

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5922010号
(P5922010)

(45) 発行日 平成28年5月24日(2016.5.24)

(24) 登録日 平成28年4月22日(2016.4.22)

(51) Int.Cl.	F 1		
E O 1 D 1/00	(2006.01)	E O 1 D	1/00 Z
E O 1 D 19/04	(2006.01)	E O 1 D	19/04 1 O 1
F 1 6 F 15/02	(2006.01)	F 1 6 F	15/02 K
F 1 6 F 7/12	(2006.01)	F 1 6 F	7/12
E O 4 H 9/02	(2006.01)	E O 4 H	9/02 3 5 1

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-273963 (P2012-273963)
(22) 出願日	平成24年12月14日 (2012.12.14)
(65) 公開番号	特開2013-144923 (P2013-144923A)
(43) 公開日	平成25年7月25日 (2013.7.25)
審査請求日	平成27年7月16日 (2015.7.16)
(31) 優先権主張番号	特願2011-276166 (P2011-276166)
(32) 優先日	平成23年12月16日 (2011.12.16)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	509338994 株式会社 I H I インフラシステム 大阪府堺市堺区大浜西町3番地
(73) 特許権者	510202167 Next Innovation 合同会社 東京都西東京市住吉町3-10-25
(74) 代理人	100067736 弁理士 小池 晃
(74) 代理人	100096677 弁理士 伊賀 誠司
(74) 代理人	100106781 弁理士 藤井 稔也
(74) 代理人	100113424 弁理士 野口 信博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】弾塑性履歴型ダンパ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一構造物と第二構造物の間に設置される弾塑性履歴型ダンパにおいて、一端側が連結され他端側に向かって互いの間隔が漸次広がるように形成され、前記第一構造物及び / 又は前記第二構造物に固定され、荷重を受けたときに弾塑性変形してエネルギー吸収を行う板状の二つの剪断部と、

前記剪断部の前記他端側から張り出すように形成された第一補強部とを備えることを特徴とする弾塑性履歴型ダンパ。

【請求項 2】

前記剪断部は、該剪断部間の中心線に対して外側に向けて 7 度 ~ 11 度傾けて設けられることを特徴とする請求項 1 記載の弾塑性履歴型ダンパ。 10

【請求項 3】

当該弾塑性履歴型ダンパは、全高 400 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の弾塑性履歴型ダンパ。

【請求項 4】

前記二つの剪断部の前記一端側を連結する連結部を備えることを特徴とする請求項 1 - 3 の何れかに記載の弾塑性履歴型ダンパ。

【請求項 5】

前記剪断部及び前記連結部は、基盤上に立設されていることを特徴とする請求項 4 記載の弾塑性履歴型ダンパ。

【請求項 6】

前記剪断部及び前記連結部は、相対する基盤間に立設されていることを特徴とする請求項4記載の弾塑性履歴型ダンパ。

【請求項 7】

前記連結部は、前記剪断部の一端側から外側に張り出すように形成された第二補強部によって補強されていることを特徴とする請求項4-6の何れかに記載の弾塑性履歴型ダンパ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

10

本発明は、建築物や橋梁等において上部構造物と下部構造物との間に設置され、常時や所定レベルまでの地震に対しては上部構造の変位を拘束するストッパとして機能し、所定レベル以上の地震に対しては剪断塑性変形することによりダンパとして機能する弾塑性履歴型ダンパに関する。

【背景技術】**【0002】**

下記特許文献1-3には、橋梁の支承構造に用いられる低降伏点鋼を用いた剪断パネル型ダンパが記載されている。この剪断パネル型ダンパは、建築物や橋梁等において上部構造物と下部構造物との間において、下部構造物に固定設置され、常時や所定レベルまでの地震に対しては上部構造の変位を拘束するストッパとして機能し、所定レベル以上の地震に対しては剪断塑性変形することによりダンパとして機能する。具体的に、この剪断パネル型ダンパは、水平変位に対し剪断変形が生じるとき、剪断部の履歴減衰を利用して地震時の振動を低減させる。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特許第3755886号公報

【特許文献2】特許第4192225号公報

【特許文献3】特開2007-198002号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

しかしながら、何れの特許文献の剪断パネル型ダンパにおいても、剪断部を一つしか有しておらず、所定レベル以上の地震に対して、一方向からの水平力に対してしかダンパとして機能しない。したがって、例えば、橋軸方向の水平力に対してダンパとして機能するよう剪断パネル型ダンパを設置した場合に、橋軸方向以外の方向からの水平力が加わると、剪断パネル型ダンパは、入力のあった水平力を十分に減衰させることができない。地震の際に何れの方向から所定レベル以上の水平力の入力があるのかは、予測困難である。

【0005】

また、剪断パネル型ダンパの設置に際しては、想定される入力方向に対して高精度にダンパの剪断変形方向を合わせる設置角度設定が必要とされる。

40

【0006】

本発明は、所定レベル以上の地震の際に、複数の方向からの入力に対してダンパとして機能し得る弾塑性履歴型ダンパ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】**

本発明に係る弾塑性履歴型ダンパは、第一構造物と第二構造物の間に設置される弾塑性履歴型ダンパにおいて、一端側が連結され他端側に向かって互いの間隔が漸次広がるように形成され、前記第一構造物及び／又は前記第二構造物に固定され、荷重を受けたときに弾塑性変形してエネルギー吸収を行う板状の二つの剪断部と、前記剪断部の前記他端側か

50

ら張り出すように形成された第一補強部とを備える。

【0008】

また、前記剪断部は、該剪断部間の中心線に対して外側に向けて7度～11度傾けて設けられるようにしても良い。更に、当該弾塑性履歴型ダンパは、全高400mm以下となるようにしても良い。前記二つの剪断部の前記一端側を連結する連結部を備えるようにしても良い。

【0009】

また、前記剪断部及び前記連結部は、基盤上に立設されても良い。また、前記剪断部及び前記連結部は、相対する基盤間に立設されても良い。

【0010】

更に、前記連結部は、前記剪断部の一端側から外側に張り出すように形成された第二補強部によって補強されても良い。

【発明の効果】

【0011】

本発明では、二つの剪断部が第一構造物及び／又は第二構造物に固定されているので、所定レベル以上の地震の際に、二つの剪断部が剪断弾塑性変形することにより振動を減衰させることが出来る。また、二つの剪断部は一端で連結してなるので、より大きな地震時の振動を吸収することが出来、更に、二つの剪断部の向きを異ならせることで、一方向だけでなく複数の方向からの地震時の振動を吸収することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明を適用した弾塑性履歴型ダンパが用いられる橋梁を示す図であり、(A)は橋軸方向の模式的な断面図、(B)は橋軸直角方向の斜視図である。

【図2】本発明を適用した弾塑性履歴型ダンパの斜視図である。

【図3】上記弾塑性履歴型ダンパに中心軸線方向に対して正方向から5°傾いた方向から所定レベル以上の入力があったときの状態を示す図であり、(A)は入力方向を示す平面図であり、(B)は前方斜視図であり、(C)は前後方斜視図である。

【図4】上記弾塑性履歴型ダンパに中心軸線方向に対して負方向から5°傾いた方向から所定レベル以上の入力があったときの状態を示す図であり、(A)は入力方向を示す平面図であり、(B)は斜視図であり、(C)は前後方斜視図である。

【図5】上記弾塑性履歴型ダンパに中心軸線方向に対して正方向から10°傾いた方向から所定レベル以上の入力があったときの状態を示す図であり、(A)は入力方向を示す平面図であり、(B)は斜視図であり、(C)は前後方斜視図である。

【図6】上記弾塑性履歴型ダンパに中心軸線方向に対して負方向から10°傾いた方向から所定レベル以上の入力があったときの状態を示す図であり、(A)は入力方向を示す平面図であり、(B)は斜視図であり、(C)は前後方斜視図である。

【図7】剪断部の傾きが異なる弾塑性履歴型ダンパにそれぞれ水平方向の強制変位を与えた際の解析結果を示した図である。

【図8】剪断部の傾きを剪断部間の中心線に対して0度傾けた弾塑性履歴型ダンパに、強制変位を与えた様子を示した平面図であり、(A)は正方向から0度、(B)は負方向から0度、(C)は正方向から10度傾けた強制変位を与えた様子を示した平面図である。

【図9】剪断部の傾きを剪断部間の中心線に対して2.37度傾けた弾塑性履歴型ダンパに、強制変位を与えた様子を示した平面図であり、(A)は正方向から0度、(B)は負方向から0度、(C)は正方向から10度傾けた強制変位を与えた様子を示した平面図である。

【図10】剪断部の傾きを剪断部間の中心線に対して5.22度傾けた弾塑性履歴型ダンパに、強制変位を与えた様子を示した平面図であり、(A)は正方向から0度、(B)は負方向から0度、(C)は正方向から10度傾けた強制変位を与えた様子を示した平面図である。

【図11】剪断部の傾きを剪断部間の中心線に対して7.125度傾けた弾塑性履歴型ダ

10

20

30

40

50

ンパに、強制変位を与えた様子を示した平面図であり、(A)は正方向から0度、(B)は負方向から0度、(C)は正方向から10度傾けた強制変位を与えた様子を示した平面図である。

【図12】剪断部の傾きを剪断部間の中心線に対して10.18度傾けた弾塑性履歴型ダンパに、強制変位を与えた様子を示した平面図であり、(A)は正方向から0度、(B)は負方向から0度、(C)は正方向から10度傾けた強制変位を与えた様子を示した平面図である。

【図13】剪断部の傾きを剪断部間の中心線に対して12.52度傾けた弾塑性履歴型ダンパに、強制変位を与えた様子を示した平面図であり、(A)は正方向から0度、(B)は負方向から0度、(C)は正方向から10度傾けた強制変位を与えた様子を示した平面図である。

【図14】強制変位の載荷方向を異ならせた弾塑性履歴型ダンパの解析結果を示した図である。

【図15】弾塑性履歴型ダンパの設置例を示す図であり、(A)は、側面図であり、(B)は斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明に係る弾塑性履歴型ダンパについて図面を参照して説明する。なお、以下、弾塑性履歴型ダンパについて、以下の順に沿って説明する。

【0014】

1. 橋梁の説明
2. 弹塑性履歴型ダンパの説明
3. 弹塑性履歴型ダンパの剪断部の傾きの説明
4. 弹塑性履歴型ダンパの許容入力方向の説明
5. 弹塑性履歴型ダンパの変形例の説明
6. 弹塑性履歴型ダンパの設置例の説明

【0015】

[1. 橋梁の説明]

図1(A)及び(B)に示すように、一般に、橋桁等の上部構造物1は、橋脚や橋台といった下部構造物2上に設置された支承装置3に支承されている。図1に示すように、支承装置3には、一般に、固定支承装置3aと可動支承装置3bがあり、固定支承装置3aは、一般に、上部構造物1の回転変形に対応して鉛直荷重を支持しつつ、水平・鉛直方向の変位を拘束して制限する。可動支承装置3bは、一般に、上部構造の回転変形と水平変位に対応している。ところで、新設橋梁では、橋脚等の下部構造物2の耐震性能が高められ、また、反力分散構造や免震構造の採用などが図られている。既設橋梁においても、下部構造物2の補強や支承取り替えや落橋防止システムの付加などの耐震補強工事が行われている。

【0016】

例えば、耐震補強工事では、例えば下部構造物2の水平反力を分散するため、固定支承装置3aを、積層ゴム支承や、支承板支承やローラ支承といった金属支承等の可動支承装置3bに交換する作業が行われる。しかし、固定支承装置3aを可動支承装置3bに交換したときには、上部構造物1の移動量が増大する等の問題が生じ、移動量を制限する必要がある。本発明に係る弾塑性履歴型ダンパ10は、例えば、可動支承装置3bとの組で、建築物や橋梁等において、上部構造物1と下部構造物2との間に設置され、下部構造物2に対する上部構造物1の移動量を制限するようにしている。

【0017】

例えば、上部構造物1となる桁は、一対の主桁1a, 1aと横桁1bとを有している。そして、既設橋梁において、固定支承装置3aの下部工耐力が不足している際には、主桁1a, 1aの下部フランジ4と下部構造物2である橋脚との間に、それまで上部構造物1の鉛直荷重を支持するために設置されていた固定支承装置3aに替えて可動支承装置3b

10

20

30

40

50

が設置される。この際、下部構造物2には、可動支承装置3bと組で弾塑性履歴型ダンパ10が設置される。主として橋軸方向の所定レベル以上の水平力に対して弾塑性履歴型ダンパ10を設置するときには、弾塑性履歴型ダンパ10を上部構造物1の横桁1bに設けられるストッパ16, 16で囲むように下部構造物2に設置される。これにより、弾塑性履歴型ダンパ10は、大きな減衰性能により所定レベル以上の水平力を低減する他、高い剛性によりゴム支承や免震支承のみの弾性支持に比べ水平変位を小さく抑えることが出来る。これにより、弾塑性履歴型ダンパ10は、下部構造物2を縮小出来、また、下部工耐震補強の縮小が可能となる。また、水平変位が小さくなることで桁遊間を小さくすることが可能となり、伸縮装置などの形状も小型化出来る。

【0018】

10

なお、詳細は後述するが、弾塑性履歴型ダンパ10は、必ずしも、可動支承装置3bとの組で用いる必要があるものではない。また、図1のような桁形式の橋梁だけでなく、アーチ橋、トラス橋などの特殊な構造を有する橋梁の端支点、プレース材の端部や中間部等にも適用することが出来る。

【0019】

[2. 弾塑性履歴型ダンパの説明]

図2に示すように、本発明が適用された弾塑性履歴型ダンパ10は、二つの剪断部11, 11を連結部12で連結して全体が一連となるように形成されている。

【0020】

20

剪断部11, 11は、例えば矩形板状を成し、平面状を成している。また、剪断部11, 11は、基端部を平板状の連結部12に離間させて、外側に開くように溶接接合等で固定されている。この場合、連結部12に形成された剪断部11, 11の基端部より外側が補強部17, 17として機能する。このように、平面板状の連結部12と一体化された二つの剪断部11, 11は、基端部側から先端部側に向かって漸次広がり、略V字状を成し、ここでは、剪断部11, 11の延長線の交点が鋭角となるように形成されている。好ましくは、剪断部11, 11は、橋軸方向から外側に向けて0度より大きく、11度以下となるように傾けて配置され、剪断部11, 11の延長線の交点の角度が0度より大きく22度以下となるように配置される。より好ましくは、7度から11度となるように形成される。この角度は、広すぎると、0度や180度からの入力に対して弱くなってしまい、狭すぎると、横や斜めからの入力に弱くなってしまう。したがって、使用場所、用途等によって適宜決められる。

30

【0021】

更に、剪断部11, 11の先端部には、補強部13, 13を構成する補強板が外側に張り出すように溶接接合されている。そして、これら剪断部11, 11、連結部12及び補強部13, 13は、例えば一般構造用鋼材で形成されている。

【0022】

40

一体化された剪断部11, 11と連結部12は、下部構造物2との取付部の基盤となるベースプレート14に溶接接合等で固設される。このベースプレート14は、一体化された剪断部11, 11と連結部12より大きな鋼板であり、矩形状を成す。そして、略V字状を成す一体化された剪断部11, 11と連結部12は、ベースプレート14の幅方向中心線と剪断部11, 11間の中心線とがほぼ一致する位置に固定される。また、このベースプレート14は、下部構造物2に対してアンカーボルト等で固定される。

【0023】

更に、一体化された剪断部11, 11と連結部12を挟んでベースプレート14の反対側にも、プレート15が設けられ、プレート15には、一体化された剪断部11, 11と連結部12が溶接接合等で固定される。このプレート15は、上部構造物1側に位置するものであり、ベースプレート14と同様なものであっても、異なるものであっても良い。ここでは、ベースプレート14と同じものが用いられる。そして、プレート15には、一体化された剪断部11, 11と連結部12が剪断部11, 11間の中心線とプレート15の幅方向中心線とがほぼ一致する位置に固定される。このプレート15の短辺側端面、す

50

なわち橋軸直角方向と平行な端面 15a, 15a は、上部構造物 1 のストップと突き当たる部分となる。

【0024】

一方、上部構造物 1 側は、図 1 (B) 及び図 2 に示すように、上部構造物 1 の横桁 1b にストップ 16, 16 が設けられている。ストップ 16, 16 は、橋軸方向に離間して設けられ、これらストップ 16, 16 の間に、下部構造物 2 に固定された弾塑性履歴型ダンパ 10 が配設される。弾塑性履歴型ダンパ 10 は、剪断部 11, 11 間の中心線を橋軸方向にして、下部構造物 2 にアンカーボルト等で固定される。かくして、弾塑性履歴型ダンパ 10 は、主として橋軸方向の所定レベル以上の水平力の入力があったとき、上部構造物 1 のストップ 16, 16 とプレート 15 の橋軸直角方向と平行な端面 15a, 15a とが突き当たり、突き当たったときの衝撃を剪断部 11, 11 や連結部 12 が剪断塑性変形することにより減衰させる。

【0025】

具体的に、弾塑性履歴型ダンパ 10 は、橋軸方向の入力があったとき、連結部 12 のベースプレート 14 側の角近傍の剪断部 11, 11 及び連結部 12 が塑性変形して振動を減衰させる。なお、連結部 12 のベースプレート 14 側の角近傍の剪断部 11, 11 及び連結部 12 の変形の程度は、橋軸方向の入力の場合、入力の大きさによって異なることになる。

【0026】

また、図 3 (A) ~ 図 6 (A) に示すように、橋軸に対して斜めの方向から所定レベル以上の入力があったときには、図 3 (B) ~ 図 6 (B) 及び図 3 (C) ~ 図 6 (C) に示すように、入力のあった方向と近い剪断部 11 が大きく塑性変形して振動を減衰させることが出来る。具体的に、弾塑性履歴型ダンパ 10 は、剪断部 11, 11 間の中心線（橋軸方向）に対して、先端部から基端部方向の正方向又は基端部から先端部方向の負方向に関わらず、±15° 程度傾いた方向からの入力に対して、振動を減衰させることが出来る。

【0027】

なお、図 3 の例では、剪断部 11, 11 間の中心線（橋軸方向）に対して正方向から 5° 傾いた方向から入力があった状態を示している。図 4 の例では、剪断部 11, 11 間の中心線（橋軸方向）に対して負方向から 5° 傾いた方向から入力があった状態を示している。図 5 の例では、剪断部 11, 11 間の中心線（橋軸方向）に対して正方向から 10° 傾いた方向から入力があった状態を示している。図 6 の例では、剪断部 11, 11 間の中心線（橋軸方向）に対して負方向から 10° 傾いた方向から入力があった状態を示している。そして、連結部 12 のベースプレート 14 側の角近傍の剪断部 11, 11 及び連結部 12 の変形の程度は、入力の角度や入力の大きさによって異なることになる。

【0028】

以上のような弾塑性履歴型ダンパ 10 は、二つの剪断部 11, 11 を有しているので、剪断部が一つの場合に比べ、より大きな振動を吸収することが出来る。また、剪断部 11, 11 が V 字状に開くように形成されているので、例えば、剪断部 11, 11 間の中心線が橋軸方向となるように設置されたときにも、橋軸方向からの入力だけでなく、橋軸に対して斜めの方向からの振動も減衰させることが出来る。

【0029】

更に、弾塑性履歴型ダンパ 10 は、二つの剪断部 11, 11 を有し、剪断部 11, 11 間の中心線（橋軸方向）に対して斜めの方向からの振動も減衰させることが出来、剪断部が一つの場合に比べ、入力の許容範囲及び許容角度が広く、入力に対して尤度があるので、弾塑性履歴型ダンパ 10 を橋梁に取り付ける際に、例えば、剪断部 11, 11 間の中心線が橋軸方向に対してずれ及び / 又は傾いていても、振動を減衰させることが出来る。したがって、弾塑性履歴型ダンパ 10 は、剪断部が一つの場合に比べ、据付誤差を吸収することが出来、施工性が良い。よって、弾塑性履歴型ダンパ 10 は、剪断部が一つの場合に比べ、例えば、既設橋梁に後付けする場合や、斜角のついた桁や曲線桁や支点部に斜角の付いた桁の桁等に用いる場合に有効である。

10

20

30

40

50

【0030】

更に、弾塑性履歴型ダンパ10は、二つの剪断部11, 11を有しているので、剪断部が一つの場合に比べ、剪断部11の高さを低くすることが出来る。更に、剪断部11の高さを低くすることが出来るので、基部に生じる曲げモーメントを少なくすることが出来、ベースプレート14、プレート15及びアンカーボルト等に対する負荷を低減することが出来る。したがって、弾塑性履歴型ダンパ10は、ベースプレート14及びプレート15の厚さを薄くすることが出来、アンカーボルトの径を小さくすることが出来る。更に、弾塑性履歴型ダンパ10は、剪断部11の高さを低くすることが出来、ベースプレート14及びプレート15の厚さを薄くすることが出来るので、剪断部が一つの場合に比べ、全高を低くすることが出来る。

10

【0031】

例えば、剪断部が一つの弾塑性履歴型ダンパの設計反力が1000kNの場合には、弾塑性履歴型ダンパの全高が600mm以上となるのに対して、本発明を適用した弾塑性履歴型ダンパ10は、全高を400mm以下とすることが出来る。

【0032】

これにより、弾塑性履歴型ダンパ10は、上部構造物1や下部構造物2等の狭い隙間にも配置することが出来、狭隘部での作業性が良く、施工性が良い。更に、下部構造物2に例えばブラケット等を配置する場合も、下部構造物2の付近に設けることが出来る。

【0033】

なお、以上の例では、主として橋軸方向の振動を減衰させる弾塑性履歴型ダンパ10の設置例を説明したが、弾塑性履歴型ダンパ10は、橋軸直角方向の振動を減衰させるためにも使用することが出来る。この場合、弾塑性履歴型ダンパ10は、橋軸直角方向に上部構造物1に離間して設けられたストッパー16, 16間に、剪断部11, 11間の中心線が橋軸直角方向となるように設置される。これにより、弾塑性履歴型ダンパ10は、橋軸直角方向の振動を減衰させることが出来る他に、橋軸直角方向に対して斜めの方向の振動も減衰させることが出来る。更に、弾塑性履歴型ダンパ10の設置に際しては、想定される入力方向に対して高精度に弾塑性履歴型ダンパ10の剪断変形方向を合わせる設置角度に自由度を持たせることが出来る。

20

【0034】

[3. 弹塑性履歴型ダンパの剪断部の傾きの説明]

30

図7は、下記諸条件の剪断部11の傾きが異なる弾塑性履歴型ダンパ10に対して、強制変位を与えた際の解析結果を示している。なお、ここでは、剪断部11, 11程に強制変位に大きな影響を与えるものではないので、補強部17を省略している。

【0035】

実施例1は、図8(A)に示すような、図2等に示した弾塑性履歴型ダンパ10から補強部17を省略した弾塑性履歴型ダンパ10について、弾塑性履歴型ダンパ10の上端の節点と強制変位の載荷点とを多点拘束により剛体結合するとともに下端を完全拘束した状態で、強制変位の載荷点を正方向から剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して0度傾けて、上端に250mmの強制変位を与えた際に、汎用解析コードABAQUS Ver.6.9-1を使用して解析した解析結果である。この際、実施例1の弾塑性履歴型ダンパ10は、剪断部11の傾きが剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して0度、剪断部11の高さが300mm、板厚が10mmである。更に、実施例1の弾塑性履歴型ダンパ10は、使用材料が等方性材とし、バイリニアの弾塑性材料とし、使用値は次の通りである。

40

- ・材料 : S M 4 0 0 A
- ・ヤング率 : 2 0 0 0 0 0 (M P a)
- ・ポアソン比 : 0 . 3
- ・降伏応力 : 2 3 5 (M P a)
- ・ひずみ硬化率 : 1 / 1 0 0

【0036】

50

実施例2は、図8(B)に示すように、実施例1とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して180度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

【0037】

実施例3は、図8(C)に示すように、実施例1とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

【0038】

実施例4は、図9(A)に示すように、実施例1とは剪断部11の傾きを剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して2.37度傾けた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例5は、図9(B)に示すように、実施例4とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して180度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例6は、図9(C)に示すように、実施例4とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

10

【0039】

実施例7は、図10(A)に示すように、実施例1とは剪断部11の傾きを剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して5.22度傾けた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例8は、図10(B)に示すように、実施例7とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して180度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例9は、図10(C)に示すように、実施例7とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

20

【0040】

実施例10は、図11(A)に示すように、実施例1とは剪断部11の傾きを剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して7.125度傾けた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例11は、図11(B)に示すように、実施例10とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して180度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例12は、図11(C)に示すように、実施例11とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

30

【0041】

実施例13は、図12(A)に示すように、実施例1とは剪断部11の傾きを剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10.18度傾けた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例14は、図12(B)に示すように、実施例13とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して180度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例15は、図12(C)に示すように、実施例13とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

40

【0042】

実施例16は、図13(A)に示すように、実施例1とは剪断部11の傾きを剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して12.52度傾けた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例17は、図13(B)に示すように、実施例16とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して180度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例18は、図13(C)に示すように、実施例16とは強制変位の載荷点を剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

【0043】

図7には、実施例1～実施例18における、強制変位が約60mm時の載荷点において発生する反力(以下、便宜的に荷重とも言う)と、最大荷重時の変位とその際の荷重とが

50

示されている。そして、図7より、剪断部11, 11は、橋軸方向から外側に向けて好ましくは7度(更に好ましくは7.125度)~11度(更に好ましくは10.18度)傾けて配置されるようになることがより好ましいことが分かった。

【0044】

剪断部11が剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)から外側に向けて11度(更に好ましくは10.18度)以上で配置された場合には、強制変位を載荷する方向が0度の際に、すなわち、剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)と一致するように載荷された際に、剪断部11が容易に変位してしまう。換言すると、剪断部11が剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)から外側に向けて11度(更に好ましくは10.18度)以下で配置された場合には、強制変位を載荷する方向が0度、すなわち、剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)と一致するように載荷された際にも、剪断部11が容易に変位することを防止することが出来る。10

【0045】

また、剪断部11が剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)から外側に向けて7度(更に好ましくは7.125度)以下に配置される場合には、強制変位を載荷する方向が10度、すなわち、剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して斜めの方向から載荷された際に、剪断部11が容易に変位してしまう。換言すると、剪断部11が剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)から外側に向けて7度(更に好ましくは7.125度)以上で配置される場合には、強制変位を載荷する方向が10度、すなわち、剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して斜めの方向から載荷された際にも、剪断部11が容易に変位することを防止することが出来る。20

【0046】

[4. 弹塑性履歴型ダンパの許容入力方向の説明]

図14は、下記諸条件の弾塑性履歴型ダンパ10に対して、強制変位の載荷方向を異ならせて実施した際の解析結果を示している。

【0047】

実施例20は、図2等に示すような弾塑性履歴型ダンパ10の上端の節点と強制変位の載荷点とを多点拘束により剛体結合するとともに下端を完全拘束した状態で、強制変位の載荷点を正方向から剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して0度傾けて、上端に250mmの強制変位を与えた際に、汎用解析コードABAQUS Ver. 6.9-3を使用して解析した解析結果である。この際、実施例20の弾塑性履歴型ダンパ10は、剪断部11の傾きが剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して9.46度、剪断部11の高さが300mm、剪断部11の板厚が10mm、連結部12(補強部17)及び補強部13の板厚が22mmである。更に、実施例20の弾塑性履歴型ダンパ10は、使用材料が等方性材とし、バイリニアの弾塑性材料とし、使用値は次の通りである。30

- ・材料 : SM400A
- ・ヤング率 : 200000(MPa)
- ・ポアソン比 : 0.3
- ・降伏応力 : 235(MPa)
- ・ひずみ硬化率 : 1/100

【0048】

実施例21は、実施例20とは強制変位の載荷点を負方向から剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して0度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

【0049】

実施例22は、実施例20とは強制変位の載荷点を正方向から剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して5度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例23は、実施例20とは強制変位の載荷点を負方向から剪断部11, 11間の中心線(橋軸方向)に対して5度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。4050

【 0 0 5 0 】

実施例24は、実施例20とは強制変位の載荷点を正方向から剪断部11, 11間の中心線（橋軸方向）に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例25は、実施例20とは強制変位の載荷点を負方向から剪断部11, 11間の中心線（橋軸方向）に対して10度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。

【 0 0 5 1 】

実施例26は、実施例20とは強制変位の載荷点を正方向から剪断部11, 11間の中心線（橋軸方向）に対して15度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。実施例27は、実施例20とは強制変位の載荷点を負方向から剪断部11, 11間の中心線（橋軸方向）に対して15度傾けて与えた以外は同じ諸条件で解析した解析結果である。
10

【 0 0 5 2 】

図14には、実施例20～実施例26における、強制変位が約60mm時の載荷点において発生する荷重が示されている。そして、図14より、強制変位が載荷される方向が剪断部11, 11間の中心線（橋軸方向）に対して0度～15度の際には、剪断部11, 11が容易に変位することを防止することが出来ることが分かった。

【 0 0 5 3 】**[5 . 弹塑性履歴型ダンパの変形例の説明]**

なお、弾塑性履歴型ダンパ10としては、ベースプレート14やプレート15を省略しても良い。ベースプレート14を省略したときには、下部構造物2に一体化された剪断部11, 11と連結部12を固定するようにすれば良い。また、プレート15を省略したときには、剪断部11, 11の先端部や補強部13, 13が直接ストップ16, 16に突き当たるようにすれば良い。このようにすることで、弾塑性履歴型ダンパ10の部品点数の削減を図ることが出来る。勿論、ベースプレート14やプレート15を用いた方が、性能の安定性が向上する点で好ましい。
20

【 0 0 5 4 】

また、弾塑性履歴型ダンパ10には、剪断部11, 11、連結部12及び補強部13に、一般構造用鋼材に比べ延性に富み、降伏点に対して上下限の規格値を有するため性能安定性に優れた構造用鋼材である低降伏点鋼を用いるようにしても良い。また、弾塑性履歴型ダンパ10には、地震エネルギーを塑性歪エネルギーによって吸収させるものであるため、地震時には確実に塑性化し、履歴拳動のバラツキが小さく、降伏点の許容範囲が狭い低降伏点鋼が好適である。
30

【 0 0 5 5 】

また、補強部13, 13は、剪断部11, 11の先端部を外側に広げるよう折り曲げて、平板状の補強板を外側にのみ張り出すように形成するようにしても良い。更に、補強部13, 13は、外側に張り出すように形成される際、剪断部11, 11と成す角が、直角となるようにしても良く、鋭角となるようにしても良く、勿論、鈍角となるようにしても良い。更に、補強部13, 13と剪断部11, 11とが成す角を円弧面で構成するようにしても良い。また、補強部13, 13は、剪断部11, 11の先端部に、剪断部11, 11の厚さ方向の両側に張り出すように、補強部13, 13を構成する平板状の補強板を溶接接合し、先端形状がT字状を成すようにしても良い。更に、補強部13, 13は、剪断部11, 11の先端部よりやや基端側に、補強部13, 13を構成する補強板を外側に張り出すように溶接接合するようにしても良い。
40

【 0 0 5 6 】**[6 . 弹塑性履歴型ダンパの設置例の説明]**

弾塑性履歴型ダンパ10は、図1及び図2に示した桁橋の他に、ビル鉄骨、橋梁、鉄道橋等にも用いることが出来る。例えば、図15(A)及び(B)に示すように、構造物のフレーム横梁や橋梁の横支材等51と、ブリース材53の一端が取り付けられ、鉄骨構造の節点に集まる部材相互の接合に用いるガセットプレート52との間(ダンパー配置箇所
50

)に弾塑性履歴型ダンパ10を取り付けることが出来る。この場合、弾塑性履歴型ダンパ10は、剪断部11, 11の間の方向からの水平力を、剪断部11, 11が剪断塑性変形することにより減衰させることが出来る。

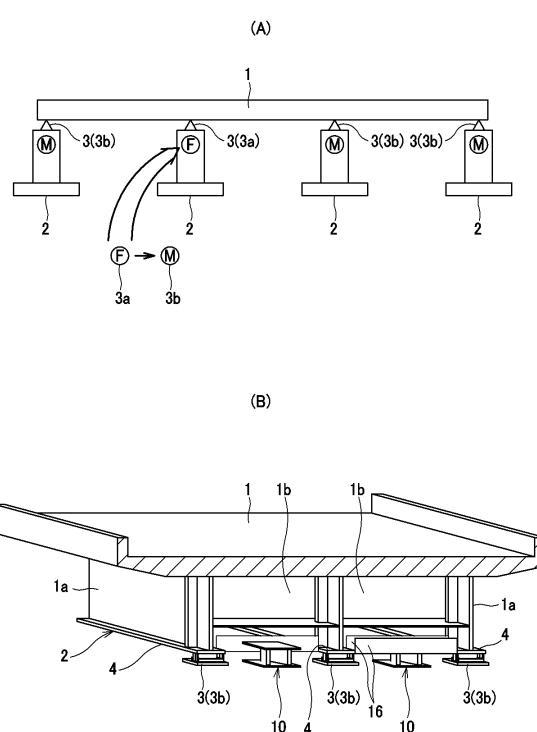
【符号の説明】

【0057】

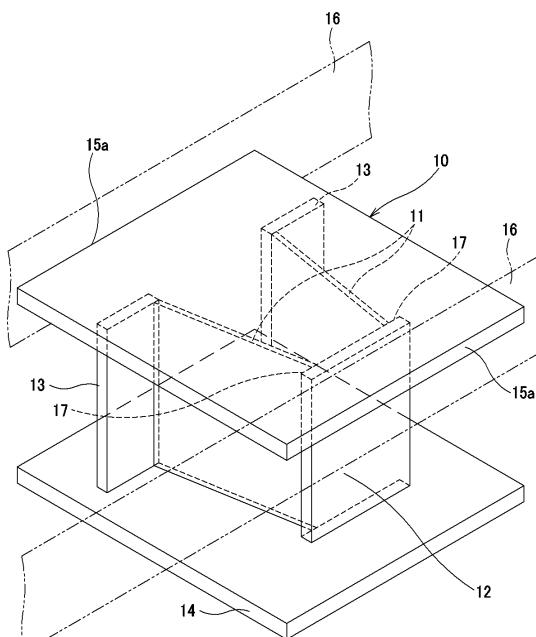
1 上部構造物、1a 主桁、1b 横桁、2 下部構造物、3 支承装置、3a 固定支承装置、3b 可動支承装置、4 下部フランジ、10 弾塑性履歴型ダンパ、11 (11a, 11b) 剪断部、12 連結部、13 補強部、14 ベースプレート、15 プレート、15a 端面、16 ストップ、17 補強部、51 構造物のフレーム横梁や橋梁の横支材等、52 ガセットプレート、53 ブレース材

10

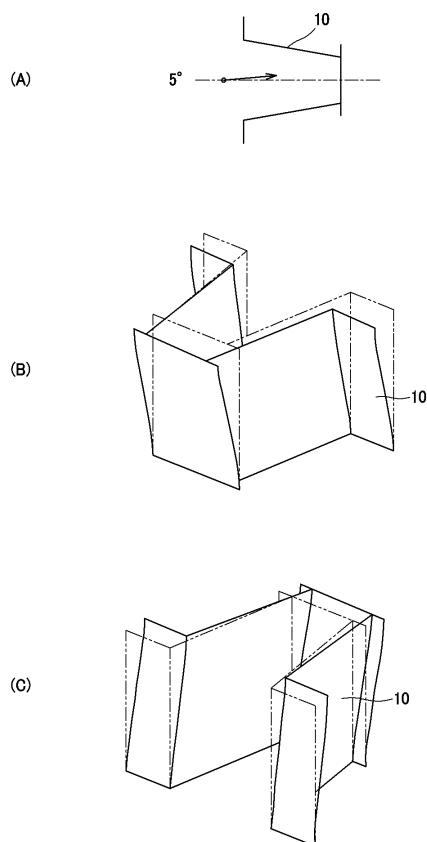
【図1】



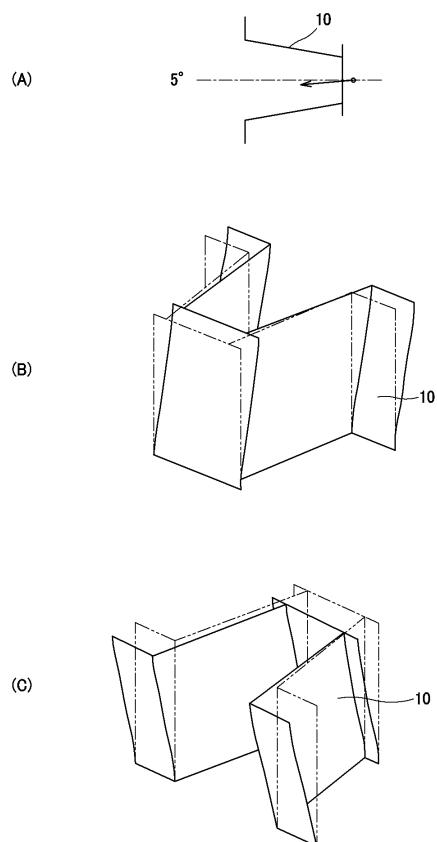
【図2】



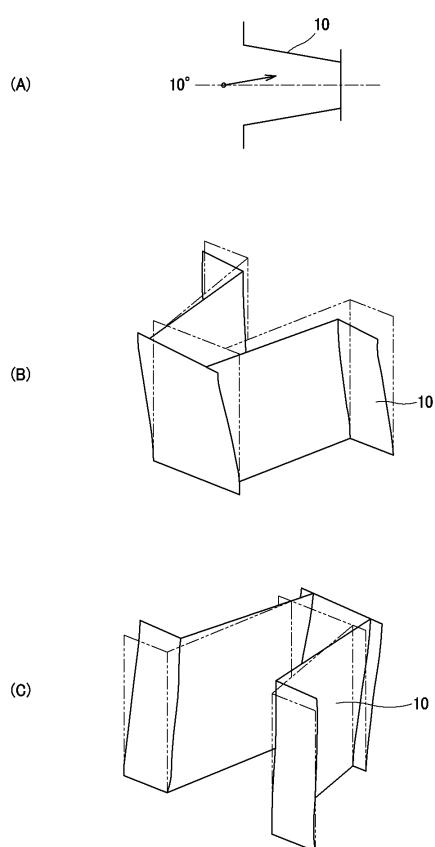
【図3】



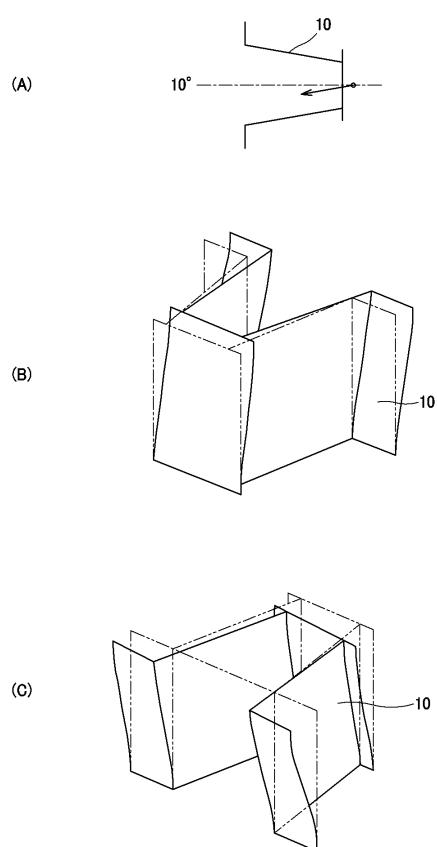
【図4】



【図5】



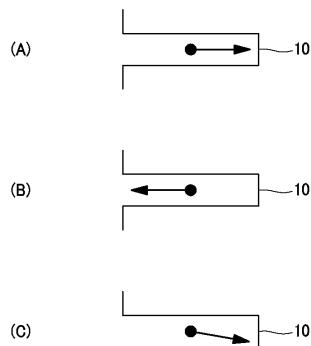
【図6】



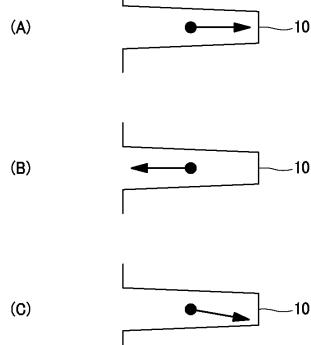
【図7】

ケース名	ウェブの角度(°)	強制変位を載荷する方向(°)	強制変位約60mm時		荷重最大時	
			強制変位(mm)	荷重(kN)	強制変位(mm)	荷重(kN)
実施例1	0.0	0	60.0	1106	-	-
実施例2		180	59.1	912	46.3	963
実施例3		10	59.4	541	19.9	644
実施例4	2.37	0	59.6	1099	-	-
実施例5		180	58.7	906	44.8	960
実施例6		10	59.9	552	20.8	658
実施例7	5.22	0	59.0	1087	-	-
実施例8		180	59.5	882	44.9	949
実施例9		10	59.9	567	22.1	669
実施例10	7.125	0	59.3	1080	-	-
実施例11		180	59.8	868	44	942
実施例12		10	60.0	580	22.3	674
実施例13	10.18	0	58.2	1063	-	-
実施例14		180	59.6	845	43.6	928
実施例15		10	60.0	584	23.1	677
実施例16	12.52	0	58.2	1046	-	-
実施例17		180	58.5	830	42.2	912
実施例18		10	59.9	591	23.8	678

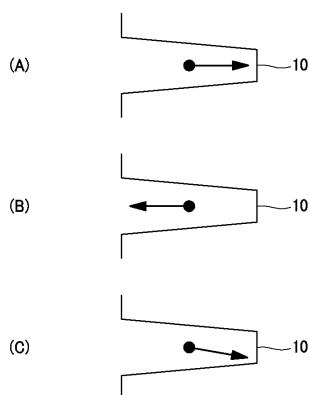
【図8】



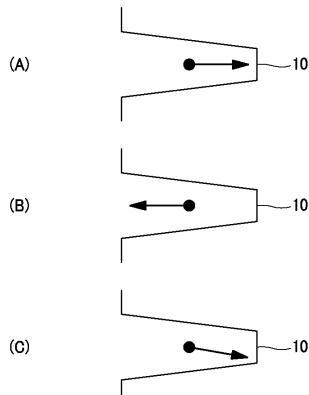
【図9】



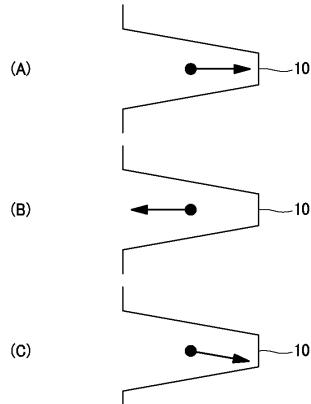
【図10】



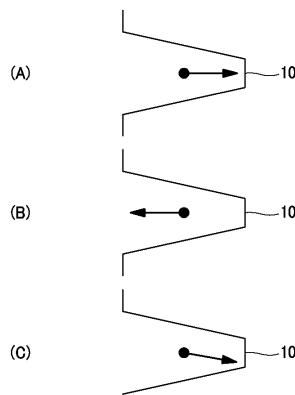
【図11】



【図12】



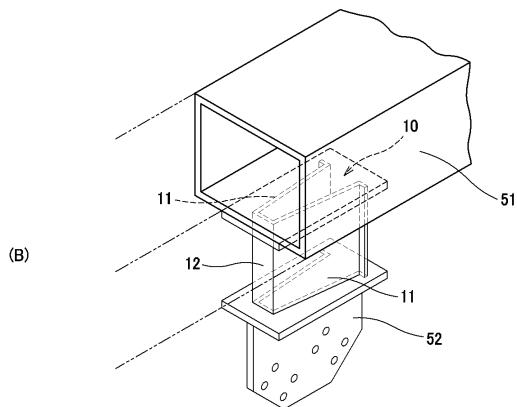
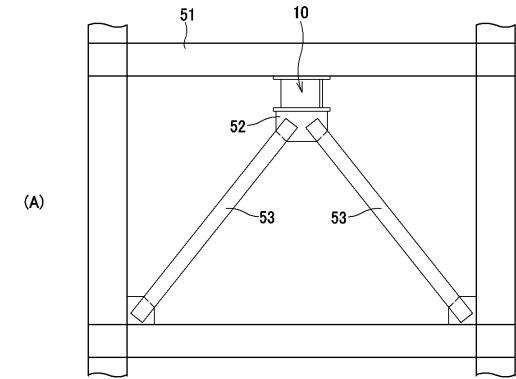
【図13】



【図14】

ケース名	載荷方向	強制変位約60mm時	
		強制変位 (mm)	荷重 (kN)
実施例20	正方向 0°	59.5	1546
実施例21	負方向 0°	60.0	1582
実施例22	正方向 5°	59.5	1546
実施例23	負方向 5°	60.0	1582
実施例24	正方向 10°	59.6	1435
実施例25	負方向 10°	59.6	1502
実施例26	正方向 15°	59.6	1435
実施例27	負方向 15°	59.6	1502

【図15】



フロントページの続き

(74)代理人 100150898

弁理士 祐成 篤哉

(72)発明者 倉田 幸宏

大阪府堺市堺区大浜西町3番地 株式会社IHIインフラシステム内

(72)発明者 早野 哲央

大阪府堺市堺区大浜西町3番地 株式会社IHIインフラシステム内

(72)発明者 岡田 誠司

大阪府堺市堺区大浜西町3番地 株式会社IHIインフラシステム内

(72)発明者 田中 裕紀

大阪府堺市堺区大浜西町3番地 株式会社IHIインフラシステム内

(72)発明者 道脇 裕

東京都西東京市住吉町3-10-25 Next Innovation合同会社内

審査官 石川 信也

(56)参考文献 特開2004-232324(JP,A)

特開2004-197324(JP,A)

特開2006-176996(JP,A)

特開2008-303533(JP,A)

特開2011-064028(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01D 1/00-24/00

E04H 9/02

F16F 7/12

F16F 15/02