

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4925740号
(P4925740)

(45) 発行日 平成24年5月9日(2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(51) Int. Cl. F 1
 E O 4 H 9/02 (2006.01) E O 4 H 9/02 3 1 1
 F 1 6 F 15/02 (2006.01) F 1 6 F 15/02 C

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-172986 (P2006-172986)	(73) 特許権者	591115981
(22) 出願日	平成18年6月22日 (2006.6.22)		石丸 辰治
(65) 公開番号	特開2008-2165 (P2008-2165A)		埼玉県草加市花栗4丁目11番17号
(43) 公開日	平成20年1月10日 (2008.1.10)	(73) 特許権者	504004083
審査請求日	平成21年2月5日 (2009.2.5)		株式会社 i 2 S 2
			東京都中央区日本橋蛸殻町一丁目29番地6号
		(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100085279
			弁理士 西元 勝一
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転慣性質量付きトグル型制震装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

梁と柱とから構成された架構の上梁、又は前記上梁と前記柱との隅部に一端が回転可能に取り付けられた第一アームと、

前記架構の下梁、又は前記下梁と前記柱との隅部に一端が回転可能に取り付けられ、他端と前記第一アームの他端とが所定の角度を持って回転可能に連結された第二アームと、

前記第一アームと前記第二アームとの連結部分と回転可能に連結される第一部材と、前記架構の上梁、下梁、前記上梁と前記柱との隅部、前記下梁と前記柱との隅部、のいずれかに回転可能に連結される第二部材と、を有し、前記第一部材と前記第二部材との軸方向の相対的な直線変位を回転慣性質量の軸回りの回転変位に変換する機構を有する回転慣性質量付ダンパーと、

を備え、

前記回転慣性質量付ダンパーは、

軸体と、

前記軸体が挿入される回転体と、

前記回転体を回転可能に保持する保持体と、

前記軸体の外周面と前記回転体の内周面とに設けられ、該軸体の軸方向の直線変位を前記回転体の軸周りの回転変位に変換する螺合手段と、

前記回転体と一体となって、軸周りに回転する回転慣性質量体と、

前記回転体の外周面と前記保持体の内周面との間に設けられたエネルギー吸収体と、

を有し、

前記軸体と前記保持体のいずれか一方が前記第一部材であり、該軸体と該保持体のいずれか他方が前記第二部材であることを特徴とする回転慣性質量付きトグル型制震装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の回転慣性質量付きトグル型制震装置を一对配置すると共に、

前記架構の前記上梁と前記下梁とが相対変形すると、一对の前記回転慣性質量付ダンパーの前記回転慣性質量が互いに反対回りに回転することを特徴とする回転慣性質量付きトグル型制震装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転慣性質量付きトグル型制震装置に関する。

【背景技術】

【0002】

地震時に建物の振動を低減させるダンパーの効果を飛躍的に向上させるトグル機構を用いた制震装置（以下、トグル型制震装置と記す）が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【特許文献 1】特開平 10 - 169244 号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

トグル型制震装置の制震効果を高める方法として、第一アームと第二アームとの交点部分に補助重量を取り付けて入力低減させる構成がある。

【0004】

図 11 は、第一アーム 802、第二アーム 804、エネルギー吸収機構 806（ダンパーなど）の交点部分に補助重量 808（ m_d ）を備えたトグル型制震装置 800 を模式的に示している（建物 799 に適用している図）。そして、この図 11 のトグル型制震装置 800 を備えた建物 799 モデル化したものが、図 12 である。

【0005】

30

図 12 の振動方程式は、

【0006】

【数 1】

$$m\ddot{x} + \beta_t^2 \cdot m_d \ddot{x} + c\dot{x} + kx + c\beta_t^2 \dot{x} + k'\beta_t^2 \dot{x} = -(m + \beta_d \cdot m_d)\ddot{y} \dots (A)$$

【0007】

【数 2】

$$\ddot{x} + \frac{c + c'\beta_t^2}{(m + \beta_t^2 \cdot m_d)} \dot{x} + \frac{k + k'\beta_t^2}{(m + \beta_t^2 \cdot m_d)} x = -\frac{(m + \beta_t m_d)}{(m + \beta_t^2 m_d)} \ddot{y} \dots (B)$$

40

【0008】

【数 3】

$$\eta = \frac{(1 + \beta_t \cdot m_d/m)}{(1 + \beta_t^2 \cdot m_d/m)} \dots\dots (C)$$

となる。

【0009】

例えば、補助重量 $808 m_d$ と建物 799 の層の質量 m の比率を、

10

【0010】

【数 4】

$$m_d/m = 0.1 \dots\dots (D)$$

とし

トグル機構の増幅率 t を、

【0011】

【数 5】

20

$$\beta_t = 2 \dots\dots (E)$$

とすれば、（入力低減効果）は、

【0012】

【数 6】

$$\eta = \frac{(1 + 2 \cdot 0.1)}{(1 + 2^2 \cdot 0.1)} = 0.86 \dots\dots (F)$$

30

となる。

【0013】

しかしながら、このような補助重量 $808 (m_d)$ は、重くて大きなものとなってしまう。また、このような重くて大きな補助重量 $808 (m_d)$ を、トグル型制震装置 800 の中央部分（交点部分）に取り付けることは、施工的に困難である。また、設置基数を多くして重量分散して取り付けるという方法も考えられるが、このような方法はコストアップとなる。更に、仮に取り付けが可能であったとしても、補助重量 $808 (m_d)$ が大きいと意匠的に問題が大きい。また、このようにトグル型制震装置 800 の中央部分（交点部分）に重い補助重量 $808 (m_d)$ を設けると、面外への慣性力が大きくなってしまいうで、面外に座屈衝動が生じる。

40

【0014】

本発明は、上記問題を解決すべく成されたもので、トグル型制震装置の制震効果を高めることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために請求項 1 に記載の回転慣性質量付きトグル型制震装置は、梁と柱とから構成された架構の上梁、又は前記上梁と前記柱との隅部に一端が回転可能に取り付けられた第一アームと、前記架構の下梁、又は前記下梁と前記柱との隅部に一端が回転可能に取り付けられ、他端と前記第一アームの他端とが所定の角度を持って回転可能に

50

連結された第二アームと、前記第一アームと前記第二アームとの連結部分と回転可能に連結される第一部材と、前記架構の上梁、下梁、前記上梁と前記柱との隅部、前記下梁と前記柱との隅部、のいずれかに回転可能に連結される第二部材と、を有し、前記第一部材と前記第二部材との軸方向の相対的な直線変位を回転慣性質量の軸回りの回転変位に変換する機構を有する回転慣性質量付ダンパーと、を備え、前記回転慣性質量付ダンパーは、軸体と、前記軸体が挿入される回転体と、前記回転体を回転可能に保持する保持体と、前記軸体の外周面と前記回転体の内周面とに設けられ、該軸体の軸方向の直線変位を前記回転体の軸周りの回転変位に変換する螺合手段と、前記回転体と一体となって、軸周りに回転する回転慣性質量体と、前記回転体の外周面と前記保持体の内周面との間に設けられたエネルギー吸収体と、を有し、前記軸体と前記保持体のいずれか一方が前記第一部材であり、該軸体と該保持体のいずれか他方が前記第二部材であることを特徴としている。

10

【0016】

請求項1に記載の回転慣性質量付きトグル型制震装置は、柱と梁で構成された架構の上梁、又は上梁と柱との隅部には、第一アームの一端が回転可能に取り付けられており、下梁、又は下梁と柱との隅部には、第二アームの一端が回転可能に取り付けられている。また、第一アームの他端と第二アームの他端とが所定の角度を持って回転可能に連結されている。そして、回転慣性質量付ダンパーの第一部材が連結部分と回転可能に連結され、第二部材が架構の上梁、下梁、上梁と柱との隅部、下梁と柱との隅部、のいずれかに回転可能に連結することで、トグル機構を構成している。

20

【0017】

このトグル機構によって、地震等の振動により上梁と下梁が、小さく相対変形しても、大きな変形に増幅され、回転慣性質量付ダンパーの第一部材と第二部材とが軸方向に大きく相対的に直線変位する（伸縮する）。

【0018】

さて、このように回転慣性付ダンパーが軸方向に直線変位すると、回転慣性質量が軸回りに回転変位する。よって、回転慣性質量の回転慣性力により、振動を低減させることができる。

【0019】

なお、回転慣性質量付ダンパーの回転慣性質量の回転方向の接線方向の変位は、回転慣性質量付ダンパーの軸方向の直線変位（伸縮）より大きい。よって、回転慣性質量が回転することによって生じる回転慣性質量効果は回転慣性質量に対して大きく増幅することができる。つまり、回転慣性質量付ダンパーの回転慣性質量の質量が軽くても、軸方向の変位を回転慣性質量の回転に変換することによって、大きな質量を得ることとなる。

30

【0021】

また、軸体が直線変位すると、軸体が挿入される回転体が螺合手段によって回転変位する。そして、回転体と一体となって回転慣性質量体が軸周りに回転することで、振動を低減させることができる。

【0023】

また、回転体の外周面と保持体の内周面との間にエネルギー吸収体を備えているので、回転体が回転することによる回転慣性質量の回転エネルギーの吸収効果により、応答値が小さくなる。したがって、第一アーム、第二アーム、軸体の断面積を小さくできる。

40

【0024】

また、このような構成とすることで、回転慣性質量の回転による慣性力と架構の変形との関係は負勾配となる。また、第一アームと第二アームとの軸剛性の影響は正勾配である。よって、負勾配と正勾配とが打ち消し合うので、第一アームと第二アームとが必要とする軸剛性の影響を抑えることができる。このため、第一アームと第二アームの剛性や断面二次モーメントを小さくできる。したがって、第一アームと第二アームの断面積を更に小

50

さくできる。

【 0 0 2 5 】

請求項 2 に記載の回転慣性質量付きトグル型制震装置は、請求項 1 に記載の回転慣性質量付きトグル型制震装置を、一対配置すると共に、前記架構の前記上梁と前記下梁とが相対変形すると、一対の前記回転慣性質量付ダンパーの前記回転慣性質量が互いに反対回りに回転することを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

請求項 2 に記載の回転慣性質量付きトグル型制震装置では、一対の回転慣性質量付ダンパーの回転慣性質量が互いに反対回りに回転するので、回転慣性によるジャイロ効果が打ち消される。このため、ねじれ振動の誘発等が抑制される。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

以上説明したように本発明によれば、トグル型制震装置の制震効果を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 8 】

図 3 に示すように、左側の柱 2 0 L と、右側の柱 2 0 R と、上梁 2 2 A と、下梁 2 2 B と、で構成された建物 3 0 の架構 2 4 内に、回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 L と回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 R とが左右に並んで配設されている。また、回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 L と回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 R とは、架構 2 4 内に左右対称に配置されている。なお、以降、左右を区別する必要がある場合は、符号の後に L , R のいずれか付し、区別する必要がない場合は、L , R を省略する。

20

【 0 0 2 9 】

回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 は、上梁 2 2 A に取り付けられた回転支承 3 6 に一端が固定された第一アーム 3 8 と、架構 2 4 の下隅部に配置され、下梁 2 2 B と柱 2 0 とに取り付けられた回転支承 4 0 に一端が固定された第二アーム 4 2 とを備えている。

【 0 0 3 0 】

第一アーム 3 8 及び第二アーム 4 2 の他端（自由端）は回転ヒンジ 4 4 で回動可能に所定の角度を持って連結されている。この回転ヒンジ 4 4 には、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 （詳細は後述する）のシャフト 1 0 2 の端部に設けられたヒンジ 1 0 1 （図 2（A）参照）が連結されている。更に、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のホルダー 1 0 4 の端部に設けられたヒンジ 1 0 5 が、架構 2 4 の上隅部に配置され、上梁 2 2 A と柱 2 0 とに取り付けられた回転支承 5 2 に連結されている。

30

【 0 0 3 1 】

つぎに、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 について詳しく説明する。

【 0 0 3 2 】

図 1 と図 2（A）とに示すように、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のシャフト 1 0 2 の外周面には、雌ネジ溝 1 0 2 A が形成されている。この雌ネジ溝 1 0 2 A は、雌ネジ溝 1 0 2 A に螺合する雄ネジ 1 1 0 A が内周面に形成された円筒状の回転体 1 1 0 に挿入されている。

40

【 0 0 3 3 】

回転体 1 1 0 は、一方が開口した円筒状のホルダー 1 0 4 の内部に回転可能に保持されている。また、回転体 1 1 0 は円柱部 1 1 1 D と、円柱部 1 1 1 D より径が大きな第一円盤部 1 1 1 A , 第二円盤部 1 1 1 B , 第三円盤部 1 1 1 C と、から構成されている。

【 0 0 3 4 】

回転体 1 1 0 の一方の端部側はホルダー 1 0 4 の開口から出ており、回転体 1 1 0 の一方の先端部には第一円盤部 1 1 1 A が形成されている。また、回転体 1 1 0 の他方の先端部には第三円盤部 1 1 1 C が形成されている。また、ホルダー 1 0 5 の内に、第二円盤部 1 1 1 B と第三円盤部 1 1 1 C が配置されている。

50

【 0 0 3 5 】

また、第二円盤部 1 1 1 B , 第三円盤部 1 1 1 C に対応するホルダー 1 0 4 の両端部分には、第二円盤部 1 1 1 B , 第三円盤部 1 1 1 C が嵌る凹部 1 1 4、1 1 5 が形成されている。そして、凹部 1 1 4、1 1 5 には軸受け 1 1 2 , 1 1 3 が設けられている。このような構成により回転体 1 1 0 は、矢印 K で示す軸回りには回転するが、矢印 S で示す軸方向への移動が規制されている。

【 0 0 3 6 】

なお、前述したように回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 は、シャフト 1 0 2 の端部に取り付けられたヒンジ 1 0 1 が回転ヒンジ 4 4 (図 3 参照) に連結され、ホルダー 1 0 5 の端部に取り付けられたヒンジ 1 0 5 が回転支承 5 2 (図 3 参照) に連結されている。

10

【 0 0 3 7 】

さて、回転体 1 1 0 の第一円盤部 1 1 1 A には、円盤状の質量体 1 2 0 がボルト 1 2 2 で締結されている。質量体 1 2 0 の中央部には円形の開口部 1 2 0 A が形成され、この開口部 1 2 0 A の中をシャフト 1 0 2 が通っている。なお、開口部 1 2 0 A の内径はシャフト 1 0 2 の外径より十分に大きいので、開口部 1 2 0 A とシャフト 1 0 2 とは接していない。また、回転体 1 1 0 (第一円盤部 1 1 1 A , 第二円盤部 1 1 1 B , 第三円盤部 1 1 1 C , 円筒部 1 1 1 D) の軸心、質量体 1 2 0 の軸心、シャフト 1 0 2 の軸心、は同一軸線上にある。

【 0 0 3 8 】

なお、図 2 (C) に示すように、質量体 1 2 0 の変形例として、質量体 1 2 0 が半円形状の質量体 1 2 0 B と質量体 1 2 0 C との二つの部材で構成されていても良い。このような構成とすれば、回転慣性質量付きダンパー 1 0 0 を回転支承 5 2 と回転ヒンジ 4 4 に取り付けた状態のまま、質量体 1 2 0 B、1 2 0 C のみを着脱可能である。

20

【 0 0 3 9 】

回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 は、上述したような構成をしているので、図 1 と図 2 (A) で示すように、シャフト 1 0 2 が矢印 S で示すように軸方向に移動すると、シャフト 1 0 2 の外周面の雌ネジ溝 1 0 2 A と回転体 1 1 0 雄ネジ 1 1 0 A とが螺合して回転体 1 1 0 が軸周りに回転し、更に、図 1 と図 2 (B) とに示すように、回転体 1 1 0 とボルト 1 2 2 で締結された質量体 1 2 0 が矢印 K で示すように軸回りに回転する (回転体 1 1 0 と質量体 1 2 0 とが一体となって回転する) 。

30

【 0 0 4 0 】

つまり、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 は、シャフト 1 0 2 の軸方向の直線変位 (矢印 S) を、回転慣性質量である質量体 1 2 0 の回転変位 (矢印 K) に変換する機構を有するダンパーとなっている。

【 0 0 4 1 】

なお、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 ホルダー 1 0 4 と内周面と回転体 1 1 0 の円柱部 1 1 0 D の外周面との間にエネルギー吸収体を設ければ、回転体 1 1 0 が回転することによる質量体 1 2 0 の回転エネルギーの吸収効果により、更に応答値が小さくなる。

【 0 0 4 2 】

なお、ホルダー 1 0 4 と内周面と回転体 1 1 0 の円柱部 1 1 0 D の外周面との間にエネルギー吸収体として、粘性体を注入すれば、質量 (M) + 粘性 (C) の効果を持つダンパーとなる。また、ホルダー 1 0 4 と内周面と回転体 1 1 0 の円柱部 1 1 0 D の外周面との間にエネルギー吸収体として、摩擦パット等を組み込めば質量 (M) + 剛性 (K) の効果を持つダンパーとなる。更にこれらを二つ組み合わせれば、質量 (M) + 粘性 (C) + 剛性 (K) の効果を持つダンパーとなり、振動方程式の全てを制御できるようになる。なお、ホルダー 1 0 4 と内周面と回転体 1 1 0 の円柱部 1 1 0 D の外周面との間に設けるエネルギー吸収体は、エネルギー吸収できれば上記以外のものであっても良い。

40

【 0 0 4 3 】

つぎに、本実施形態の作用を説明する。

【 0 0 4 4 】

50

図 3 から図 4 に示すように、地震動等の振動により、建物 3 0 が右側へ水平移動すると、架構 2 4 が右方向へ水平変形する。すなわち、上梁 2 2 A が水平移動する（上梁 2 2 A と下梁 2 2 A とが相対移動する）。

【 0 0 4 5 】

そして、架構 2 4 内において、回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 を構成する第一アーム 3 8 及び第二アーム 4 2 が回転支承 3 6 , 4 0 を中心に回転変位を行うため回転ヒンジ 4 4 が変位する。このため左側の回転慣性質量付ダンパー 1 0 6 L のシャフト 1 0 2 L は、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 の全長が伸びる軸方向に移動し、右側の回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 R のシャフト 1 0 2 R は、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 R の全長が縮むように軸方向に移動する。

10

【 0 0 4 6 】

また、図 3 から図 5 に示すように、建物 3 0 が左方向へ水平変形すると、架構 2 4 も左方向へ水平変形する。このとき、前述した図 9 とは逆に、左側の回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 L のシャフト 1 0 2 L は、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 L の全長が縮む軸方向に移動する。また、右側の回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 R シャフト 1 0 2 R は、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 R の全長が伸びる軸方向に移動する。

【 0 0 4 7 】

さて、このとき、トグル機構によって、上梁 2 2 A の回転支承 3 6 の水平変位量より、回転ヒンジ 4 4 の変位量、すなわち回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のシャフト 1 0 2 の移動量が増幅されて大きくなる。

20

【 0 0 4 8 】

つまり、トグル機構によって、回転支承 3 6 の小さな変位が回転ヒンジ 4 4 の大きな変位（回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 （のシャフト 1 0 2 の移動量））に増幅され、小さい変位 × 大きな力 = 大きな変位 × 小さな力という関係が成立する。

【 0 0 4 9 】

さて、このように回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のシャフト 1 0 2 が軸方向に移動すると、前述したように、回転体 1 1 0 が軸回りに回転し、更に質量体 1 2 0 が軸回りに回転する（回転体 1 1 0 と質量体 1 2 0 とが一体となって回転する）。すなわち、質量体 1 2 0 の回転慣性力により、建物 3 0 に対して質量体 1 2 0 が、その場から大きく移動することなく、地震などの振動の入力を低減させることができる。このため、建物 3 0 の振動を抑えることができる（入力低減効果）。

30

【 0 0 5 0 】

なお、回転体 1 1 0 の回転方向の接線方向の変位は、シャフト 1 0 2 の軸方向の変位の 1 0 倍から 2 5 倍程度まで増幅可能であり、更に、トグル機構によって、2 倍から 3 倍程度、増幅する。

【 0 0 5 1 】

よって、

$$\text{回転増幅率 } f = 2.5$$

とし、

$$\text{トグル } t = 2$$

とすると、

$$(f \cdot t)^2 = 2500 \text{ 倍}$$

となる。

40

【 0 0 5 2 】

したがって、質量体 1 2 0 の質量を 1 t o n とすれば、2 5 0 0 t o n の質量を付加することと同等となる。

【 0 0 5 3 】

つまり、軸方向の変位を質量体 1 2 0 の回転に変換することによって生じる回転慣性質量効果は、質量体 1 2 0 の質量の数千倍以上に増幅することができる。

【 0 0 5 4 】

50

さて、図7は、回転慣性質量付きトグル型制震装置34を備える建物30の振動モデルを示している。また、この図7の振動モデルの振動方程式は、

【0055】

【数7】

$$(m + m')\ddot{x} + (c + \beta_t^2 c')\dot{x} + (k + \beta_t^2 k')x = -m\ddot{y} \quad \dots\dots(1)$$

【0056】

【数8】

10

$$\ddot{X} + \frac{(c + \beta_t^2 c')}{m} \eta \dot{X} + \frac{(k + \beta_t^2 k')}{m} \eta X = -\eta \ddot{y} \quad \dots\dots(2)$$

【0057】

【数9】

$$m' = \beta_f^2 \beta_t^2 m_f \quad \dots\dots(3)$$

【0058】

20

【数10】

$$\eta = \frac{m}{m + m'} < 1 \quad \dots\dots(4)$$

となる。

【0059】

なお、 m は建物の質量、 m' は質量体120の質量、 t はトグル機構の変位増幅率、 f は回転機構の変位増幅率、 X は地震による建物30の移動量、 Y は地震による基礎の移動量、 c は建物30の減衰係数、 k は建物30の剛性、 β は入力低減係数である。

30

【0060】

そして、この振動モデルの振動方程式から、地動の入力を η 倍する入力低減効果があることが判る。

【0061】

また、図8から図10は、本実施形態と同様の回転慣性質量付きトグル型制震装置を備える建物が観測波を受けた場合の変位応答スペクトルを示している。すなわち、図8はELCENTOR1940(NS)の観測波における相対変位を示し、図9はHACHINOHE1968(NS)の観測波における相対変位を示し、図10はTAF1952(EW)の観測波における相対変位を示している(括弧のNSは北南方向を意味し、EWは東西方向を意味している)。そして、各図を見ると判るように、観測波を入力させた場合の相対変位は、いずれも入力低減変動効果 η によって低減している。

40

【0062】

このように、本実施形態の回転慣性質量付きトグル型制震装置34は、 η の比率によって、制震効果が得られる。

【0063】

また、左右の回転慣性質量付ダンパー100R、Lは、一方は縮み、他方は伸びる。よって、左側の回転慣性質量付ダンパー100Lの質量体120Lと右側の回転慣性質量付ダンパー100Rの質量体120Rとは、互いに反対回りに回転する。このため、回転慣性によるジャイロ効果が打ち消される(図6の矢印K1と矢印K2を参照)。よって、質量体120が回転しても、建物30にねじれ振動を誘発させない。

50

【 0 0 6 4 】

また、質量体 1 2 0 の質量や大きさを変えることで、基本的な回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 の大きさを変えることなく、制震力を容易に調整できる。例えば、図 1、図 2 (A) に示すように、本実施形態の回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 では、質量体 1 2 0 は三枚の円盤で構成されているが、この円盤の数を増減することで、質量体 1 2 0 の重さを増減させることができる。つまり、制震力を容易に調整できる。なお、図 2 (C) の構成とすれば、回転慣性質量付きダンパー 1 0 0 を回転支承 5 2 と回転ヒンジ 4 4 に取り付けられた状態のまま、質量体 1 2 0 (1 2 0 B、1 2 0 C) のみを着脱可能であるので、容易に質量体 1 2 0 の重さを増減できる。

【 0 0 6 5 】

また、図 4 で説明したように、架構 2 4 が右側に変形すると、左側の回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 L は、第一アーム 3 8 L、第二アーム 4 2 L、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 L のいずれにも引っ張り力が働く。このため、柱 2 0 L が伸びようとする力に対して、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 L により、柱 2 0 L を縮めようとする方向に力が働くことになる。したがって、柱 2 0 L の軸力が低減する。

【 0 0 6 6 】

また、図 5 で説明したように架構 2 4 が逆に左側に変形すると、左側の回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 L は、第一アーム 3 8 L、第二アーム 4 2 L、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 L のいずれにも圧縮力が働くので、柱 2 0 L が縮もうとするが、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 L が柱 2 0 L を伸ばそうとする。よって、柱 2 0 L の軸力が低減する。

【 0 0 6 7 】

なお、同様に右側の回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 R によって、柱 2 0 R の軸力も低減する。

【 0 0 6 8 】

このように、本実施形態のトグル型制震装置 3 4 は、柱 2 0 L、2 0 R の軸力を低減させるので、柱 2 0 L、2 0 R の曲げ変形を抑制できる。

【 0 0 6 9 】

更に、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のホルダー 1 0 4 の内周面と回転体 1 1 0 の外周面との間に、エネルギー吸収部材 (粘性 (C)、剛性 (K)) を設ければ、回転体 1 1 0 が回転することによる質量体 1 2 0 の回転変位エネルギーの吸収効果により、更に、応答値が小さくなる。よって、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のシャフト 1 0 2 や第一アーム 3 8・第二アーム 4 2 の断面積を小さくできる。このため意匠的 (デザイン性) も優れたものにできる。また、低コストとなる。なお、エネルギー吸収部材は、エネルギーを吸収可能な部材であれば良い。

【 0 0 7 0 】

また、回転慣性質量付ダンパー 1 0 0 のホルダー 1 0 4 の内周面と回転体 1 1 0 の外周面との間に、エネルギー吸収部材 (粘性 (C)、剛性 (K)) を設ければ、第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 の影響により正の勾配であるトグル制振装置の荷重と変位との関係、負の勾配である質量体 1 2 0 (回転慣性質量) の回転により励起される慣性力と架構 2 4 の変形との関係により、打ち消すことができる。よって、第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 が必要とする剛性や断面二次モーメント等を小さくできる。したがって、第一アームと第二アームの断面積を更に小さくできるので、コストダウンとなる。

【 0 0 7 1 】

例えば、ホルダー 1 0 4 と内周面と回転体 1 1 0 の円柱部 1 1 0 D の外周面との間にエネルギー吸収体として粘性体を注入した構成の回転慣性質量付きダンパー (質量 (M) + 粘性 (C) の効果を持つダンパー) を備える回転慣性質量付きトグル型制震装置 3 4 では、質量体 1 2 0 (回転慣性質量) の回転により励起される慣性力と架構 2 4 の変形 (上梁 2 2 A の水平移動量) との関係は、

【 0 0 7 2 】

【数 1 1】

$$a = A \sin \omega t \dots\dots (5)$$

【0 0 7 3】

【数 1 2】

$$a'' = -A \omega^2 \sin \omega t \dots\dots (6)$$

により、図 1 3 (B) に示すように負勾配となる。

10

【0 0 7 4】

また、図 1 3 (A) のグラフに示すように、トグル制振装置は第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 との軸剛性の影響 (第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 との歪み) により、第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 の荷重と変位との関係は剛性を持った正の傾きとなる。

【0 0 7 5】

そして、図 1 3 (C) に示すように、正の勾配であるトグル制振装置の第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 の荷重と変位との関係 (図 1 3 (A)) を、負の勾配である質量体 1 2 0 (回転慣性質量) の回転により励起される慣性力と架構 2 4 の変形との関係 (図 1 3 (B)) により、打ち消すことができる (荷重の低減 G 分が打ち消される)。よって、第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 が必要とする剛性や断面二次モーメント等を小さくできる。

20

したがって、第一アームと第二アームの断面積を更に小さくできるので、コストダウンとなる。

【0 0 7 6】

なお、粘性体以外のエネルギー吸収体を設けた場合であっても同様である。例えば、エネルギー吸収体として摩擦パット等を設けた構成の回転慣性質量付きダンパー (質量 (M) + 剛性 (K) の効果を持つダンパー) の場合では、第一アーム 3 8 と第二アーム 4 2 により正の勾配であるトグル制振装置の荷重と変位との関係 (図 1 4 (A)) を、同様に負の勾配である質量体 1 2 0 (回転慣性質量) の回転により励起される慣性力と架構 2 4 の変形との関係 (図 1 4 (B)) により、図 1 4 (C) に示すように打ち消すことができる (同様に、荷重の低減 G 分が打ち消される)。

30

【0 0 7 7】

さて、図 1 1 に示すように、従来の回転慣性質量付きトグル型制震装置 8 0 0 の中央部分に重い補助重量 8 0 8 を設けて制震効果を高めようとする、面外への慣性が大きくなり、面外へ座屈しやすくなる。これに対し、本実施形態の場合は、ダンパー部分に設ける質量体 1 2 0 の分の増加ですむので、面外への慣性力が小さく座屈しにくい。

【図面の簡単な説明】

【0 0 7 8】

【図 1】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置の回転慣性質量付ダンパーを示す部分断面斜視図である。

【図 2】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置の回転慣性質量付ダンパーを示す、(A) は縦断面図であり、(B) は正面図であり、(C) は質量体の変形例である。

40

【図 3】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置を示す図である。

【図 4】図 3 の状態から建物が右側へ水平移動した状態の図ある。

【図 5】図 3 の状態から建物が左側へ水平移動した状態の図ある。

【図 6】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置を模式的に示す図である。

【図 7】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置を備える建物の振動モデルである。

【図 8】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置を備える建物が、 E

50

L . C E N T O R O 1 9 4 0 (N S) の観測波を受けた場合の相対変位を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置を備える建物が、H A C H I N O H E 1 9 6 8 (N S) の観測波を受けた場合の相対変位を示すグラフである。

【図 1 0】本発明の実施形態に係る回転慣性質量付きトグル型制震装置を備える建物が、T A F T 1 9 5 2 (E W) の観測波を受けた場合の相対変位を示すグラフである。

【図 1 1】従来の回転慣性質量付きトグル型制震装置を模式的に示す図である。

【図 1 2】従来の回転慣性質量付きトグル型制震装置を備える建物の振動モデルである。

【図 1 3】エネルギー吸収体として粘性体を注入した構成の場合の、(A) は回転慣性質量付きトグル型制震装置の第一アームと第二アームとの軸剛性の影響(歪み)を示すグラフであり、(B) は質量体(回転慣性質量)の回転により励起される慣性力と架構の変形との関係のグラフであり、(C) は、(A) が(B) によって打ち消すことができる荷重の低減を示すグラフである。

10

【図 1 4】エネルギー吸収体として摩擦パット等を設けた構成の場合の、(A) は回転慣性質量付きトグル型制震装置の第一アームと第二アームとの軸剛性の影響(歪み)を示すグラフであり、(B) は質量体(回転慣性質量)の回転により励起される慣性力と架構の変形との関係のグラフであり、(C) は、(A) が(B) によって打ち消すことができる荷重の低減を示すグラフである。

【符号の説明】

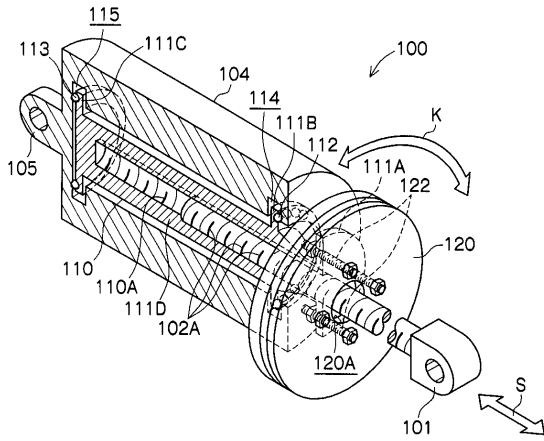
20

【 0 0 7 9 】

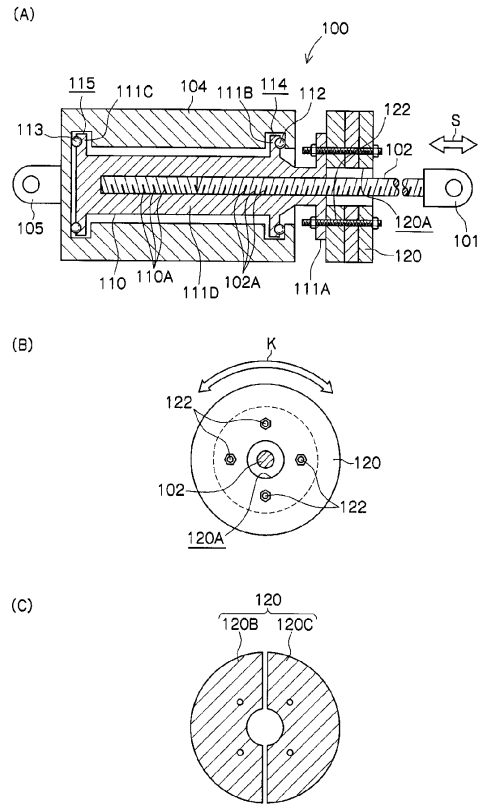
2 0 L	柱
2 0 R	柱
2 2 A	上梁
2 2 B	下梁
2 4	架構
3 8	第一アーム
3 4	回転慣性質量付きトグル型制震装置
4 2	第二アーム
1 0 0	回転慣性質量付ダンパー
1 0 2	シャフト(軸体)
1 0 2 A	雌ネジ溝(螺合手段)
1 0 4	ホルダー(保持体)
1 0 4 A	雄ネジ(螺合手段)
1 1 0	回転体
1 2 0	質量体(回転慣性質量)

30

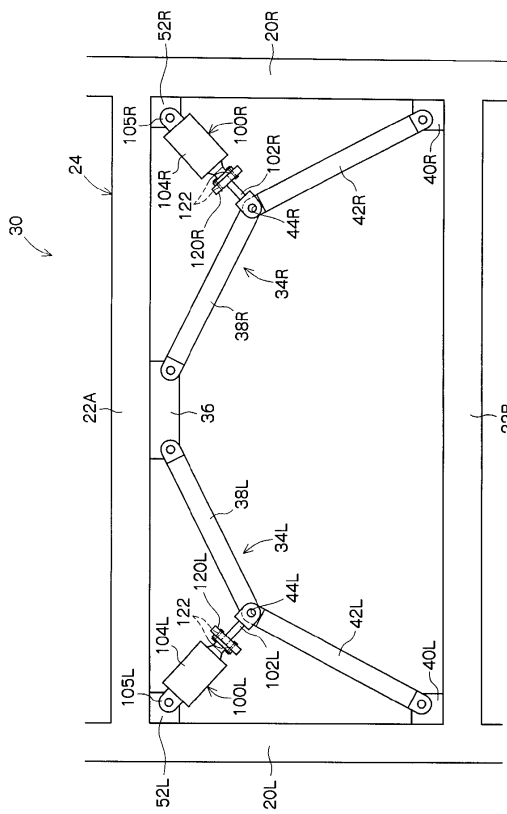
【図 1】



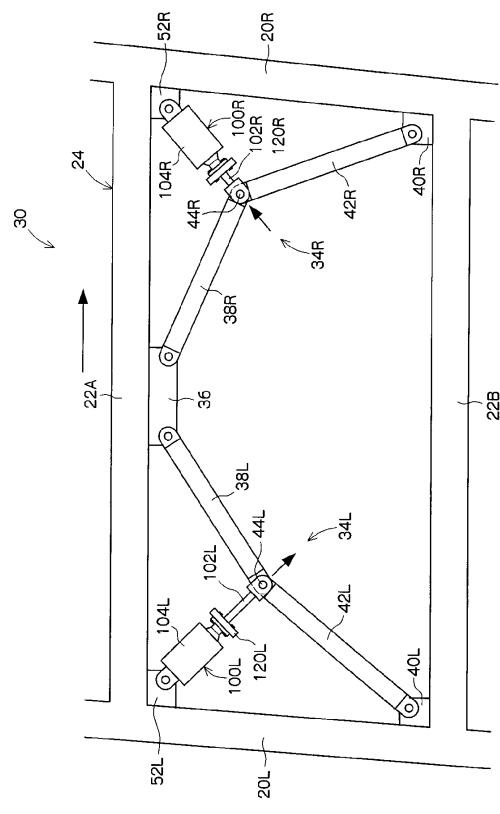
【図 2】



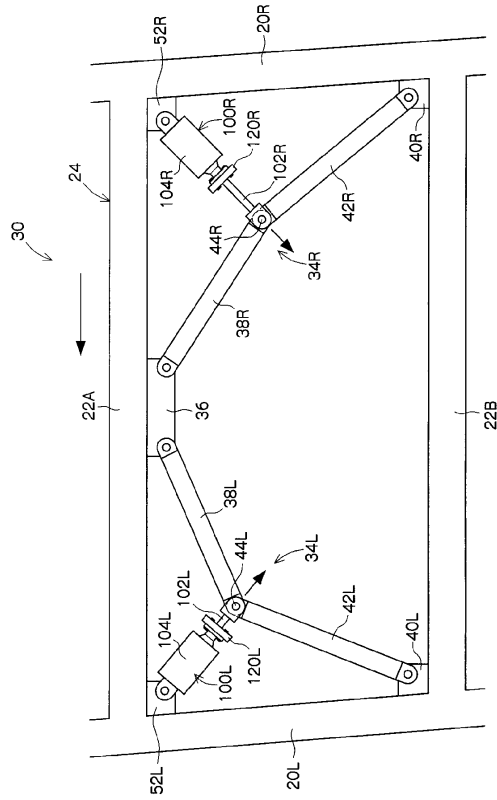
【図 3】



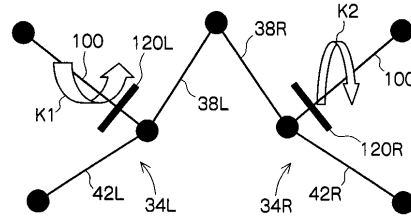
【図 4】



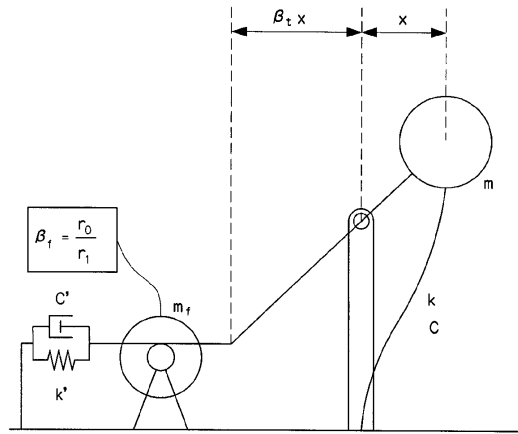
【 図 5 】



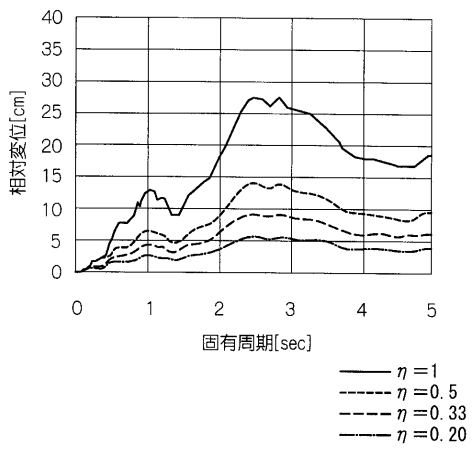
【 図 6 】



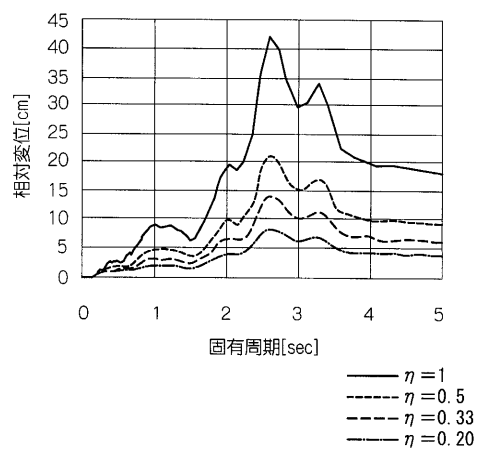
【 図 7 】



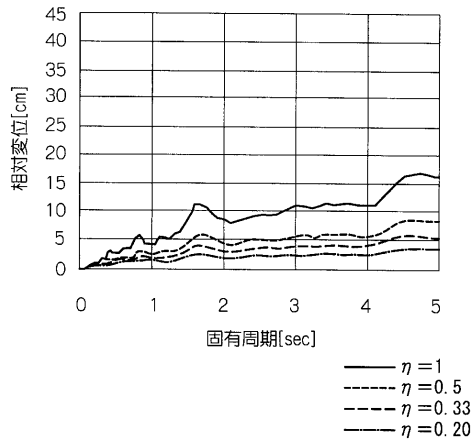
【 図 8 】



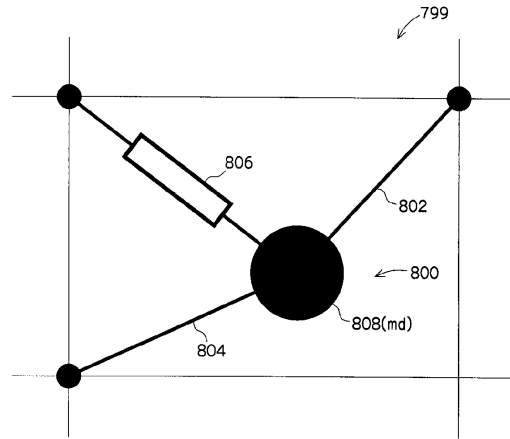
【 図 9 】



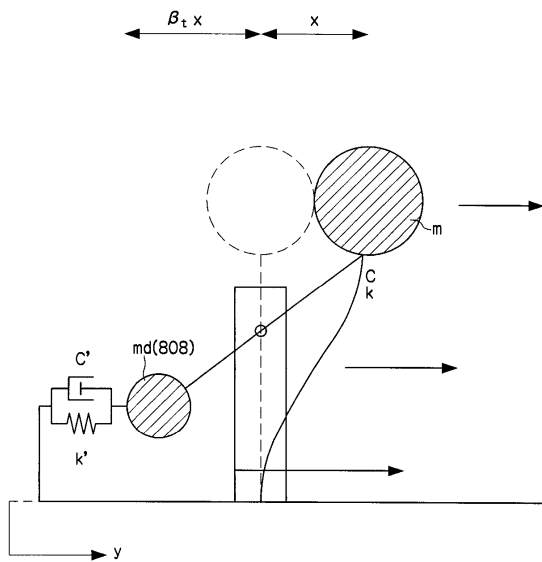
【 図 1 0 】



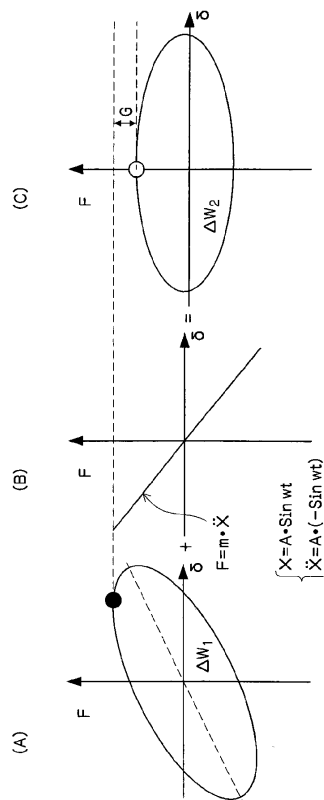
【 図 1 1 】



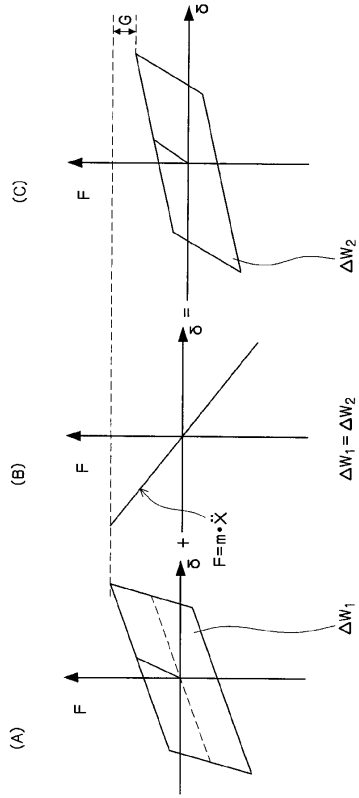
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 14 】



フロントページの続き

- (72)発明者 石丸 辰治
埼玉県草加市花栗 4 - 1 1 - 1 7
- (72)発明者 秦 一平
東京都江東区新砂 3 - 4 - 3 - 1 1 0 8
- (72)発明者 公塚 正行
東京都千代田区五番町 2 番 日本大学会館別館 株式会社 i 2 S 2 内

審査官 田中 洋行

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 9 0 7 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 8 0 4 9 2 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 1 4 8 4 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 2 5 1 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 4 8 3 9 3 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 8 4 7 8 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

E 0 4 H 9 / 0 2
F 1 6 F 1 5 / 0 2 - 1 5 / 0 8