

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-202909

(P2012-202909A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl.
G01M 7/02 (2006.01)F1
G01M 7/00

テーマコード (参考)

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-69602 (P2011-69602)
(22) 出願日 平成23年3月28日 (2011. 3. 28)(71) 出願人 000206211
大成建設株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
(74) 代理人 100096862
弁理士 清水 千春
(72) 発明者 日比野 浩
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
(72) 発明者 長島 一郎
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
(72) 発明者 欄木 龍大
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内

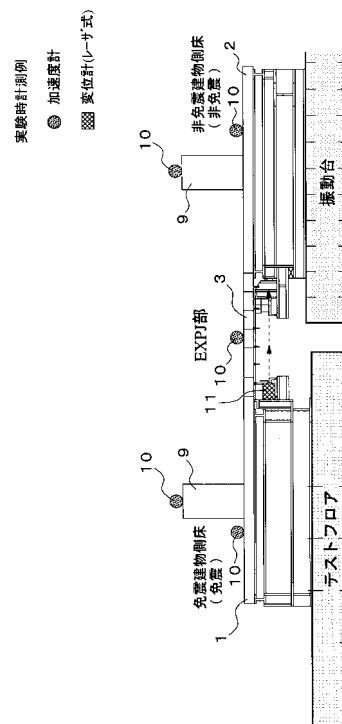
(54) 【発明の名称】 2棟の建物の連結部に対する加振実験方法

(57) 【要約】

【課題】 1台の振動台で、非免震建物側の応答加速度を擬似的に再現する加振実験と併せて、地震時に免震建物と非免震建物との間に介装された連結部に作用する応答変位を評価して、その設計の妥当性を検証することが可能になる2棟の建物の連結部に対する加振実験方法を提供する。

【解決手段】 予め想定される地震に対する免震建物および非免震建物の変位応答波形をシミュレーションによって求めて、免震建物および非免震建物の相対変位応答波形を算出し、次いで、連結部を間に介して当該連結部の非免震建物との連結部分2を振動台に固定するとともに、当該連結部の免震建物との連結部分1を固定台に固定して、振動台を、上記相対変位応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより連結部の応答を検証する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

免震建物と非免震建物との間に伸縮自在に設けられた連結部の地震時における挙動を検証するための加振実験方法であって、

予め想定される地震に対する上記免震建物および非免震建物の変位応答波形をシミュレーションによって求めて、上記免震建物および非免震建物の相対変位応答波形を算出し、

次いで、上記連結部を間に介して当該連結部の上記非免震建物との連結部分を振動台に固定するとともに、当該連結部の上記免震建物との連結部分を固定台に固定して、上記振動台を、上記相対変位応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより上記連結部の応答を検証することを特徴とする 2 棟の建物の連結部に対する加振実験方法。

10

【請求項 2】

免震建物と非免震建物との間に伸縮自在に設けられた連結部の地震時における挙動を検証するための加振実験方法であって、

予め想定される地震に対する上記免震建物および非免震建物の加速度応答波形をシミュレーションによって求めて、上記免震建物および非免震建物の相対加速度応答波形を算出し、

次いで、上記連結部を間に介して当該連結部の上記非免震建物との連結部分を振動台に固定するとともに、当該連結部の上記免震建物との連結部分を固定台に固定して、上記振動台を、上記相対加速度応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより上記連結部の応答を検証することを特徴とする 2 棟の建物の連結部に対する加振実験方法。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一端部が免震建物に連結されるとともに他端部が非免震建物に連結されることにより、これら免震建物と非免震建物との間に伸縮自在に設けられた連結部の地震時における挙動を検証するための加振実験方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

基礎に固定された非免震建物と免震装置が介装された免震建物とが隣接して建設されるとともに、これら建物間に連続した床を形成する場合がある。このような場合に、地震発生時には、上記免震建物と非免震建物との間に数十 cm の相対変位が生じることから、これら免震建物と非免震建物との間の連結部は、伸縮自在の支持部材（エキスパンション・ジョイント）によって連結し、当該支持部材の上面に、床材を載置することになる。

30

【0003】

図 7 および図 8 は、本発明者等が先に試作したこの種の連結部における床構造を示すものである。

これらの図において、図中符号 1 が基礎との間に免震装置が介装された免震建物における床スラブであり、符号 2 が基礎に固定された非免震建物における床スラブである。これら床スラブ 1、2 上には、各々床材となるタイルカーペット 1 a、2 a が貼着されて敷設されており、これら床スラブ 1、2 間に、地震時に床スラブ 1、2 間に生じる相対変位に追従可能な連結部材 3 が設けられている。

40

【0004】

この連結部材 3 は、図 7 に示すように、床スラブ 1、2 間に、その接離方向に等間隔において複数本（図では 5 本）の根太 4 が、隣接する根太 4、4 間において平行四辺形を形成する複数本の斜材 5 によってパンタグラフ状にピン連結されたエキスパンションジョイントによって構成されている。

【0005】

さらに、図 8 に示すように、各々の根太 4 の上面には、隣接する根太 4 の上面側へと延出する金属板 6 が固定されており、隣接する金属板 6 は、互いの板面の一部を上記相対変位方向に重複させて設けられている。そして、これら金属板 6 上にウレタンフォーム製シ

50

ート7が載置されている。このウレタンフォーム製シート7は、一端部7aが貼着されるとともに他端部7bが自由端とされており、当該ウレタンフォーム製シート7上に、上記タイルカーペット1a、2aと同様のタイルカーペット8がこれらと連続するように載置されている。

【0006】

上記構成からなる連結部の床構造は、地震発生時に生じる免震建物と非免震建物との床スラブ1、2間の相対変位を、連結部材3の伸縮によって吸収するとともに、当該連結部材3の上面とウレタンフォーム製シート7の自由端側との間に滑りを生じさせることにより、地震終了後に当該ウレタンフォーム製シート7およびこれに載置されているタイルカーペット8を元位置に復帰させようとするものである。

10

【0007】

ところで、地震時における免震建物と非免震建物との応答変位および応答加速度は、互いに大きく異なるために、上記連結部材3の挙動は、これら免震建物および非免震建物の応答変位や応答加速度の影響を受けることになる。

【0008】

このため、地震時に、例えば上記連結部材3上のウレタンフォーム製シート7やタイルカーペット8が所定の挙動を実現可能か否か、あるいは特に上記連結部材3のタイルカーペット8上に、ロッカーや本棚等の什器類9を設置する要請がある場合には、想定される地震時に、これら什器類9がどのような挙動をするか、具体的には転倒等を生じて避難の妨げ等になるか否か等を事前に確認しておく必要がある。

20

【0009】

一方、一般的に、建物の耐震実験や免震構造の性能実験等の地震に対する建物の応答を実験的に確かめる場合には、油圧シリンダによって地盤に対して移動自在に設けられた振動台上に上記建物を模した構造物を載置し、上記油圧シリンダに過去の大地震時に取得した変位および加速度に基づいて制御用の応答波形を入力することにより、実際に上記構造物に大地震時の振動を与える加振実験が実施されている。

【0010】

ところが、このような加振実験によって、上述した地震時における応答が異なる免震建物と非免震建物とを連結する連結部材の挙動を確認するには、2台の振動台を用意して、一方の振動台に免震建物における推定応答波形を入力し、他方の振動台に非免震建物における推定応答波形を入力する必要がある。このため、実験設備として規模が極めて大きなものになり、導入コストや施設維持コストの観点から現実的ではない。

30

【0011】

そこで、連結部材が設置される階が低層部の場合に、非免震建物の当該階の基礎部に対する相対変形は、さほど大きくないために、免震建物における免震層の基礎部に対する相対変形をシミュレーション等により求め、免震建物を振動台上に載置するとともに、非免震建物を地盤上に固定して、上記振動台に上記相対変形の波形を入力することにより、地震時における上記連結部材の応答変位については検証することが可能にある。

【0012】

しかしながら、1台の振動台を用いた上記加振実験においては、固定されている非免震建物側から連結部材に対して、実際の地震時には当該非免震建物において生じる応答加速度が作用しないために、上記連結部材に作用する応答加速度を正しく検証することはできないという欠点がある。

40

【0013】

このように、従来の振動台を用いた加振実験方法にあつては、1台の振動台によって、地震時に免震建物と非免震建物との間に介装されたエキスパンション等からなる連結部材に作用する応答変位および応答加速度を評価することが難しく、その開発が望まれている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、1台の振動台によって、非免震建物側の応答加速度を擬似的に再現する加振実験と併せて、地震時に免震建物と非免震建物との間に介装された連結部材に作用する応答変位および応答加速度を評価して、その設計の妥当性を検証することが可能になる2棟の建物の連結部材に対する加振実験方法を提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、免震建物と非免震建物との間に伸縮自在に設けられた連結部の地震時における挙動を検証するための加振実験方法であって、予め想定される地震に対する上記免震建物および非免震建物の変位応答波形をシミュレーションによって求めて、上記免震建物および非免震建物の相対変位応答波形を算出し、次いで、上記連結部を間に介して当該連結部の上記非免震建物との連結部分を振動台に固定するとともに、当該連結部の上記免震建物との連結部分を固定台に固定して、上記振動台を、上記相対変位応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより上記連結部の応答を検証することを特徴とするものである。

10

【 0 0 1 6 】

また、請求項2に記載の発明は、免震建物と非免震建物との間に伸縮自在に設けられた連結部の地震時における挙動を検証するための加振実験方法であって、予め想定される地震に対する上記免震建物および非免震建物の加速度応答波形をシミュレーションによって求めて、上記免震建物および非免震建物の相対加速度応答波形を算出し、次いで、上記連結部を間に介して当該連結部の上記非免震建物との連結部分を振動台に固定するとともに、当該連結部の上記免震建物との連結部分を固定台に固定して、上記振動台を、上記相対加速度応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより上記連結部の応答を検証することを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

請求項1または2に記載の発明においては、振動台側を非免震建物側と想定して、振動台上に非免震建物側の連結部分を設置するとともに、地震時に免震層を介して地盤からの振動が緩和される免震建物側の連結部分を地盤上の固定台に固定して、上記振動台に予めシミュレーションによって求めた想定される地震時の相対変位応答波形または相対加速度応答波形を加振波として入力しているために、連結部に対しては、免震建物および非免震建物の相対的な応答変位または応答加速度を考慮した高い精度による検証を行うことができる。

30

【 0 0 1 8 】

また、一般に非免震建物側の応答加速度は、500Gal以上が想定されるのに対して、免震建物側の応答加速度は、100Gal程度と相対的に小さいために、請求項2に記載の発明のように、シミュレーションによって免震建物および非免震建物の加速度応答波形も求めて、上記振動台を、上記相対加速度応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより、概ね実際の地震時における応答を再現することができる。この結果、上記非免震建物の連結部分が設置された振動台を、上記相対応答加速度波形を加振波とし駆動することにより、非免震建物側に対しても、擬似的な振動実験を行うことができる。

40

【 0 0 1 9 】

したがって、請求項1または2に記載の発明によれば、1台の振動台によって、免震建物および非免震建物間に介装される連結部に対する実際の地震を模した精緻な加振実験と、非免震建物側に対する模擬的な振動実験とを同時に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図1】本発明に係る2棟の建物の連結部に対する加振実験方法の実施状況を模式的に示す縦断面図である。

50

【図 2】図 1 の平面図である。

【図 3】予め 2 0 0 7 年新潟県中越沖地震についてシミュレーションによって求めた免震建物および非免震建物の最大加速度および最大変位、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度および相対変位を示す図表である。

【図 4】図 3 の非免震建物の加速度応答波形、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度応答波形および相対変位応答波形を示すグラフである。

【図 5】予め 2 0 0 4 年新潟県中越地震についてシミュレーションによって求めた免震建物および非免震建物の最大加速度および最大変位、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度および相対変位を示す図表である。

【図 6】図 5 の非免震建物の加速度応答波形、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度応答波形および相対変位応答波形を示すグラフである。

【図 7】免震建物と非免震建物との連結部における連結部材の一例を示す斜視図である。

【図 8】図 7 の連結部材上に金属板、シートおよびタイルを設けた連結部の構成を示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面に基づいて、本発明に係る 2 棟の建物の連結部に対する加振実験方法の一実施形態について説明する。なお、本実施形態に試験体として用いた免震建物および非免震建物の連結部は、図 7 および図 8 に示したものと同一の構成であるために、同一符号を用いてその構成の説明を簡略化する。

【0022】

この加振実験方法においては、事前に、過去の地震データに基づいて、想定される地震に対する免震建物および非免震建物の変位応答波形または加速度応答波形をシミュレーションによって求める。そして、これらの個々の変位応答波形または加速度応答波形から、その差分となる上記免震建物および非免震建物の相対変位応答波形または相対加速度応答波形を算出する。

【0023】

例えば、図 3 は、2 0 0 7 年新潟県中越沖地震の地震データに基づいて、シミュレーションによって求めた免震建物および非免震建物の最大加速度および最大変位、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度および相対変位を示すものである。また、図 4 は、非免震建物の加速度応答波形、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度応答波形および相対変位応答波形を示すものである。

【0024】

さらに、図 5 は、2 0 0 4 年新潟県中越地震の地震データに基づいて、シミュレーションによって求めた免震建物および非免震建物の最大加速度および最大変位、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度および相対変位を示すものである。また、図 6 は、非免震建物の加速度応答波形、並びに上記免震建物および非免震建物の相対加速度応答波形および相対変位応答波形を示すものである。

【0025】

そして次に、図 1 および図 2 に示すように、連結部材 3 を用いた連結部（E X P J 部）を間に介して、この連結部と連結される非免震建物側の床スラブ（連結部分）2 を振動台に固定するとともに、上記連結部と連結される免震建物側の床スラブ（連結部分）1 を、実験設備の床上に固定されたテストフロア（固定台）に固定する。

【0026】

そして、床スラブ 1、2 および連結部材 3 上、ならびに床スラブ 1、2 上に載置した什器類 9 上に、各々の箇所の加速度を計測するための加速度計 10 を設置するとともに、床スラブ 1 に、対向する床スラブ 2 との間隔を計測するレーザ式の変位計 11 を設置する。

【0027】

このようにして、試験体および計測計の設置が完了した後に、上記振動台を、予め求めた上記相対変位応答波形または上記相対加速度応答波形を加振波として駆動する加振実験

10

20

30

40

50

を行う。そして、上記加速度計 10 および変位計 11 によって得られたデータによって、上記連結部における変位および加速度の応答を検証する。

【0028】

以上の構成からなる加振実験方法においては、振動台側を非免震建物側と想定して、当該振動台上に連結部と連結される非免震建物側の床スラブ2を設置し、他方地盤上に固定されたテストフロアに上記連結部と連結される免震建物側の床スラブ1を設置して、上記振動台に予めシミュレーションによって求めた、想定される地震時の相対応答波形または相対加速度応答波形を加振波として入力しているために、1台の振動台によって、免震建物および非免震建物間に介装される連結部に対する実際の地震を模した精緻な加振実験と、非免震建物側に対する模擬的な振動実験を同時に行うことができる。

10

【0029】

すなわち、地震に対する連結部が設けられた免震建物および非免震建物の階の応答を、各々1質点系で考察すると、地震時の地盤の変位を x_0 、地盤に対する免震建物の上記階における相対変位を x_1 、同じく地盤に対する非免震建物の上記階における相対変位を x_2 、とすると、免震建物の絶対変位 $X_1 = x_1 + x_0$ 、非免震建物の絶対変位 $X_2 = x_2 + x_0$ になる。

【0030】

そして、連結部（EXPJ部）における相対変位 X を解析によって求めれば、上記相対変位 $X = X_2 - X_1 = (x_2 + x_0) - (x_1 + x_0) = x_2 - x_1$ になる。

また、免震建物の上記階における応答加速度が α_1 、非免震建物の上記階における応答加速度が α_2 であれば、連結部（EXPJ部）の相対加速度 $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ である。

20

【0031】

したがって、連結部に対しては、免震建物および非免震建物の相対的な応答変位または応答加速度を考慮した高い精度による検証を行うことができる。

【0032】

また、本来、非免震建物における応答加速度は α_2 であるが、上述したように、非免震建物側の応答加速度 α_2 は、500Gal以上が想定されるのに対して、免震建物側の応答加速度 α_1 は、100Gal程度と相対的に小さいために、上記振動台を、上記相対加速度 $(\alpha_2 - \alpha_1)$ の応答波形を加振波として駆動して加振実験を行っても、概ね実際の地震時における応答を再現することができる。

30

【0033】

この結果、上記非免震建物の連結部分が設置された振動台を、上記相対応答加速度波形を加振波とし駆動することにより、非免震建物側に対しても、擬似的な振動実験を行うことができる。

【0034】

なお、図3～図6に示した2007年新潟県中越沖地震の地震データおよび2004年新潟県中越地震の地震データに基づいて、本発明者等が行った解析結果によれば、相対変位 $(x_2 - x_1)$ の応答波形における卓越周期が、3～5秒程度の長周期側であって、かつ非免震建物の上記階が低層部であって、応答加速度 α_2 の周期が1秒程度までの短周期側にある場合に、上記相対変位応答波形を加振波として駆動して加振実験を行うことにより、連結部における相対変位と非免震建物側の加速度の再現を、同時に高い精度で再現し得ることが判明している。

40

【0035】

以上のように、上記構成からなる免震建物および非免震建物の2棟の建物の連結部に対する加振実験方法によれば、1台の振動台で、非免震建物側の応答加速度を擬似的に再現する加振実験と併せて、地震時に免震建物と非免震建物との間に介装された連結部に作用する応答変位を評価して、その設計の妥当性を検証することが可能になる。

【産業上の利用可能性】

【0036】

免震建物と非免震建物との間に伸縮自在に設けられた連結部の地震時における挙動を検

50

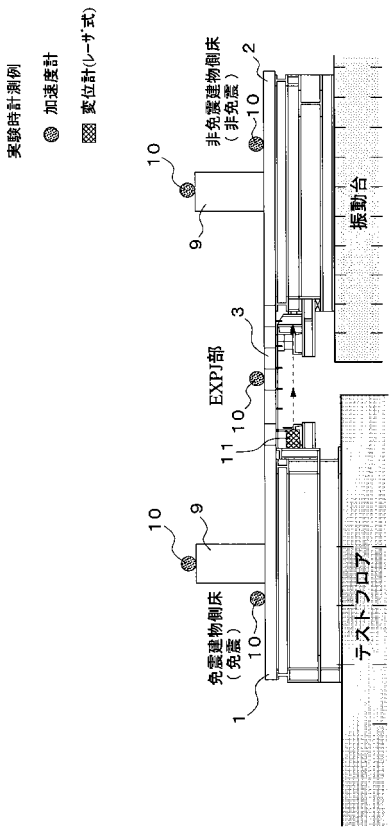
証するために利用可能である。

【符号の説明】

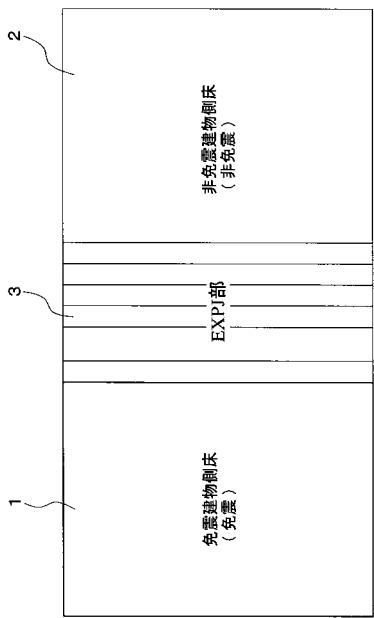
【0037】

- 1 床スラブ（免震建物側の連結部分）
- 2 床スラブ（非免震建物側の連結部分）
- 3 連結部材
- 9 什器類
- 10 加速度計
- 11 変位計

【図1】



【図2】



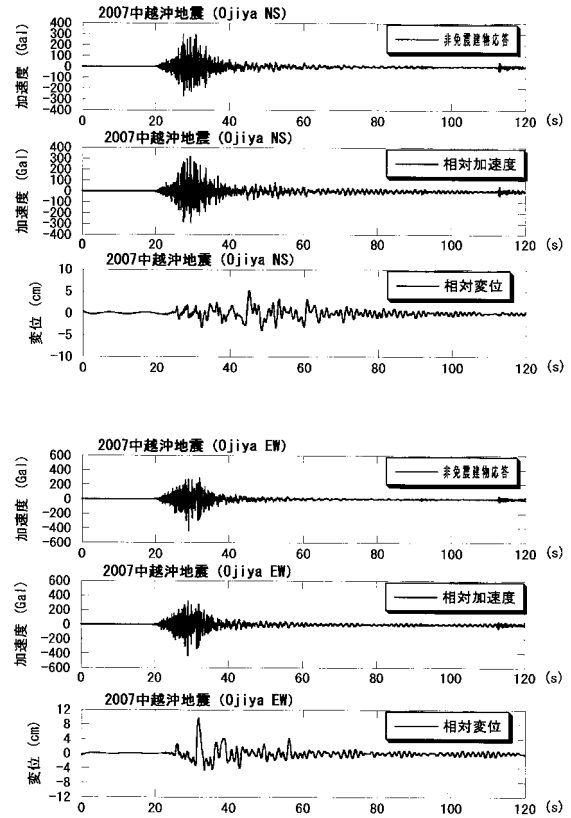
【図 3】

	最大加速度 (Gal)						最大変位 (cm)	
	原波			非免震建物			免震建物	
	NS	EW	計測震度	NS	EW	計測震度	NS	EW
2007新潟県中越沖地震	260.9	388.6	計測震度 5.1	295.0	438.0	計測震度 5.2	319.1	431.0
							5.1	9.7
							計測震度 4.5	計測震度 5.3

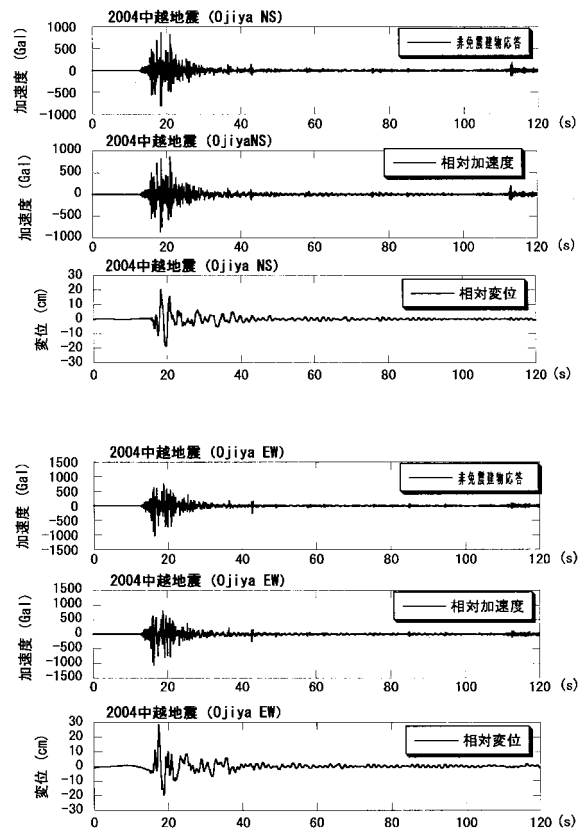
【図 5】

	最大加速度 (Gal)						最大変位 (cm)	
	原波			非免震建物			免震建物	
	NS	EW	計測震度	NS	EW	計測震度	NS	EW
2004新潟県中越地震	779.2	897.6	計測震度 6.3	858.0	1030.0	計測震度 6.4	862.1	1046.1
							20.4	28.4
							計測震度 5.0	計測震度 6.5

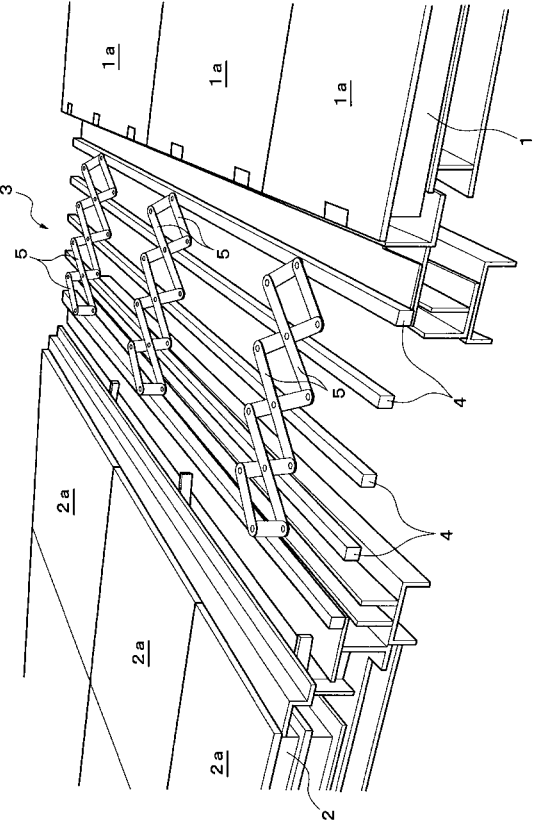
【図 4】



【図 6】



【 図 7 】



【 図 8 】

