

(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2007-77698

(P2007-77698A)

(43) 公開日 平成19年3月29日(2007.3.29)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<i>E O 4 H</i> 9/02 (2006.01)	<i>E O 4 H</i> 9/02 3 O 1	3 J O 4 8
<i>E O 4 B</i> 1/36 (2006.01)	<i>E O 4 H</i> 9/02 3 3 1 A	
<i>E O 4 B</i> 1/30 (2006.01)	<i>E O 4 B</i> 1/36 B	
<i>F 1 6 F</i> 15/04 (2006.01)	<i>E O 4 B</i> 1/36 F	
<i>F 1 6 F</i> 15/02 (2006.01)	<i>E O 4 B</i> 1/30 D	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-267989 (P2005-267989)	(71) 出願人	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(22) 出願日	平成17年9月15日 (2005.9.15)	(71) 出願人	591205536 J F E シビル株式会社 東京都台東区蔵前2丁目17番4号
		(71) 出願人	000200242 株式会社 J F E 設計 東京都台東区蔵前2丁目17番4号 リバ ー蔵前ビル
		(74) 代理人	100127845 弁理士 石川 壽彦
		(72) 発明者	加村 久哉 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 J F E 技研株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 免震・制震機能を有する構造物

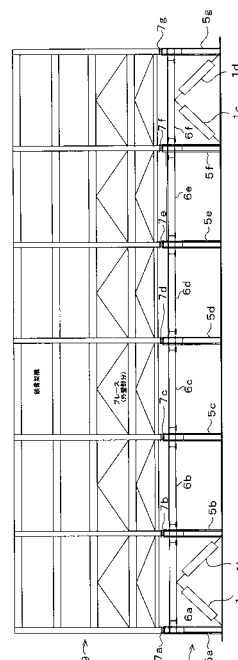
(57) 【要約】

【課題】 安価で耐震性能に優れた構造物を提供する。

【解決手段】 制震ダンパー 1 a 殻 1 d を有するラーメン骨組みからなる下階骨組 3 と、下階骨組 3 を構成する柱 5 a ~ 5 g の直上に設置されたアイソレータ 7 a ~ 7 g を含む免震装置と、該免震装置の上方にて建物の上階を構成する上階骨組 9 を備えてなる。

また、上階骨組 9 が上階の各階の全て若しくはその一部がブレース構造であることを特徴とする。また、下階骨組 3 に設けた制震ダンパーは、その一端が下階骨組の柱における中央よりも上側に設置され、他端が下階骨組の梁における梁端から梁長の 1 / 3 以内の位置に設置されてなる梁端ダンパーであることを特徴とする。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

制震ダンパーを有するラーメン骨組みからなる下階骨組と、該下階骨組を構成する柱の直上に設置されたアイソレータを含む免震装置と、該免震装置の上方にて建物の上階を構成する上階骨組を備えてなることを特徴とする免震・制震機能を有する構造物。

## 【請求項 2】

上階骨組が上階の各階の全て若しくはその一部がブレース構造であることを特徴とする請求項 1 に記載の免震・制震機能を有する構造物。

## 【請求項 3】

下階骨組に設けた制震ダンパーは、その一端が下階骨組の柱における中央よりも上側に設置され、他端が下階骨組の梁における梁端から梁長の 1 / 3 以内の位置に設置されてなる梁端ダンパーであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の免震・制震機能を有する構造物。

10

## 【請求項 4】

下階骨組を構成するラーメン構造がプレキャスト鉄骨鉄筋コンクリート構造、柱がコンクリート充填鋼管で梁が鉄骨鉄筋コンクリート構造、もしくは柱がコンクリート充填鋼管で梁が鉄骨鉄筋コンクリート構造であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の免震・制震機能を有する構造物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

20

## 【0001】

本発明は免震・制震機能を有する構造物に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

地震時の水平力を小さくするものとして免震機能を備えた構造物がある。通常このような構造物は、建物の基礎と地盤との間に設置するアイソレータおよびダンパーからなる免震装置を設け、この免震装置によって地震力の入力を阻止しあるいは水平力を吸収して、建物が地震時に受ける力を小さくしようというものである（特許文献 1 参照）。

しかしながら、例えば物流倉庫、スーパーなどの低層で床面積の大きな建築物では、建築延べ床面積に対して免震ピットの占める割合が大きくなり過大なコストを要することとなる。

30

## 【0003】

これに対応するため、例えば以下のような免震構造物が提案されている。

すなわち、地盤に打設された基礎杭の頭部における免震装置を介して上部構造が構築され、該上部構造と地盤との間における基礎杭の周囲にのみメンテナンス用空間が形成され、該メンテナンス用空間が連絡用通路で連結されたことを特徴とし、前記メンテナンス用通路は格子状に形成され、またメンテナンス用空間および連絡用通路は地盤を掘り下げて形成され、該地盤の掘り下げによって発生した掘削残土が、連絡用通路で囲まれた地盤の表面に埋め戻された構成を有する免震構造物である（特許文献 2 参照）。

この免震構造物では基礎杭の周囲にのみメンテナンス用空間が形成され、これが連絡用通路で連結することにより、免震装置のメンテナンス用空間を必要最小限の大きさにすることができる。

40

【特許文献 1】特開 2002 - 174050 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 285639 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載されている免震構造物においても、アイソレータのメンテナンスの必要性からアイソレータにアクセスできる構造であることが要求される。この点、特許文献 2 では、連絡用通路で連結されたメンテナンス用空間を形成している。そ

50

のため、特許文献2のものは、基礎構造自体は軽減されるものの低層で床面積の大きな建築物では、建築延べ床面積に対してメンテナンス空間の占める割合が大きくなり、結局大きなコスト低減効果は期待できない。

【0005】

本発明は係る課題を解決するためになされたものであり、安価で耐震性能に優れた構造物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】

【0006】

発明者は上記の課題を解決するため、メンテナンスのためのスペース確保にコストを要しない構造にするため、基礎上に免震装置を設けるという発想を転換して、免震装置を地下ではなく、1階と2階の間、若しくは2階と3階の間というようにメンテナンスのためのスペース確保にコストを要しない部位に設けることを考えた。さらに、免震装置のみで耐震性の向上を図るという発想を転換し、免震装置を設けた部分の下方の階の耐震性の向上に関しては制震構造にすることで対応ができるとの知見を得た。

10

本発明はかかる知見を基になされたものであり、具体的には以下の構成を有するものである。

【0007】

(1)本発明の免震・制震機能を有する構造物は、制震ダンパーを有するラーメン骨組みからなる下階骨組と、該下階骨組を構成する柱の直上に設置されたアイソレータを含む免震装置と、該免震装置の上方にて建物の上階を構成する上階骨組を備えてなることを特徴とするものである。

20

免震装置は、下階骨組を構成する柱の直上に設置されたアイソレータの他、下階骨組と上階骨組の間に設置するダンパーを備えることが好ましい。

【0008】

(2)また、上記(1)に記載のものにおいて、上階骨組が上階の各階の全て若しくはその一部がブレース構造であることを特徴とするものである。

上階の全部または一部をブレース構造とすることで、鉄骨重量を軽減でき建物のコストを低減できる。

また、上階の全部または一部をブレース構造とすることで、上階骨組と免震装置のアイソレータのみを考慮した1次固有周期を離すことができ、耐震性能が向上する。

30

【0009】

(3)また、上記(1)または(2)に記載のものにおいて、下階骨組に設けた制震ダンパーは、その一端が下階骨組の柱における中央よりも上側に設置され、他端が下階骨組の梁における梁端から梁長の1/3以内の位置に設置されてなる梁端ダンパーであることを特徴とするものである。

【0010】

(4)また、上記(1)~(3)のいずれかに記載のものにおいて、下階骨組を構成するラーメン構造がプレキャスト鉄骨鉄筋コンクリート構造、柱がコンクリート充填鋼管で梁が鉄骨鉄筋コンクリート構造、もしくは柱がコンクリート充填鋼管で梁が鉄骨鉄筋コンクリート構造であることを特徴とするものである。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明においては、制震ダンパーを有するラーメン骨組みからなる下階骨組と、該下階骨組を構成する柱の直上に設置されたアイソレータを含む免震装置と、該免震装置の上方にて建物の上階を構成する上階骨組を備えてなる構成としたので、アイソレータに対するアクセスのための空間を特別に設ける必要がなく、そのため物流倉庫、工場、店舗建築などの比較的低層で建築面積の大きな構造物においてもコストを低減して、耐震性に優れた建築物を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

50

図1は本発明の一実施形態の免震・制震機能を有する建築物の骨組構造の説明図である。

本実施の形態に係る免震・制震機能を有する建築物は、制震ダンパー1a～1dを有するラーメン骨組みからなる下階骨組3と、この下階骨組3を構成する柱5a～5gの直上に設置されるアイソレータ7a～7gおよび図示しないダンパーからなる免震装置と、この免震装置の上方にて建物の上階を構成する上階骨組9を備えてなる。

以下、各構成をさらに詳細に説明する。

#### 【0013】

##### 1. 下階骨組

下階骨組3は柱5a～5gおよび梁6a～6fが鉄骨鉄筋コンクリート構造（SRC構造）からなるラーメン骨組からなる。この例では下階骨組3は建物の1階に相当する部分となっているが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば建物の2階に相当する部分が下階になる場合もある。つまり、本発明においては免震装置を設置した部位よりも下の階を下階と言い、上の階を上階と言う。そして、建物のどの部位に免震装置を設置するかは、建物全体の階数を考慮して決定する。

#### 【0014】

##### 2. 制震ダンパー

本実施の形態の制震ダンパー1a～1dは座屈拘束ブレース型ダンパーを用いている。座屈拘束ブレース型ダンパーとは、筒材の中に低降伏点鋼等の帯鋼を挿入し、その周囲に帯鋼の軸方向変形を許容しつつ面外方向の変形を拘束して座屈するのを防止する拘束部材を設置したものである。

制震ダンパー1a～1dはその一端が下階骨組3の柱5a、5b、5f、5gの根元に固定され、他端が下階骨組3の梁6a、6fのほぼ中央部に固定されている。そして、地震時に水平力が作用して下階骨組3に変形が生じた際に制震ダンパー1a～1dを構成する帯板が軸方向に伸縮して降伏し、その際の履歴吸収エネルギーによって制震効果を奏する。

#### 【0015】

制震効果が得られる範囲は、水平力分担率（終局時の制震ダンパーの負担する水平力/ラーメン骨組全体の終局耐力）が0.1から0.75（特に望ましい値としては0.5以下）であり、制震ダンパーの初期剛性（kd）とラーメン骨組の初期剛性（kf）の比（ $k = kd/kf$ ）が0.5～3.0の範囲である。

水平力分担率が0.1未満や制震ダンパーの初期剛性（kd）とラーメン骨組の初期剛性（kf）の比（k）が0.5未満の場合は制震ダンパーによるエネルギー吸収が小さく制震効果を発揮できない。なお、kの実用的範囲は3以下、望ましくは2以下であり、3を超えると大地震後の残留変形が大きくなり好ましくない。

また、制震ダンパーが骨組より先に降伏して有効に作用する範囲は $k / (1+k)$ 以下なので水平力分担率は0.75が上限となる。

#### 【0016】

なお、制震ダンパーには通常低降伏点鋼を用いるが、塑性化に伴い歪硬化するのでこれを考慮して水平力分担率を決めることが望ましい。例えば、制震ダンパーに低降伏点鋼LY225を用いると地震時には1.3～1.5倍まで歪硬化する。したがって、水平力分担率は特に望ましくは、 $0.75/1.5 = 0.5$ 未満となる。ただし、少ない構面に入れる場合、1箇所のダンパー耐力が大きくなり、制震ダンパーに隣接する柱に負担がかかるので、この点を考慮すべきである。

#### 【0017】

##### 3. 免震装置

免震装置は、アイソレータ7a～7gとダンパー（図示なし）から構成される。アイソレータとは、ゴムと鋼板を交互に何層にも重ねた積層ゴムもしくは低摩擦スライドシューからなるものである。

#### 【0018】

10

20

30

40

50

#### 4. 上階骨組

本実施の形態の上階骨組 9 は建物の 2 階から 5 階に相当する。そして、図に示されるように、2 階と 3 階部分はブレース構造とし、4 階と 5 階がラーメン構造になっている。通常、倉庫のような建物の場合には壁部に窓を設ける必要がないので、その場合にはブレース構造とすることで鋼材重量を低減でき、コスト低減を実現できる。

また、ブレースの一部を 1 階に用いたものと同様の座屈拘束ブレースに代えてもよい。座屈拘束ブレースに代えることで、上階骨組 9 に揺れが生じるような場合にもエネルギー吸収が可能となり耐震性の向上を図ることができる。

##### 【0019】

なお、上階骨組は鉄骨構造、鉄筋コンクリート構造（RC構造）、コンクリート充填鋼管柱構造（CFT構造）、鉄骨鉄筋コンクリート構造（SRC構造）など特に制約はない。しかし、免震装置のアイソレータのみを考慮した 1 次固有周期と上階構造物の 1 次固有周期はできるだけ離れたほうが耐震性能が向上するので、上階骨組は鉄骨構造であれば固有周期が短くなるブレース構造にすることで免震装置との固有周期が離れるため好ましい。また、ブレース構造にすると前述したようにコストダウンも図れるので、この点でも望ましい。

##### 【0020】

以上のように構成された本実施の形態においては、地震力が作用した場合には 1 階部分については制震ダンパー 1 a ~ 1 d がエネルギーを吸収して制震作用を発揮する。また、2 階以上については免震装置を構成するアイソレータ 7 a ~ 7 g がその免震作用によって地震力の入力を阻止するように作用し、ダンパーが入力した地震エネルギーを吸収するよう 20

に作用する。  
また、アイソレータ 7 a ~ 7 g を 1 階の骨組である下階骨組 3 を構成する柱 5 a ~ 5 g の直上に設置しているので、従来の免震装置を地下に設置した場合のように免震装置のメンテナンスのために免震装置にアクセスするための空間確保に特別の構造を設ける必要がなく、この点でコスト低減を図ることができる。

##### 【0021】

また、本実施の形態では、図 1 に示すように、下階骨組 3 における両端部分にのみ制震ダンパー 1 a ~ 1 d を設けているので、それ以外の部分はトラックバースにすることができ、特に倉庫などの建物に好適である。もっとも、トラックバースの必要がない場合には、制震ダンパーを設ける箇所は下階骨組 3 の両端に限定されるものではなく、全ての構面 30

##### [実施の形態 2]

図 2 は本発明の実施の形態 2 に係る免震・制震機能を有する建築物の骨組構造の説明図である。図 2 において、図 1 と同一部分には同一の符号を付してある。

本実施の形態においては 1 階に設ける制震ダンパーを梁端ダンパー 1 5 a ~ 1 5 l としたことが、実施の形態と大きく異なる点である。

##### 【0022】

梁端ダンパーとは、梁または柱の端部に設けられるダンパーのことであり、ダンパーの端部が下階骨組 3 の柱 5 a ~ 5 g における中央よりも上側に設置され、他端が下階骨組 3 の梁 6 a ~ 6 f における梁端から梁長の 1 / 3 以内の位置に設置されるものをいう。 40

なお、本実施の形態では、図 2 に示されるように、ダンパーの一端が柱 5 a ~ 5 g における上約 1 / 3 の位置に設置され、他端が梁端から梁長の約 1 / 5 の位置に設置されている。

##### 【0023】

物流倉庫などの場合には 1 階部分は全面トラックバースにするのが効率面から望ましいので、ブレース、間柱、壁型ダンパーなどにより、構面をつぶすことは望ましくない。

そこで、本実施の形態のような梁端ダンパーを用いた構造にすれば、構面をつぶすことなく制震効果が発揮されるので好適である。なお、ダンパーの剛性、分担率は前述の実施の形態 1 と同様である。

もっとも、このタイプのダンパーでは 1 階構造の剛性を確保しにくいので鉄骨構造より 50

も鉄骨鉄筋コンクリート構造（SRC構造）や、柱をコンクリート充填鋼管（CFT）とし梁を鉄骨もしくは鉄骨鉄筋コンクリート構造（SRC構造）とした方が、免震性能の向上やスパンや階高を大きくできるので有利である。

なお、剛性の確保だけなら鉄筋コンクリート構造（RC構造）も有利であるが、ダンパーとの接合に困難を伴うとともに、コストの問題でスパンや階高を大きくしにくいいため上述した構造がより有利である。

さらに、梁端部をダンパーを用いてボルト接合すれば施工性の向上も図れるので、柱・梁もしくはそのどちらかをプレキャストSRC構造とすれば工期の短縮も図ることができる。

#### 【実施例】

10

#### 【0024】

以下、本発明の実施例1、2および下記に示す比較例1～3につき、バネマスモデルにモデル化し、地震応答解析を行った。

まず、実施例および比較例の諸元を示す。

#### 1. 実施例

##### (1) 実施例1

実施例1は1F～5FおよびRFからなる6層の物流倉庫であり、1階骨組は座屈拘束型ブレース付ラーメン構造からなる。また、階高は、1階が6M、2～RFが4.5Mである。さらに、1階骨組を構成する柱の直上にアイソレータを設置すると共に1Fと2Fの間にダンパーを設けている。そして、上階の骨組の各階は座屈拘束ブレース付きラーメン骨組より構成されている。

20

この実施例1の諸元は以下の表1に示す通りである。なお、表1においてkは制震ダンパーの初期剛性(kd)とラーメン骨組の初期剛性(kf)の比であり、 $\beta$ は水平力分担率(=終局時の制震ダンパーの負担する水平力/ラーメン骨組全体の終局耐力)である。

#### 【0025】

#### 【表1】

表1 実施例1の諸元

	層重量 t	フレーム/アイソレータ		ダンパー/ブレース		k	$\beta$
		剛性 t/cm	耐力 t	剛性 t/cm	耐力 t		
RF	281	85	160	140	90	1.65	0.36
5F	2625	250	940	490	310	1.96	0.25
4F	2639	300	1290	490	310	1.63	0.19
3F	2644	270	1410	700	440	2.59	0.24
2F	2695	310	1660	700	440	2.26	0.21
免震層	-	27.4	1262	160	320	5.85	0.25
1F	2753.3	250	1615	710	580	2.84	0.26

30

#### 【0026】

##### (2) 実施例2

40

実施例2は、実施例1における1階骨組に設置した座屈拘束型ブレースに代えて図2に示した梁端ダンパーを設けたものであり、その他の構成は実施例1と同じである。

#### 【0027】

#### 2. 比較例

##### (1) 比較例1

比較例1は実施例1における免震装置（アイソレータおよびダンパー）をなくしたものであり、その他の構成は実施例1と同じである。

##### (2) 比較例2

実施例1における1階骨組をなくし、基礎構造の上に免震装置（アイソレータおよびダンパー）を設置したものであり、その他の構成は実施例1と同様である。

50

## (3) 比較例3

実施例1における1階骨組の座屈拘束型ブレースをなくし、単なるラーメン構造としたものであり、その他の構成は実施例1と同様である。

## 【0028】

地震応答解析に用いた地震は、ElCentro NSおよびHachinohe EWである。また、建物の固有周期による地震動の特性の影響を排除するために、建物の弾性歪エネルギーと塑性歪エネルギーの和の最大値の速度換算値 $V_{dm}$ を165 cm/secになるように、各地震波の最大化速度を調整した。

地震応答解析結果を図3、図4に示す。図3がElCentro NSを用いた場合であり、図4がHachinohe

10

EWを用いた場合である。また、図3、図4において横軸は層変位 (cm) を示しており、縦軸は各層 (各階) を示している。なお、縦軸における層数と階数の関係は1層 = 1階、2層 = 免震層、3層 = 2階、4層 = 3階、5層 = 4階、6層 = 5階、7層 = RFとなっている。また、図3 (b)、図4 (b) はそれぞれ図3 (a)、図4 (a) の横軸のスケールを変えたものである。

## 【0029】

図3を見ると、比較例2、実施例1、実施例2がほぼ同様の挙動を示しており、免震層以外の層間変位が小さいことが分かる。比較例2は実施例1における1階部分をなくしたものであり、いわゆる基礎免震構造であることから、実施例1、2が中間免震構造でありながら基礎免震構造と同様の免震性能が得られていることが分かる。

20

また、1階に設ける制震ダンパーは座屈拘束型ブレースの場合 (実施例1) であっても、梁端ダンパー (実施例2) であっても同様に制震効果を発揮することが確認できた。

## 【0030】

他方、実施例1における免震装置 (アイソレータおよびダンパー) をなくした比較例1では、1層 ~ 7層において層間変位が大きい。このことから、実施例1では免震装置が機能していることが分かる。

また、実施例1における1階骨組の座屈拘束型ブレースをなくし、単なるラーメン構造とした比較例3について見ると、第1層 (1階) および第3層 (2階) 以上において層間変位が大きいことが分かる。このことから、実施例1のように1階に座屈拘束型ブレースを設けることで、1階の制震のみならず免震層を挟んだ2階以上の階の制震にも効果があることが分かる。

30

これらの結果は、図4に示す地震の種類を変えた場合でも同様であった。

## 【0031】

以上のように、本発明の実施例1、2は十分な制震効果が得られていることが実証された。また、免震装置と1階骨組の制震ダンパーのいずれをなくしても十分な制震性能が得られないことから、これら免震装置と1階骨組の制震ダンパーの組合せにより建物全体の制震性能が得られることが実証された。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0032】

【図1】本発明の一実施形態の免震・制震機能を有する建築物の骨組構造の説明図である。

40

【図2】本発明の実施形態2の免震・制震機能を有する建築物の骨組構造の説明図である。

【図3】実施例および比較例についてパネマスモデルにモデル化し、地震応答解析を行った結果を示すグラフである (その1)。

【図4】実施例および比較例についてパネマスモデルにモデル化し、地震応答解析を行った結果を示すグラフである (その2)。

## 【符号の説明】

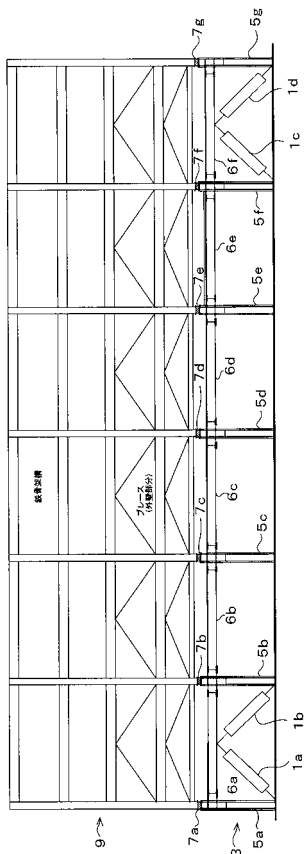
## 【0033】

1 a ~ 1 d 制震ダンパー、3 下階骨組、5 a ~ 5 g 柱、7 a ~ 7 g 免震装置、

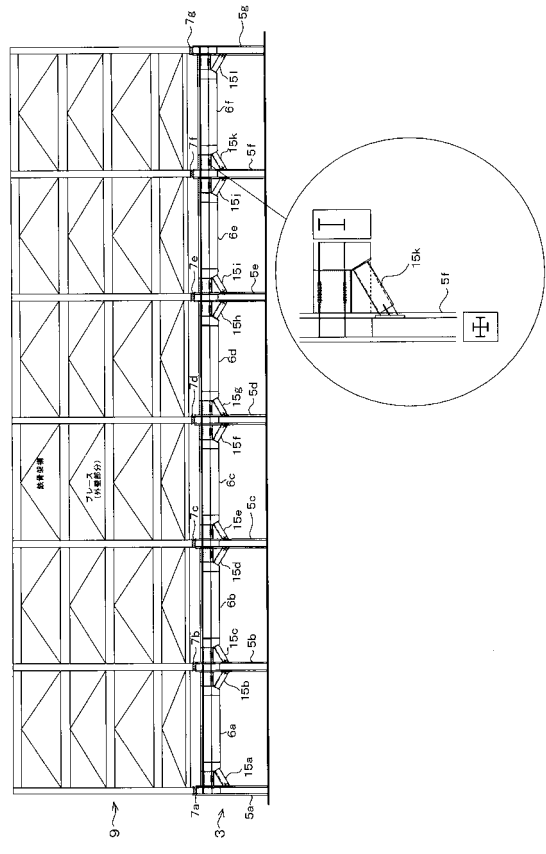
50

9 上階骨組。

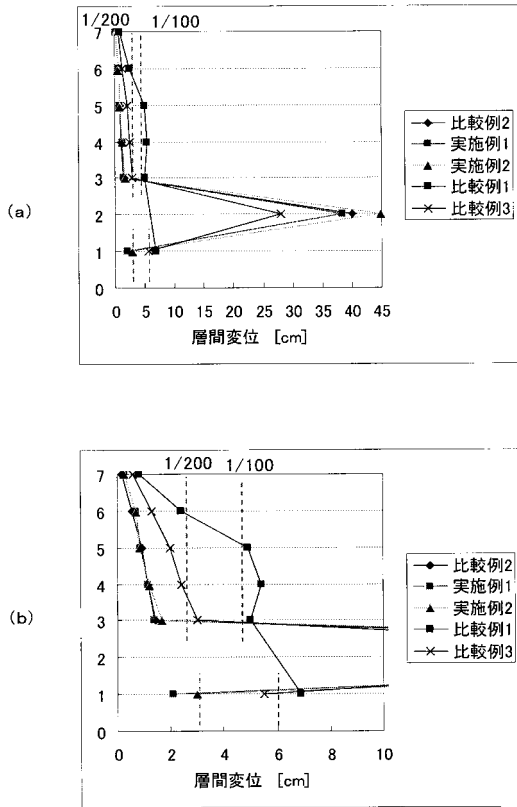
【図 1】



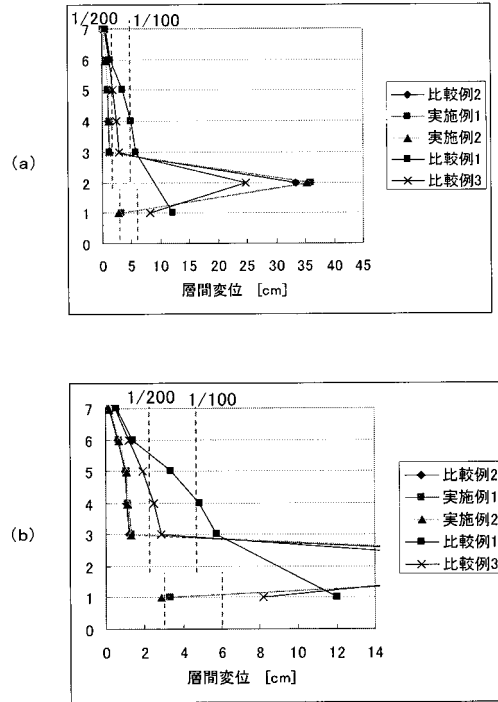
【図 2】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

 フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 1 6 F 15/04	P
	F 1 6 F 15/02	L
	F 1 6 F 15/02	E
(72)発明者 今野 和近		
神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号	J F E 技研株式会社内	
(72)発明者 中川 佳		
神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号	J F E 技研株式会社内	
(72)発明者 沖 晃司		
神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号	J F E 技研株式会社内	
(72)発明者 安田 博和		
東京都台東区蔵前2丁目17番4号	J F E シビル株式会社内	
(72)発明者 岩崎 隆		
東京都台東区蔵前2丁目17番4号	株式会社 J F E 設計内	
Fターム(参考) 3J048 AA02 AC06 BA08 BE10 DA05 EA38		