

(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.

E04H 9/02 (2006.01)

F 1

E 0 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。

## 【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源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、前記エネルギー源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】

40

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。

## 【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）

【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）。

20

【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。

30

【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ため、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）。

【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、例えばプ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で、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）した後に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り、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

## 【0021】

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23、24に区画され、圧油が充填されたシリンダと、油圧室23、24を区画し、シリンダ内を往復動するピストンを有する。

## 【0022】

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。

10

## 【0023】

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42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。

20

## 【0024】

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42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。

30

## 【0025】

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40であるか電動シリンダ400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42、またはボールねじ404）は外力を受けてシリンダ41（外シリンダ401）内を往復動するのではなく、シリンダ41内に圧油、または電力が供給されることでシリンダ41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。

40

## 【0026】

アクチュエータ4が油圧シリンダ40の場合、油圧シリンダ40に油圧ポンプ50から圧油が供給されるときには、シリンダ41の各油圧室41a、41b内には油圧ダンパ40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40は油圧ポンプ50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40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には油圧ポンプ50はアクチュエータ4（油圧シリンダ40）から切り離されるか、非接続状態に

50

切り替わり、アクチュエータ4はその後にフレーム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間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源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 4 3 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 4 3 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 4 3 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でき行われる。

10

【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 で示す拳動をフレーム 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。

20

【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、エネルギー源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】

30

【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。

40

【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

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。

10

20

30

40

50

## 【0050】

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41a、41bの内、上部剛性要素2側の油圧室41b(41a)に油圧ポンプ50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41a(41b)から排出されることによりピストンロッド42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41a(41b)に油圧ポンプ50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41b(41a)から排出されることによりピストンロッド42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

## 【0051】

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41a、41bには各油圧室41a、41b間に圧油の移動を生じさせる流路44が接続される。流路44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42に作用する軸方向力によりピストン43が油圧室44、45間を移動するときの、移動した側の油圧室41b(41a)内の圧力を調整する調圧弁46が接続される。調圧弁46は例えばピストン43が移動した側の油圧室41b(41a)内の圧力がピストン43とシリンダ41間の相対速度に比例するか、比例に近い関係等、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を発生させるように調整し、油圧シリンダ40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

## 【0052】

調圧弁46には各油圧室41a、41bからの圧油が調圧弁46を経由するよう、各油圧室41a、41bにつながれた流路44が接続されるが、各流路44の調圧弁46の手前(上流)には他方の油圧室41b、41aへの圧油の流入を阻止する逆止弁47が接続される。調圧弁46の手前(上流)にはまた、油圧室41a、41bに油圧ポンプ50が接続されている状態で、油圧ポンプ50からの高圧の圧油が油圧室41a、41bへ供給されるときに、その圧油が調圧弁46に流れることを阻止する絞り弁(ニードル弁)等の切替弁48が接続される。30

## 【0053】

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42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43がいずれかの向きに移動したとき、ピストン43が移動した側の油圧室41a(41b)からの圧油は流路44を通じ、調圧弁46を経由して圧力が調整された状態で他方側の油圧室41b(41a)に流れ込む。流路44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41a、41b内の圧力の変動を防止するアクチュエータ49が接続される。40

## 【0054】

切替弁48は閉鎖状態で油圧ポンプ50からの圧油の、調圧弁46への流入を阻止し、開放状態で油圧室41a、41bからの圧油の調圧弁46への流入を自由にする。但し、切替弁48が調圧弁46の手前に接続される場合に、油圧ポンプ50が接続されたままの状態にある場合には、油圧ポンプ50からの圧油が流路44への流入する危険性があるため、調圧弁46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50は高圧カプラー45から取り外されることが望ましい。

## 【0055】

図5はピストンロッド42が外力を受けてシリンダ41内をピストン43が移動する前の初期状態で、ピストン43の中心をシリンダ41の中心(中立位置)からフレーム6の残留変形分、シリンダ41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】

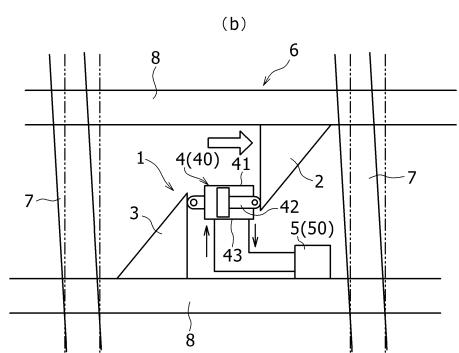
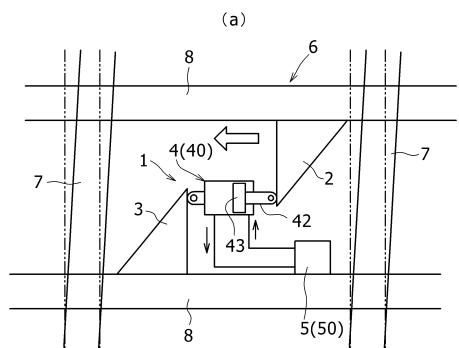
【0060】

- 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 .....高圧カプラー、46 .....調圧弁、47 .....逆止弁、48 .....切替弁、49 .....アクチュエータ、
- 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。

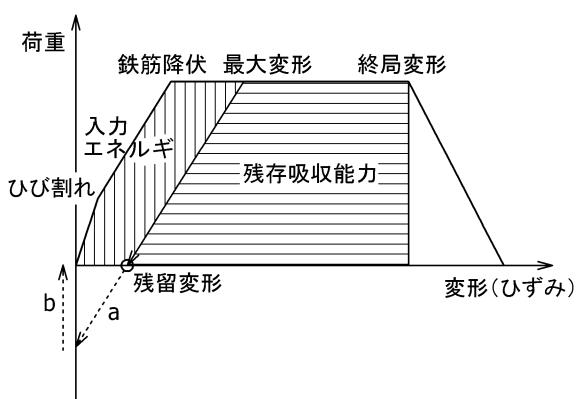
40

50

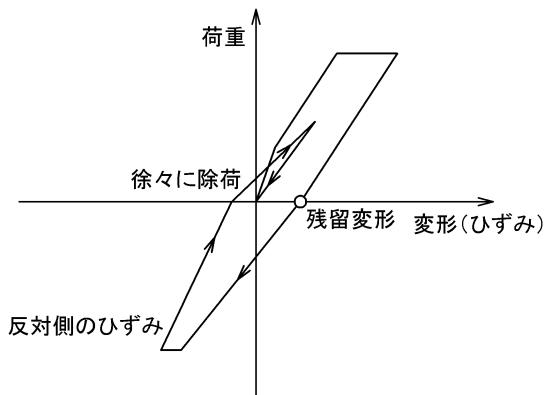
【図1】



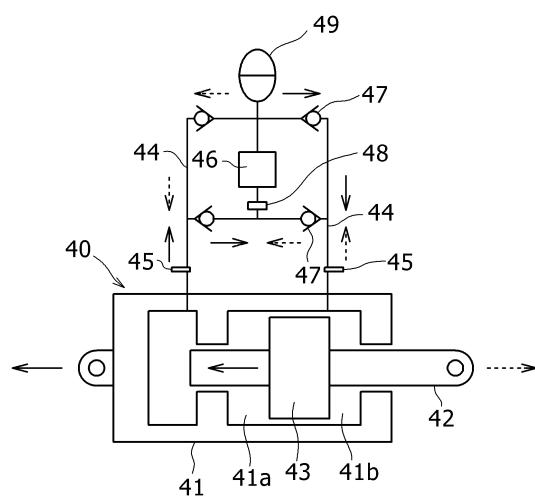
【図2】



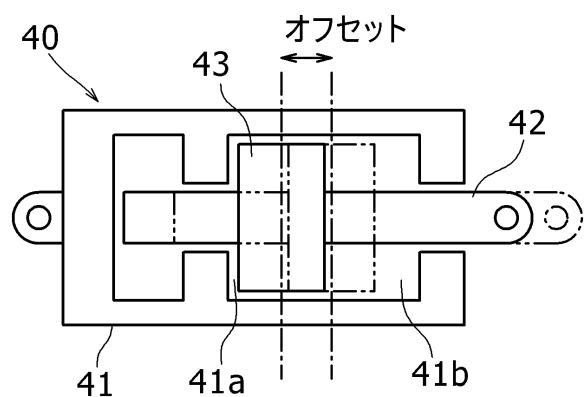
【図3】



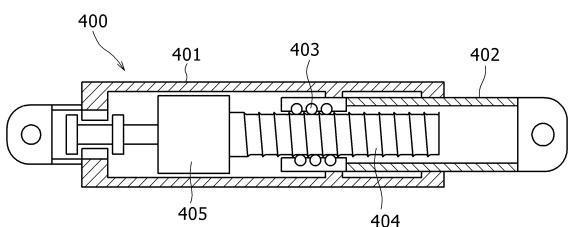
【図4】



【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)

E 04 H 9 / 02

E 04 G 21 / 18