

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4986055号
(P4986055)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F 1 6 F 15/02 (2006. 01)

F 1

F 1 6 F 15/02

C

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-304409 (P2007-304409)	(73) 特許権者	000002299
(22) 出願日	平成19年11月26日 (2007. 11. 26)		清水建設株式会社
(65) 公開番号	特開2009-127768 (P2009-127768A)		東京都港区芝浦一丁目2番3号
(43) 公開日	平成21年6月11日 (2009. 6. 11)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成22年5月28日 (2010. 5. 28)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100146835
			弁理士 佐伯 義文
		(72) 発明者	中村 豊
			東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制振装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させて、前記制振対象物の揺れを抑えるための制振装置であって、

回動軸を備え、前記制振対象物に固定して設けられる支持部と、

先端側に重錘を備え、前記支持部の前記回動軸に後端側が繋がって前記回動軸の軸線回りの上下方向に回動自在に支持される振動体と、

一端が前記制振対象物に、他端が前記回動軸と前記重錘の間の前記振動体の中間部にそれぞれ繋がられ、前記重錘を前記制振対象物と非接触状態にして前記振動体を支持するとともに、重力の影響をキャンセルし前記回動軸の軸線回りの上下方向に往復振動するように前記振動体を支持するバネと、

静止した状態の前記振動体との間に隙間をあけて設けられ、前記振動体が前記回動軸の軸線回りに往復振動した際に該振動体が衝突する衝突体を備えて構成されていることを特徴とする制振装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の制振装置において、

前記衝突体が前記振動体の中間部に衝突するように設けられていることを特徴とする制振装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の制振装置において、

10

20

前記振動体に前記回動軸の軸線方向と同方向に貫通する貫通孔が形成されており、前記衝突体が前記貫通孔に挿通して設けられていることを特徴とする制振装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の制振装置において、

前記衝突体及び／又は前記振動体に、前記振動体が衝突する前記衝突体の衝突部及び／又は前記衝突体に衝突する前記振動体の衝突部の位置を変えて、前記衝突体と前記振動体の間の前記隙間の大きさを調整するための調整手段が具備されていることを特徴とする制振装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の制振装置において、

前記振動体が衝突する前記衝突体の衝突部及び／又は前記衝突体に衝突する前記振動体の衝突部に、粘弾性部材が設けられていることを特徴とする制振装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させて、制振対象物の揺れを抑えるための制振装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば超スパン構造物などの制振対象物に生じる地震や歩行、交通振動等による上下方向の揺れ（上下振動）を抑えるために、いわゆる TMD（Tuned Mass Damper）と称する制振装置が用いられている。一般に、この TMD は、重錘とバネと付加減衰装置とを備え、重錘が往復振動する 1 自由度振動系として構成されており、制振対象物の 1 次固有周期と同調させて、重錘を制振対象物の振動と逆方向に振動させることにより、制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させ、制振対象物の揺れを抑えることを可能にしている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

しかしながら、TMD には以下のような問題があった。

（1）TMD の固有周期を制振対象物の 1 次固有周期に同調させる必要があり、正確に固有周期を同調させるためには、制振対象物の振動測定を行うことが必要になる。

（2）TMD の設置後に制振対象物の質量や剛性が変動した場合には、制振対象物の 1 次固有周期が変わるため、制振効果を維持するように、その都度 TMD の固有周期を再調整する必要がある。

（3）TMD の固有周期を調節するための仕掛け（例えば、重錘の重さや位置を調整したり、バネの強さを調整するなど）が必要になる。

（4）例えばオイルダンパー、粘性ダンパー、摩擦ダンパーなどの付加減衰装置が必要であるため、装置が複雑になるとともに高コストである。

（5）重錘の振幅が許容値以上になった場合に備えて、ストッパーやブレーキなどが必要になる。

【0004】

一方、構成が単純で、固有周期を調整する必要がない制振装置として、単に重錘を容器に収容して構成した衝撃ダンパーが知られている。この衝撃ダンパーは、制振対象物が振動した際に、重錘が容器に衝突することにより制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させるものであり、制振対象物の水平方向の振動を小振幅から効果的に抑えることが可能である。しかしながら、この衝撃ダンパーにおいても、制振対象物が上下方向に振動する場合には、特に上下方向の振幅が小さい場合には、重錘が重力の影響で弾まずに制振対象物と一体化してしまい、すなわち衝突が生じることがなく、制振効果が得られないという問題があった。

【0005】

これに対し、容器内の重錘をバネで上下方向に懸吊して構成した衝撃ダンパーがある（

10

20

30

40

50

例えば、特許文献2参照)。この衝撃ダンパーにおいては、重錘がバネで支持されていることで重力の影響をキャンセルすることができ、制振対象物が上下方向に振動するとともにバネが上下に伸縮して、重錘を容器に衝突させることを可能にしている。

【特許文献1】特開平10-252253号公報

【特許文献2】特開2006-348996号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、重錘をバネで支持して構成した衝撃ダンパーにおいては、バネのみで重錘が支持されているため、重錘が振動した際にその軌道を拘束することができない。すなわち、重心が常に一定の軌道を通るように重錘を振動させることができず、重錘の上下方向の振動が安定しない。このため、重錘の衝突箇所が一定にならず、安定した繰り返しの衝突を発生させることが難しく、やはり確実に制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させることができないという問題があった。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、制振対象物に作用した振動エネルギーを確実に減衰させることが可能な制振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】

【0008】

上記の目的を達するために、この発明は以下の手段を提供している。

【0009】

本発明の制振装置は、制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させて、前記制振対象物の揺れを抑えるための制振装置であって、回動軸を備え、前記制振対象物に固定して設けられる支持部と、先端側に重錘を備え、前記支持部の前記回動軸に後端側が繋がって前記回動軸の軸線回りの上下方向に回動自在に支持される振動体と、一端が前記制振対象物に、他端が前記回動軸と前記重錘の間の前記振動体の中間部にそれぞれ繋がられ、前記重錘を前記制振対象物と非接触状態にして前記振動体を支持するとともに、重力の影響をキャンセルし前記回動軸の軸線回りの上下方向に往復振動するように前記振動体を支持するバネと、静止した状態の前記振動体との間に隙間をあけて設けられ、前記振動体が前記回動軸の軸線回りに往復振動した際に該振動体が衝突する衝突体とを備えて構成されていることを特徴とする。

【0010】

この発明においては、バネによって重錘を制振対象物と非接触状態にして振動体が支持されているため、重力の影響をキャンセルすることができる。また、振動体が回動軸によって回動自在に支持されているため、制振対象物に振動エネルギーが作用するとともに振動体を確実に安定した状態で往復振動させることができ、重錘の重心が常に一定の軌道を通るように振動体を振動させることが可能になる。これにより、衝突体に対し、確実に振動体を安定した状態で繰り返し衝突させることが可能になり、制振対象物に作用した振動エネルギーを確実に減衰させることが可能になる。

【0011】

また、振動体を支持するバネが振動体の中間部に繋がられていることによって、重錘の固有周期を長周期化することが可能になり、確実に制振対象物に作用した振動エネルギーを減衰させることが可能になる。すなわち、本発明の制振装置においては、TMDのように重錘の固有周期を制振対象物の1次固有周期と同調させる必要はなく、制振対象物の1次固有周期よりも重錘の固有周期を長くすることで確実に振動エネルギーを減衰させることが可能になる。そして、振動体を支持するバネを重錘の重心位置から回動軸側に離れた位置に繋げて設置するほど、重錘の固有周期を長周期にすることができる。このため、振動体の中間部に、且つ制振対象物の1次固有周期に応じて重錘の重心位置から回動軸側に離してバネを設けることにより、確実に制振効果を発揮させることが可能になる。

【0012】

さらに、TMDのように重錘の固有周期を制振対象物の1次固有周期と同調させる必要がないため、制振対象物の質量や剛性などが変動して1次固有周期が変化した場合においても、予めバネの位置を調整して、重錘の固有周期を制振対象物の1次固有周期よりも十分に長く設定しておくことで、TMDのようにその都度固有周期を再調整することなく、確実に制振効果を発揮させることが可能になる。

【0013】

また、本発明の制振装置においては、前記衝突体が前記振動体の中間部に衝突するように設けられていることが望ましい。

【0014】

この発明においては、従来の衝撃ダンパーのように重錘を容器（衝突体）に衝突させるものと比較し、振動体の中間部を衝突体に衝突させることによって、制振装置をコンパクトに形成することが可能になる。また、重錘を衝突体に衝突させるものよりも、確実に且つ容易に安定した衝突を発生させることが可能になる。

【0015】

さらに、本発明の制振装置においては、前記振動体に前記回転軸の軸線方向と同方向に貫通する貫通孔が形成されており、前記衝突体が前記貫通孔に挿通して設けられていることがより望ましい。

【0016】

この発明においては、衝突体が振動体の貫通孔に挿通して設けられていることにより、振動体を挟んで外側に対向して衝突体（一对の衝突体）を設ける場合と比較し、制振装置をより確実にコンパクトに形成することが可能になるとともに、より確実に且つ容易に安定した衝突を発生させることが可能になる。

【0017】

また、本発明の制振装置においては、前記衝突体及び／又は前記振動体に、前記振動体が衝突する前記衝突体の衝突部及び／又は前記衝突体に衝突する前記振動体の衝突部の位置を変えて、前記衝突体と前記振動体の間の前記隙間の大きさを調整するための調整手段が具備されていることがさらに望ましい。

【0018】

この発明においては、例えば地震動や歩行振動、交通振動等、制振対象物に作用する振動エネルギーの大きさに応じて、調整手段で衝突体と振動体の間の隙間の大きさを調整することが可能になる。これにより、制振対象物に作用する振動エネルギーの大きさに適した隙間を形成するように衝突体と振動体を配置することが可能になり、確実に振動体を衝突体に衝突させて制振効果を発揮させることが可能になる。

【0019】

さらに、本発明の制振装置においては、前記振動体が衝突する前記衝突体の衝突部及び／又は前記衝突体に衝突する前記振動体の衝突部に、粘弾性部材が設けられていることが望ましい。

【0020】

この発明においては、衝突体の衝突部に振動体の衝突部が衝突する衝突時に、振動エネルギー（衝撃）を粘弾性部材で吸収して効果的に消散することが可能になる。これにより、確実に振動エネルギーを減衰させて、制振対象物の揺れを抑えることが可能になる。また、このように粘弾性部材が設けられることによって、衝突時の衝撃音を緩和することも可能になる。

【発明の効果】**【0021】**

本発明の制振装置によれば、バネを振動体の中間部に繋げて設け、且つ振動体を回転軸によって回転自在に設けることによって、重錘の固有周期を長周期化することができ、且つ安定した状態で衝突体に振動体を繰り返し衝突させることが可能になる。これにより、制振対象物の1次固有周期と同調させることを不要にして、制振対象物に作用した振動エネルギーを確実に減衰させることが可能になり、確実に制振対象物の揺れを抑える制振効

10

20

30

40

50

果を発揮させることが可能になる。

【0022】

また、振動体を上下方向に往復振動させるように構成することで、重錘を安定した状態で上下方向に振動させることができ、安定した繰り返しの衝突を発生させて、確実に制振対象物の上下振動を抑えることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図1から図4を参照し、本発明の一実施形態に係る制振装置について説明する。本実施形態は、例えば超スパン構造物の梁や床などの制振対象物に設置されて、地震や歩行、交通振動等による上下方向の揺れ（上下振動）を抑えるための制振装置に関するものである。

10

【0024】

本実施形態の制振装置Aは、図1に示すように、回動軸1aを備え、制振対象物Tに固定して設けられる支持部1と、先端側に重錘2を備え、支持部1の回動軸1aに後端側が繋がって回動軸1aの軸線O1回りに回動自在に支持される振動体3と、一端が制振対象物Tに、他端が振動体3にそれぞれ繋げられ、重錘2を制振対象物Tと非接触状態にして振動体3を支持するバネ4と、振動体3が回動軸1aの軸線O1回りに往復振動した際にこの振動体3が衝突する衝突体5とを備えて構成されている。

【0025】

支持部1は、例えば金属製でL字状に形成した一对の支持部材1bに、回動軸1aがその軸線O1を横方向（水平方向）に配した状態で架け渡されて構成されている。また、一对の支持部材1bはそれぞれ、制振対象物Tに固設した基板6上にボルトで下端を固定し、互いの一側面を所定の間隔をあけつつ対向させた状態で立設されている。

20

【0026】

さらに、各支持部材1bには、幅方向中央の上端側に、一側面から他側面に貫通し上下方向に延びる長孔1cが形成されており、各支持部材1bの長孔1cに端部を挿通させて回動軸1aが設けられている。また、回動軸1aは、両端部側の外周にそれぞれ雄ネジが形成されており、長孔1cに挿通して外側に突出した部分の雄ネジにナットが螺着されて、一对の支持部材1bに固定して支持されている。そして、この回動軸1aは、その上下位置が長孔1cの上下方向の形成範囲内で調整可能に設けられている。

30

【0027】

振動体3は、梁部7（本実施形態ではH形鋼）を備えて構成され、梁部7の軸線（振動体3の軸線O2）方向後端側が支持部1の一对の支持部材1bの間に配置されるとともに回動軸1aに繋げられて、回動軸1aの軸線O1回りの上下方向に回動自在に支持されている。また、振動体3の重錘2は、梁部7の軸線O2方向先端側に設けられている。本実施形態においては、この重錘2がそれぞれ所定の重量をもって矩形板状に形成した複数の錘片2aで構成されており、複数の錘片2aは、梁部7（H形鋼）のウェブ7aと上下のフランジ7b、7cにそれぞれボルトによって着脱可能に取り付けられている。

【0028】

また、梁部7には、図1から図3に示すように、回動軸1aと重錘2の間の中間部7dのウェブ7aに、回動軸1aの軸線O1方向と同方向に貫通する貫通孔8が形成されている。さらに、梁部7には、それぞれ正面視矩形状で板状に形成された一对の振動体側衝突部材9、10が設けられている。

40

【0029】

一方の振動体側衝突部材9は、梁部7の軸線O2に沿って延設されるとともに、貫通孔8の上端側に重ね合わせるように設けられ、貫通孔8を挟んで梁部7の軸線O2方向後端側と先端側のウェブ7aに両端部をそれぞれボルト9aとナット9bで固定して設けられている。他方の振動体側衝突部材10は、梁部7の軸線O2に沿って延設されるとともに、貫通孔8の下端側に重ね合わせるように設けられ、一方の振動体側衝突部材9と同様に、貫通孔8を挟んで梁部7の軸線O2方向後端側と先端側のウェブ7aに両端部をそれぞ

50

れボルト10aとナット10bで固定して設けられている。

【0030】

また、図3に示すように、一对の振動体側衝突部材9、10はそれぞれ、貫通孔8に重なる一部に直角に折れ曲がって形成された衝突部9c、10cを備え、この部分の断面形状がL字状に形成されている。そして、一对の振動体側衝突部材9、10はそれぞれ、衝突部9c、10cを貫通孔8に挿通して設置されている。

【0031】

さらに、一对の振動体側衝突部材9、10をそれぞれ固定するためのボルト9a、10aが挿通する各ボルト挿通孔9d、10dは、図1に示すように、ウェブ7aに貫通形成されるとともに、上下方向に延びる長孔として形成されている。これにより、一对の振動体側衝突部材9、10はそれぞれ、上下位置をボルト挿通孔（長孔）9d、10dの上下方向の形成範囲内で調整可能に設けられている。また、一对の振動体側衝突部材9、10は、図3に示すように、互いの衝突部9c、10cを上下に間隔W1をあけて配置するように設けられ、この間隔W1がボルト挿通孔9d、10dを長孔で形成することによって調整可能とされている。そして、本実施形態においては、振動体3のボルト9a、10aとナット9b、10bとボルト挿通孔9d、10dが、本発明に係る調整手段の構成要素とされている。

【0032】

バネ4は、図1に示すように、その軸線O3方向両端（一端と他端）にそれぞれ保持部材11、12が一体に取り付けられている。そして、バネ4は、一方の保持部材11を基板6にボルトで固定し、他方の保持部材12を振動体3の梁部7の上フランジ7bに固定して、保持部材11、12を介して両端を制振対象物Tと振動体3にそれぞれ繋げて設置されている。また、バネ4は、梁部7のウェブ7aを挟んで一方の側と他方の側の両側にそれぞれ1つずつ対向して配置されており、それぞれのバネ4が軸線O3方向を上下方向に向け、他端（他方の保持部材12）を回動軸1aと重錘2の間の振動体3の中間部7dに繋げて設けられている。

【0033】

さらに、本実施形態においては、バネ4の他端を保持する他方の保持部材12に、バネ4の軸線O3と軸線を同軸上に配して外側に突出するボルトが設けられている。そして、このボルトを梁部7の上フランジ7bに形成した孔に挿通しナットを螺着することによって、バネ4の他端が振動体3に固定されている。このように設置したバネ4によって、振動体3は、重錘2を制振対象物Tと非接触状態にして支持されるとともに、回動軸1aの軸線O1回りに往復振動するように支持される。なお、本実施形態の制振装置Aにおいては、支持部1の回動軸1aの上下位置を調節したり、バネ4を保持する他方の保持部材12のボルトへのナットの螺入量を調節することによって、振動体3の静止位置を調整することができる。

【0034】

衝突体5は、例えば金属製で、図1から図3に示すように、矩形平板状の一对の側板5aと、両側板5aの上端同士を繋ぐ矩形平板状の衝突板（衝突部）5bとを備えて断面コ字状に形成されている。そして、衝突体5は、衝突板5bが振動体3の一对の振動体側衝突部材9、10の衝突部9c、10cの間に挿通し、振動体3の貫通孔8に挿通して設置されている。すなわち、衝突体5は、振動体3が往復振動した際に回動軸1aと重錘2の間の振動体3の中間部7dに衝突するように設けられている。

【0035】

また、衝突板（衝突部）5bの上面と下面にはそれぞれ、例えばゴムシートやウレタンゲルシートなどの粘弾性部材13が設けられている。そして、衝突体5は、図3に示すように、振動体3が静止した状態で、衝突板5bの上面側の粘弾性部材13と一方の振動体側衝突部材9の衝突部9cとの間、及び衝突板5bの下面側の粘弾性部材13と他方の振動体側衝突部材10の衝突部10cとの間にそれぞれ隙間W2をあけた状態で設置されている。

10

20

30

40

50

【0036】

また、この衝突体5は、各側板5aにボルト挿通孔が貫通形成されており、図1及び図2に示すように、一对の側板5aをボルト14a、15aとナット14b、15bで一对の支持部材14、15にそれぞれ固定して設けられている。一对の支持部材14、15はそれぞれ、例えば金属製でL字状に形成されており、制振対象物Tに固設した基板6上にボルトで下端を固定し、振動体3を挟んで互いの一側面を対向させた状態で立設されている。また、各支持部材14、15には、幅方向中央の上端側に、一側面から他側面に貫通するボルト挿通孔14c、15cが形成されており、このボルト挿通孔14c、15cが上下方向に延びる長孔として形成されている。

【0037】

そして、衝突体5は、側板5aのボルト挿通孔と支持部材14、15のボルト挿通孔14c、15cにボルト14a、15aを挿通し、このボルト14a、15aにナット14b、15bを螺着して一对の支持部材14、15についてはこれら支持部材14、15を介して制振対象物Tに固定して設けられている。このとき、支持部材14、15のボルト挿通孔14c、15cが長孔として形成されているため、衝突体5は、その上下位置をボルト挿通孔（長孔）14c、15cの上下方向の形成範囲内で調整可能に設けられている。これにより、図3に示した衝突板5bの上面側の粘弾性部材13と一方の振動体側衝突部材9の衝突部9cとの間、及び衝突板5bの下面側の粘弾性部材13と他方の振動体側衝突部材10の衝突部10cとの間の隙間W2の大きさが調整可能とされている。本実施形態においては、振動体3のボルト9a、10aとナット9b、10bとボルト挿通孔9d、10dに加え、ボルト14a、15aとナット14b、15bとボルト挿通孔14c、15cによって、本発明に係る調整手段が構成されている。

【0038】

ついで、上記構成からなる制振装置Aの作用及び効果について説明する。ここで、図4は、図1から図3に示した本実施形態の制振装置Aを模式的に表したものであり、図1から図3に加え、この図4を参照して本実施形態の制振装置Aの作用及び効果を説明する。

【0039】

本実施形態の制振装置Aにおいては、制振対象物Tに振動エネルギーが作用して制振対象物Tが上下方向に振動するとともに、回動軸1aに後端側が支持され、先端側に重錘2を設けた振動体3が、回動軸1aの軸線O1回りに回動して上下方向に振動する。このとき、バネ4によって重錘2を制振対象物Tと非接触状態にして振動体3が支持されて重力の影響がキャンセルされるため、回動軸1aによって回動自在に支持された振動体3は、制振対象物Tに振動エネルギーが作用するとともに確実に重錘2の重心が常に一定の軌道を通るように安定した状態で上下方向に往復振動することになる。

【0040】

そして、このように制振対象物Tに振動エネルギーが作用して振動体3が上下方向に往復振動するとともに、振動体3の梁部7の貫通孔8に挿通した衝突体5の衝突板（衝突部）5bが、振動体3の梁部7に設けた一方の振動体側衝突部材9の衝突部9cと他方の振動体側衝突部材10の衝突部10cに交互に繰り返し衝突する。

【0041】

このとき、本実施形態の制振装置Aにおいては、振動体3の一对の振動体側衝突部材9、10の上下位置や、衝突体5の衝突板5b（粘弾性部材13）の上下位置が、それぞれ前記調整手段によって調整でき、衝突板5bの上面側の粘弾性部材13と一方の振動体側衝突部材9の衝突部9cとの間、及び衝突板5bの下面側の粘弾性部材13と他方の振動体側衝突部材10の衝突部10cとの間の隙間W2の大きさが調整可能とされている。

【0042】

このため、制振対象物Tに作用する振動エネルギーの大きさに応じて、前記隙間W2の大きさを予め調整しておくことで、確実に且つ容易に、衝突体5の衝突板（衝突部）5bと、振動体3の一方の振動体側衝突部材9の衝突部9cと他方の振動体側衝突部材10の衝突部10cとが、安定した状態で繰り返し衝突することになる。そして、このように振動

10

20

30

40

50

体 3 の衝突部 9 c、10 c が安定して繰り返し衝突体 5 の衝突板 5 b に衝突することによって、制振対象物 T に作用した振動エネルギーが吸収されて減衰し、制振対象物 T の上下方向の振動（揺れ）が確実に抑えられる。

【0043】

また、このとき、衝突体 5 の衝突板 5 b の上面と下面に粘弾性部材 13 が設けられているため、振動体 3 の衝突部 9 c、10 c がこれら粘弾性部材 13 に衝突することになる。そして、このように粘弾性部材 13 に衝突することで、衝突時の衝撃力が粘弾性部材 13 によって吸収される。このため、粘弾性部材 13 によって振動エネルギーが効果的に消散されることになり、より確実に振動エネルギーが減衰して制振対象物 T の振動が抑制されることになる。また、粘弾性部材 13 に振動体 3 の衝突部 9 c、10 c を衝突させることで、衝突時の衝撃音が緩和される。

10

【0044】

ここで、図 4 に示すように、重錘 2 の質量を M、バネ 4 の剛性を K_s 、回動軸 1 a から重錘 2 の重心までの距離（L）に対する回動軸 1 a からバネ 4 までの距離（nL）の比を n とすると、回動軸 1 a の軸線 O 1 回りに回動して往復振動する振動体 3 の固有周期（ T_s ）は、式（1）で表される。

【0045】

【数 1】

$$T_s = \frac{2\pi}{n} \sqrt{\frac{M}{K_s}} \quad (1)$$

20

【0046】

この式（1）から、バネ 4 を振動体 3 の重錘 2 の重心と同位置（ $n = 1$ の位置）に設置した場合に対し、本実施形態の制振装置 A のように、バネ 4 を振動体 3 の中間部 7 b（ $0 < n < 1$ の位置）に設置した場合には、振動体 3（重錘 2）の固有周期が長くなる。また、バネ 4 の位置を重錘 2 の重心よりも回転軸 1 a 側に離すほどに振動体 3 の固有周期が長周期化することになる。

【0047】

そして、制振対象物 T の 1 次固有周期よりも振動体 3 の固有周期を長く設定することによって、効果的に振動エネルギーの減衰させることができるため、本実施形態の制振装置 A のように、バネ 4 を振動体 3 の中間部 7 d に繋げて設置して振動体 3（重錘 2）の固有周期を長周期化することで、従来の TMD のように制振対象物 T の 1 次固有周期と同調させる必要がなく、効果的に振動エネルギーが減衰することになる。

30

【0048】

したがって、本実施形態の制振装置 A においては、バネ 4 によって重錘 2 を制振対象物 T と非接触状態にして振動体 3 が支持されているため、重力の影響をキャンセルすることが可能になる。また、振動体 3 が回動軸 1 a によって回動自在に支持されているため、制振対象物 T に振動エネルギーが作用するとともに振動体 3 を確実に安定した状態で上下方向に往復振動させることができ、重錘 2 の重心が常に一定の軌道を通るように振動体 3 を振動させることが可能になる。これにより、制振対象物 T が上下に振動する場合においても、衝突体 5 に対し、確実に振動体 3 を安定した状態で繰り返し衝突させることが可能になり、制振対象物 T に作用した振動エネルギーを確実に減衰させることができ、確実に制振対象物 T の揺れを抑える制振効果を発揮させることが可能になる。

40

【0049】

また、振動体 3 を支持するバネ 4 を振動体 3 の中間部 7 d に繋げて設けることによって、TMD のように重錘 2 の固有周期を制振対象物 T の 1 次固有周期と同調させる必要はなく、制振対象物の 1 次固有周期よりも振動体 3（重錘 2）の固有周期を長くすることで確実に振動エネルギーを減衰させることが可能になる。そして、バネ 4 を重錘 2 の重心位置から回動軸 1 a 側に離れた位置に繋げて設置するほど、重錘 2 の固有周期を長周期にする

50

ことができる。このため、振動体 3 の中間部 7 d に、且つ制振対象物 T の 1 次固有周期に応じて重錘 2 の重心位置から回転軸 1 a 側に離してバネ 4 を設けることにより、確実に制振効果を発揮させることが可能になる。

【0050】

さらに、TMD のように重錘 2 の固有周期を制振対象物 T の 1 次固有周期と同調させる必要がないため、制振対象物 T の質量や剛性などが変動して 1 次固有周期が変化した場合においても、予めバネ 4 の位置を調整して、重錘 2 の固有周期を制振対象物 T の 1 次固有周期よりも十分に長く設定しておくことで、TMD のようにその都度固有周期を再調整することなく、確実に制振効果を発揮させることが可能になる。

【0051】

また、本実施形態の制振装置 A においては、衝突体 5 の衝突板（衝突部）5 b が振動体 3 の中間部 7 d に衝突するように設けられ、且つこの衝突板 5 b が振動体 3 の梁部 7 に形成した貫通孔 8 に挿通して設けられていることにより、従来の衝撃ダンパーのように重錘 2 を容器（衝突体）に衝突させるものと比較し、さらに、振動体 3 を挟んで上下の外側に対向して衝突体（一对の衝突体）5 を設けた場合と比較し、制振装置 A をコンパクトに形成することが可能になる。また、確実に且つ容易に安定した衝突を発生させることが可能になる。

【0052】

また、衝突体 5 の衝突板（衝突部）5 b 及び振動体 3 の衝突部 9 c、10 c の上下方向の位置を変えて、衝突体 5 と振動体 3 の間の隙間 W 2 の大きさを調整するための調整手段が具備されていることにより、例えば地震動や歩行振動、交通振動等、制振対象物 T に作用する振動エネルギーの大きさに応じて、前記隙間 W 2 の大きさを調整することが可能になる。これにより、制振対象物 T に作用する振動エネルギーの大きさに適した隙間 W 2 を形成するように衝突体 5 の衝突部 5 b と振動体 3 の衝突部 9 c、10 c を配置することが可能になり、確実に振動体 3 を衝突体 5 に衝突させて制振効果を発揮させることが可能になる。

【0053】

さらに、衝突体 5 の衝突板 5 b に粘弾性部材 13 が設けられていることによって、衝突時に、振動エネルギー（衝撃）を粘弾性部材 13 で吸収して効果的に消散することが可能になる。これにより、確実に振動エネルギーを減衰させて、制振対象物 T の揺れを抑えることが可能になる。また、このように粘弾性部材 13 が設けられることによって、衝突時の衝撃音を緩和することも可能になる。

【0054】

以上、本発明に係る制振装置の実施形態について説明したが、本発明は上記の一実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。例えば、本実施形態では、振動体 3 の梁部 7 に形成した貫通孔 8 に衝突体 5 の衝突部 5 b を挿通して、振動体 3 の衝突部 9 c、10 c を繰り返し衝突させるものとしたが、振動体 3 を挟んで外側に対向して衝突体（一对の衝突体）5 を設けて、振動体 3 を衝突させるように構成してもよい。

【0055】

また、本実施形態では、衝突体 5 の衝突板（衝突部）5 b に粘弾性部材 13 が設けられているものとしたが、粘弾性部材 13 を設けることに限定する必要はなく、さらに、粘弾性部材 13 を設ける場合においても、衝突体 5 の衝突部 5 b ではなく振動体 3 の衝突部 9 c、10 c に粘弾性部材 13 を設けたり、衝突体 5 と振動体 3 の両衝突部 5 b、9 c、10 c に粘弾性部材 13 を設けてもよい。

【0056】

さらに、振動体 3 を横方向（水平方向）に往復振動するように構成して横方向の振動を抑える制振装置と、本実施形態に示した上下方向の振動を抑える制振装置 A とを併用して、制振対象物 T の上下方向と横方向の双方の揺れを抑える制振システムを構成してもよい。

10

20

30

40

50

【実施例】

【0057】

以下に本発明の実施例を具体的に説明する。但し、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0058】

本実施例は、振動台を用い、試験体（制振対象物 T）に本発明に係る制振装置 A を設置した場合と、設置していない場合とでそれぞれ加振試験を行い、試験体 T の応答加速度を計測することによって本発明に係る制振装置 A の優位性を明らかにしたものである。また、本実施例では、正弦波加振、歩行加振、地震波（鉛直動）加振でそれぞれ試験を行っている。

10

【0059】

ここで、図 5 及び図 6 に示すように、試験体 T には、長さ H が 3 2 0 0 mm、幅 B が 1 5 0 0 mm、重量が 9 7 2 k g、固有振動数が 6 . 5 H z の鉄板を用いた。そして、試験体 T は、振動台上に固定して設けた 2 つの H 形鋼 2 0 で長さ方向両端部をそれぞれ支持して、振動台の上面との間に 4 5 0 mm の隙間 R をあけて設置した。

【0060】

また、本実施例では、図 1 から図 3 に示した制振装置 A を用い、振動体 3 の重量を 3 2 k g、衝突体 5 の衝突部 5 b（粘弾性部材 1 3）と振動体 3 の衝突部 9 c、1 0 c の隙間 W 2 をそれぞれ 0 . 8 mm とし、粘弾性部材 1 3 にはウレタンゲルシートを使用した。この制振装置 A は、固有振動数が 1 . 6 H z であり、図 5 及び図 6 に示すように、試験体 T の略中央に固定して設置した。

20

【0061】

図 7 は、試験体 T の 1 次固有振動数と同じ 6 . 5 H z の振動数、入力加速度を 3 0 c m / s e c ² として正弦波加振を行った際の試験体 T の中央における応答加速度の経時変化を示している。

【0062】

この結果から、本発明の制振装置 A を設置した場合には、設置していない場合よりも応答加速度が小さくなることが確認され、制振装置 A によって制振対象物（試験体）T に作用した正弦波の振動エネルギーを確実に吸収して減衰させ、制振対象物 T の揺れを抑制できることが実証された。

30

【0063】

また、図 8 は、入力加速度を 3 0 c m / s e c ² とし、振動数を変えて正弦波加振を行った際の応答加速度比（入力加速度／応答加速度）を示し、図 9 は、振動数を 6 . 5 H z とし、入力加速度を変えて正弦波加振を行った際の最大応答加速度を示している。

【0064】

そして、図 8 に示すように、制振装置 A を設置した場合には、設置していない場合よりも応答加速度比が小さくなり、また、図 9 に示すように、制振装置 A を設置することによって、広範の入力加速度において最大応答加速度が小さくなることが確認された。よって、これらの結果から、本発明の制振装置 A は、制振対象物（試験体）T に作用する広範の振動数及び入力加速度の正弦波振動エネルギーを確実に減衰させ、制振対象物 T の揺れを抑制できることが実証された。

40

【0065】

ついで、図 1 0 は、試験体 T を歩行加振した際の試験体 T の中央における応答加速度の経時変化を示しており、図 1 0（a）は、制振装置 A を設置していない場合、図 1 0（b）は、制振装置 A を設置した場合の試験結果を示している。

【0066】

この結果、制振装置 A を設置した場合には、設置していない場合よりも応答加速度が小さくなることが確認され、歩行加振においても、制振装置 A によって制振対象物（試験体）T に作用した振動エネルギーを確実に減衰させ、制振対象物 T の揺れを抑制できることが実証された。

50

【0067】

ついで、図11は、試験体Tを地震波（鉛直動）加振した際の試験体Tの中央における応答加速度の経時変化を示しており、図11（a）はエルセントロ波による加振、図11（b）はタフト波による加振を行った試験結果を示している。

【0068】

この結果、エルセントロ波で加振した場合とタフト波で加振した場合の試験結果ともに、制振装置Aを設置した場合には、設置していない場合よりも応答加速度が小さくなることが確認され、地震波（鉛直動）加振においても、制振装置Aによって制振対象物（試験体）Tに作用した振動エネルギーを確実に吸収して減衰させ、制振対象物Tの揺れを抑制できることが実証された。

10

【0069】

したがって、本発明の制振装置は、正弦波加振、歩行加振、地震波（鉛直動）加振の全てのケースにおいて、制振対象物Tに作用した振動エネルギーを確実に吸収して減衰させることができ、制振対象物Tの揺れを確実に抑制できることが実証された。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の一実施形態に係る制振装置を示す図である。

【図2】図1のX-X線矢視図である。

【図3】図2の符号Sで示した振動体と衝突体のそれぞれの衝突部を拡大した図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る制振装置を示す模式図である。

20

【図5】実施例の加振試験で用いた試験体と本発明に係る制振装置を示す図である。

【図6】図5のX-X線矢視図である。

【図7】実施例の加振試験において、正弦波加振を行った際の応答加速度の経時変化を示す図である。

【図8】実施例の加振試験において、正弦波加振を行った際の振動数に対する応答加速度比を示す図である。

【図9】実施例の加振試験において、正弦波加振を行った際の入力加速度に対する最大応答加速度を示す図である。

【図10】実施例の加振試験において、歩行加振を行った際の応答加速度の経時変化を示す図である。

30

【図11】実施例の加振試験において、エルセントロ波とタフト波によって地震波（鉛直動）加振を行った際の応答加速度の経時変化を示す図である。

【符号の説明】

【0071】

- 1 支持部
- 1 a 回動軸
- 1 b 支持部材
- 2 重錘
- 2 a 錘片
- 3 振動体
- 4 バネ
- 5 衝突体
- 5 a 側板
- 5 b 衝突板（衝突部）
- 6 基板
- 7 梁部（H形鋼）
- 7 a ウェブ
- 7 b 上フランジ
- 7 c 下フランジ
- 7 d 中間部

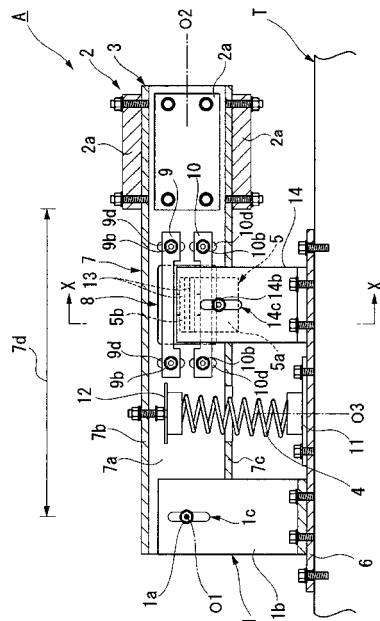
40

50

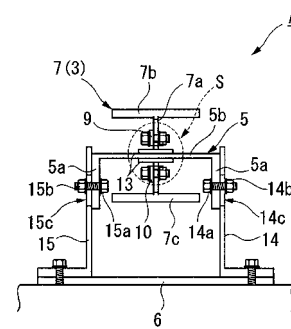
- 8 貫通孔
- 9 一方の振動体側衝突部材
- 9 c 衝突部
- 10 他方の振動体側衝突部材
- 10 c 衝突部
- 11 保持部材
- 12 保持部材
- 13 粘弾性部材
- 14 支持部材
- 15 支持部材
- A 制振装置
- O1 回転軸の軸線
- O2 振動体（梁部）の軸線
- T 制振対象物
- W2 隙間

10

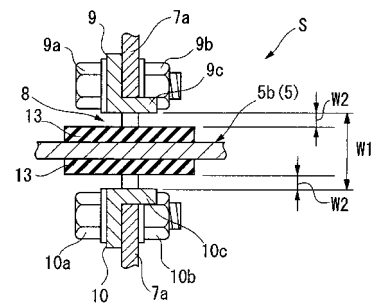
【図 1】



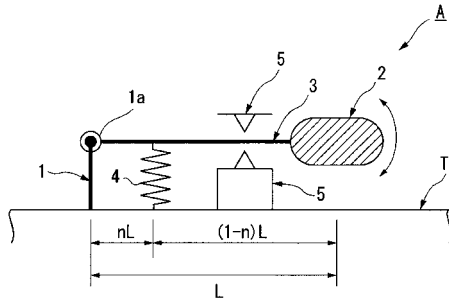
【図 2】



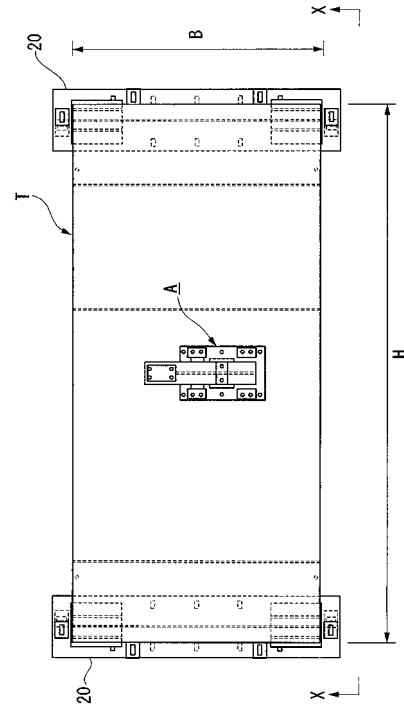
【図 3】



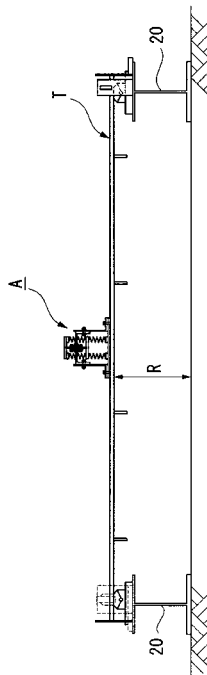
【図 4】



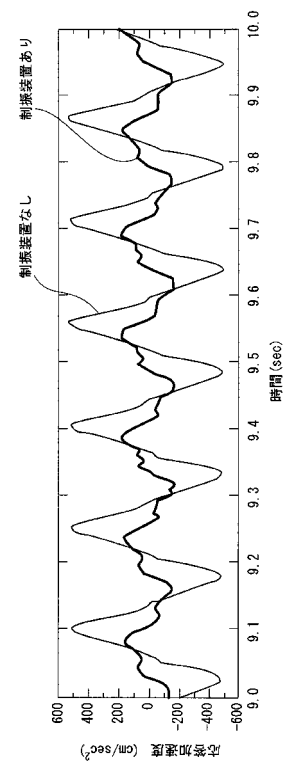
【図 5】



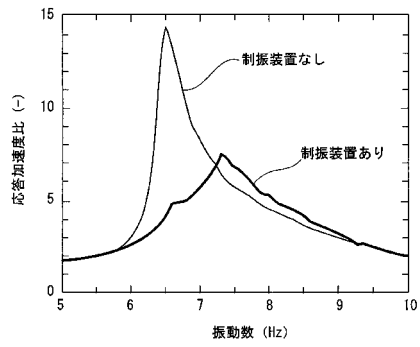
【図 6】



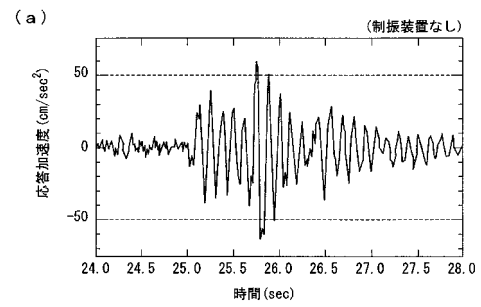
【図 7】



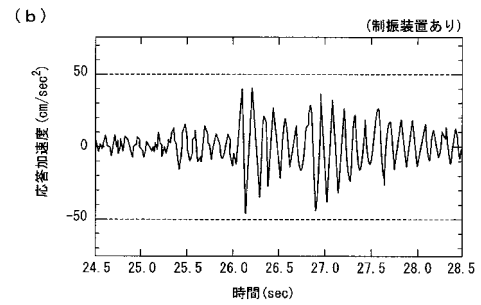
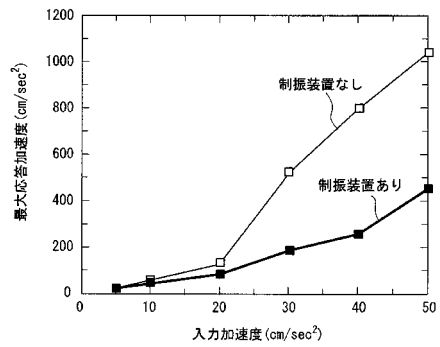
【図 8】



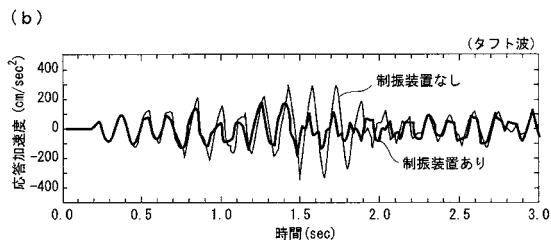
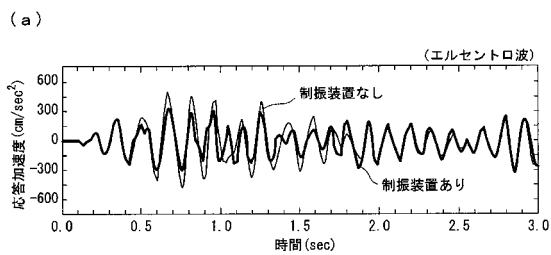
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 柳楽 隆昌

- (56)参考文献 特開2001-349094 (JP, A)
特開平06-241277 (JP, A)
実開昭49-006219 (JP, U)
実開昭48-012483 (JP, U)
実開平5-47246 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16F15/00-15/36