

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6084920号
(P6084920)

(45) 発行日 平成29年2月22日(2017.2.22)

(24) 登録日 平成29年2月3日(2017.2.3)

(51) Int.Cl.

E O 4 H 9/02 (2006.01)

F I

E O 4 H 9/02 3 2 1 Z

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-271558 (P2013-271558)
(22) 出願日 平成25年12月27日(2013.12.27)
(65) 公開番号 特開2015-124578 (P2015-124578A)
(43) 公開日 平成27年7月6日(2015.7.6)
審査請求日 平成28年4月20日(2016.4.20)

(73) 特許権者 000001373
鹿島建設株式会社
東京都港区元赤坂一丁目3番1号
(74) 代理人 100124316
弁理士 塩田 康弘
(72) 発明者 丹羽 直幹
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建
設株式会社内
(72) 発明者 高稻 宜和
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建
設株式会社内
審査官 新井 夕起子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変形フレームの矯正装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

構造物において残留変形が生じている柱・梁からなるフレームの上階側に接合される上部剛性要素と、この上部剛性要素との間に水平方向に距離を置いて前記フレームの下階側に接合される下部剛性要素と、前記上部剛性要素と前記下部剛性要素との間に架設され、前記上部剛性要素と前記下部剛性要素に両者が対向する方向の付加力を付与するアクチュエータと、このアクチュエータに接続され、前記アクチュエータにエネルギーを供給するエネルギー源とを備え、

前記アクチュエータが前記エネルギー源からのエネルギーを用いて前記残留変形の発生の向きと逆向きの前記付加力を前記フレームに付与することを特徴とする変形フレームの矯正装置。

【請求項2】

前記アクチュエータは、両側の油圧室に区画され、圧油が充填されたシリンダと、前記油圧室を区画し、前記シリンダ内を往復動するピストンを有する油圧シリンダであり、前記エネルギー源は油圧ポンプであることを特徴とする請求項1に記載の変形フレームの矯正装置。

【請求項3】

前記付加力の発生前の状態で、前記ピストンの中心は前記シリンダの中立位置から前記フレームの残留変形量分、前記シリンダの端部側へ寄った位置に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の変形フレームの矯正装置。

10

20

【請求項 4】

前記両油圧室間に、前記ピストンのいずれか一方の油圧室への移動時に、その移動した側の油圧室内に、前記ピストンと前記シリンダ間の相対速度に対応した大きさの圧力を発生させる調圧弁が接続され、この調圧弁の前記両油圧室側に、前記アクチュエータに前記エネルギーが接続した状態と解除された状態とを切り替える切替弁が接続されていることを特徴とする請求項 2、もしくは請求項 3 に記載の変形フレームの矯正装置。

【請求項 5】

前記アクチュエータは電動シリンダであり、前記エネルギーは電源装置であることを特徴とする請求項 1 に記載の変形フレームの矯正装置。

【請求項 6】

前記電動シリンダは外シリンダと、この外シリンダに対して軸方向に相対移動自在に挿通する内シリンダと、この内シリンダの前記外シリンダ側の端部に固定されたボールナットと、前記外シリンダ内に回転自在に配置され、前記ボールナットに螺合したボールねじと、このボールねじに接続され、前記ボールねじと共に回転する直流モータとを備えていることを特徴とする請求項 5 に記載の変形フレームの矯正装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は地震を受け、残留変形が生じた柱・梁のフレームの変形を解消させるために使用され、その後に地震時等に構造物に入力する振動エネルギーを吸収するダンパとして使用可能な変形フレームの矯正装置に関するものである。

20

【背景技術】**【0002】**

構造物が地震を受け、柱・梁のフレームが最大変形に到達し、フレームに残留変形が生じた場合、フレームはエネルギー吸収能力の一部を失うことで、その後に受ける地震時に崩壊に至る可能性が高まる問題がある（非特許文献 1 参照）。

【0003】

図 2 は鉄筋コンクリート造フレームの荷重 - 変形曲線を示すが、フレームの変形は荷重の増加に伴って増大し、ひび割れを経、鉄筋が降伏した時点で荷重の増加がなくなり、フレームは変形し得る終局変形に達した後、耐力が次第に低下し、破断に至る。鉄骨造の場合もひび割れの発生以外、図 2 と同様の傾向を示す。フレームが終局変形に至ることなく最大変形を生じた時点で、地震が終了した場合には鉄筋の降伏後であることで、荷重が 0 になったときにフレームには残留変形（塑性変形）が生ずる。

30

【0004】

フレームに残留変形が生じた状態では図 2 中、縦線を入れた領域分（入力エネルギー）のエネルギー吸収能力が失われていることで、フレームに残存しているエネルギー吸収能力は横線を入れた領域分のみになるため、その後に経験する地震により崩壊の危険性を孕むことになる。

【0005】

残留変形が生じた構造物のフレームの変形を強制的に矯正する方法としては、鉄骨造の場合にフレームを加熱し、冷却することによる部材の収縮を利用する方法があるが（特許文献 1 参照）、部材の変形を直接的に矯正する方法ではないため、正確に残留変形のない状態に復帰させることは難しいと考えられる。

40

【0006】

免震装置を介して地盤（下部構造）に支持された構造物（上部構造）に地震の終了後に生じた地盤との間の水平変位を変位前の原位置に復帰させる方法もあるが（特許文献 2、3 参照）、これらは下部構造から分離した上部構造に生じた下部構造との間の相対変位（残留変位）を解消させる方法であり、構造物のフレーム自体に生じた残留変形（塑性変形）を解消させる方法ではない。

50

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】田中康介他「震災鉄筋コンクリート造建築物の残存耐震性能評価」コンクリート工学年次論文集、Vol 25、No. 2、2003

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平9-32309号公報（請求項1、段落0013、0019～0027、図1、図2）

【特許文献2】特開2010-266041号公報（請求項1、段落0083～0087、図2、図3） 10

【特許文献3】特開2003-155840号公報（請求項1、段落0017、0023～0045、図1～図3）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献2では下部構造と上部構造との間に水平に架設された油圧シリンダ（油圧ダンパ）のピストンロッドのシリンダに対する位置が中立位置から外れた状態で停止したときに、ピストンロッドの位置を中立位置に復帰させることにより上部構造の残留変位を解消している（段落0083）。特許文献3では上部構造に生じている、下部構造に対する相 20
対変位量の大きさに応じ、変位量が減少するよう、ピストンロッドを移動させる操作を繰り返すことにより上部構造の残留変位を解消している（段落0017、0030～0037）。

【0010】

特許文献2、3は水平方向の剛性が低い免震装置に支持された上部構造を原位置に復帰させる方法であるため、ピストンロッドの位置を中立位置に復帰させることをすればよく、その操作は特許文献3のように油圧シリンダに圧油の供給源としての油圧タンクを接続し、ピストンを挟んだ両側の油圧室の内、いずれかの油圧室への圧油の供給により行うことが可能である。

【0011】

この場合、中立位置から外れて停止しているピストンを中立位置に復帰させるだけの圧力をピストンが停止している油圧室側に与えればよく、ピストンを中立位置に戻すのに必要な力としては変形を生じている免震装置を原形に復帰させるだけの大きさがあれば足りる。従って油圧シリンダのいずれかの油圧室に供給される圧油は格別、高圧にされる必要はなく、下部構造と上部構造との間に架設されている油圧シリンダの能力の範囲内で発生する荷重を油圧シリンダに発生させればよい。ピストンが停止している側の油圧室に圧油を供給し、他方の油圧室から圧油を抜けばよい（特許文献3）。 30

【0012】

これに対し、構造物のフレームに生じた残留変形は塑性変形であるため、この残留変形を解消させるには、残留変形量の程度に応じ、フレームに残留変形を与えた荷重に相当する力のフレームへの付与を必要とする場合があるため、フレームに地震時等の減衰力発生の目的で設置される油圧ダンパの本来の能力を発揮させるだけでは足りないことがある。 40

【0013】

本発明は上記背景より、フレームに地震時等の減衰力発生の目的で設置される油圧ダンパに、構造物のフレームに生じた残留変形を解消させる能力を付与することを可能にする変形フレームの矯正装置を提案するものである。

【0014】

請求項1に記載の発明の変形フレームの矯正装置は、構造物において残留変形が生じている柱・梁からなるフレームの上階側に接合される上部剛性要素と、この上部剛性要素との間に水平方向に距離を置いて前記フレームの下階側に接合される下部剛性要素と、前記 50

上部剛性要素と前記下部剛性要素との間に架設され、前記上部剛性要素と前記下部剛性要素に両者が対向する方向の付加力を付与するアクチュエータと、このアクチュエータに接続され、前記アクチュエータにエネルギーを供給するエネルギー源とを備え、

前記アクチュエータが前記エネルギー源からのエネルギーを用いて前記残留変形の発生の向きと逆向きの前記付加力を前記フレームに付与することを構成要件とする。

【0015】

フレームの残留変形は層間変形として生じるため、アクチュエータはフレームの上階側に接合される上部剛性要素と、上部剛性要素との間に水平方向に距離を置いてフレームの下階側に接合される下部剛性要素との間に架設される。「上階側」とは、上階の梁、または柱の上階の梁に近い部分を指し、「下階側」とは、下階の梁、または柱の下階の梁に近い部分を指す。剛性要素はフレームに一体化し、剛体として機能する部材であることを言い、剛体として機能すれば、剛性要素の形態は問われず、例えばブレース付きのフレームや壁、ブラケット等がある。請求項1における「構造物において」とは、矯正装置が構造物の内部に配置される場合と外部に配置される場合があることを意味する。

10

【0016】

アクチュエータは残留変形の矯正時にフレームの層間変形を解消する方向に力を発生し、平常時の使用状態ではフレームに作用する水平力に対して減衰力を発生することから、フレームには水平に架設されることが合理的であるため、上下の剛性要素はフレーム内、またはフレームに沿って水平に対向する状態になるように上階側と下階側に突設される。矯正装置はフレーム内に配置される場合と、フレームの構面外にフレームに沿って配置される場合がある。

20

【0017】

アクチュエータは残留変形が生じている柱・梁のフレームの変形を矯正し、変形前の状態に復帰させるための付加力をフレームに付与するが、フレームの変形を矯正（解消）した後は地震時等にフレームに層間変形が生じたときに構造物に入力する振動エネルギーを吸収するダンパとして機能する。この関係で、アクチュエータは残留変形矯正後に想定される地震時にフレームに作用する水平力を負担しながら減衰力を発生し、フレームが負担すべき水平力を低減させる能力を持てばよい。但し、フレームの残留変形は塑性変形であるから、残留変形を矯正するには変形量の程度に応じ、フレームに残留変形を与えた荷重（外力）以上の力（付加力）を発生する必要がある、この力はダンパとしての使用中のフレームの変形時に発生する減衰力以上になることがある。残留変形量が小さければ、フレームの残留変形を矯正するために要する付加力はダンパとしての機能時に発生する減衰力を下回ることがある。

30

【0018】

このようにフレームの残留変形を矯正するために発生すべき付加力はダンパとしての機能時に発生する減衰力を超えるため、残留変形の矯正時にはアクチュエータにはダンパとしての機能時より大きい圧力を発生するためのエネルギーが供給される必要がある。この付加力発生のためのエネルギーを供給する必要から、フレームの残留変形の矯正の目的でアクチュエータにはエネルギー源が接続される。またアクチュエータにはダンパとしての機能時に発生する減衰力を超える付加力を発生できるだけの能力（寸法等）が与えられる。

40

【0019】

アクチュエータがエネルギー源からのエネルギーの供給を受ける結果、フレームに残留変形を与えた荷重以上の付加力を発生する能力を持ち得る状態になり、残留変形が生じているフレームの変形を強制的に矯正し、フレームの残留変形を解消させることが可能になる。

【0020】

エネルギー源はフレームの残留変形の矯正時にのみ、アクチュエータに接続されていればよく、役目を終えた後には回収（撤去）されることもあるが、アクチュエータが残留変形矯正後のダンパとしての機能時にフレームが残留変形を生じる程度の地震を受けることもあるため、アクチュエータには接続状態と非接続状態（遮断状態）とを切り替え自在に接続されたままであることもある。

50

【 0 0 2 1 】

アクチュエータには主に油圧シリンダ（油圧ダンパ）（請求項 2）と電動シリンダ（電磁ダンパ）（請求項 5）が使用され、エネルギー源には前者の場合に油圧ポンプが使用され、後者の場合には電源装置が使用される。アクチュエータが油圧シリンダの場合、アクチュエータは、両側の油圧室 2 3、2 4 に区画され、圧油が充填されたシリンダと、油圧室 2 3、2 4 を区画し、シリンダ内を往復動するピストンを有する。

【 0 0 2 2 】

アクチュエータがフレームの残留変形を矯正する（油圧ダンパとして機能する）ときには、アクチュエータを構成するシリンダのいずれかの油圧室が油圧ポンプから圧油の供給を受けることで、ピストンロッドがシリンダに対して伸長（突出）、もしくは収縮（没入）し、フレームに付加力を付与する。フレーム 6 が図 1 - (a) に示すようにアクチュエータ 4 の伸長の向きに残留変形している場合には、アクチュエータ 4 が収縮することによりフレーム 6 の残留変形を矯正し、(b) に示すようにアクチュエータ 4 の収縮の向きに残留変形している場合には、アクチュエータ 4 が伸長することによりフレーム 6 の残留変形を矯正する。

【 0 0 2 3 】

フレーム 6 の残留変形の矯正時、アクチュエータ 4 はエネルギー源 5 からのエネルギーを用いて上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 に付加力（軸方向力）を加え、残留変形状態から上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間距離を縮小させることにより、または拡大させることにより残留変形を解消させる。図 1 - (a) に示すようにフレーム 6 に層間変形が生じていない中立位置から上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 の対向する面間距離が拡大した状態でフレーム 6 に残留変形が生じている場合には、アクチュエータ 4 は上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間距離を縮小させる向きの軸方向力を両剛性要素 2、3 に加え、両剛性要素 2、3 を互いに引き寄せる。この場合、ピストンロッド 4 2 は下部剛性要素 3 に接近する向きに移動させられることにより上部剛性要素 2 を下部剛性要素 3 に接近させ、フレーム 6 の層間変形を解消する。

【 0 0 2 4 】

図 1 - (b) に示すように中立位置から両剛性要素 2、3 間距離が縮小した状態でフレーム 6 に残留変形が生じている場合には、アクチュエータ 4 は両剛性要素 2、3 間距離を拡大する向きの軸方向力を両剛性要素 2、3 に加え、両剛性要素 2、3 を互いに遠ざける。この場合、ピストンロッド 4 2 は上部剛性要素 2 に接近する向きに移動させられることにより上部剛性要素 2 を下部剛性要素 3 から遠ざけ、フレーム 6 の層間変形を解消する。

【 0 0 2 5 】

アクチュエータ 4 がフレーム 6 の残留変形を矯正する際には、アクチュエータ 4 が油圧シリンダ 4 0 であるか電動シリンダ 4 0 0 であるかを問わず、アクチュエータ 4 のロッド（ピストンロッド 4 2、またはボールねじ 4 0 4）は外力を受けてシリンダ 4 1（外シリンダ 4 0 1）内を往復動するのではなく、シリンダ 4 1 内に圧油、または電力が供給されることでシリンダ 4 1 内を移動し、フレーム 6 に付加力を作用させるため、残留変形矯正後のダンパとしての使用時とは異なる挙動を示す。前記のようにアクチュエータ 4 がフレーム 6 の残留変形を矯正するときにはダンパとしての使用時に受ける外力より高い圧力（付加力）の発生を必要とすることがあるため、その圧力発生に要するエネルギーが供給される必要がある関係で、残留変形の矯正時にアクチュエータ 4 にエネルギー源 5 が接続され、エネルギー源 5 からエネルギー（圧油、または電力）が供給される。

【 0 0 2 6 】

アクチュエータ 4 が油圧シリンダ 4 0 の場合、油圧シリンダ 4 0 に油圧ポンプ 5 0 から圧油が供給されるときには、シリンダ 4 1 の各油圧室 4 1 a、4 1 b 内には油圧ダンパ 4 0 としての使用時に発生する圧力を超える圧力が作用することがあるため、油圧シリンダ 4 0 は油圧ポンプ 5 0 からの圧油の供給を受けて圧力を発生する能力を持つ油圧シリンダ 4 0 として設計される。アクチュエータ 4 がフレーム 6 の層間変形を解消した後は油圧ポンプ 5 0 はアクチュエータ 4（油圧シリンダ 4 0）から切り離されるか、非接続状態に

10

20

30

40

50

切り替わり、アクチュエータ 4 はその後フレーム 6 に作用する水平力によるフレーム 6 の応答速度等に応じて減衰力を発生するダンパとして機能する。アクチュエータ 4 から切り離された油圧ポンプ 50 は撤去されるか、そのまま接続されながら圧油（エネルギー）の供給が遮断された状態に置かれる。

【0027】

アクチュエータ 4 が油圧ダンパとして機能するときには、ピストンロッド 42 が上部剛性要素 2、もしくは下部剛性要素 3 から軸方向力を受けてシリンダ 41 に対して移動することで、ピストン 43 が移動した側の油圧室 41a（41b）内の圧油が他方側の油圧室 41b（41a）内に移動する。

【0028】

アクチュエータ（油圧ダンパ）4 はこの両油圧室 41a、41b 間の圧油の移動時に圧油が例えば図示しないオリフィス（開口）を通過するときに生じる抵抗力を減衰力として発生する。このときの圧油の抵抗力はピストン 43 が移動した側の油圧室 41a（41b）内に存在する圧油の抵抗力であり、その圧油が存在する油圧室 41a（41b）内の圧力であるが、アクチュエータ 4 に油圧ダンパとしての設計通りの減衰力を発生させる上で、両油圧室 41a、41b 間の流路 44 には図 4 に示すようにピストン 43 とシリンダ 41 間の相対速度に対応した大きさの圧力（減衰力）をピストン 43 が移動した側の油圧室 41a（41b）内に発生させる調圧弁 46 が接続される（請求項 4）。「ピストン 43 とシリンダ 41 の相対速度に対応した大きさの圧力」とは、例えばピストン 43 とシリンダ 41 間の相対速度に比例する関係の、あるいは比例に近い関係になる圧力（減衰力）を言う。

【0029】

調圧弁 46 の両油圧室 41a、41b 側には、アクチュエータ 4 に油圧ポンプ 50 が接続した状態（油圧ジャッキ（加力装置）としての使用状態）と、接続が解除された状態（油圧ダンパとしての使用状態）とを切り替える切替弁 48 が接続される（請求項 4）。切替弁 48 は例えば油圧室 41a、41b と調圧弁 46 との間の流路 44 を開放した状態と閉鎖した状態とを切り替えることによりエネルギー 5 の接続状態と分離状態（エネルギーの供給が遮断された状態）を切り替える。

【0030】

アクチュエータ 4 が電動シリンダ 400 の場合には、アクチュエータ 4 は例えば図 6 に示すように外管となる外シリンダ 401 と、外シリンダ 401 に対して軸方向に相対移動自在に挿通する内シリンダ 402 と、内シリンダ 402 の外シリンダ 401 側の端部に固定されたボールナット 403 と、外シリンダ 401 内に回転自在に配置され、ボールナット 403 に螺合した、雄ねじの切られたボールねじ 404 と、ボールねじ 404 に接続され、ボールねじ 404 と共に回転する直流モータ 405 とを備えた構造を持つ（請求項 6）。

【0031】

アクチュエータ 4（電動シリンダ 400）がダンパとして機能するときには、内シリンダ 402 が外力を受けて外シリンダ 401 に対して軸方向に相対移動することで、内シリンダ 401 の直線運動がボールナット 403 を介してボールねじ 404 の回転運動に変換され、ボールねじ 404 の回転によって直流モータ 405 が回転し、電気抵抗を抵抗力（減衰力）として発生する。この直流モータ 405 が発生する抵抗力がフレーム 6 の残留変形を矯正した後、ダンパとしての使用時における減衰力になり、ボールねじ 404 の回転に制動を掛け、内シリンダ 401 の直線運動を減衰させる。アクチュエータ 4 をダンパとして使用しているときには、直流モータ 405 がボールねじ 404 の回転に伴って回転し、自ら発電機として機能するため、直流モータ 405 には電力を供給するための電源を接続する必要はない。

【0032】

アクチュエータ 4（電動シリンダ 400）がフレーム 6 の残留変形を矯正する（加力装置（ジャッキ）として機能する）ときには、直流モータ 405 が回転することで、内シリ

10

20

30

40

50

ンダ402を直線運動させる必要があるため、直流モータ405には電力を供給するための電源装置が接続される。直流モータ405は印加される電圧に応じた回転数で回転することで、ボールねじ404を回転させる。ボールねじ404の回転に伴い、ボールナット403がボールねじ404の軸方向に直線運動し、内シリンダ402が外シリンダ401に対して軸方向に相対移動する結果としてフレーム6に軸方向力（付加力）を付与し、フレーム6の残留変形を矯正する。

【0033】

フレーム6の残留変形の矯正時にアクチュエータ4に電力を供給する電源装置5は残留変形の矯正後には切り離されるか、エネルギーの供給が遮断された状態に切り替えられる。この電源装置の切り替えは例えばリレーによって行われる。

10

【0034】

アクチュエータ4を含む矯正装置1はフレーム6内に、もしくはフレーム6に添って架設されることから、矯正装置1の剛性はフレーム6の剛性に並列に付加される関係にある。アクチュエータ4が付加力を発生し、残留変形しているフレーム6を矯正するときに、アクチュエータ6を除く矯正装置1（上下の剛性要素2、3）の剛性が小さいければ、アクチュエータ4の付加力がフレーム6に伝達されにくくなるため、アクチュエータ4を除く矯正装置1（上下の剛性要素2、3）の剛性が大きい程、アクチュエータ4の付加力が有効にフレーム6に伝達されることになる。

【0035】

またアクチュエータ4自体の剛性はストロークが大きい程、小さくなるから、ストロークが小さい程、アクチュエータ4の剛性が高められ、残留変形を生じているフレーム6の矯正時の付加力のフレーム6への伝達効果が高い。ここで、例えばアクチュエータ4のストロークを2cmにしたい場合に、フレーム6に1cmの残留変形が生じている場合、この1cmの残留変形を解消させるためにアクチュエータ4のストロークを3cmに設定し直すとすれば、アクチュエータ4の剛性はストロークが2cmの場合の2/3に低下することになり、アクチュエータ4からフレーム6に付与する付加力の伝達効果が失われることになる。

20

【0036】

このような場合に、図5に示すようにアクチュエータ4が付加力を発生する前の初期状態で、ピストン43の中心がシリンダ41の中立位置からフレーム6の残留変形量分（例えば1cm）、シリンダ41の端部側へ寄った（オフセットした）位置に配置されていれば（請求項3）、アクチュエータ4の剛性を低下させることなく、フレーム6の残留変形を解消させることが可能になる。この場合、フレーム6の残留変形を解消する目的でアクチュエータ4のストロークを増すことを要しないため、ストローク増によるアクチュエータ4の剛性低下を招くことはない。ピストン43は油圧ポンプ50からの圧油を受けて移動することによりフレーム6の残留変形を矯正するから、「シリンダ41の端部側へ寄った位置」とは、図1-(a)、(b)に示すように「フレーム6の残留変形が生じている側の、シリンダ41の中立位置からシリンダ41の端部側へ寄った位置」である。

30

【0037】

例えばピストン43のストロークが2cmの場合に、フレーム6に1cmの残留変形量が生じている場合、アクチュエータ4の初期状態でピストン43の中心がシリンダ41の中立位置から1cm、シリンダ41の端部側へ寄った位置にあることで、フレーム6の残留変形の矯正時にはピストン43は2cmまでストロークすることが可能な状態にある。

40

【0038】

アクチュエータ4の剛性が十分に高ければ、1cmのフレーム6の残留変形を解消するために必要なピストン43のストロークは1cmで足りるが、後述のようにフレーム6にひび割れが生じている場合のように、フレーム6の残留変形を解消するためのストロークを超えてピストン43をストロークさせることが適切な場合にも、初期状態で2cmのストロークが可能な状態にあることで、ひび割れを閉じながらフレーム6の残留変形を解消することが可能である。このように残留変形分のストロークで足りる場合も、足りない場

50

合も、初期状態でピストン４３の中心が中立位置から端部側へ寄った位置にあることで、アクチュエータ４の剛性を低下させることなく、フレーム６の残留変形を解消することが可能である。

【００３９】

アクチュエータ４が層間変形を生じているフレーム６の残留変形を矯正するときには、図２中、直線ａに沿ってフレーム６を変形前の状態に復帰させ、フレーム６の変形量を０にするだけでは例えばフレーム６が鉄骨コンクリート造である場合のいずれかの部分に生じているひび割れを閉じることができないことがある。フレーム６が鉄筋コンクリート造の場合のように、フレーム６の残留変形にコンクリートのひび割れが伴っている場合には、ピストン４３がフレーム６の残留変形を０に復帰させるためのストロークをするだけでは足りないことがある。その場合には図３に示すようにフレーム６の変形量を０にした後、そのままフレーム６を残留変形の発生の向きと逆向きに変形させた後に、変形量を０にする操作をすることが有効であり、そのためにフレーム６の残留変形が０の状態を超えてピストン４３をストロークさせ、残留変形の発生と逆向きにフレーム６を変形させることが行われる。

【００４０】

残留変形の発生と逆向きにフレーム６を変形させることで、コンクリートに生じているひび割れを強制的に閉じることが可能になり、その後、図３に示すように正負の変形を交互に繰り返すことで変形と荷重を完全に除去することが可能になる。この結果、図２に直線ｂで示す挙動をフレーム６に与えることになり、フレーム６の変形（歪み）と共に、内部応力も除去されることになる。

【発明の効果】

【００４１】

フレームの上階側に接合された上部剛性要素と、フレームの下階側に接合された下部剛性要素との間にアクチュエータを架設し、エネルギーからのエネルギーを用いてアクチュエータからフレームに残留変形の発生の向きと逆向きの、フレームに残留変形を与えた荷重以上の付加力を付与することを可能にするため、残留変形が生じているフレームの変形を強制的に矯正し、残留変形を解消させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】（ａ）は上部剛性要素と下部剛性要素が互いに遠ざかる向きにフレームに残留変形が生じた場合のアクチュエータによる残留変形の矯正時の様子を示した立面図、（ｂ）は上部剛性要素と下部剛性要素が互いに接近する向きにフレームに残留変形が生じた場合のアクチュエータによる残留変形の矯正時の様子を示した立面図である。

【図２】鉄筋コンクリート造のフレームが外力を受けて残留変形が生じるまでの荷重 - 変形曲線を示したグラフである。

【図３】鉄筋コンクリート造のフレームに生じているひび割れを閉じながら、残留変形を矯正するときの荷重 - 変形曲線を示したグラフである。

【図４】アクチュエータが油圧シリンダである場合の油圧シリンダの構成例を示した概要図である。

【図５】ピストンの中心をシリンダの中心（中立位置）からフレームの残留変形量分、シリンダの端部側（フレームの残留変形の発生側）へ寄った位置に配置した状態からピストンを移動させ、フレームの残留変形を矯正する場合のシリンダ内のピストンの初期状態を示した油圧シリンダの概要図である。

【図６】アクチュエータが電動シリンダである場合の電動シリンダの構成例を示した概要図である。

【発明を実施するための形態】

【００４３】

図１ - （ａ）、（ｂ）は構造物において残留変形が生じている柱７と梁８からなるフレーム６の上階側に接合される上部剛性要素２と、上部剛性要素２との間に水平方向に距離

10

20

30

40

50

を置いてフレーム 6 の下階側に接合される下部剛性要素 3 と、上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 との間に架設され、上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 に両者が対向する方向の付加力を付与するアクチュエータ 4 と、アクチュエータ 4 に接続され、アクチュエータ 4 にエネルギーを供給するエネルギー源 5 とを備えた矯正装置 1 の設置例を示す。アクチュエータ 4 はエネルギー源 5 からのエネルギーを用いて残留変形の発生の向きと逆向きの付加力をフレーム 6 に付与する。

【 0 0 4 4 】

図 1 - (a)、(b) はまた、アクチュエータ 4 が油圧シリンダ 4 0 であり、エネルギー源 5 が油圧ポンプ 5 0 である場合の例を示している。この場合、アクチュエータ 4 の本体を構成するシリンダ 4 1 の内部が、シリンダ 4 1 内を往復動するピストンロッド 4 2 のピストン 4 3 によって油圧室 4 1 a、4 1 b に区画され、各油圧室 4 1 a、4 1 b 内に圧油が充填されている。ピストンロッド 4 2 はいずれか一方の油圧室 4 1 a (4 1 b) 内へ油圧ポンプ 5 0 から圧油が供給されることにより他方の油圧室 4 1 b (4 1 a) 側へ移動し、シリンダ 4 1 に対して伸長 (突出) することにより両剛性要素 2、3 を互いに遠ざけ、または収縮 (没入) することにより両剛性要素 2、3 を互いに引き寄せ、各図に二点鎖線で示すようにフレーム 6 に生じている残留変形を矯正 (解消) する。

【 0 0 4 5 】

上部剛性要素 2 はフレーム 6 の上階側の梁 8、もしくは上階寄りの柱 7 に接合され、下部剛性要素 3 はフレーム 6 の下階側の梁 8、もしくは下階寄りの柱 7 に接合される。上部剛性要素 2 は上階側の梁 8 と上階寄りの柱 7 に跨る場合もあり、下部剛性要素 3 は下階側の梁 8 と下階寄りの柱 7 に跨る場合もある。

【 0 0 4 6 】

上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 はアクチュエータ 4 の端部からアクチュエータ 4 が発生する付加力を受け、フレーム 6 に伝達できる能力を持てば、形態と形状は問われない。また上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 は対になった状態で、水平に架設されるアクチュエータ 4 を支持でき、アクチュエータ 4 からの軸方向力をフレーム 6 に伝達できる大きさを持てばよく、必ずしも上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 が共に同一形状で、同一寸法である必要はない。

【 0 0 4 7 】

図 1 - (a) は上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間の距離が拡大する向きにフレーム 6 が層間変形した状態で残留変形を起こしたときの様子を、(b) は上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間の距離が縮小する向きにフレーム 6 が層間変形した状態で残留変形を起こしたときの様子を示している。図 1 - (a) の例では対向する上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間距離が縮小する向きに両剛性要素 2、3 を互いに引き寄せる必要があるため、アクチュエータ 4 のピストンロッド 4 2 は収縮し、(b) の例では上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 を互いに遠ざける必要があるため、ピストンロッド 4 2 は伸長する。

【 0 0 4 8 】

図 1 - (a) における上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 をアクチュエータ 4 に関して水平方向に入れ替えた状態は図 1 - (b) であり、フレーム 6 には両剛性要素 2、3 間距離が縮小する向きに残留変形を生じた状態になる。また図 1 - (a) における上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 の上下を入れ替えた状態も図 1 - (b) になる。

【 0 0 4 9 】

アクチュエータ 4 が油圧シリンダ 4 0 である場合、油圧ジャッキとしての使用時には各油圧室 4 1 a、4 1 b に油圧ポンプ 5 0 が接続され、アクチュエータ 4 によるフレーム 6 の残留変形の矯正時に油圧ポンプ 5 0 からいずれかの油圧室 4 1 a (4 1 b) に圧油が供給される。ピストン 4 3 は圧油が供給された油圧室 4 1 a (4 1 b) の反対側へ移動し、その側に接続された上部剛性要素 2、もしくは下部剛性要素 3 を押し、または移動の反対側の上部剛性要素 2、もしくは下部剛性要素 3 を引き寄せる。各油圧室 4 1 a、4 1 b には図 4 に示すように油圧ポンプ 5 0 から送られる高圧の圧油を各油圧室 4 1 a、4 1 b に流入させるための高圧カプラー 4 5 が接続される。

【 0 0 5 0 】

図 1 - (a) に示すようにフレーム 6 に、水平方向に対向する上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間の距離が拡大する向きに残留変形が生じている場合には、両油圧室 4 1 a、4 1 b の内、上部剛性要素 2 側の油圧室 4 1 b (4 1 a) に油圧ポンプ 5 0 から圧油が供給され、供給分の圧油が下部剛性要素 3 側の油圧室 4 1 a (4 1 b) から排出されることによりピストンロッド 4 2 が上部剛性要素 2 を下部剛性要素 3 側へ引き寄せ、二点鎖線で示すようにフレーム 6 の残留変形が矯正される。(b) に示すようにフレーム 6 に、上部剛性要素 2 と下部剛性要素 3 間の距離が縮小する向きに残留変形が生じている場合には、下部剛性要素 3 側の油圧室 4 1 a (4 1 b) に油圧ポンプ 5 0 から圧油が供給され、供給分の圧油が上部剛性要素 2 側の油圧室 4 1 b (4 1 a) から排出されることによりピストンロッド 4 2 が上部剛性要素 2 を下部剛性要素 3 の反対側へ押し出し、二点鎖線で示すようにフレーム 6 の残留変形が矯正される。

10

【 0 0 5 1 】

アクチュエータ 4 が油圧ジャッキとして使用された後、油圧ダンパとして使用されることに備え、両油圧室 4 1 a、4 1 b には各油圧室 4 1 a、4 1 b 間に圧油の移動を生じさせる流路 4 4 が接続される。流路 4 4 の中間部には、地震時等に上部剛性要素 2、もしくは下部剛性要素 3 からピストンロッド 4 2 に作用する軸方向力によりピストン 4 3 が油圧室 4 4、4 5 間を移動するときの、移動した側の油圧室 4 1 b (4 1 a) 内の圧力を調整する調圧弁 4 6 が接続される。調圧弁 4 6 は例えばピストン 4 3 が移動した側の油圧室 4 1 b (4 1 a) 内の圧力がピストン 4 3 とシリンダ 4 1 間の相対速度に比例するか、比例に近い関係等、ピストン 4 3 とシリンダ 4 1 間の相対速度に対応した大きさの圧力を発生させるように調整し、油圧シリンダ 4 0 に油圧ダンパとして最適な減衰力を発生させる働きをする。

20

【 0 0 5 2 】

調圧弁 4 6 には各油圧室 4 1 a、4 1 b からの圧油が調圧弁 4 6 を経由するよう、各油圧室 4 1 a、4 1 b につながれた流路 4 4 が接続されるが、各流路 4 4 の調圧弁 4 6 の手前(上流)には他方の油圧室 4 1 b、4 1 a への圧油の流入を阻止する逆止弁 4 7 が接続される。調圧弁 4 6 の手前(上流)にはまた、油圧室 4 1 a、4 1 b に油圧ポンプ 5 0 が接続されている状態で、油圧ポンプ 5 0 からの高圧の圧油が油圧室 4 1 a、4 1 b へ供給されるときに、その圧油が調圧弁 4 6 に流れることを阻止する絞り弁(ニードル弁)等の切替弁 4 8 が接続される。

30

【 0 0 5 3 】

アクチュエータ 4 が油圧ダンパとして使用されている状態で、ピストンロッド 4 2 に上部剛性要素 2、または下部剛性要素 3 から外力が作用し、ピストン 4 3 がいずれかの向きに移動したとき、ピストン 4 3 が移動した側の油圧室 4 1 a (4 1 b) からの圧油は流路 4 4 を通じ、調圧弁 4 6 を経由して圧力が調整された状態で他方側の油圧室 4 1 b (4 1 a) に流れ込む。流路 4 4 には圧油の膨張があったときの膨張分を吸収し、収縮があったときの収縮分を放出し、油圧室 4 1 a、4 1 b 内の圧力の変動を防止するアキュムレータ 4 9 が接続される。

40

【 0 0 5 4 】

切替弁 4 8 は閉鎖状態で油圧ポンプ 5 0 からの圧油の、調圧弁 4 6 への流入を阻止し、開放状態で油圧室 4 1 a、4 1 b からの圧油の調圧弁 4 6 への流入を自由にする。但し、切替弁 4 8 が調圧弁 4 6 の手前に接続される場合に、油圧ポンプ 5 0 が接続されたままの状態にある場合には、油圧ポンプ 5 0 からの圧油が流路 4 4 への流入する危険性があるため、調圧弁 4 6 への流入を自由にするときには、安全のために油圧ポンプ 5 0 は高圧カブラー 4 5 から取り外されることが望ましい。

【 0 0 5 5 】

図 5 はピストンロッド 4 2 が外力を受けてシリンダ 4 1 内をピストン 4 3 が移動する前の初期状態で、ピストン 4 3 の中心をシリンダ 4 1 の中心(中立位置)からフレーム 6 の残留変形分、シリンダ 4 1 の端部側へ寄った(オフセット)位置に配置した場合のピスト

50

ン４３とシリンダ４１の関係を示す。ピストン４３は図５のオフセットした状態から、シリンダ４１の中立位置側へ移動することにより残留変形を生じているフレーム６の変形を矯正するため、ピストン４３は図１－（ａ）、（ｂ）に示すようにフレーム６の残留変形の発生側にオフセットした状態が初期状態になる。

【００５６】

ピストン４３は図５のオフセット状態からシリンダ４１の中立位置を越えて反対側の端部側へ移動することによりフレーム６の残留変形を解消するが、シリンダ４１内に確保されたピストン４３のストロークを最大限に活用することで、残留変形の矯正のためにシリンダ４１のストロークを拡大する必要がないため、ストロークを拡大することによる油圧シリンダ４０としての剛性が低下することはない。

10

【００５７】

図６はアクチュエータ４が電動シリンダ４００である場合の電動シリンダ４００の構成例を示す。ここに示すように電動シリンダ４００は外シリンダ４０１と、外シリンダ４０１に対して軸方向に相対移動自在に、外シリンダ４０１内に挿通する内シリンダ４０２と、内シリンダ４０２の外シリンダ４０１側の端部に固定されたボールナット４０３と、外シリンダ４０１内に軸回りに回転自在に配置され、ボールナット４０３に螺合したボールねじ４０４と、ボールねじ４０４の、外シリンダ４０１の端部側に接続され、ボールねじ４０４と共に回転する直流モータ４０５を備える。

【００５８】

電動シリンダ４００がジャッキとして使用されるときには、直流モータ４０５に図示しない電源装置から電力が供給され（電圧が印加され）、回転することで、同時にボールねじ４０４が回転する。ボールねじ４０４の回転に伴い、ボールねじ４０４の外周に螺合しているボールナット４０３がボールねじ４０４の軸方向に直線運動し、ボールナット４０３に一体化している内シリンダ４０２が外シリンダ４０１に対して軸方向に相対移動（直線運動）する。内シリンダ４０２の外シリンダ４０１に対する相対移動により内シリンダ４０２の端部からフレーム６（上部剛性要素２、または下部剛性要素３）に付加力が作用する。

20

【００５９】

電動シリンダ４００がダンパとして使用されるときには、内シリンダ４０２が上部剛性要素２、または下部剛性要素３から電動シリンダ４００の軸方向に軸方向力を受けることで、外シリンダ４０１に対して軸方向に相対移動（直線運動）し、内シリンダ４０２の外シリンダ４０１側に固定されているボールナット４０３がそれに螺合しているボールねじ４０４を回転させる。ボールねじ４０４の回転によりボールねじ４０４に接続されている直流モータ４０５が回転し、回転と同時に抵抗力を発生する。この抵抗力はボールねじ４０４の回転を抑制する制動力になるため、ボールねじ４０４の回転が抑制され、同時に内シリンダ４０２の直線運動が抑制され、上部剛性要素２と下部剛性要素３間の相対移動が減衰させられる。

30

【符号の説明】

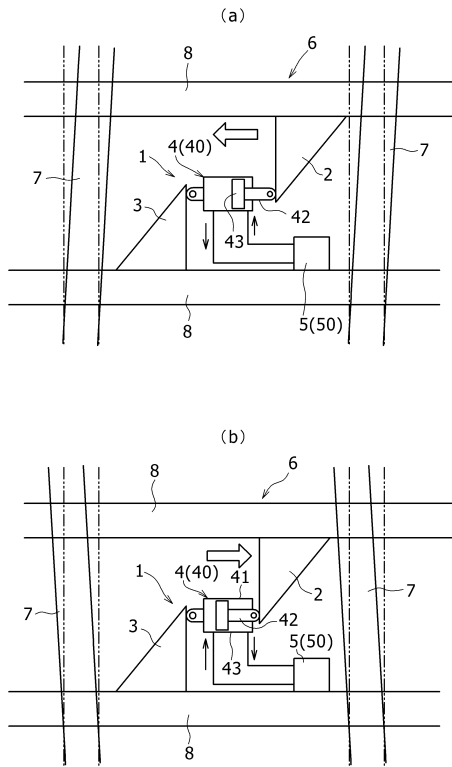
【００６０】

１……矯正装置、
 ２……上部剛性要素、３……下部剛性要素、
 ４……アクチュエータ、
 ４０……油圧シリンダ、４１……シリンダ、４１ａ、４１ｂ……油圧室、４２……ピストンロッド、４３……ピストン、４４……流路、４５……高压カプラー、４６……調圧弁、４７……逆止弁、４８……切替弁、４９……アキュムレータ、
 ４００……電動シリンダ、４０１……外シリンダ、４０２……内シリンダ、４０３……ボールナット、４０４……ボールねじ、４０５……直流モータ、
 ５……エネルギー源、５０……油圧ポンプ、
 ６……フレーム、７……柱、８……梁。

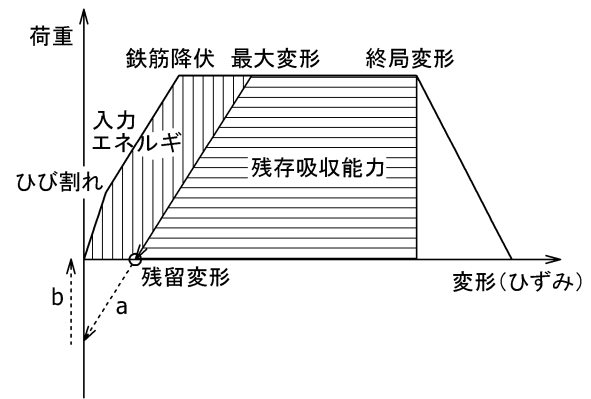
40

50

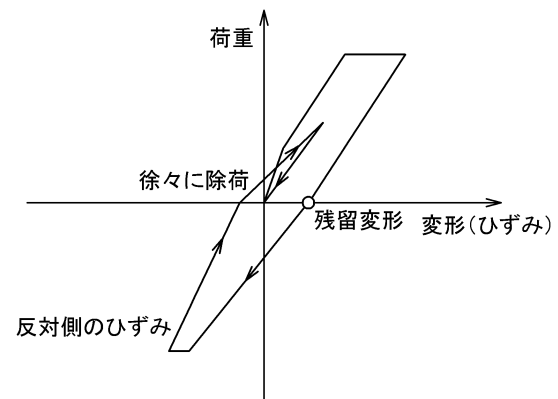
【図 1】



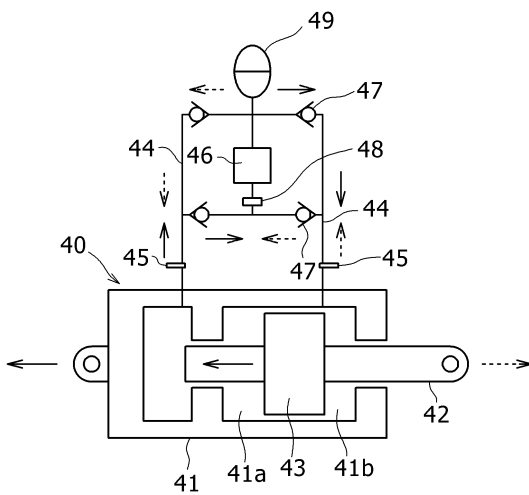
【図 2】



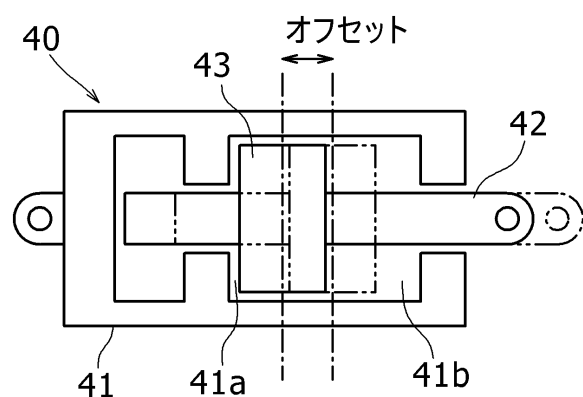
【図 3】



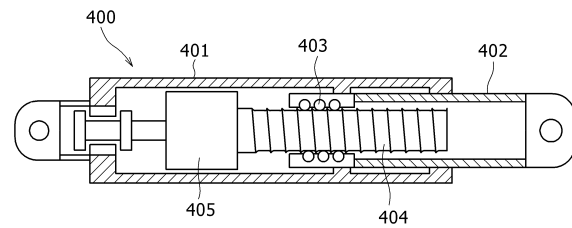
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-027748(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E04H 9/02

E04G 21/18