮力に対して高い受圧力を有する材料、即ち、 20  
鉄合金、銅若しくはその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛のいずれかの材料により平板状に成形されており、積層された状態で比較的高い摩擦係数をもって相互に接触していると共に互いに水平方向に摺動できるようになっている。

#### 【0024】

摺動板 20 はすべて同一の材質のものであっても良いが、摺動板 20 の幾つかを他の摺動板と摩擦係数の異なる材質のものを選定し、摺動板 20 の積層体が全体として所望の摩擦力を生ずるように調整することができる。

上記構成の免震支承装置を建物等の構造物と地盤等の床面との間に設置した場合、鉛直方向に負荷される荷重は、平常時の直立状態においては、可撓性支承体 10 の全平面と、中空部 13 に積層されている摺動板 20 の全平面との双方の面積で支持されるから、可撓性 30  
支承体 10 は全荷重を部分的に負担すればよく、可撓性支承体 10 が受ける圧縮応力は摺動板のない単なる中空体の場合よりも小さくなる。

#### 【0025】

また、地震が発生した場合は、図 2 及び図 3 に示すように、可撓性支承体 10 が水平方向に変位して傾斜するが、これに伴って可撓性支承体 10 が水平方向の力を受ける側の内周面によって摺動板 20 に押圧力が加えられるため、この押圧力により摺動板 20 が相互に摺動しながら水平方向に移動し、可撓性支承体 10 の変形時の形状と同一形状に傾斜した段階状になる。

#### 【0026】

このように可撓性支承体 10 が水平方向に変位したときは、固定されている下端面 22 に対して水平変位した上端面 21 を鉛直下方に投影した重なり部分の面積 24 の中、可撓性 40  
支承体 10 の重なり面積 24 a によって鉛直方向の荷重の一部を可撓性支承体 10 が支持し、その余の大部分の荷重は可撓性支承体 10 の重なり面積 24 a を除いた部分の重なり面積 24 b によって摺動板 20 が支持するから、この場合においても可撓性支承体 10 に生ずる圧縮応力が増大することはない。

#### 【0027】

したがって、可撓性支承体 10 が中空状に成形されていても、摺動板 20 を積層しない単なる中空体とは異なり、鉛直荷重による可撓性支持体 10 の圧縮ひずみの増加が小さいためクリープ現象を大幅に低減することができる。

この免震支承装置の作用時において、可撓性支承体 10 の中空部に積層されている摺動板 50

20が可撓性支承体10の水平変位に伴って水平移動しても、摺動板20それ自体には原形状態に復元する力はないから、可撓性支承体10の水平ばね定数には何らの影響も与えない。また、その場合において、摺動板20が前述のように鉄合金若しくは銅合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛等のように摩擦係数の高い材料からなるので、水平方向に力が加わったとき、摺動板20の摺動によるエネルギー吸収と可撓性支承体10でのエネルギー吸収が同時に生じることとなって、高い振動エネルギー吸収効果を発現することとなる。

#### 【0028】

図4は本発明の免震支承装置の第2の実施形態を示す縦断面図であり、図5は第2の実施形態の作用時の縦断面図である。第1実施形態と同様に、可撓性支承体10はゴム等からなる環状のエラストマー層11と薄肉の中間剛性板12とを交互に多数積層し、上端面と下端面にそれぞれ環状ないしワッシャー状の上面板14と、下面板16を同心状に接着し、それぞれ受圧板15、17をボルト18、19によって取付け、上下両端を閉塞したものである。

10

#### 【0029】

各摺動板20は、鉄合金若しくは銅合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛のいずれか材質からなる点は第1実施形態の場合と同様であるが、第2実施形態では、各摺動板20は環状の薄板、即ちワッシャー状に形成されている。

ワッシャー状摺動板20の積層体によって形成される中心孔32を上下方向に貫通するように運動エネルギーを吸収する「鉛プラグ」と称される鉛からなる弾塑性部材30が挿入される。そして、摺動板20の積層体の中心孔32の内周面と弾塑性部材30との間には僅かな隙間34が残るようにされる。なお、可撓性支承体10の中空部13の内周面と摺動板20の間に僅かな隙間25があるのは第1実施形態の場合と同様である。

20

#### 【0030】

これらの隙間25及び34は次のように設定される。即ち、図5において各種の寸法を示すが、可撓性支承体10の中間剛性板12の中空部30の内径をe、ワッシャー摺動板20の外径dとした時、これらの関係を次のとおりとする。

$$0 < (e - d) / d < 0.3、$$

$$\text{好ましくは、} 0.01 < (e - d) / d < 0.1$$

また、ワッシャー状摺動板20の内径をc、弾塑性部材30の外径をpとした時、これらの関係を次のとおりとする。

30

#### 【0031】

$$0 < (c - p) / p < 0.3、$$

$$\text{好ましくは、} 0.01 < (c - p) / p < 0.15$$

この免震支承装置の作用時において、可撓性支承体10の中空部13の内周面と摺動板20の間に僅かな隙間25があるので、可撓性支承体10の中空部に積層されているワッシャー状摺動板20は可撓性支承体10に水平変位が生じても、極めて軽微の地震である場合のようにその水平方向の変位が非常に僅かである場合は、ワッシャー状摺動板20自体はその摩擦力にも影響して変位を生じないこととなり、有効なトリガー機能が作用する。

#### 【0032】

更にまた、この実施形態では、ワッシャー状摺動板20の積層体の中心孔32の内周面と弾塑性部材30との間には上述のような僅かな隙間34があるので、ワッシャー状摺動板20の積層体が地震動により水平変位が生じても、それが極めて軽微である場合は、弾塑性部材30には変位を生じないこととなり、トリガー機能が段階的に作用する。

40

#### 【0033】

次に、この免震支承装置における上下方向の寸法関係は次のように設定するのが好ましい。即ち、可撓性支承体10のエラストマー層11の厚さの総和をx、中間剛性板12の厚さの総和をy、ワッシャー状摺動板の厚さをa、そのリング幅{(外径 - 内径) / 2}をbとした時、これらの関係を次のとおりとする。

$$3 * x / (x + y) < b / a$$

50

好ましくは、 $4 * x < (x + y) < b / a$

このように規定することで、この図5の示す免震支承装置の作用時において、可撓性支承体10に所定の水平方向の変位が生じても、ワッシャー状摺動板20は座屈を生ずることがなく、且つ鉛からなる弾塑性部材30がワッシャー状摺動板20の積層体の中心孔32からはみ出す恐れはなくなる。なお、図5において、弾塑性部材30の高さhはエラストマー層11の厚さの総和をxと中間剛性板12の厚さの総和yとの和(x+y)に等しいものとする。

【0034】

なお、エラストマー層11の数は2~200の範囲内に設定され、中間剛性板12の数は上下両端部がエラストマー層とされるため、エラストマー層11の層数より1つ小さい数とされる。

10

また、エラストマー層11は前述のような高減衰特性を有する組成物または減衰特性を有しないか若しくは減衰特性が小さい組成物であってもよい。エラストマー層の硬さはG100%のとき0.1~20MPaとなるように選定するのが好ましい。

【0035】

この実施形態では、鉛直方向に負荷される荷重は、平常時の直立状態においては、可撓性支承体10の全平面と、中空部13に積層されているワッシャー状摺動板20の全平面との双方の面積で殆ど支持される。これに対し、弾塑性部材30の面積は比較的小さいので、荷重の負担には余り寄与しないが、可撓性支承体10及びワッシャー状摺動板20の積層体に比べて遙に減衰効果が大きく、減衰効果に寄与している。

20

【0036】

図7は剪断歪みに対する等価減衰定数の関係を示す。計算値は、建設省土木研究所発行の「道路橋の免震設計法マニュアル」の「第4章 免震装置の設計 4.3 鉛プラグ入り積層ゴムの設計」に記載の等価線形モデルの計算式に基づき算出した結果を示している。一方、実測値は、本発明の支承測定結果を示している。支承の仕様を以下に示す。

実施例1

エラストマー層：G = 175%における剪断応力1.2MPa

弾塑性部材：鉛プラグ(直径30mm)

実施例2

エラストマー層：G = 175%における剪断応力1.2MPa

弾塑性部材：鉛プラグ(直径21mm)

30

比較例1

エラストマー層：G = 175%における剪断応力1.2MPa

弾塑性部材：鉛プラグ(直径30mm)

比較例2

エラストマー層：G = 175%における剪断応力1.2MPa

本発明の環状摺動板は、鉄又はその合金、アルミニウム又はその合金、鉄合金、銅又はその合金、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛の少なくとも1つからなる。ここで、上記鉄合金は、純鉄及び鉄と炭素等からなる合金を指している。従って、本発明の鉄および鉄合金には、純鉄、軟鉄・鋼(普通鋼、炭素鋼、特殊鋼、合金鋼等)・鋳鉄または銑鉄等の鉄鋼等を例示する事が出来るが、これらに限定されるものではない。一方、上記銅合金は、Cu-Zn系の黄銅、Cu-Zn-Pb系の鉛入り黄銅、Cu-Zn-Sn系のすず入り黄銅、Cu-Sn-P系のりん青銅、Cu-Al系のアルミニウム青銅、Cu-Ni系のキュプロニッケル、Cu-Ni-Zn系の洋白、Cu-Be系のベリリウム銅、Cu-Ti合金、Cu-Cr合金、Cu-Zr合金、Cu-Sn系のすず青銅等およびこれらに少量の合金元素を添加した合金等を例示することが出来る。しかし、本発明で使用される鉄合金若しくは銅合金は、これらに限定されるものではない。更に、摩擦係数を高める手法として、これらの材料の表面に凹凸を付与又は他の材料で表面処理しても構わない。

40

【0037】

以上、添付図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記の

50



実施形態に限定されるものではなく、本発明の精神ないし範囲内において種々の形態、変形、修正等が可能であることに留意すべきである。

【 0 0 3 8 】

【 発明の効果 】

以上に説明したような、本発明では、免震支承装置に最適なトリガー効果を与えることにより、軽微な地震動に対しては、構造物に対して振動を伝えることなく吸収し、強度の地震動に対しては十分な振動減衰効果を生じさせることができ、各種の建造物に対して有効な免震支承装置が得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の免震支承装置の第 1 実施形態の縦断面図である。

10

【 図 2 】 図 1 に示した可撓性支承体の水平変位時の状態を示す平面図である。

【 図 3 】 図 2 の状態における可撓性支承体及び摺動板積層体の縦断面図である。

【 図 4 】 本発明の免震支承装置の第 2 実施形態の縦断面図である。

【 図 5 】 図 4 に示した可撓性支承体の水平変位時の状態を示す平面図である。

【 図 6 】 第 2 実施形態における免震支承装置の各部分の寸法を示す図であり、( A ) は免震支承装置の平面図、( B ) はワッシャー状摺動板の断面図、( C ) は弾塑性部材の側面及び平面図である。

【 図 7 】 剪断歪みに対する等価減衰定数の関係を示す。

【 符号の説明 】

1 0 ... 可撓性支承体

20

1 1 ... エラストマー層

1 2 ... 中間剛性板

1 3 ... 中空部

1 4、1 6 ... 上下面板

1 5、1 7 ... 受圧板

2 0 ... ワッシャー状摺動板

2 5 ... 隙間

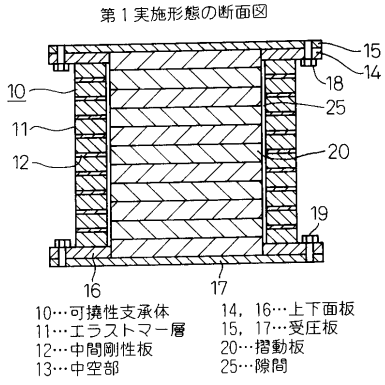
3 0 ... 弾塑性部材 ( 鉛プラグ )

3 2 ... 摺動板積層体の内周

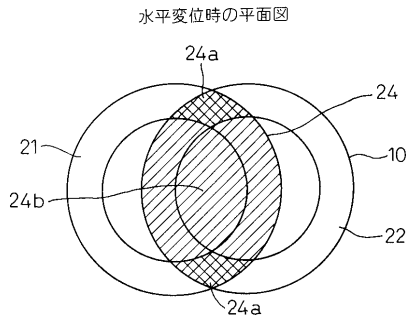
3 4 ... 隙間

30

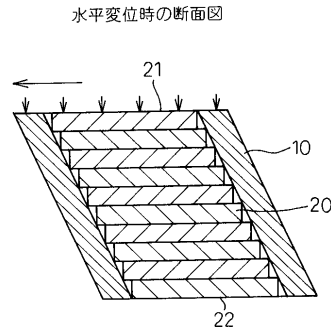
【 図 1 】



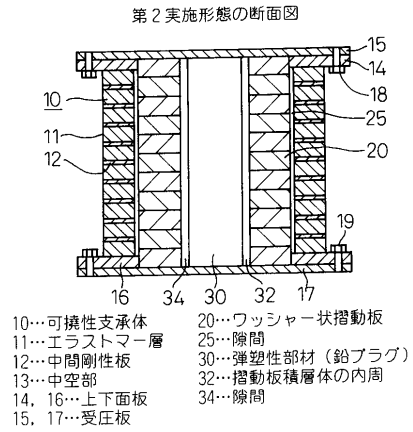
【 図 2 】



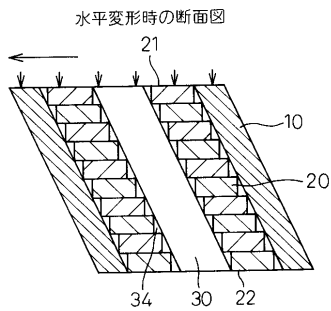
【 図 3 】



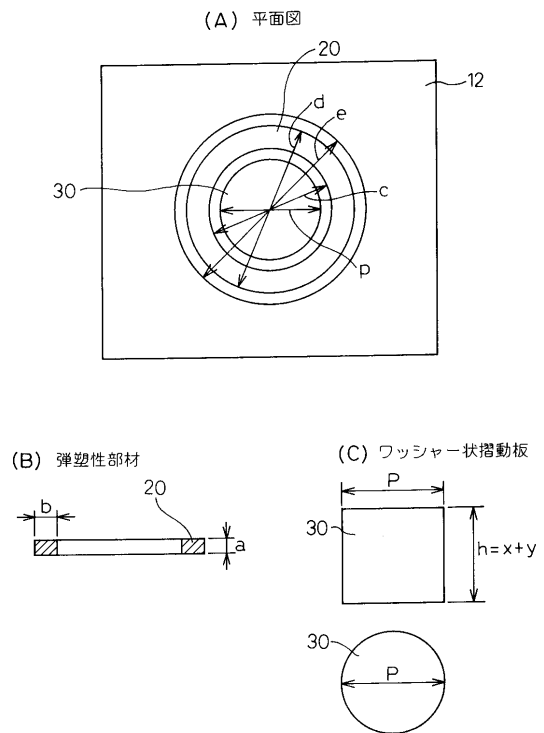
【 図 4 】



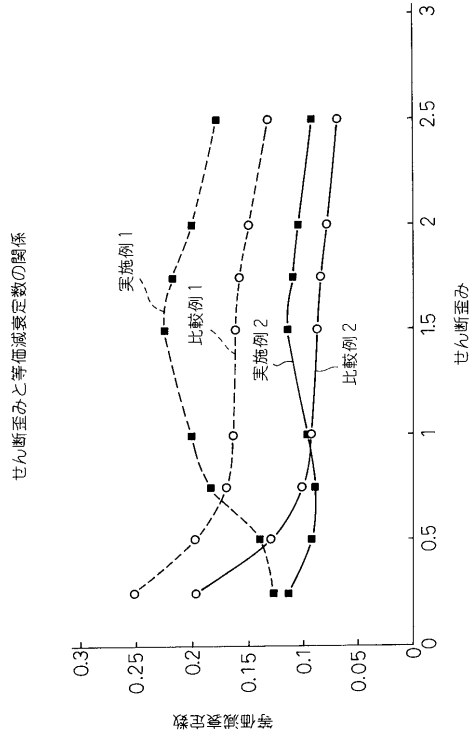
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 海藤 博幸  
神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内
- (72)発明者 中村 幸夫  
神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内

審査官 藤村 聖子

- (56)参考文献 実開昭63-102806(JP,U)  
実開昭64-023505(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)
- F16F 15/00-15/36
  - E04H 9/02
  - E04B 1/36
  - F16F 7/00-7/14