

(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2017-89714

(P2017-89714A)

(43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
F 1 6 F	15/04	(2006.01)	F 1 6 F 15/04 A 2 E 1 3 9
E O 4 H	9/02	(2006.01)	E O 4 H 9/02 3 1 1 3 J O 4 8
F 1 6 F	1/02	(2006.01)	F 1 6 F 1/02 B 3 J O 5 9
F 1 6 F	1/18	(2006.01)	F 1 6 F 1/18 Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-218453 (P2015-218453)	(71) 出願人	504258527 国立大学法人 鹿児島大学 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
(22) 出願日	平成27年11月6日 (2015.11.6)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100162259 弁理士 末富 孝典
		(74) 代理人	100133592 弁理士 山口 浩一
		(74) 代理人	100168114 弁理士 山中 生太
		(72) 発明者	澤田 樹一郎 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号 国立大学法人 鹿児島大学内

最終頁に続く

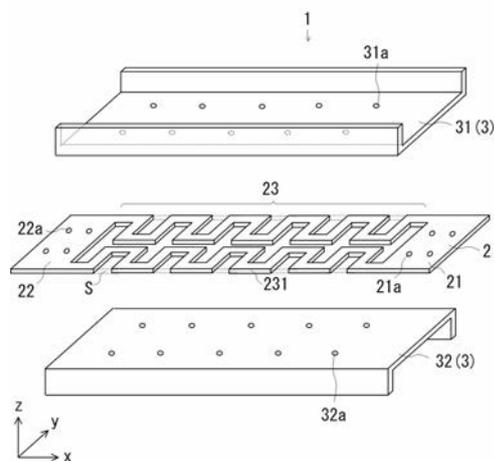
(54) 【発明の名称】耐震性向上用弾性部材、耐震性向上用構造体、及び耐震性向上用弾性部材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】多数回の繰り返し荷重が作用する場合や、揺れの振幅が大きな場合でも、建物の損傷を抑える効果が失われにくく、設置箇所の制約を受けにくい耐震性向上用弾性部材を提供する。

【解決手段】耐震性向上用弾性部材としての芯材 2 は、平板状体 S を部分的に除去した形状の外形を有する。芯材 2 は、平板状体 S の延在方向 (x 方向) 両端部分に位置する一対の取り付け部 2 1 及び 2 2 と、一対の取り付け部 2 1 及び 2 2 間に配置される本体部 2 3 と、を備える。本体部 2 3 は、平板状体 S に対する平面視において x 方向と交差する方向に折り返された形状を有し、x 方向の荷重によって x 方向に弾性的に伸縮可能な折り返しばね部 2 3 1 を有する。

【選択図】図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平板状体を部分的に除去した形状の外形を有する耐震性向上用弾性部材であって、前記平板状体の延在方向両端部分に位置する一对の取り付け部と、前記一对の取り付け部間に配置される本体部であって、前記平板状体に対する平面視において前記延在方向と交差する方向に折り返された形状を有し、前記延在方向の荷重によって前記延在方向に弾性的に伸縮可能な折り返しばね部を有する本体部と、を備える耐震性向上用弾性部材。

【請求項 2】

前記本体部が、前記平板状体の厚さ方向及び前記延在方向に直交する幅方向に、複数のセグメントに分割して構成され、各々の前記セグメントが前記折り返しばね部を有すると共に、前記セグメント同士が前記幅方向に互いに遠ざかる方向及び近づく方向に弾性的に変位可能に構成された請求項 1 に記載の耐震性向上用弾性部材。

10

【請求項 3】

前記本体部が、前記折り返しばね部を前記延在方向に複数連結した構造を有する請求項 1 又は 2 に記載の耐震性向上用弾性部材。

【請求項 4】

前記折り返しばね部が、前記平板状体の厚さ方向及び前記延在方向に直交する幅方向外方に矩形に折り返された形状を有する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の耐震性向上用弾性部材。

20

【請求項 5】

前記一对の取り付け部と、前記本体部と、が一体に形成されている請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の耐震性向上用弾性部材。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の耐震性向上用弾性部材と、前記耐震性向上用弾性部材の、前記延在方向の圧縮荷重に対する、前記平板状体の厚さ方向の座屈変形を防止する座屈防止部材と、を備える耐震性向上用構造体。

【請求項 7】

前記座屈防止部材が、前記耐震性向上用弾性部材を、前記平板状体の厚さ方向に関して両側から挟み込んでいる請求項 6 に記載の耐震性向上用構造体。

30

【請求項 8】

前記平板状体の、該平板状体の厚さ方向及び前記延在方向に直交する幅方向に向かい合う側面の位置よりも外方に、前記折り返しばね部が撓むことが可能に構成された請求項 6 又は 7 に記載の耐震性向上用構造体。

【請求項 9】

平鋼を部分的に除去することにより、前記平鋼の長さ方向両端部分に、一对の取り付け部を形成する工程と、

前記平鋼を部分的に除去することにより、前記平鋼の長さ方向中間部分に、前記一对の取り付け部に接続される本体部であって、前記平鋼に対する平面視において前記長さ方向と交差する方向に折り返された形状を有し、前記長さ方向の荷重によって前記長さ方向に弾性的に伸縮可能な折り返しばね部を有する本体部を形成する工程と、

40

を含む耐震性向上用弾性部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐震性向上用弾性部材、耐震性向上用構造体、及び耐震性向上用弾性部材の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

大地震が発生した場合に、建物の損傷を低減するためには、予め建物の柱や梁に、方杖や筋交い等として耐震性向上用構造体を取り付けておくことが有効である。

【0003】

特許文献1に示されるように、鋼板の平面視中央部分にスリットを形成してなる芯材と、この芯材の座屈変形を防止する部材と、を備える耐震性向上用構造体が知られている。

【0004】

特許文献2に示されるように、板ばねを備える耐震性向上用構造体も知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特開2015-14100号公報

【特許文献2】特開2005-350937号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1の耐震性向上用構造体は、芯材が塑性変形することで地震のエネルギーを吸収する。芯材のスリットは、その部分を優先的に塑性変形させるために形成されたものであり、芯材に弾性復元力をもたせるためのものではない。

【0007】

このような耐震性向上用構造体は、小規模の地震に対しては建物の損傷を抑える効果を示すが、揺れの継続時間が長く多数回の繰り返し荷重が作用する場合や、揺れの振幅が大きな場合は、かかる効果を発揮し難い。これは、芯材は、塑性変形後は剛性がほぼゼロとなり、弾性復元力による原点復帰の効果を発揮できないことによる。

20

【0008】

特許文献2の耐震性向上用構造体は、板ばねによって弾性復元力を発揮できる。しかし、板ばねを、仕口を構成する柱と梁の双方の長手方向に直交する奥行方向に幅方向に向けた状態で設置する必要がある。このため、板ばねの幅に見合う奥行が確保できる箇所にか設置することができない。

【0009】

また、特許文献2の耐震性向上用構造体は、複数の板ばねを束ねる複雑な構造を有するため、製造に手間を要する。

30

【0010】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、多数回の繰り返し荷重が作用する場合や、揺れの振幅が大きな場合でも、建物の損傷を抑える効果が失われにくく、設置箇所の制約を受けにくい耐震性向上用弾性部材及び耐震性向上用構造体を提供することを第1の目的とする。

【0011】

また、本発明は、耐震性向上用弾性部材を容易に得ることができる耐震性向上用弾性部材の製造方法を提供することを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0012】

本発明の第1の観点に係る耐震性向上用弾性部材は、
 平板状体を部分的に除去した形状の外形を有する耐震性向上用弾性部材であって、
 前記平板状体の延在方向両端部分に位置する一对の取り付け部と、
 前記一对の取り付け部間に配置される本体部であって、前記平板状体に対する平面視において前記延在方向と交差する方向に折り返された形状を有し、前記延在方向の荷重によって前記延在方向に弾性的に伸縮可能な折り返しばね部を有する本体部と、
 を備える。

【0013】

前記本体部が、前記平板状体の厚さ方向及び前記延在方向に直交する幅方向に、複数の

50

セグメントに分割して構成され、各々の前記セグメントが前記折り返しばね部を有すると共に、前記セグメント同士が前記幅方向に互いに遠ざかる方向及び近づく方向に弾性的に変位可能に構成されていてもよい。

【0014】

前記本体部が、前記折り返しばね部を前記延在方向に複数連結した構造を有してもよい。

【0015】

前記折り返しばね部が、前記平板状体の厚さ方向及び前記延在方向に直交する幅方向外方に矩形に折り返された形状を有していてもよい。

【0016】

前記一对の取り付け部と、前記本体部と、が一体に形成されていてもよい。

【0017】

本発明の第2の観点に係る耐震性向上用構造体は、
上記第1の観点に係る耐震性向上用弾性部材と、
前記耐震性向上用弾性部材の、前記延在方向の圧縮荷重に対する、前記平板状体の厚さ方向の座屈変形を防止する座屈防止部材と、
を備える。

【0018】

前記座屈防止部材が、前記耐震性向上用弾性部材を、前記平板状体の厚さ方向に関して両側から挟み込んでいてもよい。

【0019】

前記平板状体の、該平板状体の厚さ方向及び前記延在方向に直交する幅方向に向かい合う側面の位置よりも外方に、前記折り返しばね部が撓むことが可能に構成されていてもよい。

【0020】

本発明の第3の観点に係る耐震性向上用弾性部材の製造方法は、
平鋼を部分的に除去することにより、前記平鋼の長さ方向両端部分に、一对の取り付け部を形成する工程と、
前記平鋼を部分的に除去することにより、前記平鋼の長さ方向中間部分に、前記一对の取り付け部に接続される本体部であって、前記平鋼に対する平面視において前記長さ方向と交差する方向に折り返された形状を有し、前記長さ方向の荷重によって前記長さ方向に弾性的に伸縮可能な折り返しばね部を有する本体部を形成する工程と、
を含む。

【発明の効果】

【0021】

本発明の第1の観点に係る耐震性向上用弾性部材及び第2の観点に係る耐震性向上用構造体によれば、折り返しばね部が延在方向に弾性的に伸縮するため、塑性変形によって揺れを吸収する場合に比べると、多数回の繰り返し荷重が作用する場合や、揺れの振幅が大きな場合でも、建物の損傷を抑える効果が失われにくい。

【0022】

また、耐震性向上用弾性部材が、平板状体を部分的に除去した形状の外形を有するため、例えば、柱と梁で構成される仕口に設置する場合、柱と梁の双方の長手方向に直交する奥行方向に、平板状体の厚さ方向を向けた状態で設置できる。即ち、厚さに見合う奥行き確保できれば設置できるため、設置箇所の制約を受けにくい。

【0023】

本発明の第3の観点に係る耐震性向上用弾性部材の製造方法によれば、平鋼を部分的に除去するだけで、耐震性向上用弾性部材を容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施形態に係る耐震性向上用構造体の一設置態様を示す概念図である。

10

20

30

40

50

【図 2】実施形態に係る耐震性向上用構造体の主要部を示す分解斜視図である。

【図 3】実施形態に係る耐震性向上用構造体の芯材の平面図である。

【図 4】実施形態に係る耐震性向上用構造体の x 方向に垂直な部分断面図である。

【図 5】実施形態に係る耐震性向上用構造体の製造方法のフローチャートである。

【図 6】実施形態に係る耐震性向上用構造体の芯材の作用を示す概念図である。

【図 7】実施形態に係る耐震性向上用構造体の芯材の作用を示す概念図である。

【図 8】他の実施形態に係る耐震性向上用構造体の芯材の平面図である。

【図 9】さらに他の実施形態に係る耐震性向上用構造体の芯材の平面図である。

【図 10】(A) は、実施形態に係る耐震性向上用構造体の他の設置態様を示す概念図であり、(B) は取り付け部とプレートとの連結部分の y 方向に垂直な断面図である。

【図 11】他の実施形態に係る耐震性向上用構造体の x 方向に垂直な部分断面図である。

【図 12】実施例に係る耐震性向上用構造体の芯材に作用させた x 方向荷重と、芯材の x 方向変位量との関係を計測した結果のグラフである。

【図 13】実施例に係る耐震性向上用構造体の地震波に対する応答を求めるためのシミュレーションの条件を示す概念図である。

【図 14】(A) は、骨組の地震波に対する応答を示すシミュレーション結果のグラフであり、(B) は、実施例に係る耐震性向上用構造体を取り付けた骨組の地震波に対する応答を示すシミュレーション結果のグラフである。

【図 15】芯材に生じるミーゼス応力の値を濃淡で表した濃淡グラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図中、同一又は対応する部分に同一符号を付す。

【0026】

図 1 に示すように、実施形態に係る耐震性向上用構造体 1 は、耐震性向上の対象となる建物 90 の柱 91 と梁 92 とで構成される仕口に、方杖として斜めに架け渡された態様で使用可能である。耐震性向上用構造体 1 は、大略、板状を成しており、柱 91 と梁 92 の双方の長手方向に直交する奥行方向（図 1 では紙面に垂直な方向）に厚さ方向を向けた状態で設置されている。

【0027】

耐震性向上用構造体 1 は、耐震性向上用弾性部材としての芯材 2 と、芯材 2 の座屈変形を防止する座屈防止部材 3 と、を備える。芯材 2 は、梁 92 に固定されたプレート 93 に取り付けられる取り付け部 21 と、柱 91 に固定されたプレート 94 に取り付けられる取り付け部 22 と、を有する。なお、図 1 では、芯材 2 の、座屈防止部材 3 の背後に位置する部分を破線（隠れ線）で示した。

【0028】

芯材 2 の、一对の取り付け部 21 及び 22 が対向する方向（以下、対向方向という。）に、地震等に起因する荷重が加えられる。ここで荷重とは、引張荷重及び圧縮荷重を含む。

【0029】

図 2 は、耐震性向上用構造体 1 の主要部を示す分解斜視図である。上記対向方向を x 方向とし、上記厚さ方向を z 方向とする x y z 直交座標系を定義する。図 1 の座屈防止部材 3 は、芯材 2 を z 方向に関して、両側から挟み込む第 1 及び第 2 の座屈防止部材 31 及び 32 を備える。

【0030】

これら第 1 及び第 2 の座屈防止部材 31 及び 32 は、図 1 に示す固定手段としてのボルト 33 を用いて、芯材 2 を挟み込んだ状態で、固定される。第 1、第 2 の座屈防止部材 31、32 には、夫々そのボルト 33 が挿通するボルト挿通孔 31a、32a が複数形成されている。

【0031】

10

20

30

40

50

なお、図 2 には、x 方向に荷重が加えられていない無荷重状態の芯材 2 を示す。芯材 2 は、無荷重状態においては、x 方向に延在する平板状体 S を部分的に除去した外形を有する。なお、平板状体 S は、x 方向を長手方向とするように x 方向に長尺に延在しており、平板状体 S の延在方向としての x 方向は、平板状体 S の長手方向でもある。

【 0 0 3 2 】

芯材 2 と同様、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 も、x 方向に長尺に延在する。但し、芯材 2 の x 方向の長さは、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 の x 方向の長さより長い。第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 が芯材 2 を挟み込んだ状態では、芯材 2 の x 方向両端部分に位置する取り付け部 2 1、2 2 が、夫々第 1、第 2 の座屈防止部材 3 1、3 2 よりも x 方向外方に突出する。

10

【 0 0 3 3 】

取り付け部 2 1 及び 2 2 は、各々平板状体 S と平行な扁平状を成す。これら扁平な取り付け部 2 1、2 2 は、夫々その扁平な面（表面又は裏面）の略全域が、建物（具体的に図 1 のプレート 9 3、9 4）に面接触した状態で、建物に固定される。取り付け部 2 1、2 2 には、夫々建物に固定するためのボルトが挿通するボルト挿通孔 2 1 a、2 2 a が複数形成されている。

【 0 0 3 4 】

芯材 2 は、一对の取り付け部 2 1 及び 2 2 間の、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 によって挟み込まれる部分に、本体部 2 3 を有する。本体部 2 3 は、一对の取り付け部 2 1 及び 2 2 と一体に形成されてなる。以下、本体部 2 3 の構成について説明する。

20

【 0 0 3 5 】

図 3 に示すように、本体部 2 3 は、図 2 の平板状体 S の厚さ方向（z 方向）及び延在方向（x 方向）に直交する幅方向（y 方向）に、2 つのセグメント 2 3 a 及び 2 3 b に分割されて構成されている。セグメント 2 3 a と 2 3 b は、y 方向に離間している。

【 0 0 3 6 】

セグメント 2 3 a 及び 2 3 b の各々は、平面視で互いに合同な外形をもつ複数の折り返しばね部 2 3 1 が、連結部 2 3 2 によって x 方向に連結された周期的連結構造を有する。

【 0 0 3 7 】

各々の連結部 2 3 2 は、本体部 2 3 の y 方向ほぼ中央部分において x 方向に延在する。

【 0 0 3 8 】

各々の折り返しばね部 2 3 1 は、本体部 2 3 の幅方向（y 方向）外方に矩形に折り返されたコ字形状を有する。具体的には、各々の折り返しばね部 2 3 1 は、本体部 2 3 の幅方向（y 方向）最外方に位置する頂部 2 3 1 a と、頂部 2 3 1 a を連結部 2 3 2 に接続する一对の脚部 2 3 1 b と、を有する。頂部 2 3 1 a は、x 方向に延在し、各脚部 2 3 1 b は、y 方向に延在する。

30

【 0 0 3 9 】

一方のセグメント 2 3 a の頂部 2 3 1 a、連結部 2 3 2 は、夫々他方のセグメント 2 3 b の対応する頂部 2 3 1 a、連結部 2 3 2 と y 方向に対向している。

【 0 0 4 0 】

セグメント 2 3 a、2 3 b の x 方向両端部分は、夫々取り付け部 2 1、2 2 に接続されている。その接続位置は、取り付け部 2 1 及び 2 2 の y 方向端部である。具体的には、セグメント 2 3 a 及び 2 3 b の各々は、その x 方向両端部分において、連結部 2 3 2 の x 方向終端から y 方向外方に延在する脚部 2 3 3 と、脚部 2 3 3 の y 方向終端から x 方向に延在し、取り付け部 2 1 又は 2 2 に接続される接続部 2 3 4 と、を有する。

40

【 0 0 4 1 】

図 3 中、破線で示す円 V は、図 2 のボルト挿通孔 3 1 a 及び 3 2 a に挿通される図 1 のボルト 3 3 の挿通位置を示す。図示のように、ボルト 3 3 は、x 方向に隣り合う折り返しばね部 2 3 1 の間を挿通される。なお、ボルト 3 3 の挿通位置は、本体部 2 3 に接触しない位置であれば、特に限定されるものではない。

【 0 0 4 2 】

50

図4は、耐震性向上用構造体1の、図3のA-A線の位置における、x方向に垂直な部分断面図である。第1の座屈防止部材31は、平板状の底板部311と、底板部311の幅方向両側から垂直に立ち上がった、補剛リブとしての側板部312とを有する溝形鋼よりなる。同様に、第2の座屈防止部材32も、底板部321と、側板部322と、を有する溝形鋼よりなる。

【0043】

第1及び第2の座屈防止部材31及び32は、互いの底板部311、321の底面を向かい合わせ、それら底板部311と321間に芯材2を挟み込んだ状態で、ボルト33及びナット34、35で固定されている。

【0044】

本体部23と、底板部311及び321とは面接触している。芯材2にx方向の荷重が加えられた場合、本体部23は、底板部311及び321との間の摩擦力に抗して、底板部311及び321に平行なxy面内で弾性的に撓むことが可能である(図6及び図7参照)。

【0045】

図5を参照し、以下、耐震性向上用構造体1の製造方法について説明する。

【0046】

まず、得ようとする芯材2のx方向の長さと同じ長さ、y方向の幅と同じ幅、及びz方向の厚さと同じ厚さをもつ平鋼を準備する(ステップS11)。なお、図1に示した平板状体Sは、かかる平鋼を表したものである。平鋼(平板状体S)は、厚さ(z方向の長さ)が幅(y方向の長さ)及び長さ(x方向の長さ)よりも小さい扁平形状をなす。

【0047】

次に、平鋼を部分的に除去する除去加工を行う(ステップS12)。このステップS12は、除去加工により、平鋼の長さ方向両端部分に一对の取り付け部21及び22を形成する工程Aと、平鋼の長さ方向中間部分に、一对の取り付け部21及び22に接続される本体部23を形成する工程Bと、を含む。なお、工程Aと工程Bの順序は任意であり、工程AとBを同時に行うこともできる。

【0048】

工程Aでは、平鋼の長さ方向両端部分にボルト挿通孔21a(図3参照)を形成すれば、取り付け部21及び22が得られる。この場合、除去加工としては、ボルト挿通孔21aを形成するための、穴あけ加工が用いられる。

【0049】

工程Bでは、折り返しばね部231、連結部232、幅方向延在部233、及び軸方向延在部234が残されるように、これら以外の部分を除去すれば、本体部23が得られる。この場合、除去加工としては、ワイヤ放電加工が用いられる。平鋼を一方の電極とし、放電ワイヤを他方の電極とする。放電ワイヤを平鋼の厚さ方向に送りながら、放電ワイヤの貫通位置を平鋼の表面に平行な面内で走査させることにより、所望の部分を除去できる。

【0050】

なお、除去加工の方法は特に限定されず、ワイヤ放電加工の他、例えば、打ち抜き加工や切削加工等を用いてもよい。また、除去加工の後、平鋼の表面であった面や除去加工で形成された面の粗さを低減させる仕上げ加工を行ってもよい。また、得られた芯材2に、溶接等で他の部材を接続してもよい。

【0051】

次に、平鋼の除去加工で得られた芯材2を、各々溝形鋼よりなる第1及び第2の座屈防止部材31及び32で挟み込み、ボルト33とナット34及び35で固定することにより、耐震性向上用構造体1が完成する(ステップS13)。

【0052】

以下、図6及び図7を参照し、耐震性向上用構造体1の作用について説明する。

【0053】

10

20

30

40

50

図6(A)は、地震等に起因して芯材2にx方向の引張荷重が加えられた場合に、折り返しばね部231が弾性的に撓む様子を示す。この場合、折り返しばね部231は、その脚部231bがx方向に開くように撓む。これにより、図1の取り付け部21及び22が互いにx方向に遠ざかるように相対変位することが実現される。

【0054】

図6(B)は、芯材2にx方向の圧縮荷重が加えられた場合に、折り返しばね部231が弾性的に撓む様子を示す。この場合、折り返しばね部231は、その脚部231bがx方向に閉じるように撓む。また、折り返しばね部231の頂部231aが、図1の平板状体Sのy方向に向かい合う側面よりも外方に撓む。これにより、図1の取り付け部21及び22が互いにx方向に近づくように相対変位することが実現される。

10

【0055】

なお、図3に示したように、図4のボルト33は、本体部23の撓みを妨げない位置に挿通されており、第1及び第2の座屈防止部材31及び32で挟み込まれた折り返しばね部231のy方向両側は開放されている。このため、図6(B)で、折り返しばね部231の頂部231aは、図2の平板状体Sのy方向に向かい合う側面よりy方向外方に撓むことが可能である。

【0056】

図7(A)は、芯材2にx方向の引張荷重が加えられた場合に、連結部232が撓む様子を示す。この場合、一方のセグメント23aの連結部232と、他方のセグメント23bの連結部232とが、互いにy方向に近づくように撓む。この撓みは、図6(A)に示す折り返しばね部231の撓みと相まって、図1の取り付け部21及び22の、互いに遠ざかる方向の相対変位可能量を高めることに寄与する。

20

【0057】

図7(B)は、芯材2にx方向の圧縮荷重が加えられた場合に、連結部232が撓む様子を示す。この場合、一方のセグメント23aの連結部232と、他方のセグメント23bの連結部232とが、互いにy方向に遠ざかるように撓む。この撓みは、図6(B)に示す折り返しばね部231の撓みと相まって、図1の取り付け部21及び22の、互いに近づく方向の相対変位可能量を高めることに寄与する。

【0058】

以上説明したように、本実施形態によれば、例えば次の効果が得られる。

30

【0059】

(1) 芯材2に、x方向の荷重が作用すると、折り返しばね部231がx方向に弾性的に伸縮すると同時に、建物90に、x方向の弾性復元力を作用させる。このため、塑性変形によって揺れを吸収する場合に比べると、多数回の繰り返し荷重が作用する場合や、揺れの振幅が大きな場合でも、建物の損傷を抑える効果が失われにくい。

【0060】

(2) 本体部23がy方向にセグメント23a及び23bに分割して構成され、セグメント23a及び23bの各々が折り返しばね部231を有すると共に、セグメント23a及び23bの連結部232同士がy方向に互いに遠ざかる方向及び近づく方向に弾性的に変位可能に構成されている。このため、本体部23がセグメント23aと23bとに分割されてない場合に比べると、取り付け部21及び22のx方向の相対変位可能量を大きくすることができる。

40

【0061】

(3) 本体部23が、折り返しばね部231をx方向に複数連結した構造を有する。このため、1つの折り返しばね部231のみを有する場合に比べると、取り付け部21及び22のx方向の相対変位可能量を大きくすることができる。

【0062】

(4) 第1及び第2の座屈防止部材31及び32で挟まれた状態の折り返しばね部231が、平板状体Sのy方向に向かい合う側面よりも外方に撓むことが可能に構成されている。このため、取り付け部21及び22のx方向の相対変位可能量を大きくすることがで

50

きる。

【0063】

(5) 芯材2が平板状体Sを部分的に除去した外形を有するため、図1に示すように、例えば、柱91と梁92で構成される仕口に設置する場合、柱91と梁92の双方の長手方向に直交する奥行方向にz方向、即ち平板状体Sの厚さ方向を向けた状態で設置できる。即ち、厚さに見合う奥行さえ確保できれば設置できる。このため、設置箇所の制約を受けにくい。また、このように耐震性向上用構造体1は、設置スペースが小さくて済むので、他の制振ダンパー等と併用することも容易に実現できる。

【0064】

(6) 芯材2は、平鋼を除去加工するだけで、容易かつ安価に得ることができる。

10

【0065】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、以下の変形が可能である。

【0066】

上記実施形態では、座屈防止部材3を備えたが、芯材2の圧縮力による座屈を許容し、その圧縮抵抗力を無視して構造設計できる場合や、芯材2に引張荷重しか作用しない場合等には、座屈防止部材3は備えなくてもよい。芯材2のみを、耐震性向上用弾性部材として、建物90に取り付ければよい。

【0067】

上記実施形態では、無荷重状態において、セグメント23aと23bとがy方向に離間した構成を示したが、セグメント23aと23bが無荷重状態においてy方向に接触する部分を有していてもよい。例えば、セグメント23aと23bの連結部232同士がy方向に接触していても、図7(B)に示すように、引張荷重が加わった際、それら連結部232同士が離れる弾性変位が実現される。

20

【0068】

上記実施形態では、ボルト33を折り返しばね部231の撓みを妨げない位置に挿通させたが、折り返しばね部231が一定以上撓んだ場合にボルト33に接触するような位置にボルト33を挿通させ、ボルト33によって本体部23の一定以上の撓みが規制されるようにしてもよい。

【0069】

上記実施形態では、図1に、耐震性向上用構造体1を方杖として仕口に設置した例を示したが、耐震性向上用構造体1又は芯材2は、相隣る柱と柱の間に筋交いとして設置することも可能であるし、梁と梁の間に設置することも可能である。また、耐震性向上用構造体1は、鉄骨構造だけでなく、木造構造やRC構造にも取り付け可能である。また、耐震性向上用構造体1又は芯材2は、既存の建物に後付けすることもできるし、新築の際に建物に予め組み込むこともできる。

30

【0070】

上記実施形態では、芯材2を平鋼から形成したが、芯材2の素材は、耐震性向上用に使用可能な弾性を示すものであれば、特に鋼に限定されない。例えば、芯材2の素材は、鋼以外の鉄であってもよいし、鉄以外の金属又は合金であってもよい。

40

【0071】

図8(A)～(E)に、芯材2の本体部の変形例を示す。

【0072】

図8(A)に示すように、折り返しばね部をリング状部材241で構成し、複数のリング状部材241を連結部242で接続してもよい。このように、本体部は、必ずしもy方向に複数のセグメントに分割されていなくてもよい。

【0073】

図8(B)に示すように、y方向最外方に位置する頂部243aと、頂部243aを連結部243cに接続する一対の脚部243b-1及び243b-2と、を有する折り返しばね部243の、脚部243b-1及び243b-2の少なくともいずれか一方が、y方

50

向と交差する方向に延在していてもよい。図 8 (B) では、脚部 2 4 3 b - 2 が y 方向と交差する斜め方向に延在し、のこぎり波状の本体部が構成されている。

【 0 0 7 4 】

図 8 (C) に示すように、或る折り返しばね部 2 4 4 の形状及び / 又は寸法が、他の折り返しばね部 2 4 5 のそれと異なってもよい。このように、折り返しばね部は、平面視において必ずしも互いに合同で無くてもよい。

【 0 0 7 5 】

図 8 (D) に示すように、y 方向に関して、一方のセグメント 2 4 6 における連結部 2 4 6 c が、一方のセグメント 2 4 6 における折り返しばね部の頂部 2 4 6 a よりも、他方のセグメント 2 4 7 における折り返しばね部の頂部 2 4 7 a に近い位置に配置されてい
10

【 0 0 7 6 】

図 8 (E) に示すように、折り返しばね部 2 4 8 の脚部 2 4 8 b は、平面視において、頂部 2 4 8 a との接続部から、連結部 2 4 8 c との接続部までの間に、略直角状の屈曲部が 2 箇所有するクランク状をなしていてもよい。図 8 (E) では、脚部 2 4 8 b は、頂部 2 4 8 a 及び連結部 2 4 8 c の双方と y 方向に対向する部分を有する。

【 0 0 7 7 】

図 9 (A) ~ (E) に、芯材 2 の本体部のさらに他の変形例を示す。

【 0 0 7 8 】

図 9 (A) に示すように、折り返しばね部 2 4 9 は、y 方向外方を向く角部を有するよう平面視略 V 字状に折り返された形状を有していてもよい。

【 0 0 7 9 】

図 9 (B) に示すように、折り返しばね部 2 5 0 は、y 方向外方に向かって凸に湾曲するよう平面視略 U 字状に折り返された形状を有していてもよい。

【 0 0 8 0 】

図 9 (C) に示すように、一方のセグメントの折り返しばね部 2 3 1 と、他方のセグメントの折り返しばね部 2 3 1 とで、x 方向の位置にずれがあってもよい。
30

【 0 0 8 1 】

図 9 (D) に示すように、折り返しばね部 2 5 1 は、平面視において、x 方向及び y 方向と交差する斜め方向に折り返された形状を有していてもよい。

【 0 0 8 2 】

図 9 (E) に示すように、一方のセグメントと、他方のセグメントとの間に、x 方向に延在する軸部材 2 5 2 を配置してもよい。軸部材 2 5 2 は、例えば、芯材 2 の y 方向への曲がり防止する効果を奏する。軸部材 2 5 2 の x 方向両端と、取り付け部 2 1 及び 2 2 との間には間隙が確保され、軸部材 2 5 2 は、取り付け部 2 1 及び 2 2 の、互いに近づく方向の相対変位を妨げない。また、軸部材 2 5 2 の y 方向両端と、折り返しばね部との間にも間隙が確保されている。軸部材 2 5 2 は、図 2 に示す第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 に厚さ方向に挟まれた状態で保持される。なお、軸部材 2 5 2 も、芯材を得るための平鋼と同一の平鋼から得ることができる。
40

【 0 0 8 3 】

図 10 (A) は、耐震性向上用構造体 1 の他の設置態様を示す概念図である。図示のように、取り付け部 2 1 とプレート 9 3 とを添板 8 1 を用いて連結し、取り付け部 2 2 とプレート 9 3 とを添板 8 2 を用いて連結してもよい。

【 0 0 8 4 】

図 10 (B) は、取り付け部 2 1 とプレート 9 3 との連結部分の、x z 平面に平行な断面図である。添板 8 1 は、取り付け部 2 1 とプレート 9 3 とを厚さ方向 (z 方向) に挟み込む表裏一対の添板 8 1 a 及び 8 1 b で構成されている。添板 8 1 a 及び 8 1 b によって
50

取り付け部 2 1 及びプレート 9 3 を挟み込んだ状態で、添板 8 1 a 及び 8 1 b と取り付け部 2 1、並びに添板 8 1 a 及び 8 1 b とプレート 9 3 とが、それぞれ z 方向に挿通されたボルトで結合されている。また、図示しないが、添板 8 2 も表裏一对の添板で構成され、取り付け部 2 2 とプレート 9 4 との連結部分も、図 1 0 (B) と同様に構成されている。

【 0 0 8 5 】

図 1 1 (A) ~ (C) は、耐震性向上用構造体 1 の他の変形例を示す。

【 0 0 8 6 】

図 1 1 (A) に示すように、芯材 2 と、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 との間に、介在物 4 を配置してもよい。介在物 4 としては、芯材 2 と、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 との摩擦力を調整するための摩擦力調整剤（例えば、オイルや粘着剤等）や、緩衝のための弾性体（例えば、ゴムパッキン）等が挙げられる。

10

【 0 0 8 7 】

図 1 1 (B) に示すように、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 の y 方向両側に側板 5 を配置し、その側板 5 と、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 とを、y 方向に挿通するボルト 3 3 で固定してもよい。

【 0 0 8 8 】

なお、第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 の幅を、芯材 2 の幅より広くしておけば、芯材 2 の y 方向外方への弾性変位は許容される。また、側板 5 の、折り返しバネ部 2 3 1 と対向する位置に、折り返しばね部 2 3 1 の突出を許容する開口を形成してもよい。

【 0 0 8 9 】

図 1 1 (C) に示すように、芯材 2 と、これを挟み込んだ第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 とを、角形鋼管よりなる中空管状体 6 内に挿入してもよい。この場合、ボルト 3 3 とナット 3 4 及び 3 5 が不要となる。

20

【 0 0 9 0 】

〔実施例〕

以下、実施例について説明する。

【 0 0 9 1 】

日本鉄鋼連盟製品規格に規定される高強度鋼 H S A 7 0 0 よりなる平鋼を準備した。かかる平鋼の厚さは 9 mm、長さは 1 1 4 0 mm、幅は 1 4 0 mm である。この平鋼をワイヤ放電加工することにより、図 3 に示す形状の芯材 2 を得た。

30

【 0 0 9 2 】

得られた芯材 2 は、平鋼と同じ厚さ、長さ、及び幅をもつ。本体部 2 3 の x 方向の長さは 7 6 0 mm である。各折り返しばね部 2 3 1 の x 方向の長さは 8 0 mm である。各連結部 2 3 2 の x 方向の長さは 6 0 mm、幅は 1 0 mm であり、連結部 2 3 2 同士の y 方向の間隔は 1 0 mm である。

【 0 0 9 3 】

次に、得られた芯材 2 を、各々溝鋼よりなる第 1 及び第 2 の座屈防止部材 3 1 及び 3 2 で挟み込み、手締めで軽くボルト締めし、耐震性向上用構造体 1 を得た。

【 0 0 9 4 】

得られた耐震性向上用構造体 1 の取り付け部 2 1 及び 2 2 間に、x 方向に引張荷重と圧縮荷重とを交互に繰返し作用させ、x 方向の変位量を計測した。

40

【 0 0 9 5 】

図 1 2 は、計測された変位量と荷重との関係を示すグラフである。横軸は、一对の取り付け部 2 1 及び 2 2 の x 方向の相対変位量を示し、この値は変位計により計測した。縦軸は、芯材 2 に作用させた x 方向の荷重を示し、この値はロードセルにより計測した。なお、荷重は、圧縮荷重を正とし、引張荷重を負とした。荷重は、x 方向変位量が、 $\pm 5 \text{ mm}$ 、 $\pm 10 \text{ mm}$ 、 $\pm 15 \text{ mm}$ となるように段階的に変化させた。

【 0 0 9 6 】

図示のように、x 方向変位量約 $\pm 15 \text{ mm}$ の範囲内で、弾性挙動が維持されることが確認された。グラフの傾きで表される芯材 2 の剛性は、約 5 kN/cm である。グラフが示

50

す若干の非線形挙動は、芯材 2 と座屈防止部材 3 との間の摩擦に起因すると考えられる。

【 0 0 9 7 】

芯材 2 に生じた最大ひずみは、 $15 / 1140 = 1 / 67$ であり、この値は、大地震で一般的な建築物に強制されるひずみにほぼ等しい。このように、本実施例に係る耐震性向上用構造体 1 によれば、揺れが大きく、かつ多数回の繰り返し荷重が作用する場合でも、その弾性が維持されることが確認された。

【 0 0 9 8 】

〔シミュレーション 1〕

上記実施例に係る耐震性向上用構造体 1 の地震に対する応答を求めるためのシミュレーションを行った。耐震性向上用構造体 1 の剛性は、 $5 \text{ kN} / \text{cm}$ とした。

10

【 0 0 9 9 】

図 1 3 に、シミュレーションの条件を示す。基礎 9 7、9 7 に夫々柱 9 5、9 5 が立設され、柱 9 5、9 5 間には梁 9 6 が架設されてなる門型の骨組の四隅に、耐震性向上用構造体 1 を取り付ける。柱 9 5 の高さは 400 cm 、梁 9 6 の長さは 800 cm 、耐震性向上用構造体 1 の長さ (x 方向の長さ) は、約 141.4 cm である。

【 0 1 0 0 】

柱 9 5 は、肉厚 12 mm 、一辺角 250 mm の角型鋼管とした。梁 9 6 は、H 寸法 450 mm 、B 寸法 200 mm 、t 1 寸法 9 mm 、t 2 寸法 14 mm の H 型鋼とした。柱 9 5 と梁 9 6 の材料の降伏強さは $235 \text{ N} / \text{mm}^2$ 、ヤング係数は $2.05 \times 10^5 \text{ N} / \text{mm}^2$ とした。また、梁 9 6 の両端に 50 kN の集中重量が存在し、梁 9 6 の中央には 100 kN の集中重量が存在しているとした。

20

【 0 1 0 1 】

上記構成の骨組に、地震波を与えた。地震波は、1995 年神戸海洋気象台で観測された兵庫県南部地震の地震波 (神戸 NS 波) と同一のものとした。地震波の最大地動加速度は 818 gal であり、継続時間は 29.6 秒である。

【 0 1 0 2 】

図 1 4 (A) は、比較例として、耐震性向上用構造体 1 が取り付けられて無い上記骨組に、上記地震波を与えた場合の応答を示すグラフである。横軸は、骨組みの、梁 9 6 の位置の横方向 (梁 9 6 の長さ方向) の変位 (以下、層間変位という。) を示し、縦軸は横方向のせん断力 (以下、層せん断力という。) を示す。

30

【 0 1 0 3 】

図示のように、ヒステリシスはみられるが、層間変位の正方向への偏りがみられる。正方向の最大変位は 8.28 cm であった。また、ヒステリシスを表すグラフの上部 C 1 は、略水平であり、この部分では骨組の剛性がほぼゼロとなっていることを示す。

【 0 1 0 4 】

図 1 4 (B) は、実施例に係る耐震性向上用構造体 1 を四隅に取り付けた骨組の、同じ地震波に対する応答を示すグラフである。図示のように、層間変位の正方向への偏りが緩和されている。これは、耐震性向上用構造体 1 の弾性復元力による原点復帰の効果が発揮されたことを示す。正方向の最大変位は 6.93 cm へと減少した。さらに、ヒステリシスを表すグラフの上部 C 2 の傾きは、比較例の対応する部分 C 1 の傾きよりも大きい。このことは、骨組の剛性が維持されていることを示す。このように、実施例に係る耐震性向上用構造体 1 によれば、大地震が生じた場合でも建物の損傷を抑える効果が維持されることが確認された。

40

【 0 1 0 5 】

〔シミュレーション 2〕

同一の平鋼 (H SA 700) よりなり、平面視での形状のみが異なる芯材の試験体 A ~ H の各々について、x 方向一端を固定し、他端に x 方向の引張荷重を与えた場合に、試験体に生じるミーゼス応力を、弾性有限要素解析により算出した。

【 0 1 0 6 】

図 1 5 (A) ~ (H) に、ミーゼス応力の算出結果を、濃淡で表現した画像を示す。ミ

50

ミーゼス応力比が 0 の部分を白色で表現し、ミーゼス応力比が 1 の部分を黒色で表現し、ミーゼス応力比が 0 を超え 1 未満の部分は、1 に近い程濃くなるよう灰色で表現した。色の濃い部分程、応力が集中していることを表す。

【 0 1 0 7 】

図 1 5 (A) は、試験体 A の解析結果を示す。試験体 A は、図 3 に示す形状のものとした。折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 1 0 m m とした。

【 0 1 0 8 】

図 1 5 (B) は、試験 B の解析結果を示す。試験体 B は、試験体 A と比べて、各セグメントが有する折り返しばね部の数が 1 つ少ない。

【 0 1 0 9 】

図 1 5 (C) は、試験体 C の解析結果を示す。試験体 C も、試験体 A 及び B と同様、図 3 に示す形状のものとした。但し、折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 2 0 m m とした。

【 0 1 1 0 】

図 1 5 (D) は、試験体 D の解析結果を示す。試験体 D は、図 8 (A) に示す形状のものとした。折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 1 0 m m とした。

【 0 1 1 1 】

図 1 5 (E) は、試験体 E の解析結果を示す。試験体 E は、図 8 (B) に示す形状のものとした。折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 1 0 m m とした。

【 0 1 1 2 】

図 1 5 (F) は、試験体 F の解析結果を示す。試験体 F は、図 8 (C) に示す形状のものとした。折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 1 5 m m とした。また、x 方向中央の折り返しばね部の頂部の x 方向の長さは、他の折り返しばね部のその 2 倍とした。

【 0 1 1 3 】

図 1 5 (G) は、試験体 G の解析結果を示す。試験体 G は、図 8 (D) に示す形状のものとした。折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 1 5 m m とした。

【 0 1 1 4 】

図 1 5 (H) は、試験体 H の解析結果を示す。試験体 H は、図 8 (E) に示す形状のものとした。折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅を 1 5 m m とした。

【 0 1 1 5 】

また、試験体 A ~ H の各々について、いずれかの箇所がミーゼス降伏条件にはじめて達するときの x 方向の変位 (降伏時変位) と、そのときの荷重 (降伏荷重) とを算出した。

【 0 1 1 6 】

表 1 に、算出結果を示す。表 1 中、幅とは、折り返しばね部を構成する頂部及び脚部並びに連結部の各々の幅のことを指す。

【 0 1 1 7 】

10

20

30

40

【表 1】

試験体	降伏時変位 [mm]	降伏荷重 [kN]	幅 [mm]
A	28.72	15.20	10
B	28.01	15.39	10
C	7.15	43.09	20
D	16.16	15.69	10
E	15.63	8.75	10
F	10.47	17.22	15
G	28.03	12.87	15
H	22.06	28.24	15

10

【0118】

例えば、試験体 A 及び B と、試験体 D との計算結果を比較すると、試験体 A 及び B の方が、試験体 D よりも、大きな降伏時変位を確保できることが分かる。これは、試験体 A 及び B においては、本体部が y 方向に 2 つのセグメントに分割されており、図 7 (A) を参照して説明したように、セグメント同士が y 方向に互いに遠ざかる方向に弾性的に変位可能であることによる。

【0119】

また、のこぎり波状の本体部を有する試験体 E の降伏時荷重は、矩形状の折り返しばね部を有する他の試験体のそれに比べて著しく小さい。このことから、折り返しばね部は、矩形に折り返された形状を有する方が好ましいと言える。

20

【0120】

なお、試験体 C は、降伏時荷重は最も大きい、降伏時変位は最も小さい。降伏時変位よりも大きな変位がもたらされると、弾性復元力を発揮できなくなる。このため、降伏時荷重と降伏時変位の双方が大きいことが好ましい。この観点から、試験体 A、B、G、及び H が好ましいと言える。

【0121】

本発明は、その広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施形態及び変形が可能とされる。上記実施形態は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。本発明の範囲は、実施形態ではなく、請求の範囲によって示される。請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、本発明の範囲内とみなされる。

30

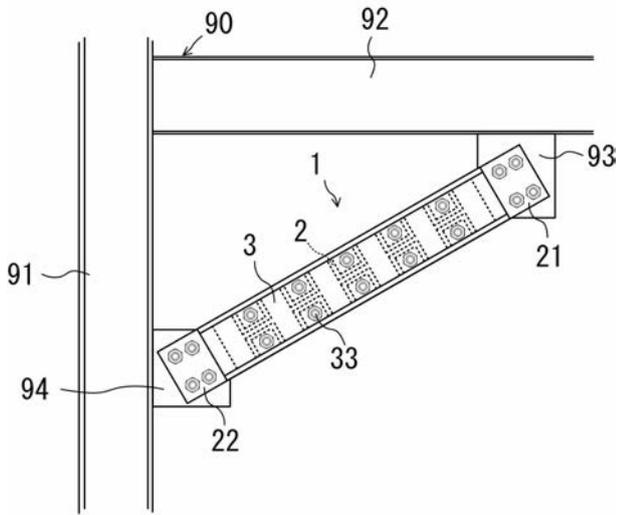
【符号の説明】

【0122】

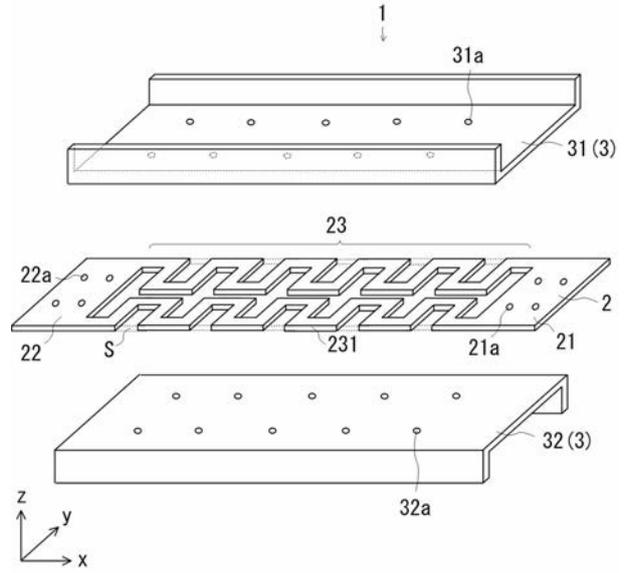
1 ... 耐震性向上用構造体、2 ... 芯材 (耐震性向上用弾性部材)、3 ... 座屈防止部材、4 ... 介在物、5 ... 測板、6 ... 中空管状体、21, 22 ... 取り付け部、21a, 22a ... ボルト挿通孔、23 ... 本体部、23a, 23b ... セグメント、31 ... 第 1 の座屈防止部材、31a, 32a ... ボルト挿通孔、32 ... 第 2 の座屈防止部材、33 ... ボルト、34, 35 ... ナット、81, 81a, 81b, 82, 82a, 82b ... 添板、90 ... 建物、91, 95 ... 柱、92, 96 ... 梁、93, 94 ... プレート、97 ... 基礎、231, 235, 236, 238 ... 折り返しばね部、232 ... 連結部、233 ... 幅方向延在部、234 ... 軸方向延在部、231a ... 頂部、231b, 233 ... 脚部、234 ... 接続部、241 ... リング状部材、242 ... 連結部、243 ... 折り返しばね部、243a ... 頂部、243b - 1, 243b - 2 ... 脚部、243c ... 連結部、244, 245 ... 折り返しばね部、246 ... セグメント、246a ... 頂部、246b ... 脚部、246c ... 連結部、247 ... セグメント、247a ... 頂部、247b ... 脚部、247c ... 連結部、248 ... 折り返しばね部、248a ... 頂部、248b ... 脚部、248c ... 連結部、249, 250, 251 ... 折り返しばね部、252 ... 軸部材、311, 321 ... 底板部、312, 322 ... 側板部、S ... 平板状体。

40

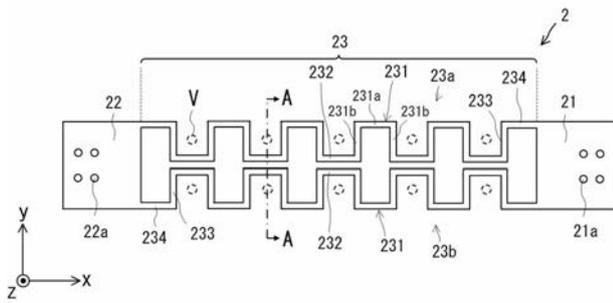
【 図 1 】



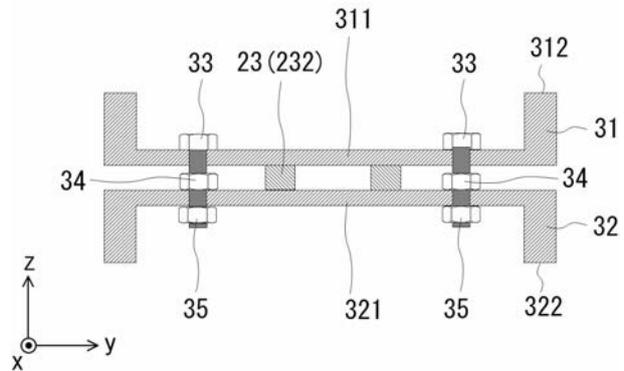
【 図 2 】



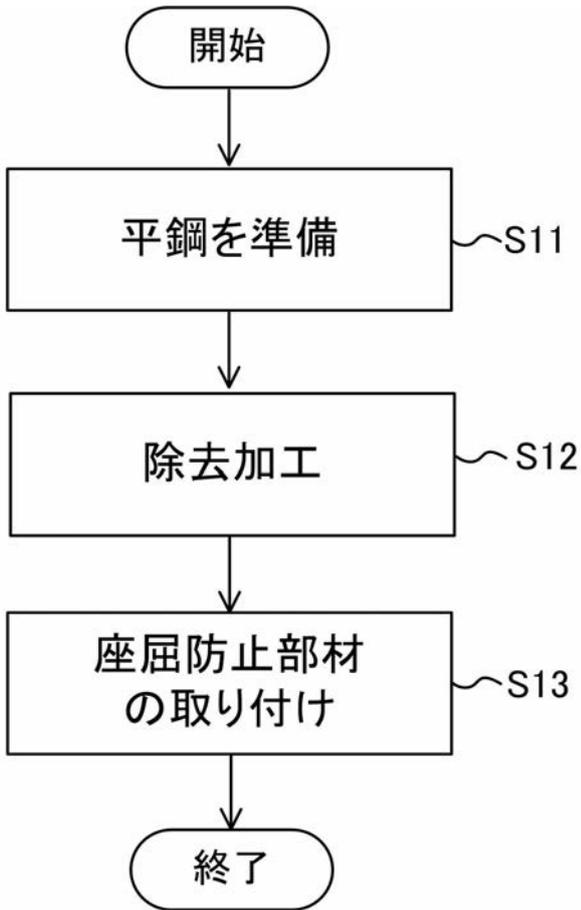
【 図 3 】



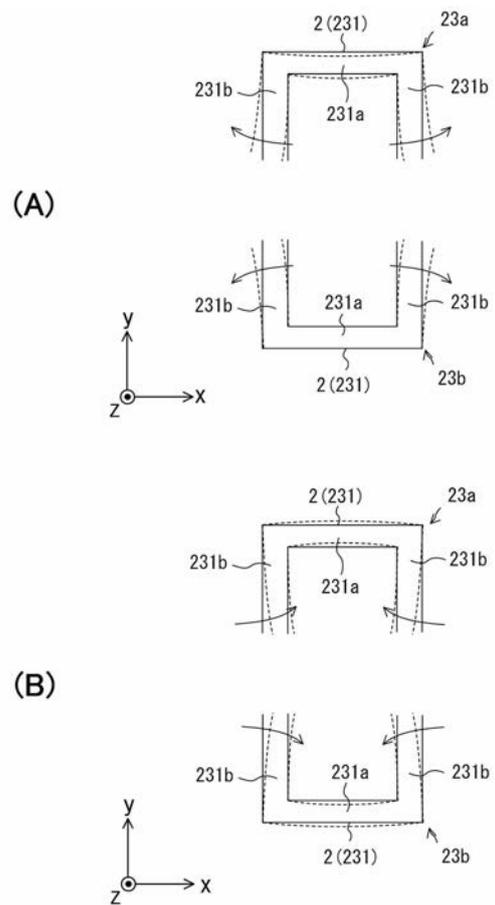
【 図 4 】



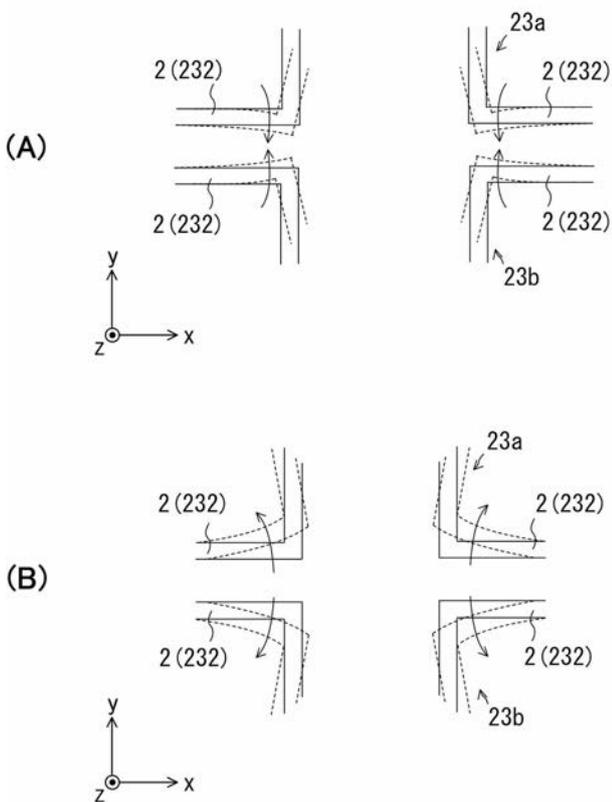
【 図 5 】



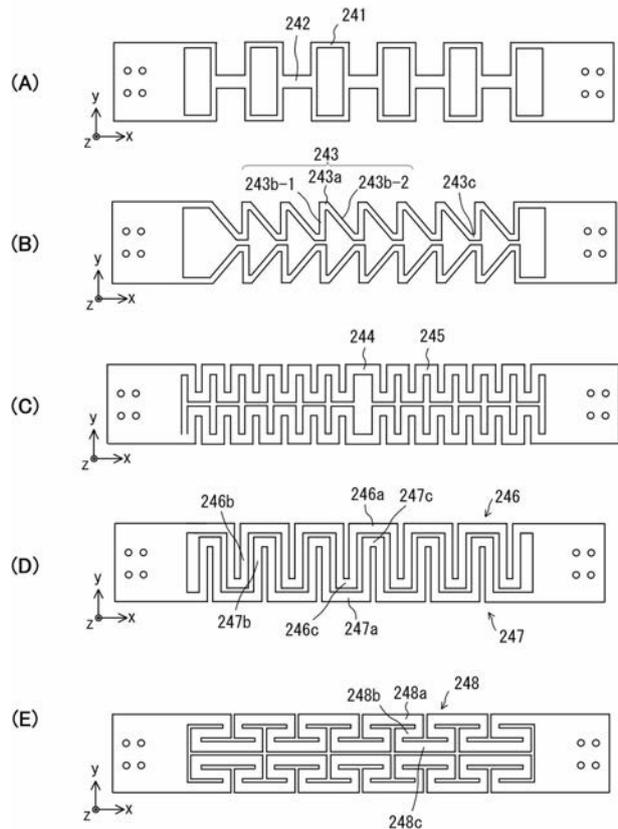
【 図 6 】



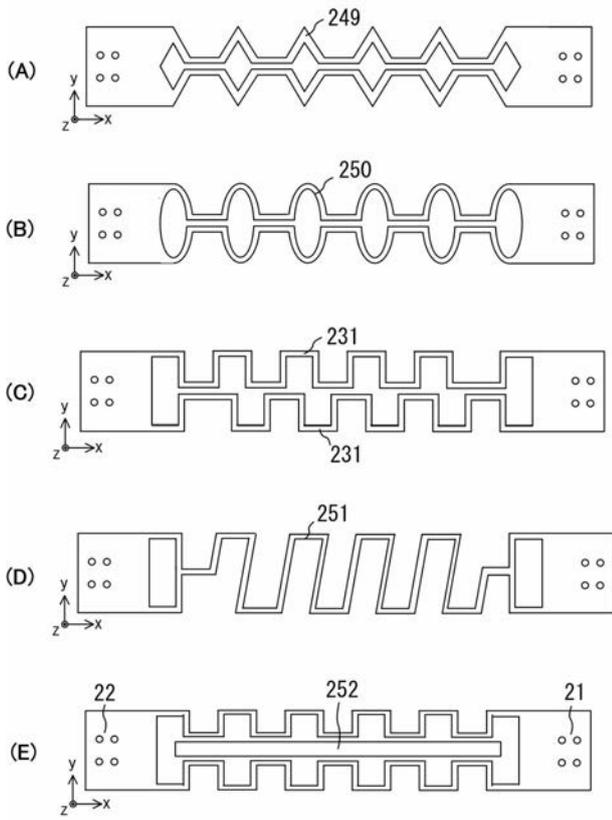
【 図 7 】



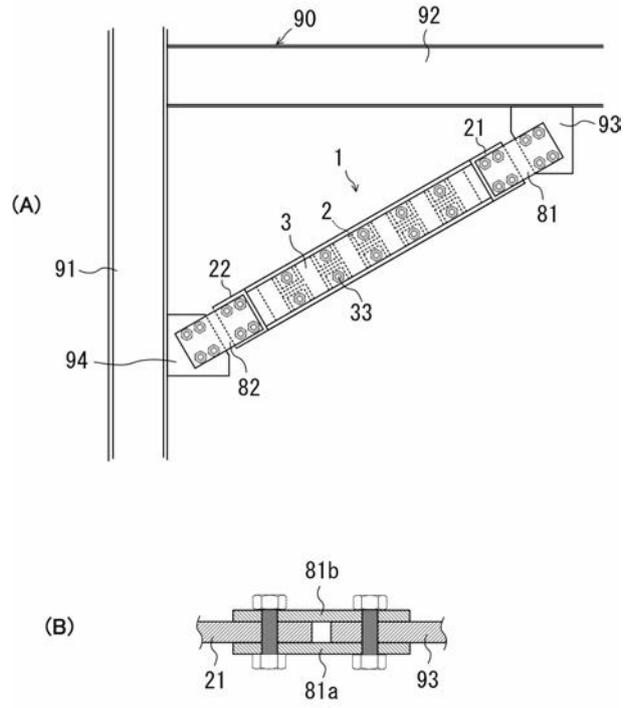
【 図 8 】



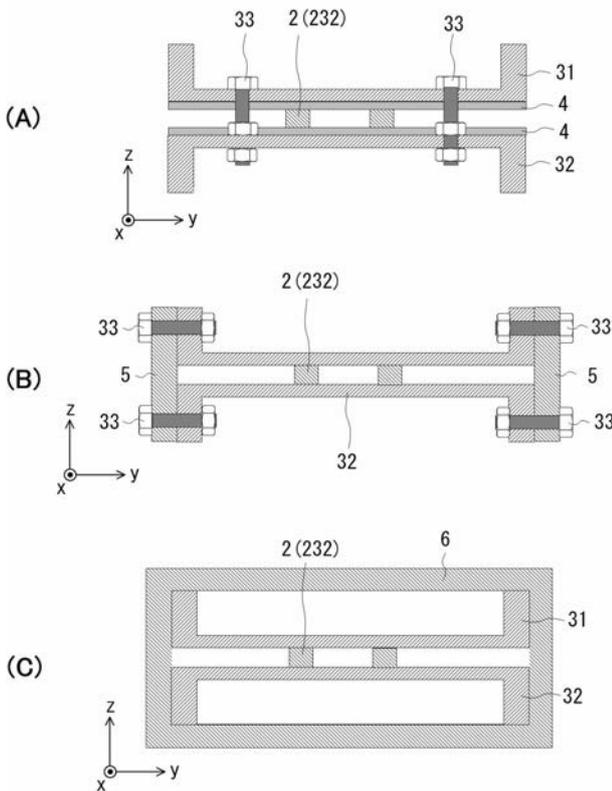
【 図 9 】



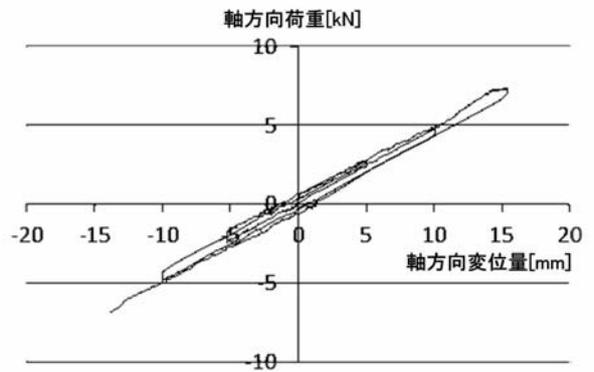
【 図 1 0 】



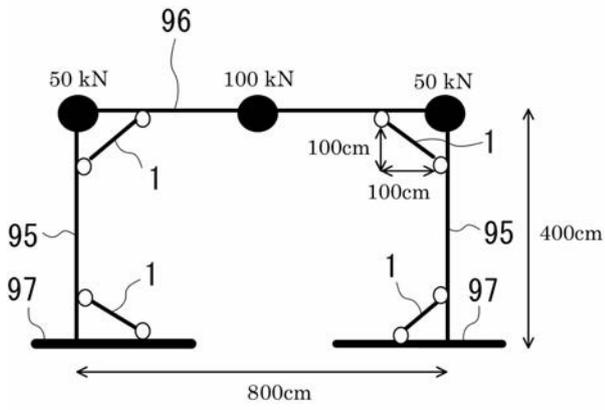
【 図 1 1 】



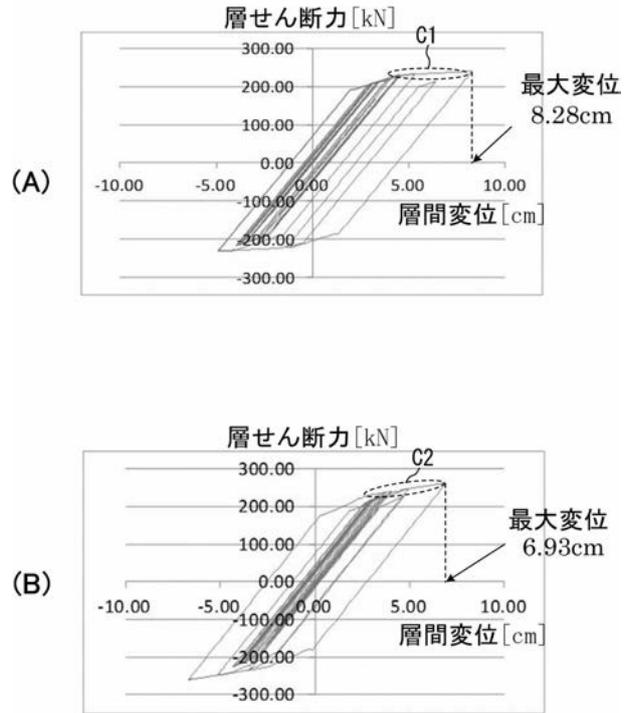
【 図 1 2 】



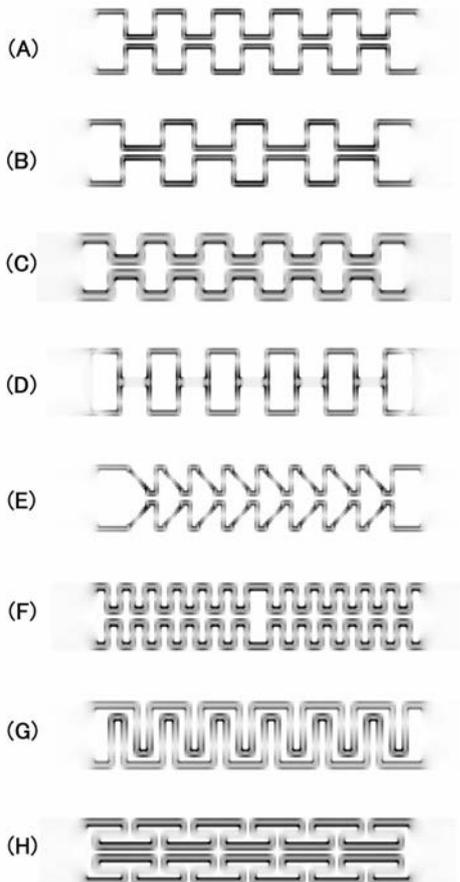
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 鶴田 将悟
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
- (72)発明者 江藤 弘樹
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
- (72)発明者 中村 建人
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
- (72)発明者 西田 銀次
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
- (72)発明者 山下 翼
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
- (72)発明者 後藤 拓史
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人 鹿児島大学内

Fターム(参考) 2E139 AA01 AB04 AC19 BA30 BD04
3J048 AA01 AB01 BC04 CB05 DA04 EA38
3J059 AA04 AB11 AD05 BA14 BA18 BC01 BD03 CA14 CB03 DA16
EA01 EA11 GA42