

(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2015-203240
(P2015-203240A)

(43) 公開日 平成27年11月16日(2015.11.16)

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

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-83353 (P2014-83353)
(22) 出願日 平成26年4月15日(2014.4.15)

(71) 出願人 504242342
株式会社免制震デバイス
東京都千代田区三番町6番26号
(74) 代理人 100095566
弁理士 高橋 友雄
(74) 代理人 100187805
弁理士 毛利 弘人
(74) 代理人 100105119
弁理士 新井 孝治
(72) 発明者 木田 英範
東京都千代田区三番町6番26号 住友不動産三番町ビル5階 株式会社免制震デバイス内

最終頁に続く

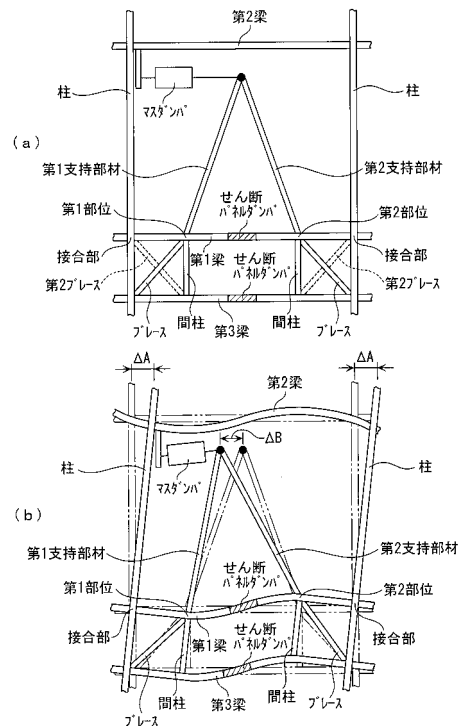
(54) 【発明の名称】 振動抑制装置

(57) 【要約】

【課題】 梁の断面の過大化を確実に回避し、構造物の振動を適切に抑制でき、装置全体の小型化及び製造コストの削減を図ることができる振動抑制装置を提供する。

【解決手段】 本発明の振動抑制装置は、一端部が第1梁BDの途中の所定の第1及び第2部位R1、R2に連結され、第2梁BUに向かって斜めに延び、他端部において互いに連結された第1及び第2支持部材2、3と、回転マス23、33を有し、第2梁BUと第1及び第2支持部材2、3の他端部に連結されたマスダンパ4、5と、を備える。第1梁BDと第3梁BLの間に設けられた一対のブレース構造15、15は、それぞれ、第1梁BDの第1部位R1又は第2部位R2と第3梁BLに連結された間柱16と、第1梁BDの第1部位R1又は第2部位R2と第3梁BLの第1柱PL又は第2柱PRとの接合部とに連結されたブレース17を有する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに間隔を隔てて配置された第 1 柱及び第 2 柱と、上下方向に互いに間隔を隔てて配置された第 1 梁及び第 2 梁、並びに前記第 1 梁を間にして前記第 2 梁と反対側に配置された第 3 梁とを互いに接合したラーメン構造を有する構造物の振動を抑制するための振動抑制装置であって、

柱材で構成され、一端部が、前記第 1 梁の前記第 1 柱との接合部と前記第 1 梁の長さ方向の中心との間の前記第 1 梁の所定の第 1 部位に連結され、当該第 1 部位から前記第 2 梁に向かって斜めに延びる第 1 支持部材と、

柱材で構成され、一端部が、前記第 1 梁の前記第 2 柱との接合部と前記第 1 梁の長さ方向の中心との間の前記第 1 梁の所定の第 2 部位に連結され、当該第 2 部位から前記第 2 梁に向かって斜めに延びるとともに、他端部が、前記第 1 支持部材の他端部に連結された第 2 支持部材と、

回転可能な回転マスをも有し、前記第 2 梁と前記第 1 及び第 2 支持部材の他端部とに連結され、前記構造物の振動に伴って前記第 1 及び第 2 支持部材を介して伝達された前記第 1 梁と前記第 2 梁の間の相対変位を、前記回転マスの回転運動に変換するマスダンパと、

前記第 1 梁と前記第 3 梁の間に設けられた一对のブレース構造と、を備え、

当該一对のブレース構造の各々は、一端部が前記第 1 梁の前記第 1 部位又は前記第 2 部位に連結され、前記第 3 梁に向かって鉛直に延び、他端部が前記第 3 梁に連結された間柱と、前記第 1 柱又は前記第 2 柱と前記間柱の間に斜めに延び、前記第 1 梁の前記第 1 部位又は前記第 2 部位と前記第 3 梁の前記第 1 柱又は前記第 2 柱との接合部とに連結されたブレースと、を有することを特徴とする振動抑制装置。

【請求項 2】

前記一对のブレース構造の各々は、前記ブレースと交差するように斜めに延び、前記第 1 梁の前記第 1 柱又は前記第 2 柱との接合部と前記第 3 梁の前記間柱との連結部とに連結された第 2 ブレースをさらに有することを特徴とする、請求項 1 に記載の振動抑制装置。

【請求項 3】

前記第 1 部位は、前記第 1 柱から前記第 2 柱側に向かって、前記第 1 柱と前記第 2 柱の間の距離のほぼ $1/4$ の位置に設定され、前記第 2 部位は、前記第 2 柱から前記第 1 柱側に向かって、前記第 1 柱と前記第 2 柱の間の距離のほぼ $1/4$ の位置に設定されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の振動抑制装置。

【請求項 4】

前記第 1 梁と前記第 2 梁の間に、前記第 1 柱及び前記第 2 柱に接合された少なくとも 1 つの中間梁が配置されていることを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の振動抑制装置。

【請求項 5】

前記中間梁は、互いに連結され、水平方向に対向する一对の梁材を有し、

前記第 1 及び第 2 支持部材は、前記一对の梁材の間を上下方向に貫通していることを特徴とする、請求項 4 に記載の振動抑制装置。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 支持部材並びに前記一对の梁材の互に対向する面の少なくとも一方に、滑性を有する表面材が設けられていることを特徴とする、請求項 5 に記載の振動抑制装置。

【請求項 7】

前記第 1 梁の前記第 1 部位と前記第 2 部位との間、及び前記第 3 梁の前記 2 つの間柱との連結部の間の少なくとも一方に、所定の降伏耐力で上下方向に降伏するせん断パネルダンパが設けられていることを特徴とする、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の振動抑制装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、複数の柱と複数の梁を互いに接合したラーメン構造を有する構造物の振動を抑制するための振動抑制装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本出願人は、この種の振動抑制装置を、例えば特許文献1にすでに開示している。この振動抑制装置は、柱材で構成された第1支持部材及び第2支持部材と、回転マスを有するマスダンパを備えている。第1及び第2支持部材は、それらの一端部が第1梁の途中の所定の第1及び第2部位にそれぞれ連結され、第2梁の付近まで斜めに延び、他端部において互いに連結されている。また、マスダンパは、第2梁と第1及び第2支持部材の他端部に連結されている。

10

【0003】

以上の構成により、構造物の振動に伴って発生した第1及び第2梁の間の相対変位が、第1及び第2支持部材を介してマスダンパに伝達され、回転マスの回転に変換されることによって、構造物の振動が抑制される。また、第1及び第2支持部材の一端部が第1梁の途中の第1及び第2部位に連結されているため、構造物の振動時に第1梁が曲げ変形するのに伴って第1及び第2支持部材が回転し、その他端部が変位する。この第1及び第2支持部材の変位が、第1及び第2梁間の相対変位と合わせてマスダンパに入力されることによって、より高い振動抑制効果を得ることができる。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第5314201号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した構成の従来振動抑制装置では、構造物の振動時に、マスダンパの回転マスからの反力が第1及び第2支持部材に作用し、それにより生じた第1及び第2支持部材の軸力が、第1梁の途中の第1及び第2部位に作用する。このため、マスダンパの反力が大きくなると、それに応じて第1及び第2支持部材の軸力が大きくなり、第1梁に大きな曲げモーメント及びせん断力が作用するため、第1梁の断面を非常に大きくすることが必要になる。このような第1梁の断面の過大化は、構造物の骨格構造のレイアウトに影響を及ぼすとともに、第1梁ひいては構造物の重量化の原因になるため、この点において、従来の振動抑制装置は改善の余地がある。

30

【0006】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであり、梁の断面の過大化を確実に回避しながら、構造物の振動を適切に抑制できるとともに、装置全体の小型化及び製造コストの削減を図ることができる振動抑制装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

上記の目的を達成するために、請求項1に係る発明は、互いに間隔を隔てて配置された第1柱及び第2柱と、上下方向に互いに間隔を隔てて配置された第1梁及び第2梁、並びに第1梁を間にして第2梁と反対側に配置された第3梁とを互いに接合したラーメン構造を有する構造物の振動を抑制するための振動抑制装置であって、柱材で構成され、一端部が、第1梁の第1柱との接合部と第1梁の長さ方向の中心との間の第1梁の所定の第1部位に連結され、第1部位から第2梁に向かって斜めに延びる第1支持部材と、柱材で構成され、一端部が、第1梁の第2柱との接合部と第1梁の長さ方向の中心との間の第1梁の所定の第2部位に連結され、第2部位から第2梁に向かって斜めに延びるとともに、他端部が、第1支持部材の他端部に連結された第2支持部材と、回転可能な回転マスを有し、第2梁と第1及び第2支持部材の他端部とに連結され、構造物の振動に伴って第1及び第

50

2 支持部材を介して伝達された第 1 梁と第 2 梁の間の相対変位を、回転マスの回転運動に変換するマスダンパと、第 1 梁と第 3 梁の間に設けられた一对のブレース構造と、を備え、一对のブレース構造の各々は、一端部が第 1 梁の第 1 部位又は第 2 部位に連結され、第 3 梁に向かって鉛直に延び、他端部が第 3 梁に連結された間柱と、第 1 柱又は第 2 柱と間柱の間に斜めに延び、第 1 梁の第 1 部位又は第 2 部位と第 3 梁の第 1 柱又は第 2 柱との接合部とに連結されたブレースと、を有することを特徴とする。

【0008】

以下、図 9 を参照しながら、上述した本発明の振動抑制装置の構成及び動作を説明する。同図に示すように、構造物は、第 1 柱及び第 2 柱と、上下方向に順に配置された第 2 梁、第 1 梁及び第 3 梁とを互いに接合したラーメン構造を有しており、第 1 梁に、柱材から成る第 1 及び第 2 支持部材が連結されている。第 1 支持部材は、一端部が、第 1 梁の第 1 柱との接合部と第 1 梁の長さ方向の中心との間の所定の第 1 部位に連結され、第 2 梁に向かって斜めに延びている。また、第 2 支持部材は、一端部が、第 1 梁の第 2 柱との接合部と第 1 梁の長さ方向の中心との間の所定の第 2 部位に連結され、第 2 梁に向かって斜めに延びており、第 1 及び第 2 支持部材の他端部は互いに連結されている。さらに、回転マスを有するマスダンパは、第 2 梁と第 1 及び第 2 支持部材の他端部に連結されている。

10

【0009】

また、第 1 梁と第 3 梁の間には、間柱及びブレースをそれぞれ有する一对のブレース構造が設けられている。一方のブレース構造の間柱は、一端部が第 1 梁の第 1 部位に連結され、第 3 梁に向かって鉛直に延び、他端部が第 3 梁に連結されており、ブレースは、第 1 柱と間柱との間に斜めに延び、第 1 梁の第 1 部位及び第 3 梁の第 1 柱との接合部に連結されている。以上の構成により、第 1 梁の第 1 部位から第 1 柱までの部分と、それに対応する第 3 梁の間柱との連結部から第 1 柱までの部分と、両者に連結された間柱及びブレースによって、第 1 柱の付近に、剛性の高い「組合わせ梁」が構成される。

20

【0010】

同様に、他方のブレース構造の間柱は、一端部が第 1 梁の第 2 部位に連結され、第 3 梁に向かって鉛直に延び、他端部が第 3 梁に連結され、ブレースは、第 2 柱と間柱との間に斜めに延び、第 1 梁の第 2 部位及び第 3 梁の第 2 柱との接合部に連結されている。以上の構成により、第 1 梁の第 2 部位から第 2 柱までの部分と、それに対応する第 3 梁の間柱との連結部材から第 2 柱までの部分と、両者に連結された間柱及びブレースによって、第 2 柱の付近に、剛性の高い「組合わせ梁」が構成される。

30

【0011】

以上の構成の振動抑制装置では、構造物が通常の状態（図 9（a）及び（b）の二点鎖線）から振動すると、例えば同図（b）に実線で示すように、第 1 柱及び第 2 柱が一方の側に変形（揺動）するのに伴い、第 1 梁と第 2 梁の間に相対変位 A が発生し、この相対変位 A は、第 1 及び第 2 支持部材を介してマスダンパに伝達される。これにより、マスダンパの回転マスが回転することによって、マスダンパ、第 1 及び第 2 支持部材から成る付加振動系が振動する。したがって、付加振動系の固有振動数を構造物の固有振動数に同調（共振）させることによって、構造物の振動エネルギーが付加振動系で吸収され、それにより、構造物の振動が抑制される。

40

【0012】

また、構造物の振動に伴い、第 1 及び第 2 柱が一方の側に変形すると、その付近に構成された組合わせ梁は、その剛性が高いことで、通常時の形状をほぼ保った状態で、第 1 柱及び第 2 柱と一体に移動（回転）する。その結果、第 1 梁の第 1 部位及び第 2 部位に一端部が連結された第 1 及び第 2 支持部材が全体として傾く（回転する）ことによって、第 1 及び第 2 支持部材の他端部が変位し、この変位 B もまたマスダンパに伝達される。

【0013】

図 9（b）に示す例では、構造物の振動時、第 1 及び第 2 柱が第 2 柱の側（右方）に変形する場合には、第 1 梁と第 2 梁の間の相対変位 A 及び第 1 及び第 2 支持部材の変位 B はいずれも、マスダンパと第 1 及び第 2 支持部材との距離が減少する方向に発生する。

50

なお、図示しないが、第 1 及び第 2 柱が上記とは逆に第 1 柱の側（左方）に変形する場合には、上記の相対変位 A 及び変位 B はいずれも、マスダンパと第 1 及び第 2 支持部材との距離が増加する方向に発生する。

【0014】

以上のように、構造物の振動時、マスダンパには、第 1 梁と第 2 梁の間の相対変位 A に第 1 及び第 2 支持部材の変位 B を加えた、より大きな変位が伝達される。すなわち、マスダンパに伝達される変位が、第 1 及び第 2 支持部材の変位 B の分だけ増幅される。これにより、マスダンパの回転マスを十分に回転させることによって、マスダンパ、第 1 及び第 2 支持部材から成る付加振動系による構造物の振動の吸収効果を十分に得ることができ、構造物の振動を適切に抑制することができる。

10

【0015】

また、第 1 及び第 2 支持部材は、ラーメン構造を構成する柱と梁との接合部ではなく、第 1 梁の途中の第 1 及び第 2 部位に連結されていることで、構造物の振動時、マスダンパの反力に対して変形（変位）しやすくなるため、第 1 及び第 2 支持部材の実質的な剛性が低くなる。このため、付加振動系の固有振動数を構造物の固有振動数に同調させるのに必要な回転マスの質量が比較的小さくてよいことで、小型のマスダンパを用いることが可能になり、それにより、装置全体の小型化及び製造コストの削減を図ることができる。

【0016】

さらに、第 1 梁の第 1 部位及び第 2 部位には、組合わせ梁の間柱及びブレースの各一端部が連結されている。このため、構造物の振動時に、第 1 梁の第 1 及び第 2 部位に第 1 及び第 2 支持部材の大きな軸力が作用しても、この軸力の大部分が間柱及びブレースで支持されることによって、第 1 梁に作用する曲げモーメントやせん断力が大幅に低減される。その結果、前述した従来の場合と異なり、第 1 梁の断面の過大化を確実に回避でき、それにより、構造物の骨格構造のレイアウトの自由度を高めるとともに、第 1 梁ひいては構造物の軽量化を図ることができる。

20

【0017】

なお、図 9 は、本発明の構成及び動作の理解を容易にするためのものであり、本発明は、これに限定されることなく、後述するような種々の変更や変形が可能である。また、本願の明細書及び特許請求の範囲において、「接合」は、ボルトや溶接などによって複数の部材を互いに剛に連結することをいう。

30

【0018】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の振動抑制装置において、一对のブレース構造の各々は、ブレースと交差するように斜めに延び、第 1 梁の第 1 柱又は第 2 柱との接合部と第 3 梁の間柱との連結部とに連結された第 2 ブレースをさらに有することを特徴とする。

【0019】

この構成によれば、一对のブレース構造はそれぞれ、間柱及びブレースに加えて、このブレースと交差し、上記のように連結された第 2 ブレース（図 9 の破線）を有する。この第 2 ブレースによって組合わせ梁の剛性及び強度が補強されるので、前述した組合わせ梁による第 1 及び第 2 支持部材の変位 B の増幅機能及び軸力の支持機能をより有効に発揮させることができ、請求項 1 による作用をより良好に得ることができる。

40

【0020】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 又は 2 に記載の振動抑制装置において、第 1 部位は、第 1 柱から第 2 柱側に向かって、第 1 柱と第 2 柱の間の距離のほぼ 1 / 4 の位置に設定され、第 2 部位は、第 2 柱から第 1 柱側に向かって、第 1 柱と第 2 柱の間の距離のほぼ 1 / 4 の位置に設定されていることを特徴とする。

【0021】

前述したように、第 1 梁の第 1 部位及び第 2 部位は、組合わせ梁の内端部（第 1 柱又は第 2 柱と反対側の端部）に相当するとともに、第 1 及び第 2 支持部材が連結される部位である。この構成によれば、第 1 梁の第 1 部位及び第 2 部位は、上記のように、第 1 柱及び

50

第 2 柱から両柱間の距離のほぼ 1 / 4 の位置にそれぞれ設定されている。これにより、構造物の振動時、組合わせ梁の回転による第 1 及び第 2 支持部材の変位 B をほぼ最大にし、その増幅機能を最大限に発揮させることができ、したがって、構造物の振動をより適切に抑制することができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 4 に係る発明は、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の振動抑制装置において、第 1 梁と第 2 梁の間に、第 1 柱及び第 2 柱に接合された少なくとも 1 つの中間梁が配置されていることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

構造物の振動時、上述した第 1 梁と第 2 梁との相対変位 A と、第 1 及び第 2 支持部材の変位 B はいずれも、第 1 梁と第 2 梁との距離が大きいほど、より大きくなる。上述した構成によれば、第 1 梁と第 2 梁の間に、第 1 及び第 2 柱に接合された少なくとも 1 つの中間梁が設けられており、すなわち、第 1 及び第 2 梁は、中間梁を間にしてその上下両側に配置されている。これにより、第 1 梁と第 2 梁との距離が十分に確保されることによって、マスダンパに伝達される変位を増大させ、構造物の振動をより適切に抑制することができる。

10

【 0 0 2 4 】

請求項 5 に係る発明は、請求項 4 に記載の振動抑制装置において、中間梁は、互いに連結され、水平方向に対向する一对の梁材を有し、第 1 及び第 2 支持部材は、一对の梁材の間を上下方向に貫通していることを特徴とする。

20

【 0 0 2 5 】

この構成によれば、中間梁は、水平方向に対向する一对の梁材を有し、両梁材の間を第 1 及び第 2 支持部材が貫通している。これにより、第 1 梁と第 2 梁の間に中間梁が存在する場合において、中間梁と干渉することなく、第 1 及び第 2 支持部材を配置できるとともに、構造物の振動時に変位させることができる。

【 0 0 2 6 】

また、マスダンパは、回転マスの回転慣性効果を利用して構造物の振動を抑制するように構成されるため、回転マスの回転に伴い、マスダンパからの反力と反力トルクが第 1 及び第 2 支持部材に作用することによって、第 1 及び第 2 支持部材に座屈や大きなねじれが生じるおそれがある。この構成によれば、第 1 及び第 2 支持部材が、水平方向に互いに対向する一对の梁材の間を貫通しているので、この反力及び反力トルクによる第 1 及び第 2 支持部材の弱軸（面外）方向の座屈やねじれを、一对の梁材によって防止することができる。

30

【 0 0 2 7 】

したがって、第 1 及び第 2 支持部材を介してマスダンパに伝達される構造物の変位を、マスダンパの反力や反力トルクの影響を受けることなく、回転マスの回転運動に良好に変換でき、それにより、構造物の振動の抑制を適切に行うことができる。また、第 1 及び第 2 支持部材の座屈やねじれの防止効果を、格別の部材を付加することなく、既存の中間梁を利用して得ることが可能である。

【 0 0 2 8 】

請求項 6 に係る発明は、請求項 5 に記載の振動抑制装置において、第 1 及び第 2 支持部材並びに一对の梁材の互いに対向する面の少なくとも一方に、滑性を有する表面材が設けられていることを特徴とする。

40

【 0 0 2 9 】

この構成によれば、構造物の振動時、一对の梁材の間を移動する第 1 及び第 2 支持部材が、梁材との間に介在する滑性を有する表面材を介して滑らかに案内されるので、第 1 及び第 2 支持部材からマスダンパへの変位の伝達を適切に行うことができる。

【 0 0 3 0 】

請求項 7 に係る発明は、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の振動抑制装置において、第 1 梁の第 1 部位と第 2 部位との間、及び第 3 梁の 2 つの間柱との連結部の間の少なくと

50

も一方に、所定の降伏耐力で上下方向に降伏するせん断パネルダンパが設けられていることを特徴とする。

【0031】

前述した本発明による振動抑制装置では、構造物の振動時、2つの組合わせ梁が回転すると、組合わせ梁が設けられていない第1梁及び第3梁の中央部の曲げ変形が大きくなる(図9(b)参照)。この構成によれば、そのような曲げ変形が大きくなる第1梁及び/又は第3梁の中央部に、所定の降伏耐力で上下方向に降伏するせん断パネルダンパが設けられている。これにより、構造物の振動時、せん断パネルダンパの降伏によるエネルギー吸収効果(減衰効果)を得ることができ、前述したマスダンパによる振動抑制効果との相乗効果によって、構造物の振動をさらに適切に抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の第1実施形態による振動抑制装置を、これを適用した構造物の一部とともに示す正面図である。

【図2】案内機構などを拡大して示す側面図である。

【図3】第1マスダンパの断面図である。

【図4】図1のIV-IV線に沿う断面図である。

【図5】本発明の第2実施形態による振動抑制装置及び第1梁の一部を拡大して示す正面図である。

【図6】図5のVI-VI線に沿う断面図である。

20

【図7】第2実施形態の変形例及び第1梁の一部を拡大して示す正面図である。

【図8】図7のVIII-VIII線に沿う断面図である。

【図9】本発明による振動抑制装置の構成及び動作を(a)構造物の非振動時、及び(b)構造物の振動時について、模式的に示す図である。

【図10】マスダンパの反力と第1及び第2支持部材の変位との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明する。図1に示す構造物Sは、左右方向に互いに間隔を隔てて配置され、鉛直に延びる第1柱PL及び第2柱PRと、上側から順に等間隔に配置され、水平に延びる複数の梁BU、BM1、BM2、BD及びBLとを互いに接合した井桁状のラーメン構造を有する高層建築物であり、地盤(図示せず)に立設されている。以下、これらの5つの梁BU、BM1、BM2、BD及びBLを、それぞれ「第2梁BU」「第1中間梁BM1」「第2中間梁BM2」「第1梁BD」及び「第3梁BL」という。

30

【0034】

第1及び第2柱PL、PRと第1~第3梁BD、BU、BLはいずれも、H型鋼で構成されている。なお、これらの部材を角型鋼管などで構成してもよい。また、第1及び第2中間梁BM1、BM2の構成は、第1~第3梁BD、BU、BLと異なっており、その詳細については後述する。

【0035】

40

図1に示すように、第1実施形態による振動抑制装置は、第1支持部材2、第2支持部材3、第1マスダンパ4及び第2マスダンパ5と、一对のブレース構造15、15を備えている。第1支持部材2は、H型鋼から成る柱材で構成され、その下端部2aが、第1梁BDの後述する第1部位R1に接合され、連結されている。また、第1支持部材2は、第1及び第2中間梁BM1、BM2を上下方向に貫通し、第1部位R1から第2梁BUの付近まで斜めに延びている。

【0036】

同様に、第2支持部材3は、H型鋼から成る柱材で構成され、その下端部3aが、第1梁BDの後述する第2部位R2に接合され、連結されている。また、第2支持部材3は、第1及び第2中間梁BM1、BM2を上下方向に貫通し、第2部位R2から第2梁BUの

50

付近まで斜めに延びている。第 1 及び第 2 支持部材 2、3 は、それらの上端部において第 1 連結部材 6 を介して互いに連結されており、第 1 連結部材 6 を通る鉛直軸線を中心として互いに左右対称に配置され、全体として逆 V 字状に形成されている。なお、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 を、他の種類の柱材、例えば角形鋼管などで構成してもよい。

【0037】

図 1 に示すように、第 1 柱 P L の軸線 A L と第 2 柱 P R の軸線 A R との距離（以下「柱間距離」という）を L とした場合、上記の第 1 梁 B D の第 1 部位 R 1 は、第 1 柱 P L の軸線 A L から第 2 柱 P R 側に向かって、柱間距離 L のほぼ $1/4$ ($=L/4$) の位置に設定されている。第 1 支持部材 2 の下端部 2 a の中心は、第 1 部位 R 1 の中心に一致している。また、第 2 部位 R 2 は、第 2 柱 P R の軸線 A R から第 1 柱 P L 側に向かって、柱間距離 L のほぼ $1/4$ の位置に設定されている。第 2 支持部材 3 の下端部 3 a の中心は、第 2 部位 R 2 の中心に一致している。

10

【0038】

また、前述した第 1 連結部材 6 の上面には、第 2 連結部材 7 が取り付けられており、第 2 連結部材 7 と第 2 梁 B U の間には、案内機構 1 1 が設けられている。この案内機構 1 1 は、構造物 S の振動時、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の左右方向への移動を案内するためのものである。

【0039】

図 1 及び図 2 に示すように、案内機構 1 1 は、第 2 梁 B U の下面に設けられた左右一対の基部 1 2、1 2 と、各基部 1 2 の下面に設けられた前後一対の第 1 案内突起 1 3、1 3 と、第 2 連結部材 7 の上面に設けられた第 2 案内突起 1 4 を有している。第 2 案内突起 1 4 は、第 2 連結部材 7 の全体にわたって左右方向に延び、一対の第 1 案内突起 1 3、1 3 の間に移動自在に係合している。以上の構成により、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 は、左右方向に移動する際、第 1 及び第 2 案内突起 1 3、1 4 によって案内される。

20

【0040】

また、一対のブレース構造 1 5、1 5 は、第 1 梁 B D と第 3 梁 B L の間の、第 1 柱 P L 及び第 2 柱 P R に近い部分に、互いに左右対称に設けられており、それぞれ、円形鋼管などから成る間柱 1 6、第 1 ブレース 1 7 及び第 2 ブレース 1 8 によって構成されている。

【0041】

より具体的には、第 1 柱 P L に近い左側のブレース構造 1 5 では、間柱 1 6 は、上端部が第 1 梁 B D の第 1 部位 R 1 に連結され、鉛直下方に延び、下端部が第 3 梁 B L に連結されている。第 1 及び第 2 ブレース 1 7、1 8 は、互いに交差するように斜めに延びており、第 1 ブレース 1 7 は、第 1 梁 B D の第 1 部位 R 1、及び第 3 梁 B L の第 1 柱 P L との接合部に連結され、第 2 ブレース 1 8 は、第 1 梁 B D の第 1 柱 P L との接合部、及び第 3 梁 B L の間柱 1 6 との連結部に連結されている。

30

【0042】

以上の構成により、第 1 梁 B D の第 1 部位 R 1 から第 1 柱 P L までの部分と、それに対応する第 3 梁 B L の間柱 1 6 との連結部から第 1 柱 P L までの部分と、両者に連結された間柱 1 6 及び第 1、第 2 ブレース 1 7、1 8 とによって、組合わせ梁 2 0 が構成されている。

40

【0043】

一方、第 2 柱 P R に近い右側のブレース構造 1 5 では、間柱 1 6 は、上端部が第 1 梁 B D の第 2 部位 R 2 に連結され、鉛直下方に延び、下端部が第 3 梁 B L に連結されている。第 1 ブレース 1 7 は、第 1 梁 B D の第 2 部位 R 2、及び第 3 梁 B L の第 2 柱 P R との接合部に連結され、第 2 ブレース 1 8 は、第 1 梁 B D の第 2 柱 P R との接合部、及び第 3 梁 B L の間柱 1 6 との連結部に連結されている。

【0044】

以上の構成により、第 1 梁 B D の第 2 部位 R 2 から第 2 柱 P R までの部分と、それに対応する第 3 梁 B L の間柱 1 6 との連結部から第 2 柱 P R までの部分と、両者に連結された間柱 1 6 及び第 1、第 2 ブレース 1 7、1 8 とによって、組合わせ梁 2 0 が構成されてい

50

る。

【0045】

また、第1梁BD及び第3梁BLにはそれぞれ、それらの長さ方向の中心位置に、せん断パネルダンパ71が設けられている。このせん断パネルダンパ71は、低降伏点鋼で構成されたパネル状のものであり、第1及び第3梁BD、BLのウェブの前面及び背面にそれぞれ取り付けられている（前面側のもののみ図示）。この構成により、せん断パネルダンパ71は、構造物Sの振動時、第1梁BD及び第3梁BLに発生したせん断力が所定の降伏耐力に達したときに、上下方向に降伏する。

【0046】

第1及び第2マスダンパ4、5は、第1及び第2支持部材2、3の上端部を中心として互いに対称に配置されている。これらのマスダンパ4、5は、本発明の発明者が提案した特願2012-158921号に開示されたものと同様に構成されているので、以下、その構成及び動作について簡単に説明する。図3に示すように、第1マスダンパ4は、内筒21、ボールねじ22、第1回転マス23、及び制限機構24を有している。内筒21は、円筒状の鋼材で構成されている。内筒21の一端部は開口しており、他端部は、第1マスダンパ4が発生するトルクでは動かない程度の摩擦を有する自在継ぎ手を介して、第1フランジ25に取り付けられている。

【0047】

また、ボールねじ22は、ねじ軸22aと、ねじ軸22aに多数のボール22bを介して螺合するナット22cを有している。ねじ軸22aの一端部は、上述した内筒21の開口に収容されており、ねじ軸22aの他端部は、第1マスダンパ4が発生するトルクでは動かない程度の摩擦を有する自在継ぎ手を介して、第2フランジ26に取り付けられている。また、ナット22cは、軸受け27を介して、内筒21に回転自在に支持されている。

【0048】

第1回転マス23は、比重の大きな材料、例えば鉄で構成され、円筒状に形成されている。また、第1回転マス23は、内筒21及びボールねじ22を覆っており、軸受け28を介して、内筒21に回転自在に支持されている。第1回転マス23と内筒21の間には、一对のリング状のシール材29、29が設けられている。これらのシール材29、29、第1回転マス23及び内筒21によって形成された空間には、シリコンオイルで構成された粘性体30が充填されている。

【0049】

以上のように構成された第1マスダンパ4では、内筒21及びねじ軸22aの間に相対変位が発生すると、この相対変位がボールねじ22で回転運動に変換された状態で、制限機構24を介して第1回転マス23に伝達されることによって、第1回転マス23が回転する。以下、このように内筒21及びねじ軸22aの間の相対変位を第1回転マス23の回転運動に変換する第1マスダンパ4の動作を、「第1マスダンパ4の回転変換動作」という。

【0050】

前記制限機構24は、この第1マスダンパ4の回転変換動作を制限するものであり、リング状の回転滑り材24aと、複数のねじ24b及びばね24c（2つのみ図示）で構成されている。回転滑り材24aは、第1回転マス23とボールねじ22のナット22cとの間に配置されている。この回転滑り材24aが配置された第1回転マス23の部分には、複数のばね収容孔23aが形成されている。これらのばね収容孔23aは、周方向に等間隔に配置されており、径方向に貫通している。各ばね収容孔23aには、ねじ24bがねじ込まれるとともに、ねじ24bと回転滑り材24aの間に、ばね24cが収容されている。

【0051】

以上の構成により、ねじ24bを強く締め付けると、回転滑り材24aがばね24cの付勢力でナット22cに強く押し付けられることによって、第1回転マス23は、回転滑

10

20

30

40

50

り材 2 4 a を介してナット 2 2 c に一体に連結された状態になる。

【 0 0 5 2 】

また、この状態からねじ 2 4 b を緩めると、その締付度合が低くなり、第 1 マスダンパ 4 の軸線方向に作用する荷重（以下「軸荷重」という）が、ねじ 2 4 b の締付度合に応じて定まる制限荷重に達するまでは、第 1 回転マス 2 3 がナット 2 2 c と一体に回転する。一方、第 1 マスダンパ 4 の軸荷重が制限荷重に達すると、回転滑り材 2 4 a とナット 2 2 c 又は第 1 回転マス 2 3 との間に滑りが発生することによって、第 1 マスダンパ 4 の回転変換動作が制限される。この状態では、回転滑り材 2 4 a とナット 2 2 c 又は第 1 回転マス 2 3 との間に発生する摩擦抵抗によって、第 1 マスダンパ 4 の回転変換動作の制限により低下した第 1 回転マス 2 3 の回転慣性力が補われる。

10

【 0 0 5 3 】

第 1 マスダンパ 4 の第 1 フランジ 2 5 は、第 2 梁 B U の左端部に一体に設けられた取付具 8 に取り付けられており、それにより、第 1 マスダンパ 4 は、第 2 梁 B U に連結されている。また、第 2 フランジ 2 6 は、第 2 連結部材 7 の左側面に取り付けられており、これにより、第 1 マスダンパ 4 は、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 に連結されている。第 1 マスダンパ 4 は、第 1 及び第 2 フランジ 2 5、2 6 の自在継ぎ手により、前後方向に延びる軸線を中心とした取付具 8 及び第 2 連結部材 7 に対する回動のみが許容されている。

【 0 0 5 4 】

第 2 マスダンパ 5 は、第 1 マスダンパ 4 と同様、内筒 3 1、ねじ軸 3 2 a、第 2 回転マス 3 3、第 1 及び第 2 フランジ 3 5、3 6 を有しており、その構成は第 1 マスダンパ 4 とまったく同じであるので、その詳細な説明を省略する。第 2 マスダンパ 5 の第 1 フランジ 3 5 は、第 2 梁 B U の右端部に一体に設けられた取付具 9 に取り付けられており、これにより、第 2 マスダンパ 5 は、第 2 梁 B U に連結されている。また、第 2 フランジ 3 6 は、第 2 連結部材 7 の右側面に取り付けられており、これにより、第 2 マスダンパ 5 は、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 に連結されている。

20

【 0 0 5 5 】

以上により、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 は、第 2 連結部材 7 を中心として、互いに対称に設けられている。第 2 マスダンパ 5 は、第 1 及び第 2 フランジ 3 5、3 6 の自在継ぎ手により、前後方向に延びる軸線を中心とした取付具 9 及び第 2 連結部材 7 に対する回動のみが許容されている。

30

【 0 0 5 6 】

また、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の剛性（ばね定数）と第 1 及び第 2 回転マス 2 3、3 3 の質量は、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 から成る付加振動系の固有振動数が構造物 S の一次固有振動数に同調するように、設定されている。この一次固有振動数は、構造物 S の振動モードが一次モードのときの固有振動数である。

【 0 0 5 7 】

なお、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の剛性と第 1 及び第 2 回転マス 2 3、3 3 の質量を、付加振動系の固有振動数が構造物 S の 2 次以上の n 次固有振動数（ $n = 2, 3, \dots$ ）に同調するように、設定してもよい。あるいは、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の剛性を、付加振動系の固有振動数が構造物 S の任意の固有振動数に同調するときの最適値の約 1 . 2 倍に設定してもよい。

40

【 0 0 5 8 】

次に、前記第 1 及び第 2 中間梁 B M 1、B M 2 の構成について説明する。第 1 及び第 2 中間梁 B M 1、B M 2 は、互いに同様に構成されているので、両者を代表して、第 1 中間梁 B M 1 について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 及び図 4 に示すように、第 1 中間梁 B M 1 は、前後方向に互いに対向する一対の梁材 4 1、4 1 と、これらの梁材 4 1、4 1 を互いに連結する上下一対の連結板 4 2、4 2 で構成されている。各梁材 4 1 は、鋼材で構成され、左右方向に水平に延びており、その左端部が第 1 柱 P L に、右端部が第 2 柱 P R に、それぞれ接合されている。第 1 及び第 2

50

支持部材 2、3 は、一对の梁材 4 1、4 1 の間を上下方向に貫通している。

【0060】

また、各連結板 4 2 は、鋼板で構成されており、構造物 S の振動時を含めて、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と干渉しない位置に配置されている（図 1 参照）。また、一对の梁材 4 1、4 1 の第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と対向する面には、滑性を有する材料、例えばフッ素樹脂で構成された板状の表面材 4 3 が貼り付けられている。

【0061】

以上の構成を有する第 1 実施形態の振動抑制装置によれば、図 9 を用いて説明したように、構造物 S の振動時、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 には、第 1 梁 BD と第 2 梁 BU との間の相対変位 A が、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 を介して伝達されるのに加えて、第 1 及び第 2 柱 PL、PR の変形（揺動）に伴い、高剛性の左右の組合わせ梁 2 0、2 0 が、第 1 及び第 2 柱 BD、BL と一体に移動（回転）することによって生じる第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の上端部の変位 B が、伝達される。

10

【0062】

以上のように、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 に伝達される変位を、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の変位 B の分だけ増幅し、第 1 及び第 2 回転マス 2 3、3 3 を十分に回転させることによって、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 から成る付加振動系による構造物 S の振動の減衰効果を十分に得ることができ、構造物 S の振動を適切に抑制することができる。

【0063】

また、組合わせ梁 2 0、2 0 の内端部に相当し、かつ第 1 及び第 2 支持部材 2、3 が連結される第 1 梁 BD の第 1 部位 R 1 及び第 2 部位 R 2 は、第 1 柱 PL 及び第 2 柱 PR の軸線 AL、AR から柱間距離 L のほぼ 1/4 の位置に設定されている。これにより、組合わせ梁 2 0 の回転による第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の変位 B をほぼ最大にし、その増幅機能を最大限に発揮させることができ、したがって、構造物 S の振動をより適切に抑制することができる。

20

【0064】

また、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 は、第 1 梁 BD の途中の第 1 及び第 2 部位 R 1、R 2 に連結されていることで、構造物 S の振動時、マスダンパ 4、5 の反力に対して変形（変位）しやすくなるため、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の実質的な剛性が低くなる。このため、付加振動系の固有振動数を構造物 S の固有振動数に同調させるのに必要なマスダンパ 4、5 として、回転マスの質量が比較的小さな小型のものを用いることが可能になり、それにより、装置全体の小型化及び製造コストの削減を図ることができる。

30

【0065】

さらに、第 1 梁 BD の第 1 及び第 2 部位 R 1、R 2 には、組合わせ梁 2 0 の間柱 1 6 及び第 1 ブレース 1 7 が連結されている。このため、構造物 S の振動時に、第 1 梁 BD の第 1 及び第 2 部位 R 1、R 2 に第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の大きな軸力が作用しても、この軸力の大部分が間柱 1 6 及び第 1 ブレース 1 7 で支持されることによって、第 1 梁 BD に作用する曲げモーメントやせん断力が大幅に低減される。その結果、前述した従来の場合と異なり、第 1 梁 BD の断面の過大化を確実に回避でき、それにより、構造物 S の骨格構造のレイアウトの自由度を高めるとともに、第 1 梁 BD については構造物 S の軽量化を図ることができる。

40

【0066】

また、各ブレース構造 1 5 が、間柱 1 6 及び第 1 ブレース 1 7 に加えて、第 2 ブレース 1 8 を有し、この第 2 ブレース 1 8 によって組合わせ梁 2 0 の剛性及び強度が補強されるので、組合わせ梁 2 0 による第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の変位 B の増幅機能及び軸力の支持機能をより有効に発揮させることができる。

【0067】

さらに、第 1 梁 BD 及び第 2 梁 BU が、第 1 及び第 2 中間梁 BM 1、BM 2 の上下両側に配置されていることで、第 1 梁 BD と第 2 梁 BU との距離が十分に確保されるので、マ

50

スダンパ 4、5 に伝達される両梁 B D、B U 間の相対変位 A 並びに第 1 及び第 2 支持部材の変位 B をいずれも増大させることによって、構造物 S の振動をより適切に抑制することができる。

【0068】

また、構造物 S の振動時、第 1 梁 B D 及び第 3 梁 B L の中央部に設けられたせん断パネルダンパ 7 1 が、所定の降伏耐力で上下方向に降伏することによって、エネルギー吸収効果（減衰効果）が得られるので、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 による振動抑制効果との相乗効果によって、構造物 S の振動をさらに適切に抑制することができる。

【0069】

また、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 が、第 1 及び第 2 中間梁 B M 1、B M 2 の一对の梁材 4 1、4 1 の間を上下方向に貫通しているため、第 1 及び第 2 中間梁 B M 1、B M 2 と干渉することなく、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 を配置できるとともに、構造物 S の振動時に変位させることができる。

10

【0070】

同じ理由から、マスダンパ 4、5 の反力及び反力トルクによる第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の弱軸（面外）方向の座屈やねじれを、梁材 4 1、4 1 によって防止することができる。したがって、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 を介してマスダンパ 4、5 に伝達される構造物 S の変位を、マスダンパ 4、5 の反力や反力トルクの影響を受けることなく、第 1 及び第 2 回転マス 2 3、3 3 の回転運動に良好に変換でき、それにより、構造物 S の振動の抑制を適切に行うことができる。また、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の座屈やねじれの防止効果を、格別の部材を付加することなく、既存の第 1 及び第 2 中間梁 B M 1、B M 2 を利用して得ることができる。

20

【0071】

さらに、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 が、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の上端部を中心として、互いに対称に設けられているため、両マスダンパ 4、5 の反力トルクを相殺することができる。これにより、上述した一对の梁材 4 1、4 1 によるねじれ防止効果と相まって、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 の反力トルクによる第 1 及び第 2 支持部材 2、3 のねじれを確実に防止することができる。

【0072】

また、一对の梁材 4 1、4 1 の第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と対向する面に、滑性を有する表面材 4 3 が貼り付けられているため、構造物 S の振動時、梁材 4 1、4 1 の間を移動する第 1 及び第 2 支持部材 2、3 を、表面材 4 3 を介して滑らかに案内でき、それにより、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 からマスダンパ 4、5 への変位の伝達を適切に行うことができる。

30

【0073】

次に、図 5 及び図 6 を参照しながら、本発明の第 2 実施形態による振動抑制装置について説明する。第 1 実施形態に対する第 2 実施形態の主な相違は、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の下端部 2 a、3 a が、第 1 梁 B D の第 1 及び第 2 部位 R 1、R 2 に固定されておらず、一对の第 1 ケーブル 5 1、5 1 及び第 2 ケーブル（図示せず）を介して、第 1 及び第 2 部位 R 1、R 2 に連結されている点である。図 5 及び図 6 では、第 1 実施形態と同じ構成要素については、同じ符号を付している。以下、第 2 実施形態について、第 1 実施形態と異なる点を中心として説明する。

40

【0074】

図 5 及び図 6 に示すように、一对の第 1 ケーブル 5 1、5 1 は、第 1 支持部材 2 を中心として、互いに前後対称に設けられており、第 1 支持部材 2 に沿って延びている。各第 1 ケーブル 5 1 は、鋼線で構成され、その上端部が、第 1 取付板 5 2 を介して第 1 支持部材 2 の下部に連結され、下端部が、第 2 取付板 5 3 を介して第 1 梁 B D の第 1 部位 R 1 に連結されている。また、第 1 ケーブル 5 1 には、所定のプレテンションが付与されている。

【0075】

上記の第 1 取付板 5 2 は、鋼板で構成され、第 1 支持部材 2 の一对のフランジ 2 b、2

50

b及びウェブ2cに支持されており、その主面が第1支持部材2の軸線と直交するように配置されている。また、第1取付板52の側面は、フランジ2b、2bの側面と面一になっている。さらに、第1取付板52には取付孔52aが形成されている。第1ケーブル51は、この取付孔52aに下方から挿入され、その上端部が取付孔52aの上方に突出しており、この上端部に形成されたねじにナット54が螺合している。ナット54は、上述した第1ケーブル51のプレテンションによって、第1取付板52の上面に接触した状態に保持されている。

【0076】

また、上記の第2取付板53は、第1取付板52と同様に鋼板で構成され、一对の支持板55、55及び第1梁BDのウェブWに支持されており、その主面が第1支持部材2の軸線と直交するように配置されている。これらの支持板55、55はそれぞれ、鋼板で構成され、第1支持部材2のフランジ2b、2bの延長線上に延びるとともに、第1梁BDの上下のフランジF、F及びウェブWに支持されている。また、第2取付板53及び支持板55、55は、第1梁BDのフランジF、F及びウェブWで画成された空間に収容されている。

10

【0077】

さらに、第1支持部材2の下端部2a、第1梁BDの上側のフランジF、及び第2取付板53にはそれぞれ、第1支持部材2の長さ方向に貫通する案内孔2d、案内孔AP、及び取付孔53aが形成されている。これらの案内孔2d、案内孔AP及び取付孔53aは、前述した第1取付板52の取付孔52aと同一直線上に配置されており、第1梁BDの案内孔APの中心は、その第1部位R1の中心と一致している。なお、図5には、第1支持部材2の前側の案内孔2dと、それに対応する案内孔AP及び取付孔53aが示されているが、後ろ側にも、同様の図示しない案内孔2d、案内孔AP及び取付孔53aが設けられていることは、もちろんである。

20

【0078】

第1ケーブル51は、第1支持部材2の案内孔2d、第1梁BDの案内孔AP及び第2取付板53の取付孔53aに、上方から挿入され、その下端部が取付孔53aの下方に突出しており、この他端部に形成されたねじにナット56が螺合している。ナット56は、前述した第1ケーブル51のプレテンションによって、第2取付板53の下面に接触した状態に保持されている。

30

【0079】

第1支持部材2の下端部2aは、第1梁BDの第1部位R1に固定されずに当接しており、プレテンションが付与された第1ケーブル51によって、第1部位R1に当接した状態に保持されている。以上により、第1支持部材2の下端部2aは、一对の第1ケーブル51、51を介して、第1部位R1に連結されている。

【0080】

また、第1ケーブル51は、その途中で、第1ピン57に巻き掛けられている。第1ピン57は、第1支持部材2のウェブ2cに設けられ、その前後両側に突出しており、第1取付板52と第1支持部材2の下端部2aとの間に配置されている。

【0081】

図示しないが、一对の第2ケーブルは、第1ケーブル51と同様、鋼線で構成されており、第2支持部材3を中心として、互いに前後対称に設けられている。また、各第2ケーブルは、その上端部及び下端部が、第2支持部材3及び第1梁BDにそれぞれ連結されるとともに、その途中で、第2支持部材3に設けられた第2ピン(図示せず)に、巻き掛けられている。第2ケーブルを連結するための構成は、第1ケーブル51のそれと同様であるので、その詳細な説明については省略する。

40

【0082】

また、第2支持部材3の下端部3aは、第1梁BDの第2部位R2に固定されずに当接しており、プレテンションが付与された第2ケーブルによって、第2部位R2に当接した状態に保持されている。以上により、第2支持部材3の下端部3aは、一对の第2ケーブ

50

ルを介して、第 2 部位 R 2 に連結されている。

【 0 0 8 3 】

以上の構成による動作は、本発明の発明者が提案した特願 2 0 1 3 - 3 4 6 5 5 号に詳しく記載されているので、以下、その要点を説明する。すなわち、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 並びに第 1 ケーブル 5 1 及び第 2 ケーブルの全体の剛性（ばね定数）は、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 の反力 P に対し、図 1 0 に示すようなバイリニアな特性を有する。

【 0 0 8 4 】

したがって、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の変位 B の増大に伴って第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 の反力 P が過大にならないうちに、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 などの剛性としてより小さな剛性を得ることができる。それにより、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 などから成る付加振動系の固有振動数を構造物 S の一次固有振動数と異ならせることができるので、第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 の反力 P を抑制でき、ひいては、構造物 S、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 や第 1 及び第 2 マスダンパ 4、5 に過大な応力が発生するのを防止することができる。

10

【 0 0 8 5 】

また、第 1 ケーブル 5 1 及び第 2 ケーブルが、その途中において、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 に設けられた第 1 ピン 5 7 及び第 2 ピンに、それぞれ巻き掛けられている。これにより、第 1 ケーブル 5 1 及び第 2 ケーブルの長さを大きくすることによって、第 1 支持部材 2 の軸力 N が第 1 ケーブル 5 1 のプレテンション以上である場合の第 1 ケーブル 5 1、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の全体のばね定数（ k_2 ）と、第 2 支持部材の軸力 N が第 2 ケーブルのプレテンション以上である場合の第 2 ケーブル、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の全体のばね定数（ k_4 ）を、より小さくすることができる。

20

【 0 0 8 6 】

したがって、構造物 S などにおける過大な応力の発生を防止できるという上述した効果を、確実に得ることができる。また、第 1 ケーブル 5 1 及び第 2 ケーブルを第 1 ピン 5 7 及び第 2 ピンにそれぞれ巻き掛けるので、両ケーブルをコンパクトに配置することができる。

【 0 0 8 7 】

さらに、第 1 ケーブル 5 1 の上部、第 1 取付板 5 2、ナット 5 4 及び第 1 ピン 5 7 が、第 1 支持部材 2 のフランジ 2 b、2 b とウェブ 2 c によって形成された空間に設けられており、第 1 ケーブル 5 1 の下部、第 2 取付板 5 3、支持板 5 5、5 5 及びナット 5 6 が、第 1 梁 B D のフランジ F、F とウェブ W で形成された空間に設けられているので、第 1 ケーブル 5 1 などの各部品が第 1 支持部材 2 及び第 1 梁 B D からみ出ることなく、装置全体をコンパクト化することができる。この効果は、第 2 ケーブルなどの各部品についても、同様に得ることができる。

30

【 0 0 8 8 】

次に、図 7 及び図 8 を参照しながら、第 2 実施形態の変形例について説明する。この変形例では、第 1 ケーブル 5 1 及び第 2 ケーブルを巻き掛けるための第 1 ピン 5 7 及び第 2 ピンが省略されている。また、ナット 5 4 と第 1 取付板 5 2 の間、すなわち、第 1 ケーブル 5 1 と第 1 支持部材 2 との連結部分に、第 1 皿ばね 6 1 が設けられている。第 1 皿ばね 6 1 は、8 つのばね座金 6 1 a を交互に異なる向きで重ねた、いわゆる直列 8 段タイプのものである。図示しないが、以上の構成は、第 2 ケーブルについても同様であり、第 2 ケーブルと第 2 支持部材 3 との連結部分に、第 1 皿ばね 6 1 と同様の第 2 皿ばねが設けられている。

40

【 0 0 8 9 】

以上のように、この変形例によれば、第 1 皿ばね 6 1 が、第 1 ケーブル 5 1 と第 1 支持部材 2 との連結部分に設けられているので、第 1 支持部材 2 の下端部 2 a は、第 1 ケーブル 5 1 のプレテンションと第 1 皿ばね 6 1 の反力によって、第 1 梁 B D の第 1 部位に当接した状態に保持されている。同様に、第 2 支持部材 3 の下端部 3 a は、第 2 ケーブルのプレテンションと第 2 皿ばねの反力によって、第 1 梁 B D の第 2 部位に当接した状態に保持

50

されている。

【0090】

以上の構成により、前記特願2013-34655号に記載されるように、第1皿ばね61の剛性(ばね定数)を適切に設定することによって、第1支持部材2の軸力Nが第1ケーブル51のプレテンション(第1皿ばね61の反力)以上である場合の、第1ケーブル51、第1皿ばね61、第1及び第2支持部材2、3の全体のばね定数をより小さくすることができるとともに、第2支持部材3の軸力Nが第2ケーブルのプレテンション(第2皿ばねの反力)以上である場合の、第2ケーブル、第2皿ばね、第1及び第2支持部材2、3の全体のばね定数をより小さくすることができる。したがって、第2実施形態と同様、構造物5、第1及び第2支持部材2、3、並びに第1及び第2マスダンパ4、5に過大な応力が発生するのを防止できるという効果を、確実に得ることができる。

10

【0091】

なお、本発明は、説明した実施形態及び変形例に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、実施形態では、ブレース構造15として、間柱16、第1ブレース17及び第2ブレース18が設けられているが、このうち第2ブレース18を省略してもよく、あるいは、第1及び第2ブレース17、18を一体に形成された単一の部材で構成してもよい。

【0092】

また、第1梁BDの第1部位R1を、第1柱PLから第2柱PR側に向かって、柱間距離Lのほぼ1/4の位置に設定しているが、第1梁BDの第1柱PLとの接合部と第1梁BDの長さ方向の中心との間の他の適当な位置に設定してもよい。このことは、第1梁BDの第2部位R2についても同様である。この場合、第1柱PLと第1部位R1の間の距離と、第2柱PRと第2部位R2の間の距離を、互いに同じに設定してもよく、あるいは、異なるように設定してもよい。

20

【0093】

さらに、実施形態では、せん断パネルダンパ71を第1梁BD及び第3梁BLの両方に設けているが、いずれか一方に設けてもよい。また、せん断パネルダンパ71を、第1及び第3梁BD、BLの長さ方向の中心位置にそれぞれ配置しているが、第1梁BDでは、第1部位R1と第2部位R2の間の任意の位置に、第3梁BLでは、2つの間柱16、16との連結部の間の任意の位置に、それぞれ配置してもよい。

30

【0094】

また、実施形態では、第1及び第2支持部材2、3の下端部2a、3aを下側の第1梁BDに連結するとともに、第1及び第2マスダンパ4、5を上側の第2梁BUに連結しているが、これとは上下逆に、すなわち、第1及び第2支持部材を全体としてV字状に形成し、それらの上端部を上側の梁に連結するとともに、第1及び第2マスダンパを下側の梁に連結してもよい。さらに、実施形態では、第1及び第2支持部材2、3を、その上端部を中心として、互いに対称に設けているが、非対称に設けてもよい。

【0095】

さらに、実施形態では、第1及び第2マスダンパ4、5を、第1及び第2支持部材2、3の上端部を中心として互いに対称に配置しているが、第1及び第2支持部材2、3の上端部の左方又は右方に、前後方向に互いに重なるように配置してもよい。さらに、実施形態では、本発明におけるマスダンパとして、第1及び第2マスダンパ4、5から成る2つのマスダンパを用いているが、マスダンパの数は、1つでも、3つ以上でもよい。また、実施形態では、第1及び第2マスダンパ4、5に、粘性体30が設けられているが、この粘性体30を省略してもよい。

40

【0096】

また、実施形態では、本発明における中間梁の数が、第1及び第2中間梁BM1、BM2の2つであるが、1つでも、3つ以上でもよい。あるいは、中間梁を省略すること、すなわち、構造物の隣り合う2つの梁を第1梁及び第2梁とし、第1梁に隣り合う、第2梁と反対側の梁を第3梁として、本発明を適用することも可能である。

50

【 0 0 9 7 】

さらに、実施形態では、表面材 4 3 を、一对の梁材 4 1、4 1 の第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と対向する面に貼り付けているが、これに代えて、又はこれとともに、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 の一对の梁材 4 1、4 1 と対向する面に貼り付けてもよい。また、実施形態では、第 1 中間梁 B M 1 を、一对の梁材 4 1、4 1 と一对の連結板 4 2、4 2 で構成しているが、第 1 中間梁 B M 1 の左右の端部を、単一の H 型鋼や角型鋼管で構成するとともに、残りの部分を、一对の梁材 4 1、4 1 と一对の連結板 4 2、4 2 で構成してもよい。この場合にも、各連結板 4 2 は、第 1 及び第 2 支持部材 2、3 と干渉しない位置に配置される。以上の第 1 中間梁 B M 1 に関するバリエーションは、第 2 中間梁 B M 2 についても、同様に当てはまる。

10

【 0 0 9 8 】

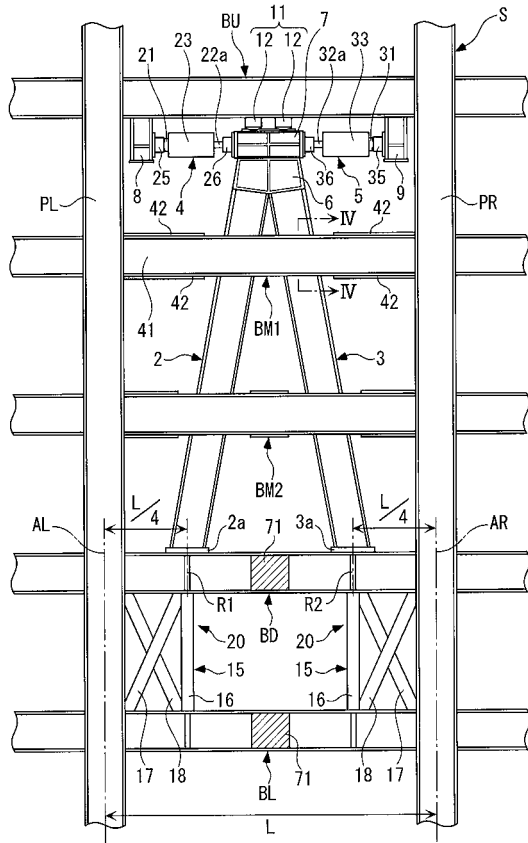
また、実施形態は、左右一对の第 1 柱及び第 2 柱 P L、P R に対して、本発明による振動抑制装置を適用した例であるが、本発明はこれに限らず、前後一对の柱に対しても適用可能である。また、これまでに述べたバリエーションを適宜、組み合わせてもよいことは、もちろんである。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

【 符号の説明 】

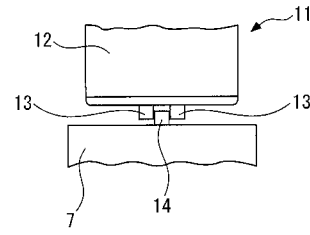
【 0 0 9 9 】

S	構造物	
P L	第 1 柱	20
P R	第 2 柱	
B D	第 1 梁	
B U	第 2 梁	
B L	第 3 梁	
B M 1	第 1 中間梁 (中間梁)	
B M 2	第 2 中間梁 (中間梁)	
R 1	第 1 梁の第 1 部位	
R 2	第 1 梁の第 2 部位	
L	柱間距離 (第 1 柱と第 2 柱の間の距離)	
2	第 1 支持部材	30
2 a	下端部 (第 1 支持部材の一端部)	
3	第 2 支持部材	
3 a	下端部 (第 2 支持部材の一端部)	
4	第 1 マスダンパ (マスダンパ)	
5	第 2 マスダンパ (マスダンパ)	
1 5	ブレース機構	
1 6	間柱	
1 7	第 1 ブレース (ブレース)	
1 8	第 2 ブレース	
2 0	組合わせ梁	40
2 3	第 1 回転マス (回転マス)	
3 3	第 2 回転マス (回転マス)	
4 1	梁材	
4 3	表面材	
7 1	せん断パネルダンパ	

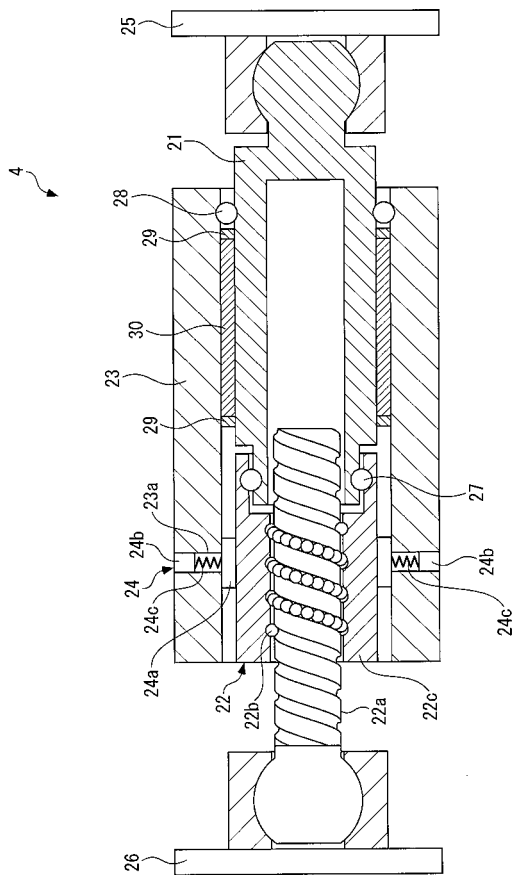
【 図 1 】



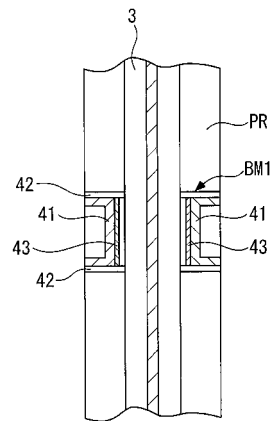
【 図 2 】



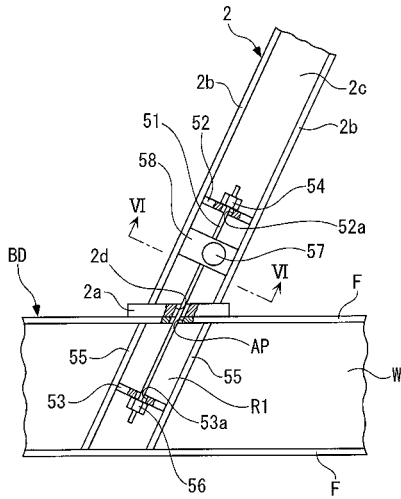
【 図 3 】



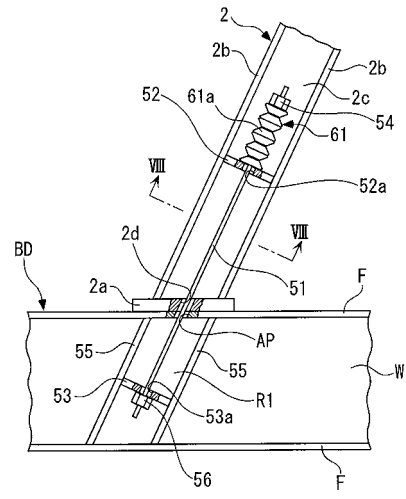
【 図 4 】



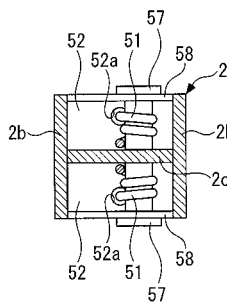
【 図 5 】



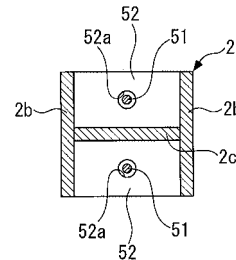
【 図 7 】



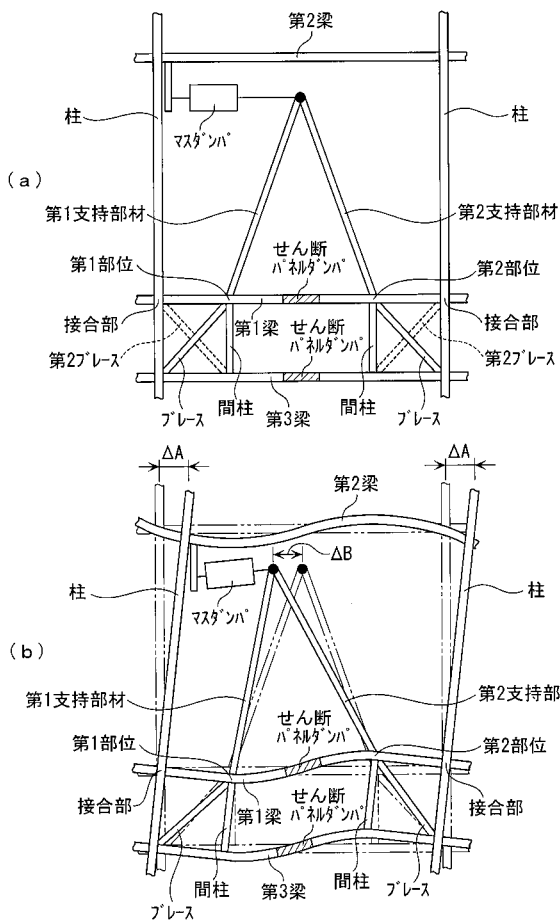
【 図 6 】



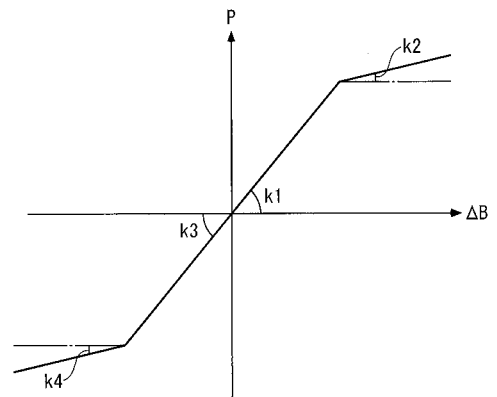
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 中南 滋樹

東京都千代田区三番町6番26号 住友不動産三番町ビル5階 株式会社免制震デバイス内

(72)発明者 田中 久也

東京都千代田区三番町6番26号 住友不動産三番町ビル5階 株式会社免制震デバイス内

Fターム(参考) 2E139 AA00 AC19 AC33 BA06 BA08 BA42 BB02 BB20 BB36 BB52

BD02 BD16

3J048 AD07 BF14 DA04 EA38