

# 免震床 システム



## 地震データ／耐震実験 ————— P38 ～ P39

振動実験の経緯／振動台による耐震実験

## 免震床 スキッド・スキッドⅡ — P40 ～ P45

特長 ————— P40

振動台実験／実験結果 ————— P41

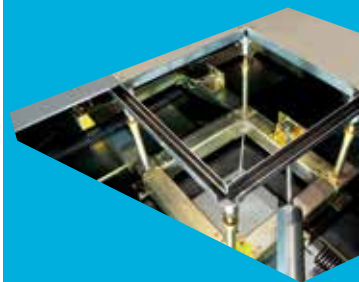
スキッドの構成 ————— P42

スキッドⅡの構成 ————— P43

仕様／施工取合例／割付図／免震床の選定 — P44 ～ P45

## 免震床 キープ ————— P46

特長／評価書



# 地震データ/振動実験 経験と実績

今やコンピュータは私たちの生活の中に深く入り込み、一時たりとも停止することは許されません。当社はコンピュータメーカーや建設会社とタイアップして数々の実験を行い、大地震にも十分耐えうる耐震システムを開発しました。

第1表 地震の震度階級とその状況

(第1表に地震の震度階級とその状況を、第2表に地震波の計測値などを示します。)

計測震度*	震度階級	人間	屋内の状況	屋外の状況	鉄筋 コンクリート造 建物	ライフライン
0~0.4	震度0	人は揺れを感じないが、地震計には記録される。	—	—	—	—
0.5~1.4	震度1	屋内で静かにしている人の中には、揺れをわずかに感じる人がいる。	—	—	—	—
1.5~2.4	震度2	屋内で静かにしている人の大半が、揺れを感じる。眠っている人の中には、目を覚ます人もいる。	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。	—	—	—
2.5~3.4	震度3	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。歩いている人の中には、揺れを感じる人もいる。眠っている人の大半が目覚ます。	棚にある食器類が、音を立てることがある。	電線が少し揺れる。	—	—
3.5~4.4	震度4	ほとんどの人が驚く。歩いている人のほとんどが揺れを感じる。眠っている人のほとんどが目覚ます。	電灯などのつり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が倒れることがある。	電線が大きく揺れる。自動車を運転していて、揺れに気付く人がいる。	—	鉄道・高速道路などで、安全確認のため、運転見合わせ、速度規制、通行規制が、各事業者の判断によって行われる。
4.5~4.9	震度5弱	大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。	電灯などのつり下げ物は激しく揺れ、棚にある食器類・書棚の本が落ちることがある。座りの悪い置物の大半が倒れる。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	まれに窓ガラスが割れて落ちることがある。電柱が揺れるのが分かる。道路に被害が生じることがある。	—	安全装置のあるガスメーターでは、遮断装置が作動し、ガスの供給を停止する。地震管制装置付きのエレベーターは、安全のため自動停止する。電気・ガス・水道の供給が停止することがある。
5.0~5.4	震度5強	大半の人が、物につかまらないうまく歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	棚にある食器類や、書棚の本で落ちるものが多い。テレビが台から落ちることがある。固定していない家具が倒れることがある。	窓ガラスが割れて落ちることがある。補強されていないブロック塀が崩れることがある。据付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。自動車の運転が困難となり、停止する車もある。	耐震性の低い建物では、壁・梁(はり)・柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。	耐震性の低い建物では、壁・梁(はり)・柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。耐震性の高い建物でも、ひび割れ・亀裂が入ることがある。
5.5~5.9	震度6弱	立っていることが困難になる。	固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。	耐震性の低い建物では壁・梁(はり)・柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。耐震性の高い建物でも、ひび割れ・亀裂が入ることがある。	電話・インターネットなどで問い合わせが増加し、つながりにくい状況が起こることがある。通信事業者により災害用伝言ダイヤルや災害用伝言板などの提供が行われる。
6.0~6.4	震度6強	立っていることができず、はわないと動くことができない。	固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多い。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する建物が多くなる。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる。	耐震性の低い建物では壁・梁(はり)・柱などの部材に斜めやX状のひび割れ・亀裂が見られることがある。1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものがある。耐震性の高い建物でも、ひび割れ・亀裂が多くなる。	広い地域で電気・ガス・水道の供給が停止することがある。
6.5~	震度7	揺れに翻弄(ほんろう)され、動くこともできず、飛ばされることもある。	固定していない家具のほとんどが移動したり倒れたりし、飛ぶこともある。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する建物が多くなる。補強されているブロック塀も破損するものがある。	耐震性の低い建物では壁・梁(はり)・柱などの部材に、斜めやX状のひび割れ・亀裂が多くなる。1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものがある。耐震性の高い建物でも、1階あるいは中間階が変形し、まれに傾くものがある。	広い地域で電気・ガス・水道の供給が停止することがある。

**■地震について**  
 一般に地震については、静的荷重に対しクリアできれば十分であるとの見解があります。弊社では静的実験、静的計算をベースに考え、さらに振動台を使った振動実験によりこれを裏付けております。

\*計測震度は、震度計内部でデジタル処理によって計算されます。(詳細は気象庁Webサイト参照)

(気象庁震度階級関連解説表抜粋)

# が融和した耐震・免震システム。

## 振動実験の経緯

### 今までに行った振動実験

1969年 6月…日本電信電話公社と共同でO組技術研究所にて	2004年 4月…東京大学生産技術研究所にて
1971年 10月… // 武蔵野電気通信研究所にて	2005年 4月…株式会社M社にて
1977年 6月…日立製作所と共同で小田原工場にて	2012年 8月…株式会社M社にて
1978年 3月… // 機械研究所にて	2015年 7月…(独) UR都市機構技術管理分室にて
1979年 6月…K建設と共同で技術研究所にて	2015年 11月…株式会社M社にて
1983年 3月…S建設と共同で研究所にて	2016年 3月…(独) UR都市機構技術管理分室にて
1991年 7月…日立製作所と共同で機械研究所にて	
// 8月… //	
1995年 8月… //	

第2表 地震波の計測値

地震名	発生年	地震の規模 (マグニチュード)	地震計(地表面)*			気象庁震度階級
			設置場所	水平加速度	上下加速度	
関東南部 (関東大震災)	1923	M7.9	—	—	—	6
インペリアルヴァレー	1940	M6.7	エルセントロ	372gal	206gal	—
カーンカウンティ	1952	M7.7	タフト	176gal	103gal	—
十勝沖	1968	M7.9	八戸港湾	206gal	135gal	—
宮城県沖	1978	M7.4	東北大学	258gal	153gal	5~6
兵庫県南部	1995	M7.2	神戸海洋気象台	818gal	332gal	7
新潟県中越	2004	M6.8	川口町川口	1676gal	870gal	7
岩手・宮城内陸	2008	M7.2	栗原市栗駒	689gal	281gal	6弱
東北地方 太平洋沖地震	2011	M9.0	栗原市築館伊豆	2700gal	1880gal	7
			仙台市宮城野区	1512gal	290gal	6強
熊本地震	2016	M7.3	益城町	1157gal	873gal	7

\*実際の床面では、建物の高さ・構造・設置階などにより大きく変化します。建物によるシミュレーションが必要となります。  
(シミュレーション例) エルセントロ波・地表面250galに対しSRC造9階建9Fで1100gal、S造32階建9Fで95~250gal

## 振動台による耐震実験

### (財)日本品質保証機構(JQA)における耐震床システム適合認定試験



実験場所：(株)日立製作所機械研究所

- 条件
- ◇耐震方式 : HK方式
  - ◇使用パネル:A600型
  - ◇床高さ : H=450mm、600mm
  - ◇積載荷重 : W=800kgf/m<sup>2</sup>(7800N/m<sup>2</sup>)、500kgf/m<sup>2</sup>(4900N/m<sup>2</sup>)
  - ◇実験地震波: エルセントロ波、八戸港湾波
  - ◇最大加速度: 水平1000gal、垂直500gal

■結果

- H=450mm、600mmともになら損傷はなく、パネルのハネ上がりや脱落も生じませんでした。
- 振動台実験後支持脚の静的加力試験を行い、その結果、設計強度を十分満足することが確認できました。

# 免震床 スキッド・スキッドⅡ



## 特長

### 01. 床高さの低い免震床システム

- リニューアルでも導入可能な免震床

### 02. 免震性能

- 入力加速度を1/5~1/20に低減
- 摩擦係数が小さく、中規模地震でも効果を発揮

### 03. 耐荷重性能

- 積載荷重 スキッド :3000N/m<sup>2</sup>、6000N/m<sup>2</sup>
- 積載荷重 スキッドⅡ:10000N/m<sup>2</sup>まで対応

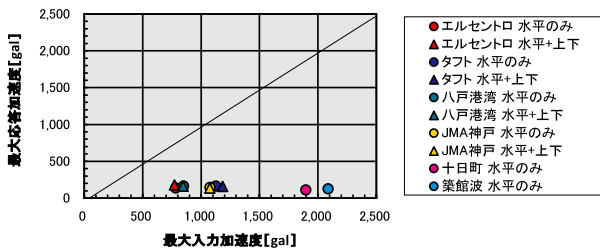
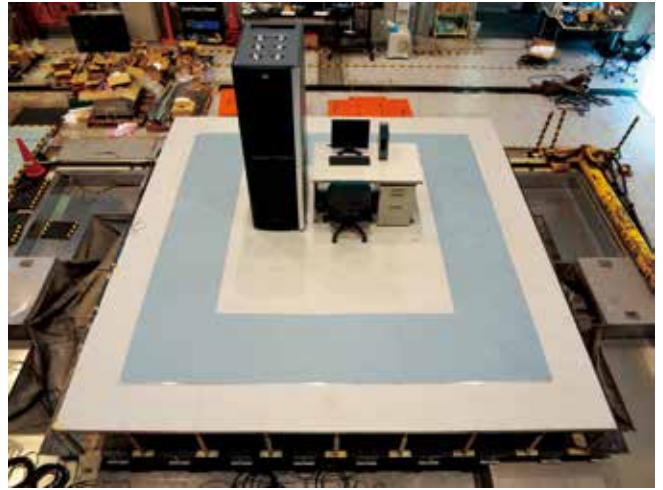
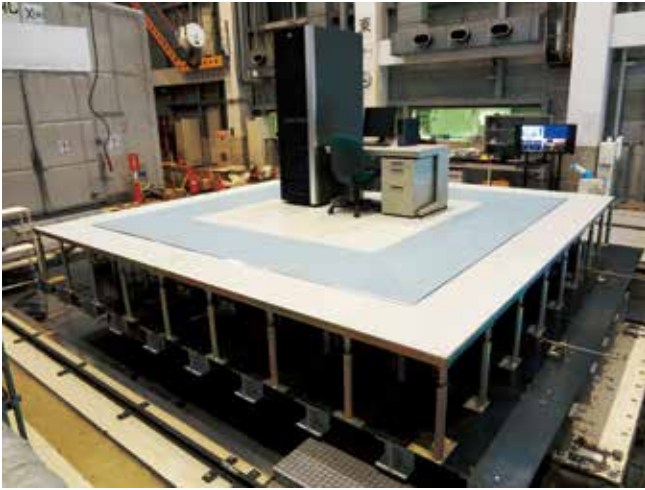
### 04. 軽量

- 免震床としては圧倒的軽さ
- 最小装置重量はスキッドで18kg/m<sup>2</sup>、スキッドⅡで50kg/m<sup>2</sup>
- 既設建物での躯体耐荷重量の検討が要りません

### 05. 施工性

- ユニット組立構造のため、搬入・施工がスピーディー
- 既設建物の部分的リニューアルも可能

# 振動台実験

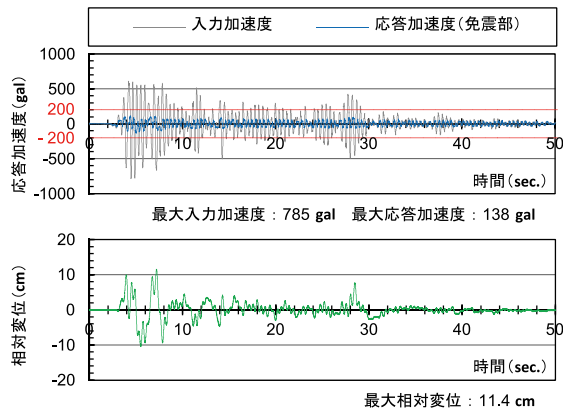


実験日: 2012年8月  
 実験場所: 株式会社 M 社 3次元振動台  
 入力地震波: 下記地震波の原波および応答波

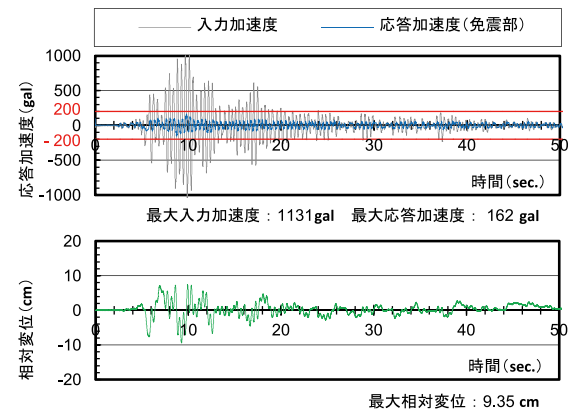
波形	地震
エルセントロ波	インベリアルヴァレー地震
タフト波	カーンカウンティ地震
八戸港湾波	十勝沖地震
JMA 神戸波	兵庫県南部地震
十日町波	新潟県中越地震
築館波	東北地方太平洋沖地震

# 実験結果

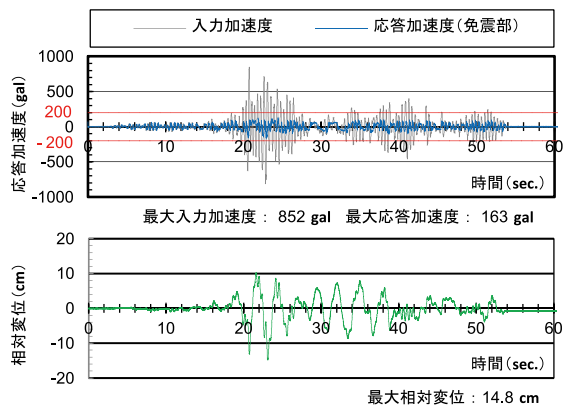
□入力波: エルセントロ波 (NS) インベリアルヴァレー地震 (RC造5F応答波)



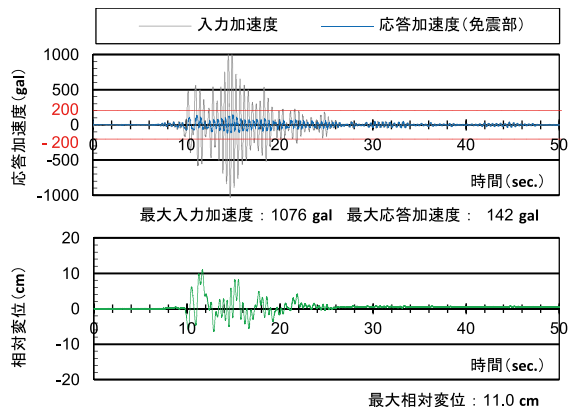
□入力波: タフト波 (EW) カーンカウンティ地震 (RC造5F応答波)



□入力波: 八戸港湾波 (NS) 十勝沖地震 (RC造5F応答波)



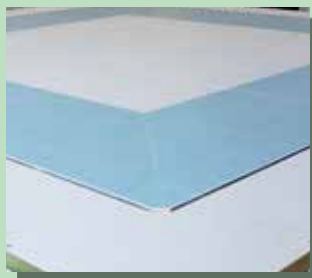
□入力波: JMA神戸波 (EW) 兵庫県南部地震 (RC造5F応答波)



※ 上記の実験結果は一例です。お客さまが依頼された建物の設計条件を基に解析を行い、適切な免震床を提供させていただきます。

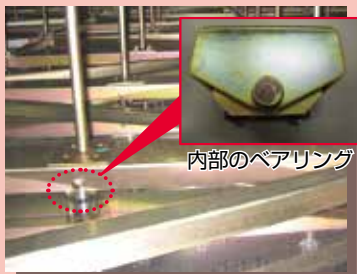
**緩衝板**

免震部と固定部間の免震床可動範囲は緩衝板で塞ぎます。



**ベアリング**

低摩擦のボールベアリングがフリーアクセスフロアに伝わる地震力を低減。免震床上のサーバー機器を地震被害から守ります。



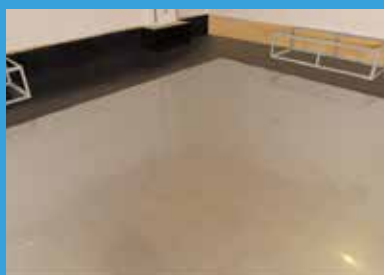
**コイルばね**

復元力を発揮することで、地震発生後も免震床が元の位置に戻ります。



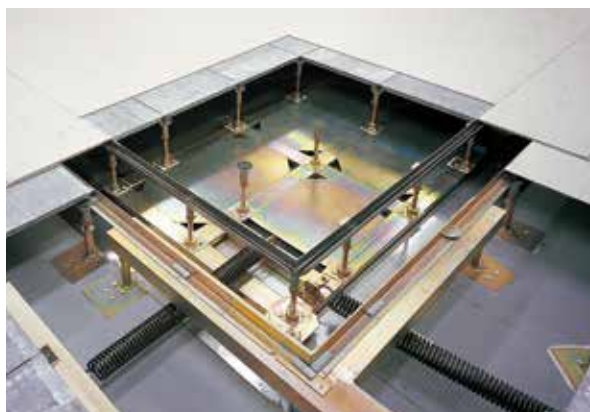
**下地鋼板**

下地鋼板により、免震性能および耐荷重性能を確実に引出します。

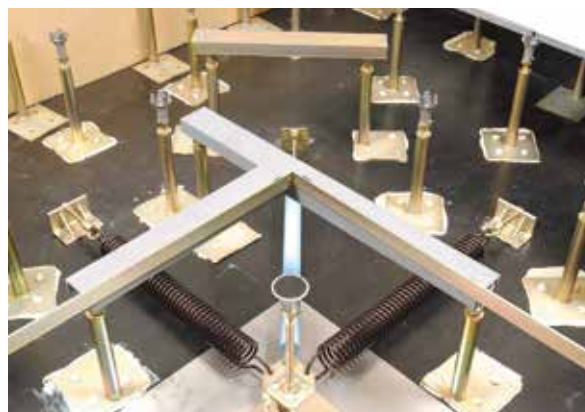


**オイルダンパ**

信頼性の高いオイルダンパを使用することで、地震エネルギーを確実に吸収。床の揺れを減衰します。



施工例 1

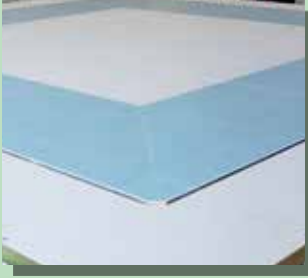


施工例 2

## スキッド II の構成 (耐荷重10000N/m<sup>2</sup>)

### 緩衝板

免震部と固定部間の免震床可動範囲は緩衝板で塞ぎます。



### ベアリング

低摩擦のボールベアリングがフリーアクセスフロアに伝わる地震力を低減。免震床上のサーバー機器を地震被害から守ります。



内部のベアリング

### コイルばね

復元力を発揮することで、地震発生後も免震床が元の位置に戻ります。



### 下地鋼板

下地鋼板により、免震性能および耐荷重性能を確実に引出します。

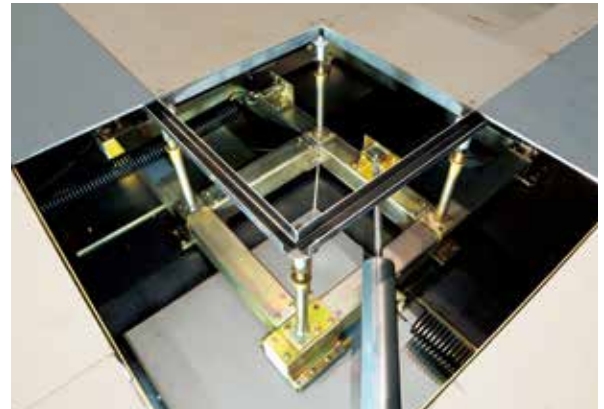


### オイルダンパ

信頼性の高いオイルダンパを使用することで、地震エネルギーを確実に吸収。床の揺れを減衰します。



施工例 1



施工例 2

# 仕様

型式	積載荷重※1	質量※2	床仕上げ高さ (表面材含む)	有効配線スペース	フロアパネルサイズ
SKID	3000N /㎡	18 kg /㎡	200mm 以上	110mm 以上	□ 500 □ 600
	6000N /㎡	20 kg /㎡	200mm 以上	95mm 以上	
SKID II	10000N /㎡	50 kg /㎡	230mm 以上	40mm 以上	

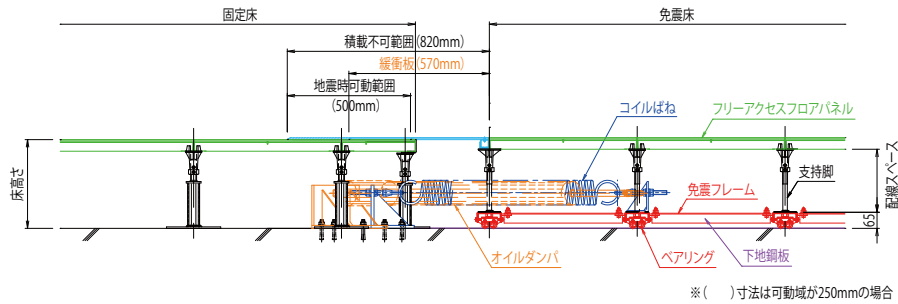
※1 免震床振動解析用の積載荷重ではありません。解析用積載荷重は打合せにより決定します

※2 フリーアクセスフロア部の質量は含まれません

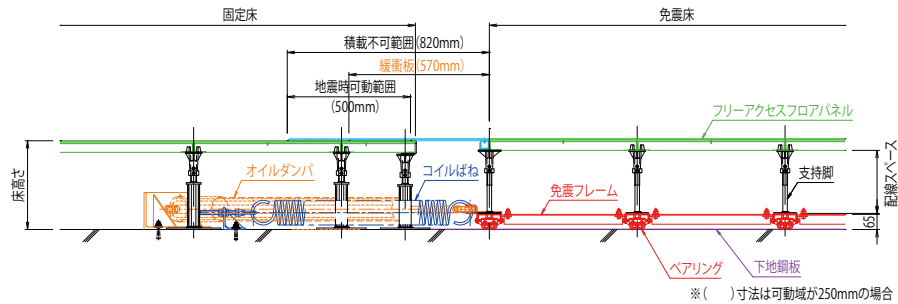
## 施工取合例

### SKID

●省スペース対応(床高さ300mm以上)

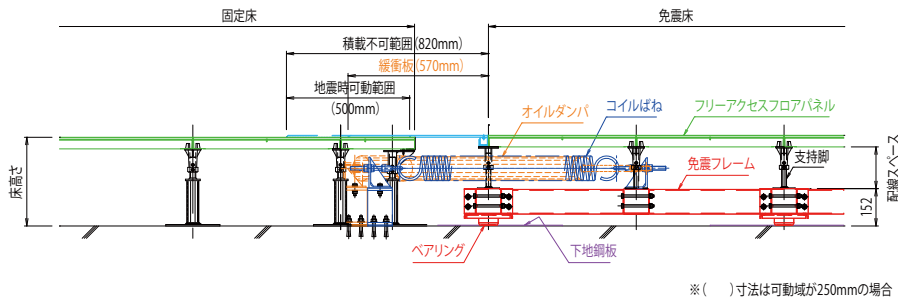


●低床対応(床高さ200mm以上)

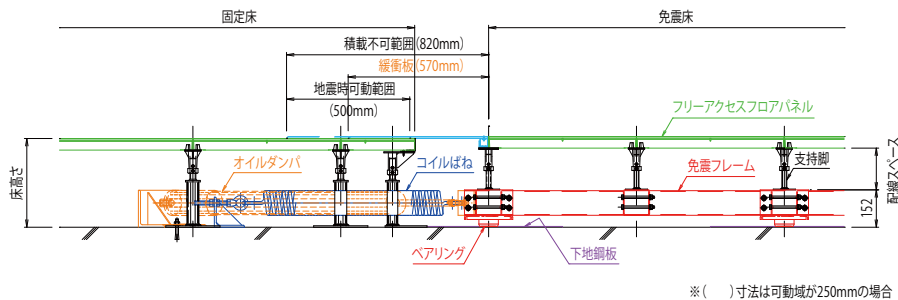


### SKID II

●省スペース対応(床高さ360mm以上)

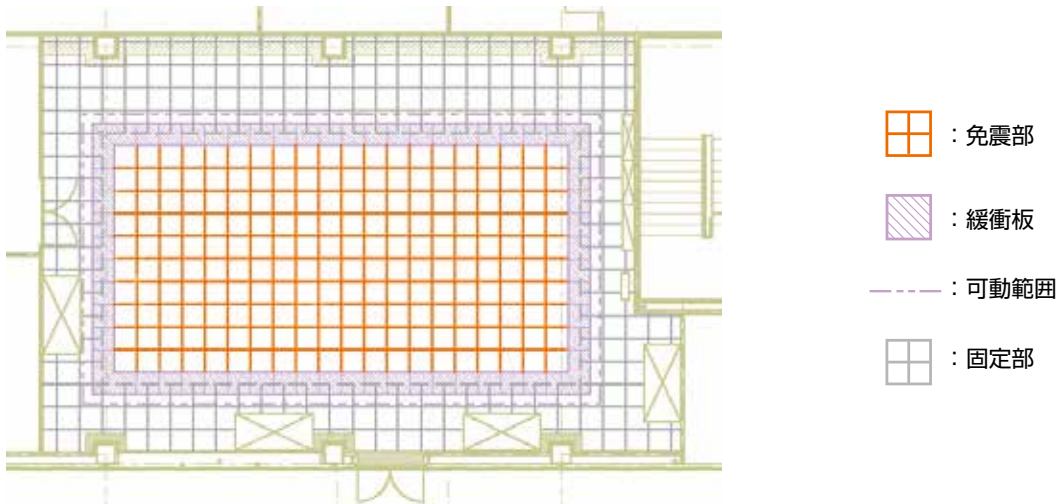


●低床対応(床高さ230mm以上)

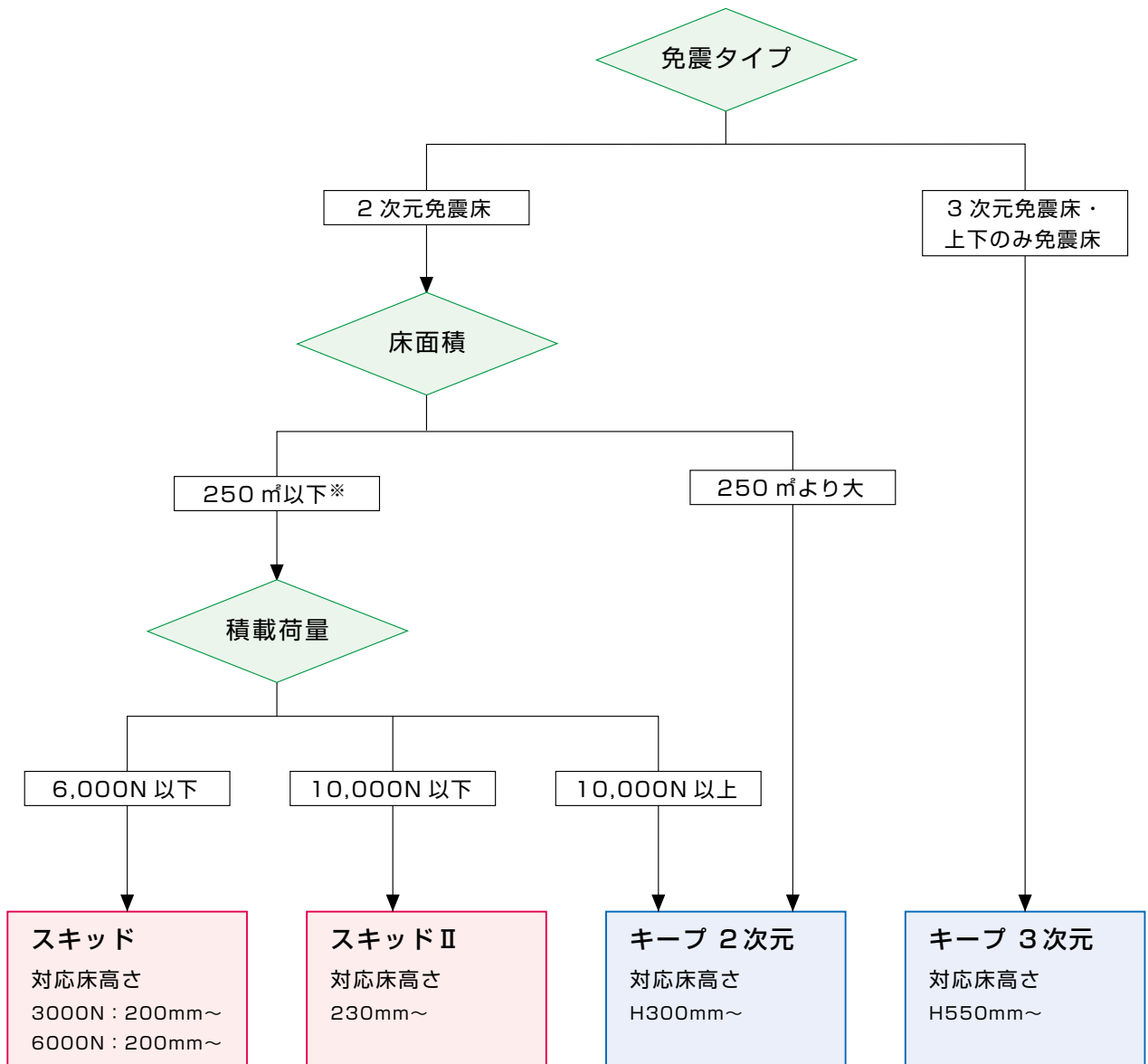




## 割付図

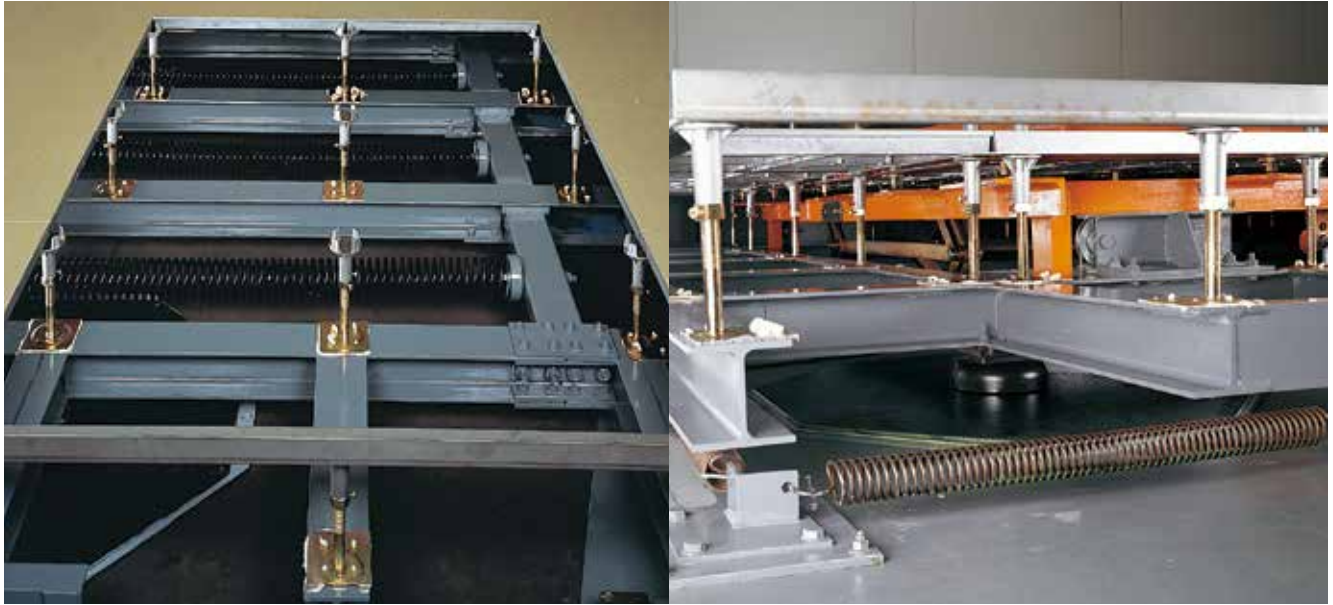


## 免震床の選定



\* 平面形状、条件により 250㎡ より大でも対応可能な場合がありますので、お問い合わせ下さい。

# 免震床 キープ



## 特長

01. 水平免震床に鉛直免震床を組み込んだ、世界初の本格的3次元免震
02. 大規模地震を想定した実験では、水平震波1/15、上下震波1/4の応答に減衰が可能
03. オイルダンパと鉛直コイルばねで2次元・3次元の振動エネルギーを吸収
04. 既存・新設建物を問わず施工が可能

## 評価書

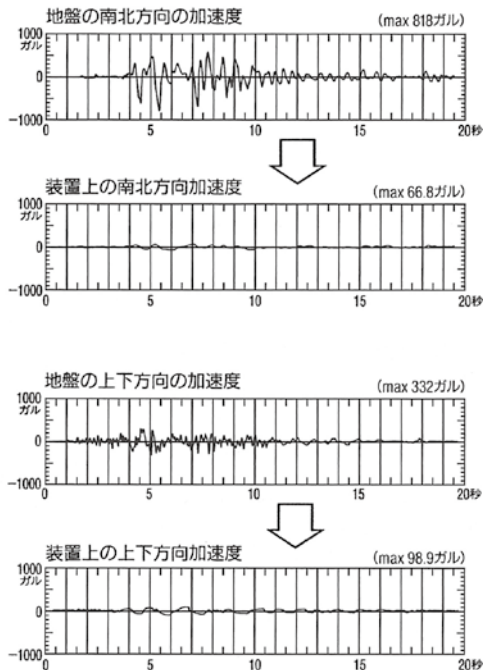


国土交通省評価書  
免震床構法  
【免震床・キープ (2次元)】



国土交通省評価書  
免震床構法  
【免震床・キープ (部分3次元)】

### ■兵庫県南部地震の解析例



(注) 1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震の地動の加速度を装置に入力し解析したものです。

### ■水平・上下同時加振時の実験結果

入力波形 (方向)	水平加速度 (ガル)						鉛直加速度 (ガル)			
	0.0	250.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	0.0	250.0	500.0
エルセントロ (南北+上下)	1000						500			
エルセントロ (東西+上下)	990						490			
宮城県沖地震 東北大学1階 (南北+上下)	940						500			
宮城県沖地震 東北大学1階 (東西+上下)	1000						500			
十勝沖地震 八戸 (南北+上下)	970						400			
十勝沖地震 八戸 (東西+上下)	970						400			

■ : 入力値    ■ : 免震床上応答値

### ■部分3次元免震床 キープ概要図

