

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-26808
(P2023-26808A)

(43)公開日 令和5年3月1日(2023.3.1)

(51)国際特許分類
E 0 4 H 9/02 (2006.01)

F I
E 0 4 H 9/02 3 3 1 Z

テーマコード(参考)
2 E 1 3 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-132177(P2021-132177)	(71)出願人	000002299 清水建設株式会社 東京都中央区京橋二丁目16番1号
(22)出願日	令和3年8月16日(2021.8.16)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
		(74)代理人	100161506 弁理士 川淵 健一
		(74)代理人	100161207 弁理士 西澤 和純
		(72)発明者	村瀬 充 東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内
		(72)発明者	小槻 祥江 東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

最終頁に続く

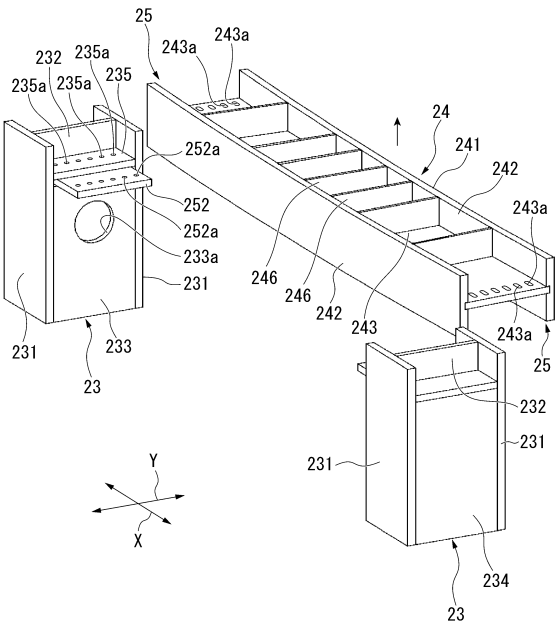
(54)【発明の名称】 移動規制装置

(57)【要約】

【課題】上部構造体が擁壁などに衝突して建物や擁壁が損傷することを抑制することができる移動規制装置を提供する。

【解決手段】移動規制装置は、第1束材と、一对の第2束材23と、緩衝部材と、変形部材24と、第2束材23と変形部材24とを接合するピン接合部25と、を備え、変形部材24は、下部構造体に対する上部構造体の相対的な移動量が所定量以上となった際に緩衝部材を介して第1束材及び第2束材23のいずれか一方に押圧され変形して運動エネルギーを吸収すると共に、移動量を免震層の限界変位以下に規制し、ピン接合部25は、第2束材23に固定され、ボルト孔252aが形成されたスプライスプレート252と、変形部材24に形成され、一对の第2束材23が対向する対向方向に長い長孔243aと、ボルト孔252a及び長孔243aに挿通され、ナットが締結されるボルトと、を備える。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

上部構造体と前記上部構造体の下方に配置された下部構造体との間の免震層に設置される移動規制装置であって、

前記上部構造体と連動して移動する第 1 束材と、

前記下部構造体と連動して移動し、互いに間隔を有して対向して配置された一对の第 2 束材と、

前記第 1 束材及び前記第 2 束材のいずれか一方に固定された緩衝部材と、

変形部材と、

前記第 2 束材と前記変形部材とを接合するピン接合部と、を備え、

前記変形部材は、前記下部構造体に対する前記上部構造体の相対的な移動量が所定量以上となった際に前記緩衝部材を介して前記第 1 束材及び前記第 2 束材のいずれか一方に押圧され変形して運動エネルギーを吸収すると共に、前記移動量を前記免震層の限界変位以下に規制し、

前記ピン接合部は、

前記第 2 束材に固定され、ボルト孔が形成されたスプライスプレートと、

前記変形部材に形成され、一对の前記第 2 束材が対向する対向方向に長い長孔と、

前記ボルト孔及び前記長孔に挿通され、ナットが締結されるボルトと、を備える移動規制装置。

【請求項 2】

前記変形部材は、

前記対向方向に延び、両端が前記第 2 束材に接合された長尺部材と、

前記長尺部材に前記対向方向に間隔を有して固定された複数のリブプレートと、を有する請求項 1 に記載の移動規制装置。

【請求項 3】

前記長尺部材は、ウェブの板面を鉛直方向に向けて配置された H 形鋼であり、

前記リブプレートは、板面を前記対向方向に向けて配置されている請求項 2 に記載の移動規制装置。

【請求項 4】

前記変形部材は、交換可能とされている請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の移動規制装置。

【請求項 5】

前記変形部材は、塑性変形して前記運動エネルギーを吸収する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の移動規制装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、移動規制装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

建物の基礎や、上部構造体と下部構造体とを有する建物の中間層には、地震時に大きく変形する免震層と呼ばれる支持構造が設けられる。免震層は、例えば積層ゴムやバネを用いて構成されている。免震層が設けられていることにより、地震時に免震層が大きく変形することで免震層より上部の建物応答が低減して建物の損傷が抑制される。建物の設計において、通常は想定される地震動に対する免震層の変形を算出して、必要なクリアランスを設定する。

【0003】

基礎に免震層が設けられた免震建物では、建物と、基礎側に設けられた擁壁との間に適切なクリアランスが確保され、建物が擁壁に衝突することが防止される。中間層に免震層が設けられた免震建物では、中間層においてエレベーターシャフトや設備の配管には適切

10

20

30

40

50

なクリアランスが確保される必要がある。

【 0 0 0 4 】

近年では想定を超える地震動に対するフェイルセーフ機構の必要性が高まってきている。とりわけ免震建物では、免震層が過大変形した際に擁壁との衝突や、免震装置が破断することを防止するための過大変形抑制機構が求められている。

【 0 0 0 5 】

免震層の過大変形を防止するため、例えば、特許文献 1 に記載されたフェイルセーフ機構に関する技術が知られている。このフェイルセーフ機構は、ダンパーに並列して固定された板状部材を備え、板状部材は、一端側が円形の孔にピン接合されており、他端側が長孔にピン接合されている。また、建物の擁壁衝突による建物への衝撃緩和のため、ゴムなどをを用いた衝突緩衝に関する技術も知られている（例えば、特許文献 2 から 4 参照）。 10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 9 - 1 6 3 6 7 8 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 4 - 7 7 2 2 9 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 5 - 1 8 3 4 9 5 号 公 報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 0 - 3 4 5 7 3 8 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】 20

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 に記載されたフェイルセーフ機構は、建物の制震用に設計されたダンパーとは別に設けられることが多く、過大な変形を抑制するための棒状部材が別途設けられるなど複雑な機構を有し、コストが増大する。また、特許文献 2 等に記載された技術のようにゴムなどをを用いた衝突緩衝材により過大変形を抑制するためには、非常に多くの台数が必要となると共に、建物規模が大きい場合は衝突緩衝材の配置が困難となる。さらに、この技術によれば、過大変形後に擁壁が降伏する虞があり、建物を継続的に使用することに支障をきたす虞がある。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、上部構造体が擁壁などに衝突して建物や擁壁が損傷することを抑制することができる移動規制装置を提供する。 30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を採用している。

すなわち、本発明に係る移動規制装置は、上部構造体と前記上部構造体の下方に配置された下部構造体との間の免震層に設置される移動規制装置であって、前記上部構造体と連動して移動する第 1 束材と、前記下部構造体と連動して移動し、互いに間隔を有して対向して配置された一対の第 2 束材と、前記第 1 束材及び前記第 2 束材のいずれか一方に固定された緩衝部材と、変形部材と、前記第 2 束材と前記変形部材とを接合するピン接合部と、を備え、前記変形部材は、前記下部構造体に対する前記上部構造体の相対的な移動量が所定量以上となった際に前記緩衝部材を介して前記第 1 束材及び前記第 2 束材のいずれか一方に押圧され変形して運動エネルギーを吸収すると共に、前記移動量を前記免震層の限界変位以下に規制し、前記ピン接合部は、前記第 2 束材に固定され、ボルト孔が形成されたスプライスプレートと、前記変形部材に形成され、一対の前記第 2 束材が対向する対向方向に長い長孔と、前記ボルト孔及び前記長孔に挿通され、ナットが締結されるボルトと、を備える。 40

【 0 0 1 0 】

このように構成された移動規制装置では、上部構造体と下部構造体との間の相対的な移動量が生じる際に、第 2 束材とピン接合部によって接合された変形部材が回転して、変形部材が移動量を免震層の限界変位以下に規制するため、過大な変形により免震装置が損傷 50

・破断すること及び上部構造体が擁壁などに衝突して建物や擁壁が損傷することを防止することができる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明に係る移動規制装置では、前記変形部材は、前記対向方向に延び、両端が前記第2束材に接合された長尺部材と、前記長尺部材に前記対向方向に間隔を有して固定された複数のリブプレートと、を有していてもよい。

【 0 0 1 2 】

このように構成された移動規制装置では、変形部材には、対向方向（長尺部材の延在方向）に間隔を有して複数のリブプレートが固定されている。よって、長尺部材の局部変形を抑制することができる。

10

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る移動規制装置では、前記長尺部材は、ウェブの板面を鉛直方向に向けて配置されたH形鋼であり、前記リブプレートは、板面を前記対向方向に向けて配置されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

このように構成された移動規制装置では、H形鋼のフランジの間にリブプレートを設ければ変形部材は形成されるため、変形部材を容易に製造することができる。

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る移動規制装置では、前記変形部材は、交換可能とされていてもよい。

20

【 0 0 1 6 】

このように構成された移動規制装置では、変形部材に残留変形が生じた際には、変形部材を交換することができる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る移動規制装置では、前記変形部材は、塑性変形して前記運動エネルギーを吸収してもよい。

【 0 0 1 8 】

このように構成された移動規制装置では、変形部材が撓んで塑性変形することにより、下部構造体との間の相対的な移動量が生じる際の運動エネルギーを吸収することができる。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明に係る移動規制装置によれば、上部構造体が擁壁などに衝突して建物や擁壁が損傷することを抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置が設置される建物を模式的に示した図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置を模式的に示した図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置の変形部材の交換方法を示す図である。

40

【 図 4 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置の変形部材の交換方法を示す図であり、図 3 の後工程を示す。

【 図 5 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置のピン接合部を示す図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置の回転追従機構を示し、(b) は (a) の拡大図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置の実験結果を示し、荷重とエネルギー吸収部材の変形との変形関係を示す。

【 図 8 】 本発明の一実施形態に係る移動規制装置の実験結果を示し、荷重とエネルギー吸収部材の端部回転量との変形関係を示す。

【 図 9 】 解析用の建物のモデルのデータを示す図である。

50

【図 1 0】解析における層間変形角と層番号との関係を示す図である。

【図 1 1】解析における加速度と層番号との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 1】

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る移動規制装置の実施形態について説明する。

【0 0 2 2】

図 1 に示されるように、建物 1 は、上部構造体 2 と、上部構造体 2 の下方に配置された下部構造体 3 と、移動規制装置（フェイルセーフストッパー）2 0 と、を備える。上部構造体 2 と下部構造体 3 との間には、免震層 1 0 が設けられている。免震層 1 0 は、下部構造体 3 に対して上部構造体 2 を移動自在に支持する。建物 1 は、例えば、基礎側に免震層 1 0 が設けられた免震建物である。建物 1 は、中間層に免震層 1 0 が設けられた免震建物であってもよい。

【0 0 2 3】

上部構造体 2 は、例えば、多層階を有する建築物である。下部構造体 3 は、建物 1 が基礎側に免震層 1 0 が設けられた免震建物である場合は、建物 1 の基礎と一体化した構造体である。下部構造体 3 は、建物 1 が中間層に免震層 1 0 が設けられた免震建物である場合は、多層階を有する建築物である。

【0 0 2 4】

免震層 1 0 には、例えば、弾性部材であるゴム板と鋼板が交互に積層された積層ゴムが設置されている。免震層 1 0 は、地震時に上部構造体 2 と下部構造体 3 との間に相対変位が生じた際に弾性変形し、下部構造体 3 の変位が上部構造体 2 に伝わりにくくするように構成されている。積層ゴムは、ゴム板の他、金属バネ等他の弾性部材が用いられていてもよい。

【0 0 2 5】

免震層 1 0 には、下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動量を規制するが移動規制装置 2 0 設置されている。免震層 1 0 と移動規制装置 2 0 とを合わせて免震構造 3 0 を構成する。

【0 0 2 6】

図 2 に示すように、移動規制装置 2 0 は、第 1 束材 2 1 と、緩衝部材 2 2 と、一对の第 2 束材 2 3 と、変形部材 2 4 と、ピン接合部 2 5 と、を備えている。ここで、間隔を有して対向して配置された一对の第 2 束材 2 3 の水平面に沿う対向する方向を X 方向（対向方向）とする。水平面に沿い X 方向と直交する方向を Y 方向とする。

【0 0 2 7】

第 1 束材 2 1 は、上部構造体 2（図 1 参照）の下部に設けられている。第 1 束材 2 1 は、上部構造体 2 の下部から下方に突出して形成されている。第 1 束材 2 1 は、例えば、上部構造体 2 の下部と一体に形成されている。第 1 束材 2 1 は、上部構造体 2 の下部と別体である場合は、十分な強度が確保されるように上部構造体 2 の下部に固定される。第 1 束材 2 1 は、上部構造体 2 と連動して移動する。

【0 0 2 8】

第 1 束材 2 1 は、例えば、H 形鋼により形成されている。第 1 束材 2 1 は、一对の第 1 フランジ 2 1 1 と、第 1 ウェブ 2 1 2 と、下部リブ 2 1 3 と、を有している。

【0 0 2 9】

第 1 フランジ 2 1 1 は、板状に形成されている。第 1 フランジ 2 1 1 の板面は、Y 方向を向いている。一对の第 1 フランジ 2 1 1 は、Y 方向に対向して配置されている。

【0 0 3 0】

第 1 ウェブ 2 1 2 は、一对の第 1 フランジ 2 1 1 どうしを連結している。第 1 ウェブ 2 1 2 は、板状に形成されている。第 1 ウェブ 2 1 2 の板面は、X 方向を向いている。

【0 0 3 1】

下部リブ 2 1 3 は、第 1 ウェブ 2 1 2 の下部において、第 1 ウェブ 2 1 2 の板面の両側に設けられている。下部リブ 2 1 3 は、一对の第 1 フランジ 2 1 1 を連結するように設け

10

20

30

40

50

られている。下部リブ 2 1 3 は、一对の第 1 フランジ 2 1 1 及び第 1 ウェブ 2 1 2 に溶接等により接合されている。下部リブ 2 1 3 は、板状に形成されている。下部リブ 2 1 3 は、平面視略矩形状に形成されている。下部リブ 2 1 3 の板面は、鉛直方向を向いている。下部リブ 2 1 3 は、鉛直方向に間隔を有して複数設けられている。本実施形態では、3 枚の下部リブ 2 1 3 が設けられている。

【 0 0 3 2 】

なお、第 1 束材 2 1 は、後述する変形部材 2 4 を挟んで Y 方向に対向する位置にもう一つ配置されていてもよい。

【 0 0 3 3 】

緩衝部材 2 2 は、第 1 束材 2 1 における変形部材 2 4 側を向く面に固定されている。本実施形態では、緩衝部材 2 2 は、第 1 束材 2 1 の第 1 フランジ 2 1 1 における変形部材 2 4 側を向く面 2 1 1 a に固定されている。緩衝部材 2 2 は、例えば、ゴム等の弾性部材により形成されている。

【 0 0 3 4 】

第 2 束材 2 3 は、下部構造体 3 (図 1 参照) の上部に設けられている。第 2 束材 2 3 は、下部構造体 3 の上部から上方に突出して形成されている。第 2 束材 2 3 は、下部構造体 3 の上部と一体に形成されている。第 2 束材 2 3 は、下部構造体 3 の上部と別体である場合は、十分な強度が確保されるように下部構造体 3 の上部に固定される。第 2 束材 2 3 は、下部構造体 3 と連動して移動する。

【 0 0 3 5 】

一对の第 2 束材 2 3 は、X 方向に間隔を有して配置されている。第 2 束材 2 3 は、例えば、H 形鋼により形成されている。第 2 束材 2 3 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 と、第 2 ウェブ 2 3 2 と、一对のカバープレート 2 3 3 , 2 3 4 と、を有している。

【 0 0 3 6 】

第 2 フランジ 2 3 1 は、板状に形成されている。第 2 フランジ 2 3 1 の板面は、Y 方向を向いている。一对の第 2 フランジ 2 3 1 は、Y 方向に対向して配置されている。

【 0 0 3 7 】

第 2 ウェブ 2 3 2 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 どうしを連結している。第 2 ウェブ 2 3 2 は、板状に形成されている。第 2 ウェブ 2 3 2 の板面は、X 方向を向いている。

【 0 0 3 8 】

カバープレート 2 3 3 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 の X 方向の中央側 (もう一方の第 2 束材 2 3 に近い側) の端部どうしを連結している。カバープレート 2 3 4 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 の X 方向の端部側 (もう一方の第 2 束材 2 3 側に遠い側) の端部どうしを連結している。カバープレート 2 3 3 , 2 3 4 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 に溶接等により接合されている。カバープレート 2 3 3 , 2 3 4 は、板状に形成されている。カバープレート 2 3 3 , 2 3 4 は、略矩形状に形成されている。カバープレート 2 3 3 , 2 3 4 の板面は、X 方向を向いている。カバープレート 2 3 3 , 2 3 4 は、第 2 束材 2 3 のねじれ応力及び斜め衝突時の梁軸力に抗することができる。カバープレート 2 3 3 には、板厚方向に貫通するハンドホール 2 3 3 a が形成されている。

【 0 0 3 9 】

図 3 に示すように、カバープレート 2 3 3 の上方には、取付プレート 2 3 5 が設けられている。取付プレート 2 3 5 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 を連結するように設けられている。取付プレート 2 3 5 は、一对の第 2 フランジ 2 3 1 及び第 2 ウェブ 2 3 2 に溶接等により接合されている。取付プレート 2 3 5 は、板状に形成されている。取付プレート 2 3 5 は、平面視略矩形状に形成されている。取付プレート 2 3 5 の板面は、鉛直方向を向いている。

【 0 0 4 0 】

取付プレート 2 3 5 には、板厚方向に貫通するボルト孔 2 3 5 a が複数形成されている。ボルト孔 2 3 5 a は、平面視略円形状をしている。ボルト孔 2 3 5 a の径は、挿通されるボルト 2 5 6 (図 2 参照) の径と対応している。複数のボルト孔 2 3 5 a は、Y 方向に

10

20

30

40

50

間隔を有して配置されている。

【 0 0 4 1 】

図 2 に示すように、変形部材 2 4 は、後述するピン接合部 2 5 によって第 2 束材 2 3 に接合されている。変形部材 2 4 は、長尺部材 2 4 1 と、複数のリブプレート 2 4 6 と、を有している。

【 0 0 4 2 】

長尺部材 2 4 1 は、例えば H 形鋼で形成されている。長尺部材 2 4 1 は、X 方向に長い形状をしている。長尺部材 2 4 1 は、一对のフランジ 2 4 2 と、ウェブ 2 4 3 と、を有している。

【 0 0 4 3 】

フランジ 2 4 2 は、板状に形成されている。フランジ 2 4 2 の板面は、Y 方向を向いている。一对のフランジ 2 4 2 は、Y 方向に対向して配置されている。

【 0 0 4 4 】

ウェブ 2 4 3 は、一对のフランジ 2 4 2 どうしを連結している。ウェブ 2 4 3 は、板状に形成されている。ウェブ 2 4 3 の板面は、鉛直方向を向いている。

【 0 0 4 5 】

リブプレート 2 4 6 は、ウェブ 2 4 3 の上面に設けられている。リブプレート 2 4 6 は、一对のフランジ 2 4 2 を連結するように設けられている。リブプレート 2 4 6 は、一对のフランジ 2 4 2 及びウェブ 2 4 3 に溶接等により接合されている。リブプレート 2 4 6 は、板状に形成されている。リブプレート 2 4 6 は、X 方向から見て略矩形状に形成されている。リブプレート 2 4 6 の板面は、X 方向を向いている。リブプレート 2 4 6 は、X 方向に間隔を有して複数設けられている。リブプレート 2 4 6 によって、変形部材 2 4 の局部変形が抑制されている。

【 0 0 4 6 】

ピン接合部 2 5 は、第 2 束材 2 3 と変形部材 2 4 とを接合している。ピン接合部 2 5 は、上側スプライスプレート 2 5 1 と、下側スプライスプレート 2 5 2 (図 4 参照) と、変形部材 2 4 のウェブ 2 4 3 に形成された長孔 (ルーズホール) 2 4 3 a (図 4 参照) と、ボルト 2 5 3 と、を有している。

【 0 0 4 7 】

図 3 に示すように、上側スプライスプレート 2 5 1 は、第 2 束材 2 3 の取付プレート 2 3 5 の上面と変形部材 2 4 のウェブ 2 4 3 の X 方向 (長さ方向) の端部の上面とにまたがって配置されている。

【 0 0 4 8 】

上側スプライスプレート 2 5 1 は、板状に形成されている。上側スプライスプレート 2 5 1 の板面は、鉛直方向を向いている。上側スプライスプレート 2 5 1 は、鉛直方向から見て矩形状に形成されている。

【 0 0 4 9 】

上側スプライスプレート 2 5 1 には、板厚方向に貫通する複数のボルト孔 2 5 1 a , 2 5 1 b が形成されている。ボルト孔 2 5 1 a は、Y 方向に間隔を有して複数形成されている。ボルト孔 2 5 1 b は、Y 方向に間隔を有して複数形成されている。複数のボルト孔 2 5 1 a の列と複数のボルト孔 2 5 1 b の列とは、X 方向に間隔を有して配置されている。ボルト孔 2 5 1 a の径は、後述するボルト 2 5 3 (図 5 参照) の径に対応した径となっている。ボルト孔 2 5 1 b の径は、後述するボルト 2 5 6 (図 2 参照) の径に対応した径となっている。

【 0 0 5 0 】

図 4 に示すように、下側スプライスプレート 2 5 2 は、第 2 束材 2 3 に接合されている。例えば、下側スプライスプレート 2 5 2 は、第 2 束材 2 3 の第 2 フランジ 2 3 1 やカバープレート 2 3 3 等に溶接等によって接合されている。下側スプライスプレート 2 5 2 は、上側スプライスプレート 2 5 1 と略同一の形状をしている。下側スプライスプレート 2 5 2 は、板状に形成されている。下側スプライスプレート 2 5 2 の板面は、鉛直方向を向

10

20

30

40

50

いている。下側スプライスプレート 2 5 2 は、鉛直方向から見て、略矩形状をしている。下側スプライスプレート 2 5 2 の一部は取付プレート 2 3 5 の下側に配置され、下側スプライスプレート 2 5 2 の残りの部分は第 2 束材 2 3 から X 方向の中央側に向かって突出している。

【 0 0 5 1 】

下側スプライスプレート 2 5 2 には、上側スプライスプレート 2 5 1 のボルト孔 2 5 1 a に対応する位置に、板厚方向に貫通する複数のボルト孔 2 5 2 a が形成されている。ボルト孔 2 5 2 a は、Y 方向に間隔を有して複数形成されている。下側スプライスプレート 2 5 2 には、上側スプライスプレート 2 5 1 のボルト孔 2 5 1 b に対応する位置に、板厚方向に貫通する複数のボルト孔（不図示）が形成されている。

10

【 0 0 5 2 】

ボルト 2 5 6（図 2 参照）は、上側スプライスプレート 2 5 1 のボルト孔 2 5 1 b、取付プレート 2 3 5 のボルト孔 2 3 5 a 及び下側スプライスプレート 2 5 2 のボルト孔（不図示）に挿通されて不図示のナットに締結されている。これによって、上側スプライスプレート 2 5 1 は、第 2 束材 2 3 の取付プレート 2 3 5 及び下側スプライスプレート 2 5 2 に固定されている。

【 0 0 5 3 】

変形部材 2 4 のウェブ 2 4 3 の X 方向（長さ方向）の両端部には、板厚方向に貫通する長孔 2 4 3 a が形成されている。長孔 2 4 3 a は、X 方向に長い長孔である。

【 0 0 5 4 】

20

ボルト 2 5 3（図 5 参照）は、下側スプライスプレート 2 5 2 の下側からボルト孔 2 5 2 a、変形部材 2 4 のウェブ 2 4 3 に形成された長孔 2 4 3 a 及び上側スプライスプレート 2 5 1 のボルト孔 2 5 1 a（図 3 参照）に挿通され、ナット 2 5 4 が締結されている（図 2 参照）。第 2 束材 2 3 と変形部材 2 4 との接合は、上側スプライスプレート 2 5 1 及び下側スプライスプレート 2 5 2 を介したダブルシア接合である。図 5 に示すように、変形部材 2 4 が第 2 束材 2 3 に対して回転変形することが可能である。

【 0 0 5 5 】

変形部材 2 4 が回転したときにボルト 2 5 3 が Y 方向へ干渉することを防ぐため、ボルト 2 5 3 は 1 列配置とし、ボルト 2 5 3 がすべりやすくなるよう本締めは行わず 1 次締めまでとする。

30

【 0 0 5 6 】

変形部材 2 4 は、下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動量が所定以上となった際に緩衝部材 2 2 を介して第 1 束材 2 1 に押圧される。変形部材 2 4 は、緩衝部材 2 2 を介して第 1 束材 2 1 に中央付近が押圧されて撓み、弾性変形の範囲を超えた場合に塑性変形する。変形部材 2 4 はピン接合部 2 5 によって第 2 束材 2 3 と接合されているため、変形部材 2 4 は大きな塑性変形が可能となる。変形部材 2 4 は、塑性変形する際に下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動により生じる運動エネルギーを吸収する。変形部材 2 4 は、変形時に第 1 束材 2 1 を受け止めて下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動量を免震層の限界変位以下に規制する。

【 0 0 5 7 】

40

限界変位とは、例えば、免震層 1 0 の積層ゴムが伸びきって破断する変位量である。限界変位は、例えば、数十センチメートル程度に設定されている。これにより、移動規制装置 2 0 は、下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動量が数十センチメートル以上の大変形が生じる際に下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動を規制し、免震層 1 0 が破壊されることを防止することができる。移動規制装置 2 0 は、変形部材 2 4 が直交する方向やその他の方向に更に設けられていてもよい。移動規制装置 2 0 は、複数個が設けられていてもよい。移動規制装置 2 0 は、中間層や基礎に免震層 1 0 が設けられている建物に後付けされてもよい。

【 0 0 5 8 】

次に、変形部材 2 4 の交換方法について説明する。

50

変形部材 2 4 は第 1 束材 2 1 との衝突時に塑性変形し、残留変形が生じる。残留変形が生じた変形部材 2 4 は、再度エネルギー吸収能力を確保するため交換する必要がある。

【 0 0 5 9 】

変形部材 2 4 を交換する際には、まず、図 3 に示すように、第 2 束材 2 3 と変形部材 2 4 とを接合するボルト 2 5 3 とナット 2 5 4 及びボルト 2 5 6 と不図示のナットを取り外し、上側スプライスプレート 2 5 1 を取り外す。

【 0 0 6 0 】

次に、図 4 に示すように、変形部材 2 4 を交換して、上側スプライスプレート 2 5 1 を取り付け。なお、上側スプライスプレート 2 5 1 の取り外し及び取り付けの際に、第 2 束材 2 3 のカバープレート 2 3 3 のハンドホール 2 3 3 a からボルト施工が可能となる。また、下側スプライスプレート 2 5 2 は第 2 束材 2 3 と接合されていて、交換時の変形部材 2 4 の自重受けとして活用する。

10

【 0 0 6 1 】

図 6 に、長孔とエネルギー吸収部材（以下、「変形部材」を「エネルギー吸収部材」と称することがある）の回転時のボルト 2 5 3 の位置の関係図を示す。ここで、最外端ボルト芯距離を D 、塑性率 μ は（エネルギー吸収部材の最大塑性変形量 / エネルギー吸収部材の弾性変形量）+ 1 とし、エネルギー吸収部材弾性変形時の端部回転量を θ と定義する。

【 0 0 6 2 】

両端ピン接合の場合、エネルギー吸収部材のヤング率を E とおき、断面 2 次モーメントを I とおき、中央集中荷重を P とし、スパンを L とすると、端部回転量 θ は次の式（ 1 ）

20

【 0 0 6 3 】

【数 1】

$$\theta = \frac{PL^2}{16EI} \quad \dots(1)$$

【 0 0 6 4 】

また、エネルギー吸収部材の全塑性モーメントを M_p とすると、 M_p は次の式（ 2 ）で

30

【 0 0 6 5 】

【数 2】

$$M_p = \frac{PL}{4} \quad \dots(2)$$

【 0 0 6 6 】

したがって、式（ 1 ）及び式（ 2 ）から、端部回転量 θ は次の式（ 3 ）に変形できる。

40

【 0 0 6 7 】

【数 3】

$$\theta = \frac{M_p L}{4EI} \quad \dots(3)$$

【 0 0 6 8 】

エネルギー吸収部材の中央の変形量はスパン L に対し微小であるため、エネルギー吸収部材の中央の変形量と端部回転角とが比例関係にあると仮定すると、エネルギー吸収部材

50

の最大塑性変形時の端部回転角 θ_p は次の式 (4) で表される。

【 0 0 6 9 】

【 数 4 】

$$\theta_p = \mu \theta \quad \dots (4)$$

【 0 0 7 0 】

図 6 のように、エネルギー吸収部材の最大塑性変形時の最外端ボルトの水平変位 δ_h は次の式 (5) で表され、鉛直変位 δ_v は次の式 (6) で表される。

【 0 0 7 1 】

【 数 5 】

$$\delta_h = \frac{D \tan \theta_p}{2} \quad \dots (5)$$

【 0 0 7 2 】

【 数 6 】

$$\delta_v = \frac{D \sin^2 \theta_p}{2} \quad \dots (6)$$

【 0 0 7 3 】

ルーズ孔 (以下、「長孔」を「ルーズ孔」と称することがある) の長さはボルトが δ_h 変形したときに干渉しないよう設定する。また、ボルト孔サイズは通常ボルト直径 + 2 mm となるため、 δ_v は 1 mm 以下であればルーズ直交方向 (Y 方向) も干渉を防ぐことができる。ルーズ直交方向も干渉を防ぐよう、幾何的に定まる塑性率 μ の最大値は次の式 (7) のようになる。

【 0 0 7 4 】

【 数 7 】

$$\mu \leq \frac{\arcsin \sqrt{2/D}}{\theta} \quad \dots (7)$$

【 0 0 7 5 】

例として、表 1 の条件の場合のルーズ孔長さを算出する。なお、この条件で構造実験を実施しており、その結果についても後述する。

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

【表 1】

エネルギー吸収部材断面	H-400x240x25x32
スパン L	2400mm
断面 2 次モーメント I	$6.00 \times 10^8 \text{mm}^4$
塑性断面係数 Z_p	$3.53 \times 10^6 \text{mm}^3$
曲げ降伏応力度 f_b	352N/mm^2
ヤング率 E	$2.03 \times 10^5 \text{N/mm}^2$
最外端ボルト芯距離 D	250mm
全塑性モーメント M_p	1242kNm
ルーズ孔直線部長さ $L_{\text{孔}}$	30mm

10

【0077】

式(3)より、端部回転量 $\theta = 0.0061$ が求まる。式(7)より、幾何的に定まる μ の最大値は 14.6 となる。

20

【0078】

式(5)より、 $\mu = 14.6$ のときの最外端ボルトの水平変位 δ_h は 11.3 mm となり、ルーズ孔直線部の必要長さは 2 倍の 22.6 mm となる。したがって、ルーズ孔直線部長さ $L_{\text{孔}}$ を 30 mm とした本条件では、ボルト可動量は問題ないと判断できる。

【0079】

次に、構造実験によりエネルギー吸収部材の塑性変形性能及び簡易ピン接合の回転変形量を確認する。実験条件は表 1 に表した通りで、エネルギー吸収部材の中央をジャッキで漸増載荷した。

【0080】

図 7 に、エネルギー吸収部材の中央変形量と荷重の関係を示す。図中、降伏荷重計算値は、式(2)で計算される P (中央集中荷重) の値である。ひずみ硬化の影響や、端部簡易ピン接合が完全ピンではなくある程度固定度を有していること等により、降伏荷重計算値より大きな荷重まで荷重が増加したのち降伏した。最大変形量は、101 mm となった。弾性変形量 $\delta = PL^3 / 48EI = 4.9 \text{ mm}$ であり、塑性率は約 20 まで確認できた。

30

【0081】

図 8 に、エネルギー吸収部材の端部回転量と荷重の関係を示す。最大端部回転量は 0.111 rad となった。幾何的に定まる最大端部回転量 $\mu\theta = 0.09$ を超過しているが、この原因はルーズ部のめり込み変形やボルトせん断変形の影響である。

【0082】

40

以上のように、構造実験によりエネルギー吸収部材の塑性変形量や簡易ピン接合の回転変形量が設計変形量や設計回転変形量を上回っており、所定のエネルギー吸収性能を有していることを確認した。

【0083】

次に、解析結果について説明する。

図 9 に示されるように、建物 1 の中間層に免震層 10 が設けられたモデルを例示する。建物 1 は、例えば、46 層に設定されている。免震層 10 は、建物 1 の 34 層と 35 層との間に設けられている。建物 1 の 1 次固有周期は X 方向が 6.85 秒、Y 方向が 6.77 秒である。

【0084】

50

建物 1 に入力される地震波は、例えば、告示波が神戸位相レベル 2 に設定されている。告示波とは、時刻歴計算に用いる模擬地震波である。告示波は、平成 12 年建設省告示第 1461 号に規定されている。告示波は、減衰定数 5 % の加速度応答スペクトル（告示スペクトル）が定められている。

【0085】

建物 1 は、先ず移動規制装置 20 がない状態において応答が解析される。建物 1 に入力される地震波は、移動規制装置 20 がない状態で中間層免震の最大変形が 75 cm となるよう 1.575 倍にスケーリングした波に設定されている。

【0086】

以下では、免震フェイルセーフストッパーが無い「ストッパーなし」モデル、本免震フェイルセーフストッパー（移動規制装置 20）を設置した「ストッパーあり」モデル及びストッパーを剛体（擁壁衝突をモデル化）とした「ストッパー剛」モデルの 3 種類に対し、地震動を入力したときの最大層間変形および最大加速度をそれぞれ示す。なお、ストッパーありモデルとストッパー剛モデルは、いずれも免震層最大変形を 700 mm となるよう設定した。

【0087】

図 10 及び図 11 より、ストッパー剛モデルでは免震層の衝突に伴い免震層に大きな加速度が生じ、免震層上部の層間変形角や加速度応答が増大している。一方、ストッパーありモデルは、ストッパーなしモデルより免震層上部の層間変形角や加速度応答がわずかに増加しているものの、ストッパー剛モデルに比べると増加量は小さい。したがって、衝突緩衝ゴムおよびエネルギー吸収部材の効果で衝突荷重が小さくなり、効果的に免震フェイルセーフストッパーとしての効果を発揮している。

【0088】

このように構成された移動規制装置 20 では、上部構造体 2 と下部構造体 3 との間の相対的な移動量が生じる際に、第 2 束材 23 とピン接合部 25 によって接合された変形部材 24 が回転して、変形部材 24 が移動量を免震層 10 の限界変位以下に規制するため、過大な変形により免震装置が損傷・破断すること及び上部構造体 2 が擁壁などに衝突して建物 1 や擁壁が損傷することを防止することができる。

【0089】

また、変形部材 24 には、X 方向に間隔を有して複数のリブプレート 246 が固定されている。よって、長尺部材 241 の局部変形を抑制することができる。

【0090】

また、H 形鋼のフランジ 242 の間にリブプレート 246 を設ければ変形部材 24 は形成されるため、変形部材 24 を容易に製造することができる。

【0091】

また、免震フェイルセーフストッパーとして効果を発揮した後に変形部材 24 に残留変形が生じた際には、変形部材 24 を交換することができる。

【0092】

また、変形部材 24 が撓んで塑性変形することにより、下部構造体 3 との間の相対的な移動量が生じる際の運動エネルギーを吸収することができる。

【0093】

また、変形部材 24 の端部を簡易なピン接合部 25 で第 2 束材 23 と接合することで、クレビスやピンなどを使用せず安価で大きな回転変形能力を確保できる。

【0094】

また、ストッパーが剛体（擁壁衝突時を想定）である場合よりも、免震層 10 の上部の層間変形応答や加速度応答の増大を防ぐことが可能である。

【0095】

なお、上述した実施の形態において示した組立手順、あるいは各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

例えば、変形部材 2 4 は、第 2 束材 2 3 ではなく、第 1 束材 2 1 側に取り付けられていてもよい。この場合、緩衝部材 2 2 は、第 2 束材 2 3 に設けられていてもよい。即ち、緩衝部材 2 2 は第 1 束材 2 1 及び第 2 束材 2 3 のいずれか一方に固定され、変形部材 2 4 は緩衝部材 2 2 が固定されていない第 1 束材 2 1 及び第 2 束材 2 3 の他方に固定されていればよい。変形部材 2 4 は、下部構造体 3 に対する上部構造体 2 の相対的な移動量が所定量以上となった際に緩衝部材 2 2 を介して第 1 束材 2 1 又は第 2 束材 2 3 のいずれか一方に押圧され変形して運動エネルギーを吸収すると共に、移動量を免震層 1 0 の限界変位以下に規制するように構成されていればよい。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 9 7 】

2 上部構造体

3 下部構造体

1 0 免震層

2 0 移動規制装置

2 1 第 1 束材

2 2 緩衝部材

2 3 第 2 束材

2 4 変形部材

2 5 ピン接合部

20

2 4 1 長尺部材

2 4 2 フランジ

2 4 3 ウェブ

2 4 3 a 長孔

2 4 6 リブプレート

2 5 1 上側スプライスプレート（スプライスプレート）

2 5 2 下側スプライスプレート（スプライスプレート）

2 5 3 ボルト

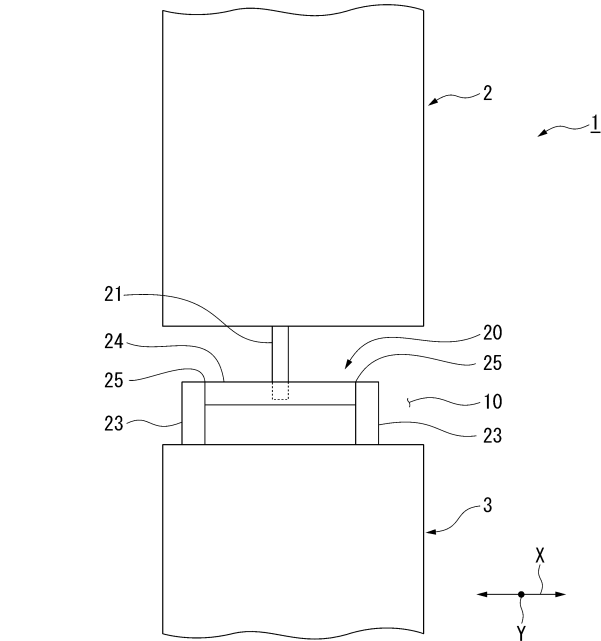
2 5 4 ナット

30

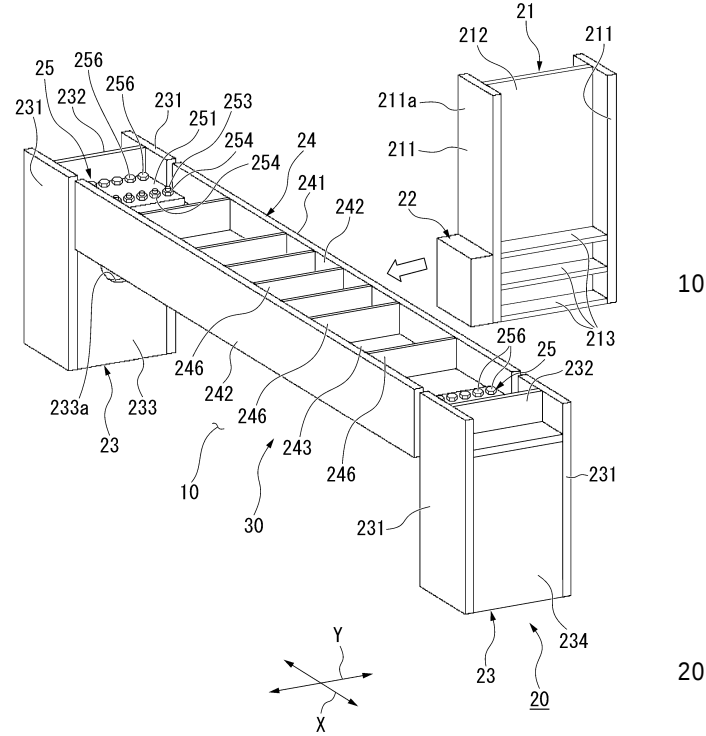
40

50

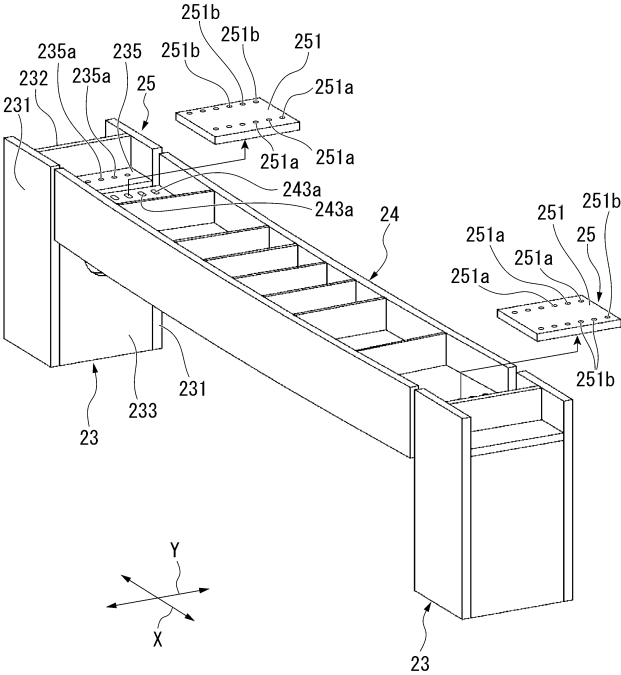
【図面】
【図 1】



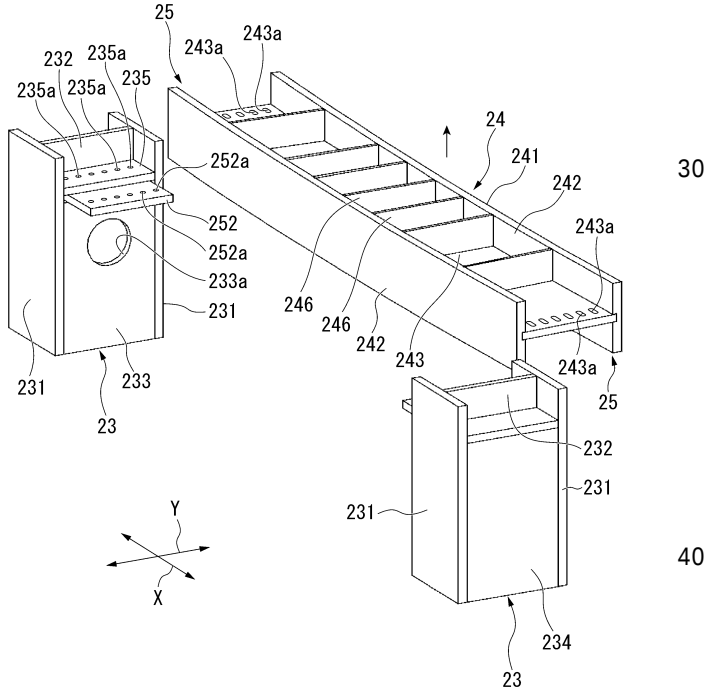
【図 2】



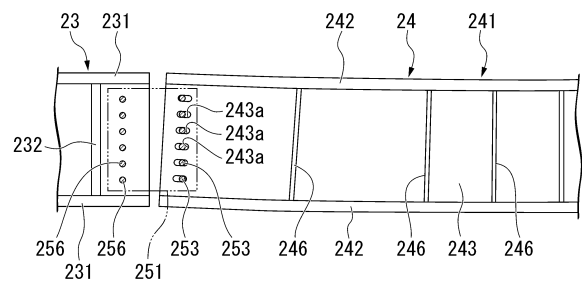
【図 3】



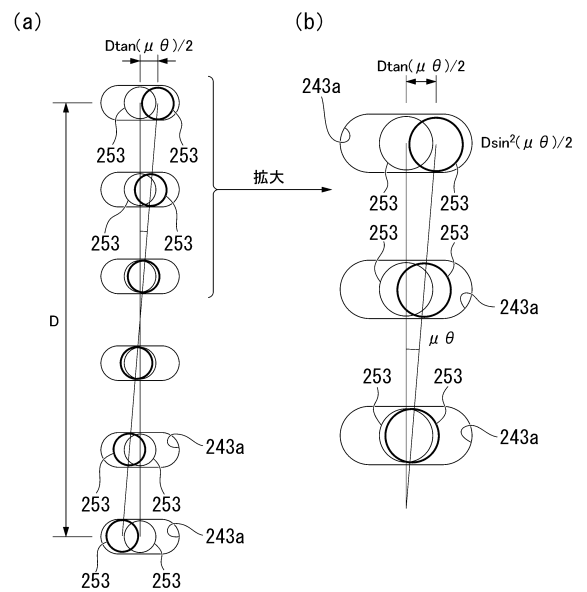
【図 4】



【図 5】

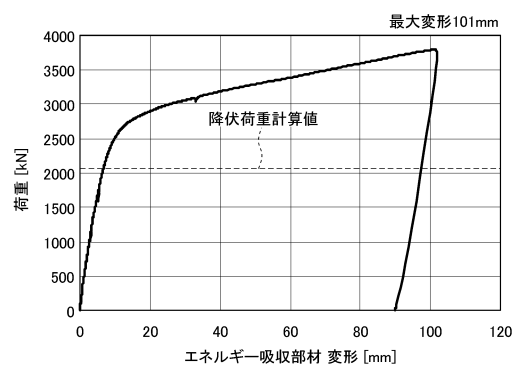


【図 6】

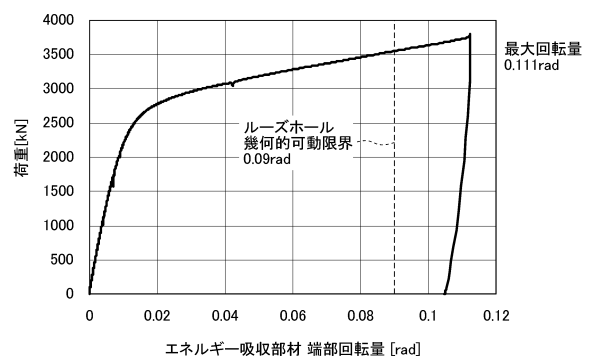


10

【図 7】



【図 8】



20

30

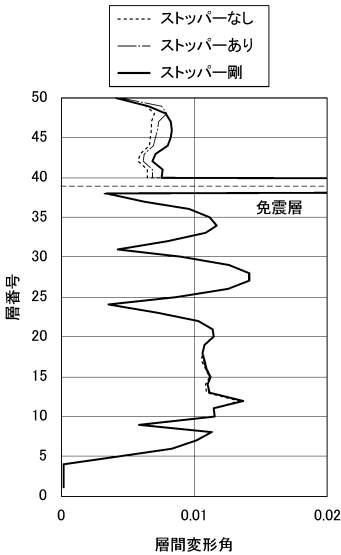
40

50

【 図 9 】

層	質量 [kg]	X方向ばね [N/m]	Y方向ばね [N/m]	Z軸回転ばね [Nm/rad]
46	390735	5.41.E+07	4.64.E+07	3.50.E+11
45	934366	1.82.E+08	1.82.E+08	3.50.E+11
44	1932689	4.81.E+08	4.25.E+08	3.54.E+11
43	4098219	9.88.E+08	6.89.E+08	4.27.E+11
42	3004961	2.15.E+09	1.48.E+09	2.97.E+12
41	2791106	2.55.E+09	1.79.E+09	3.02.E+12
40	2791106	2.99.E+09	2.10.E+09	3.25.E+12
39	2872051	3.36.E+09	2.38.E+09	3.34.E+12
38	2886042	3.34.E+09	2.37.E+09	3.19.E+12
37	3120882	2.44.E+09	1.76.E+09	4.74.E+12
36	3443663	2.33.E+09	1.64.E+09	1.35.E+12
35	7007245	7.93.E+07	7.93.E+07	4.64.E+10
34	3570577	6.57.E+09	1.10.E+10	1.57.E+13
33	9336664	2.53.E+09	3.22.E+09	6.87.E+12
32	4283094	2.20.E+09	2.47.E+09	2.78.E+12
31	4285092	2.14.E+09	2.33.E+09	2.49.E+12
30	4244120	2.20.E+09	2.43.E+09	2.47.E+12
29	4244120	2.40.E+09	2.80.E+09	2.68.E+12
28	4243121	3.01.E+09	4.31.E+09	3.57.E+12
27	6344695	3.19.E+09	7.89.E+09	5.38.E+12
26	8012563	3.30.E+09	4.62.E+09	3.84.E+12
25	4710803	2.76.E+09	3.21.E+09	5.04.E+12
24	4709804	2.66.E+09	2.94.E+09	3.81.E+12
23	4709804	2.69.E+09	2.99.E+09	3.50.E+12
22	4709804	2.88.E+09	3.39.E+09	3.69.E+12
21	4677826	3.53.E+09	5.17.E+09	4.27.E+12
20	6924301	3.49.E+09	1.03.E+10	6.57.E+12
19	8748064	4.54.E+09	6.38.E+09	6.02.E+12
18	5162497	4.04.E+09	4.43.E+09	4.84.E+12
17	5168493	3.97.E+09	3.99.E+09	4.39.E+12
16	5196474	3.99.E+09	3.88.E+09	4.28.E+12
15	5224455	4.03.E+09	3.85.E+09	4.23.E+12
14	5224455	4.06.E+09	3.84.E+09	4.22.E+12
13	5224455	4.06.E+09	3.82.E+09	4.22.E+12
12	5206467	4.09.E+09	3.83.E+09	4.23.E+12
11	5207466	4.13.E+09	3.83.E+09	4.27.E+12
10	5237446	4.22.E+09	3.89.E+09	4.32.E+12
9	5267426	4.27.E+09	3.91.E+09	4.37.E+12
8	5248439	4.27.E+09	3.94.E+09	4.45.E+12
7	5322388	3.72.E+09	3.52.E+09	4.35.E+12
6	8640137	3.23.E+09	3.16.E+09	2.81.E+12
5	12534490	3.91.E+09	3.70.E+09	1.18.E+13
4	8998894	4.26.E+09	3.77.E+09	4.95.E+12
3	12276670	2.84.E+09	2.31.E+09	4.01.E+12
2	6341697	4.77.E+09	4.30.E+09	6.69.E+12
1	9359649	9.81.E+09	1.01.E+10	2.32.E+13

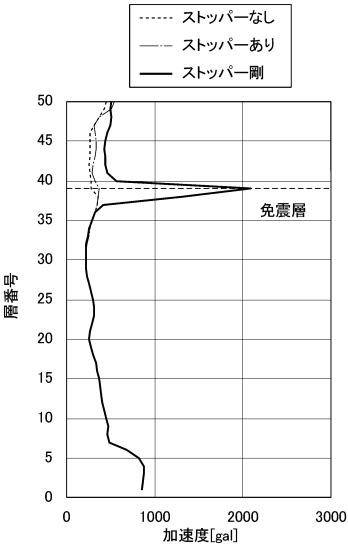
【 図 1 0 】



10

20

【 図 1 1 】



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 杉本 浩一

東京都中央区京橋二丁目 1 6 番 1 号 清水建設株式会社内

(72)発明者 北村 佳久

東京都中央区京橋二丁目 1 6 番 1 号 清水建設株式会社内

F ターム (参考) 2E139 AA01 AB14 BA06 BC08 BD34 BD35 CA02 CA07 CB04 CC02