

日本建築材料協会交流会
資料

テーマ：減災

免震ゴムについて

2012年07月13日

東洋ゴム工業株式会社
テック製品開発部
第3開発グループ

水谷 裕

阪神・淡路大震災(1995年1月17日)



高速道路橋脚



建築物

東日本大震災(2011年3月11日)



病院



原子力発電所
海水ポンプ施設

2-1. 地震予測図

確率論的地震動予測地図

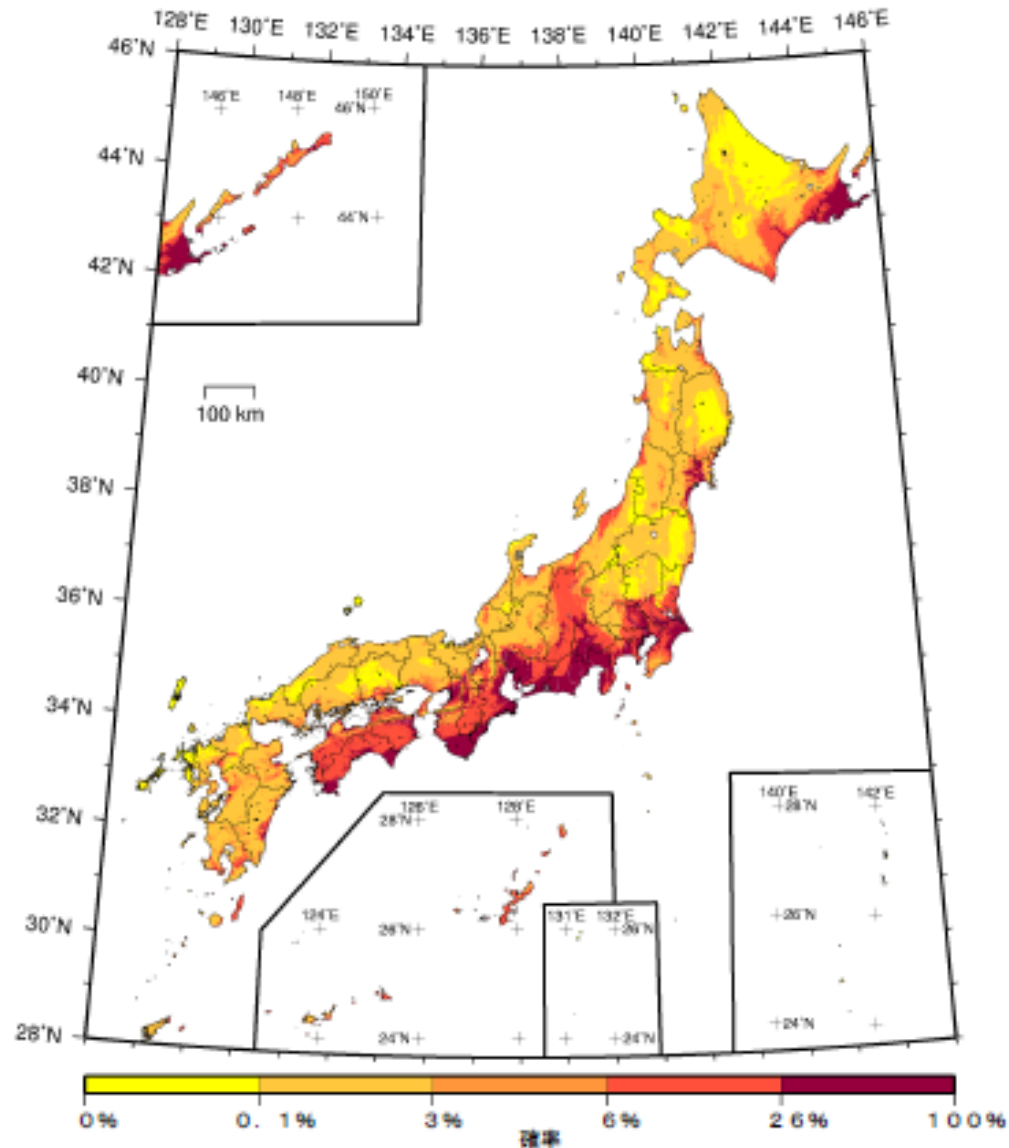
: 確率の分布

今後30年間に震度6弱以上の

の揺れに見舞われる確率

(平均ケース: 全地震)

(基準日: 2010年1月1日)

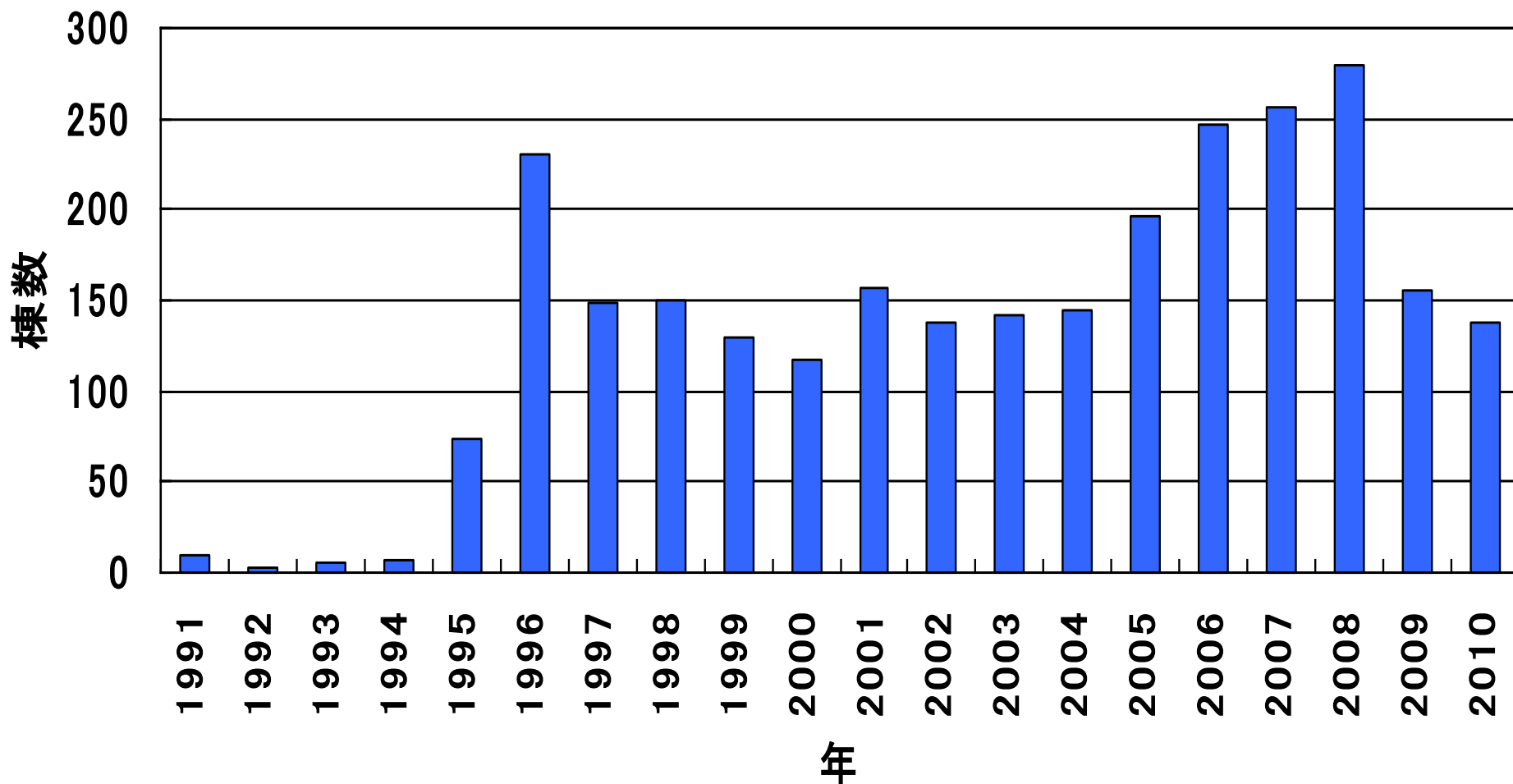


(モデル計算条件により確率ゼロのメッシュは白色表示)

地震調査研究推進本部
データより抜粋

2-2. 免震建築物計画推移

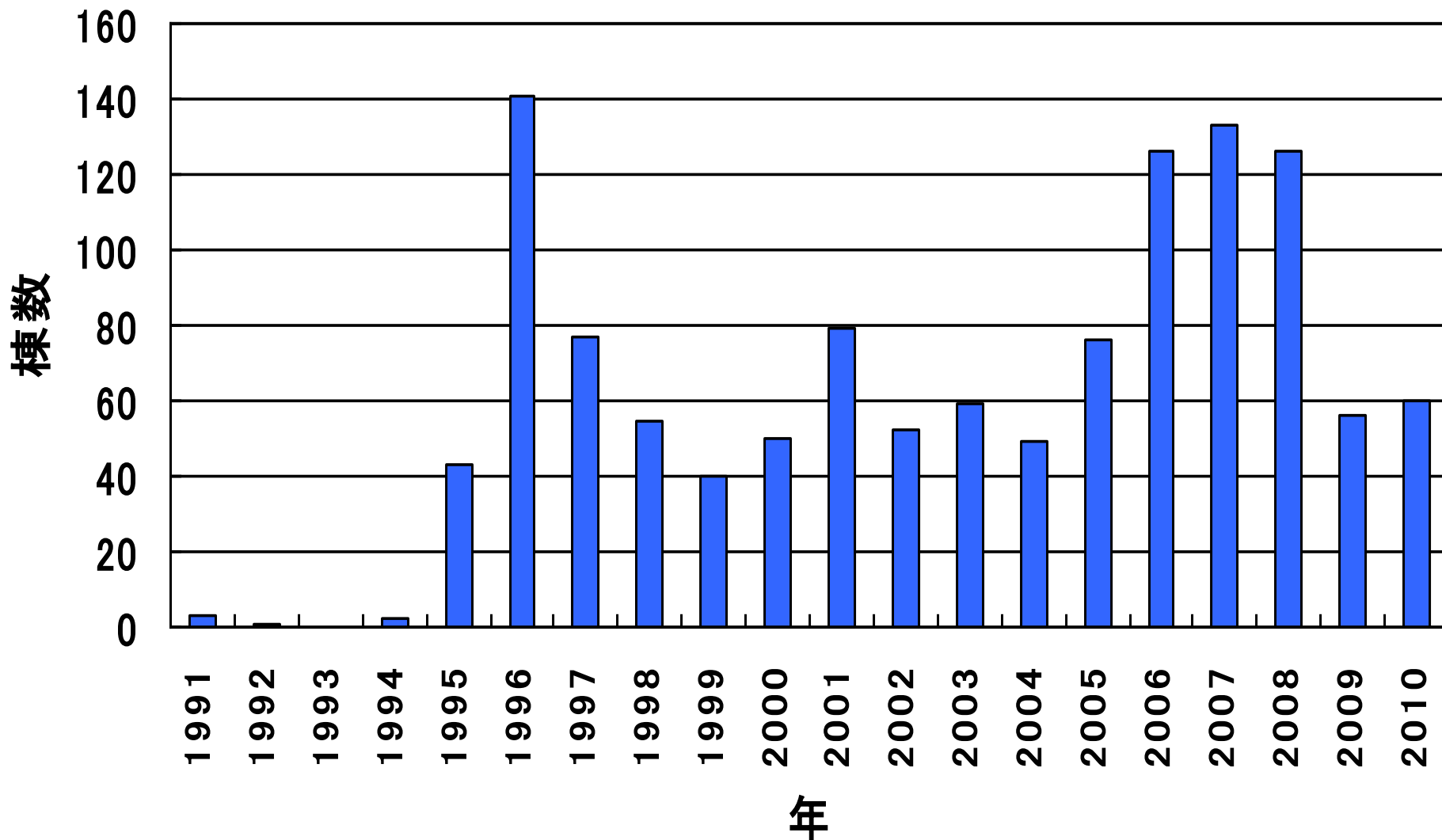
1991-2010:2728棟



一般社団法人 日本免震構造協会資料より抜粋

2-3. 免震建築物計画推移(集合住宅棟数)

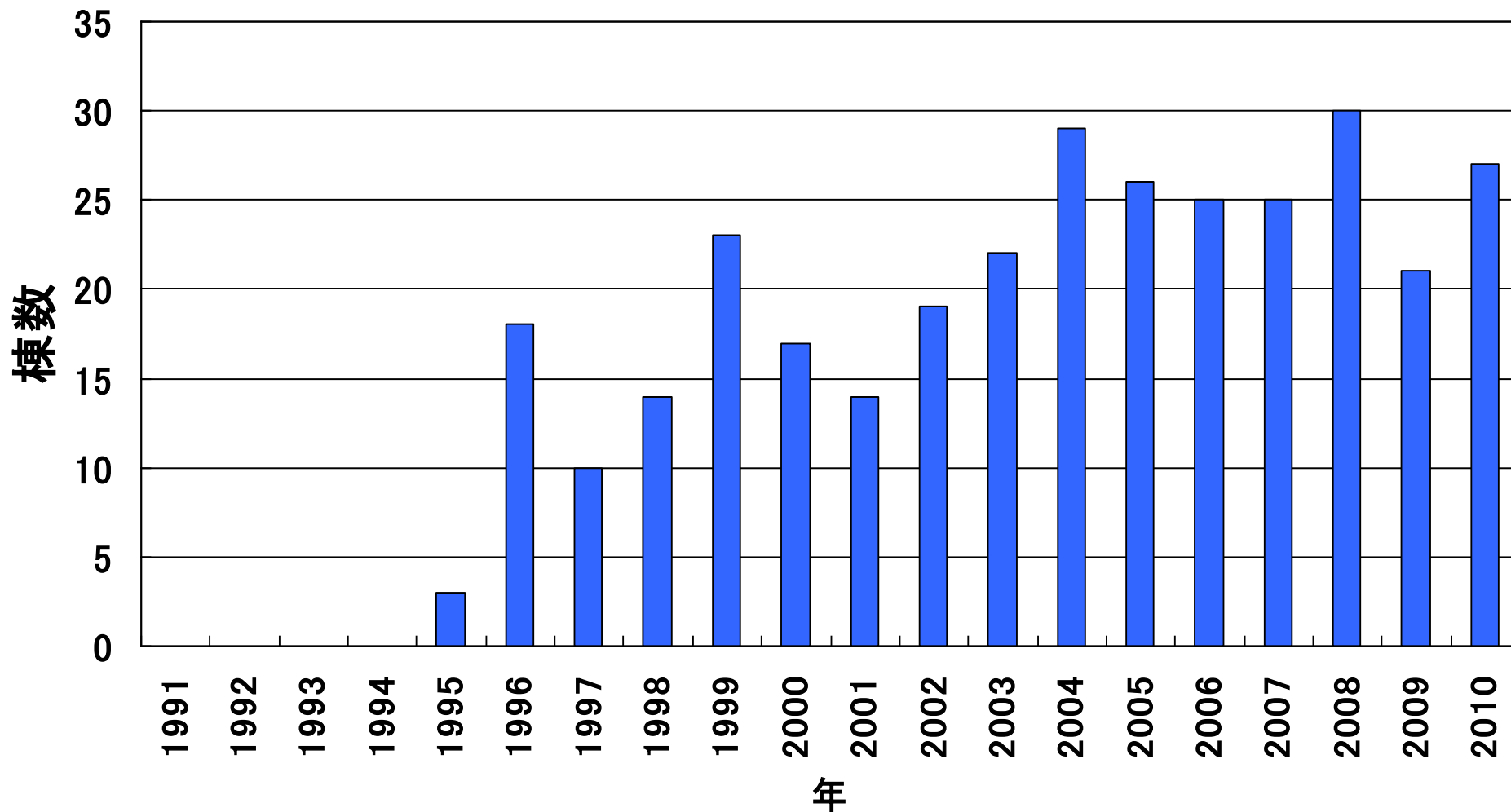
1991-2010: 1228棟



一般社団法人 日本免震構造協会資料より抜粋

2-4. 免震建築物計画推移(病院棟数)

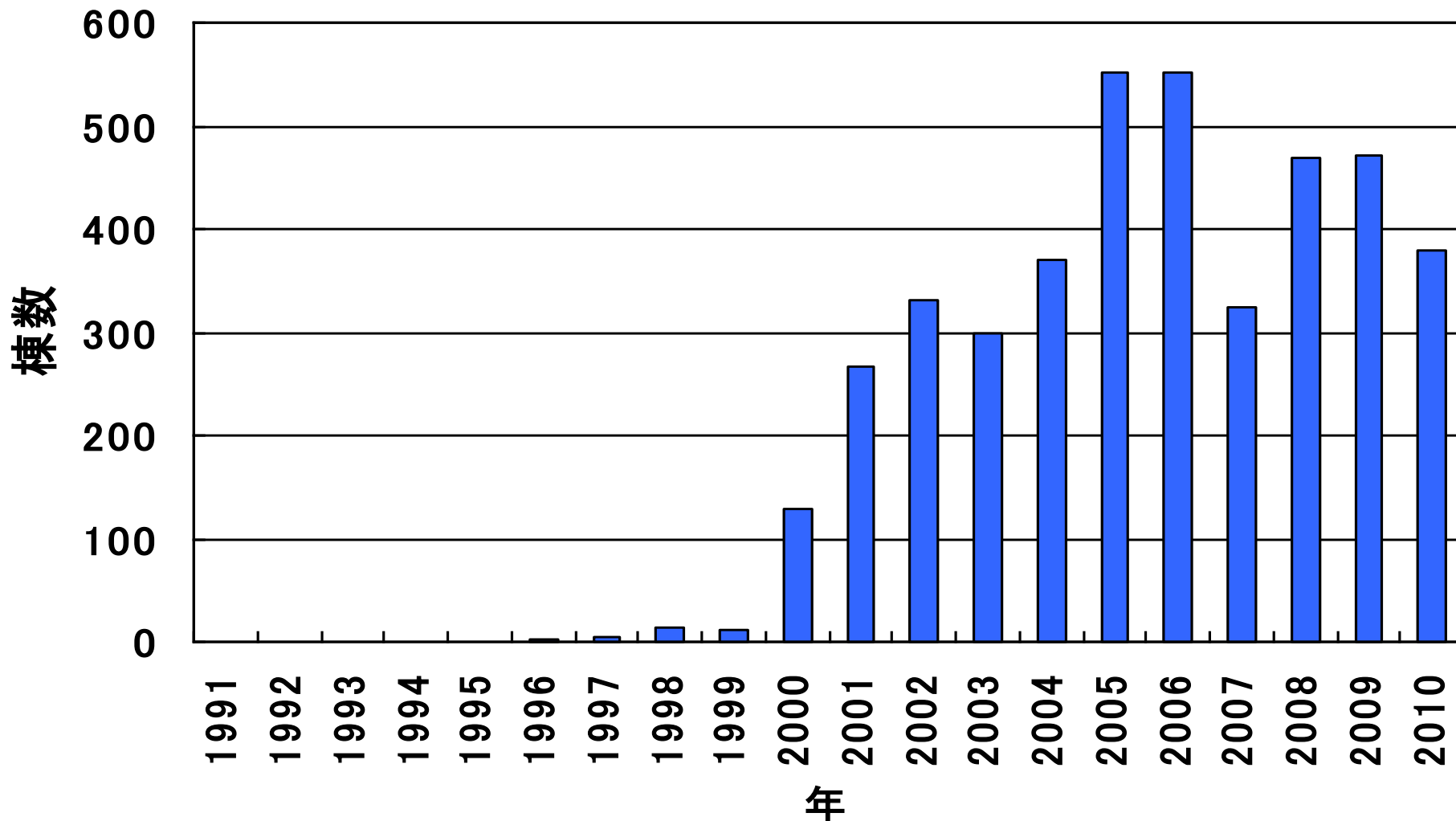
1991-2010:323棟



一般社団法人 日本免震構造協会資料より抜粋

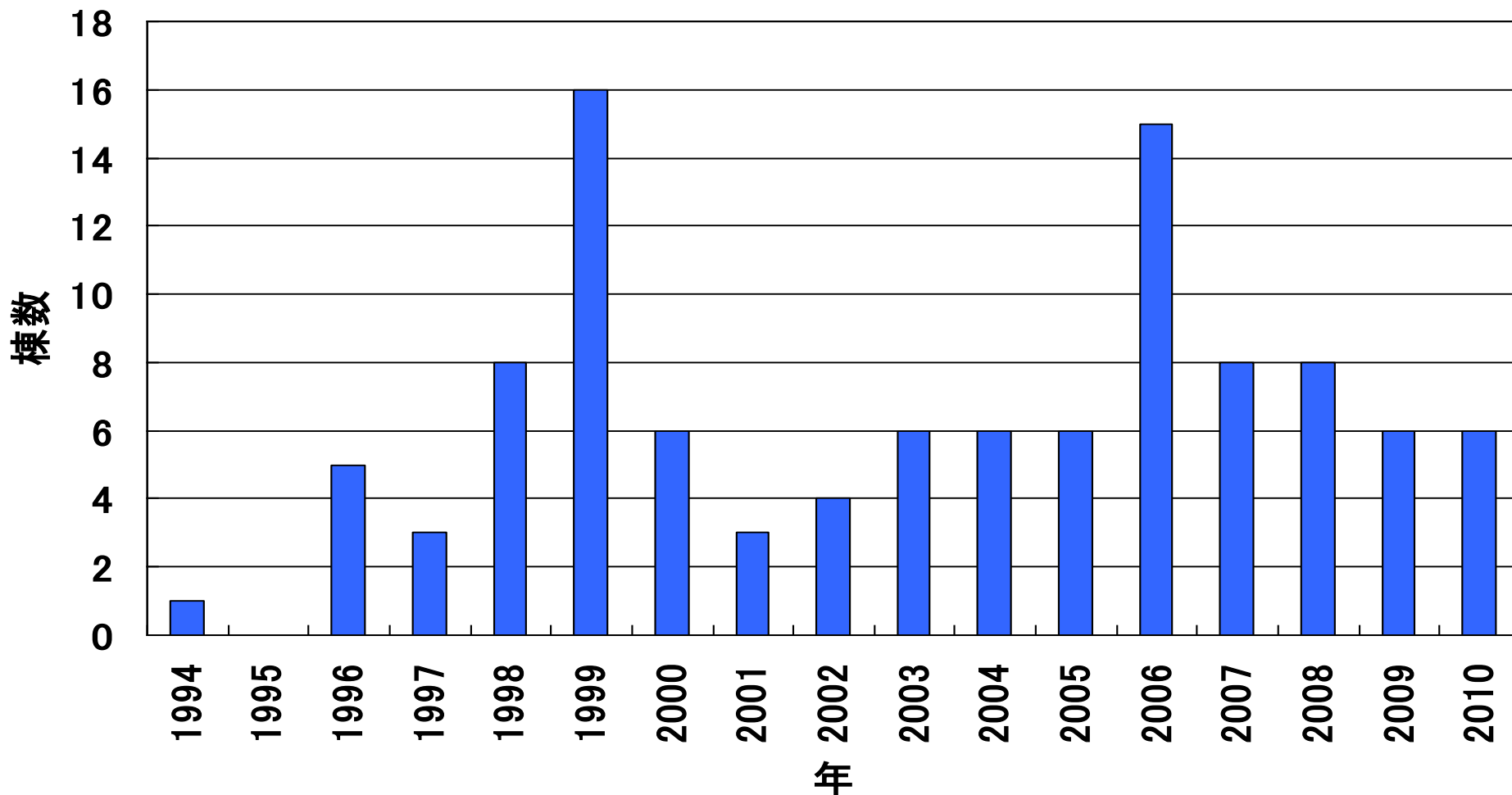
2-5. 免震建築物計画推移(戸建住宅棟数)

1991-2010:4173棟

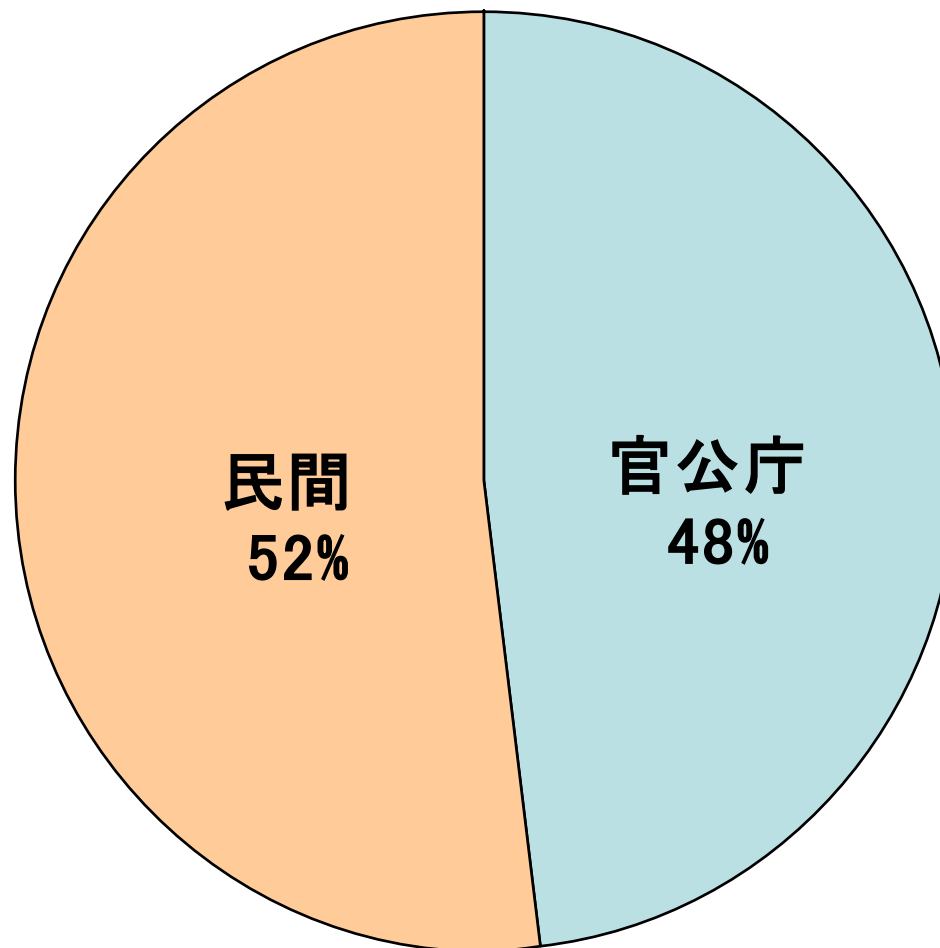


2-6. 免震建築物計画推移(レトロフィット棟数)

1994-2010:107棟

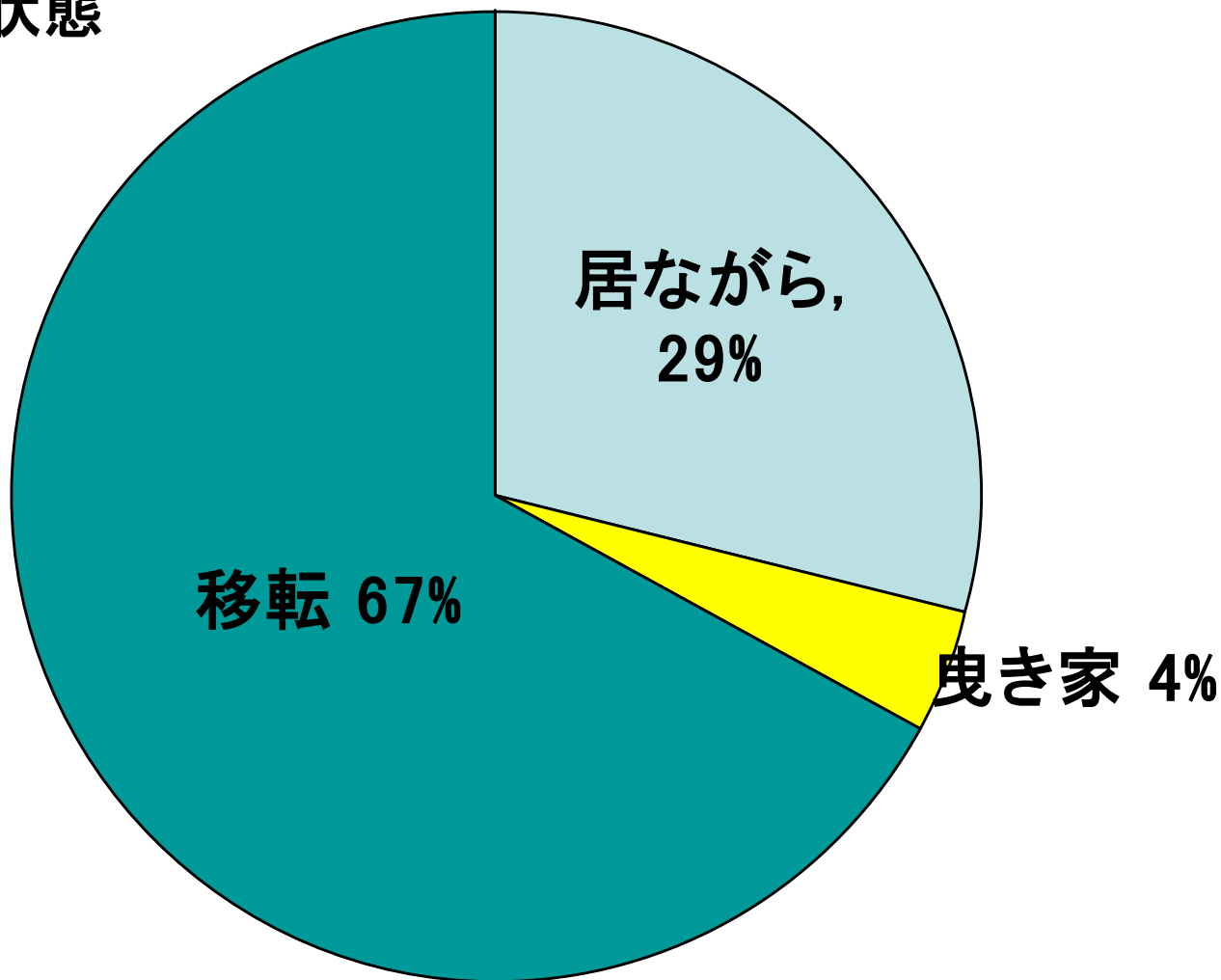


官公庁と民間の割合



一般社団法人 日本免震構造協会資料より抜粋

施工状態



大地震の時の建物内部のイメージ

- **耐震**から**対震**(制震・免震)へ(単に強くするのではない)
- 建物の**揺れを小さくする仕掛け**(仕組み)を設置する



耐震:揺れに耐える



制振:揺れを制する



免震:揺れから免れる

置物が大きく揺れ、場合によっては転倒する



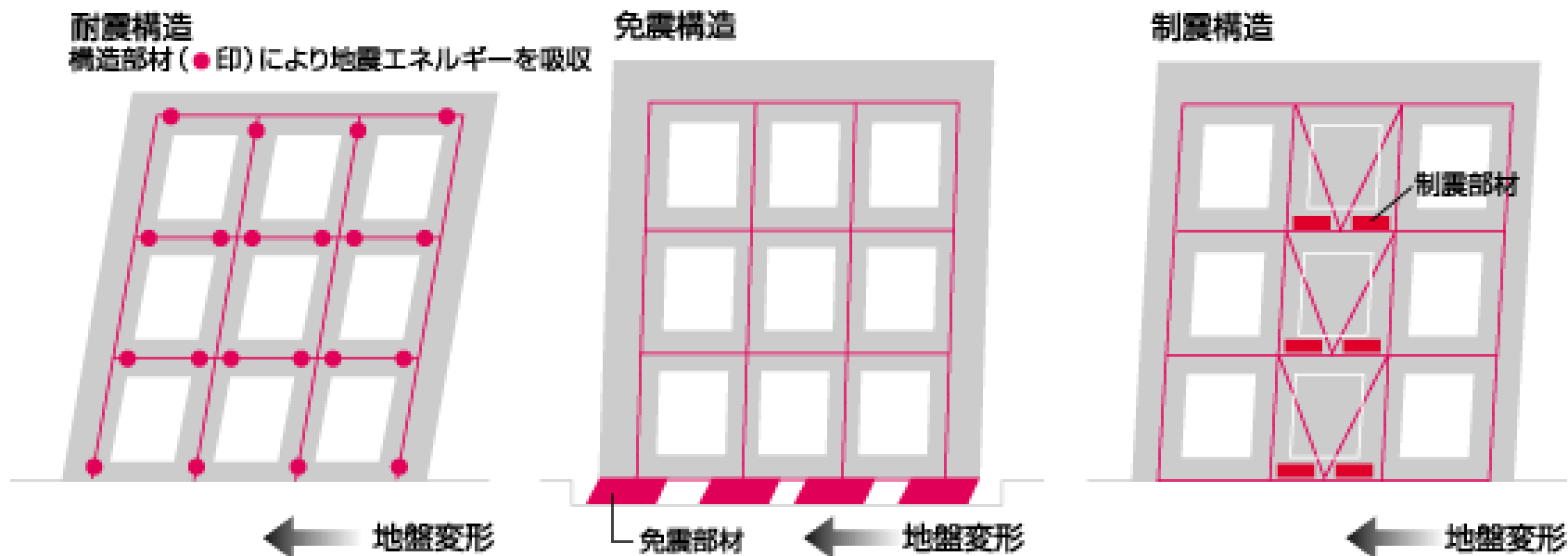
置物がやや大きく揺れ場合によっては転倒する



置物が少し揺れる

東北大学 災害制御研究センター資料より

3-2. 耐震・免震・制震

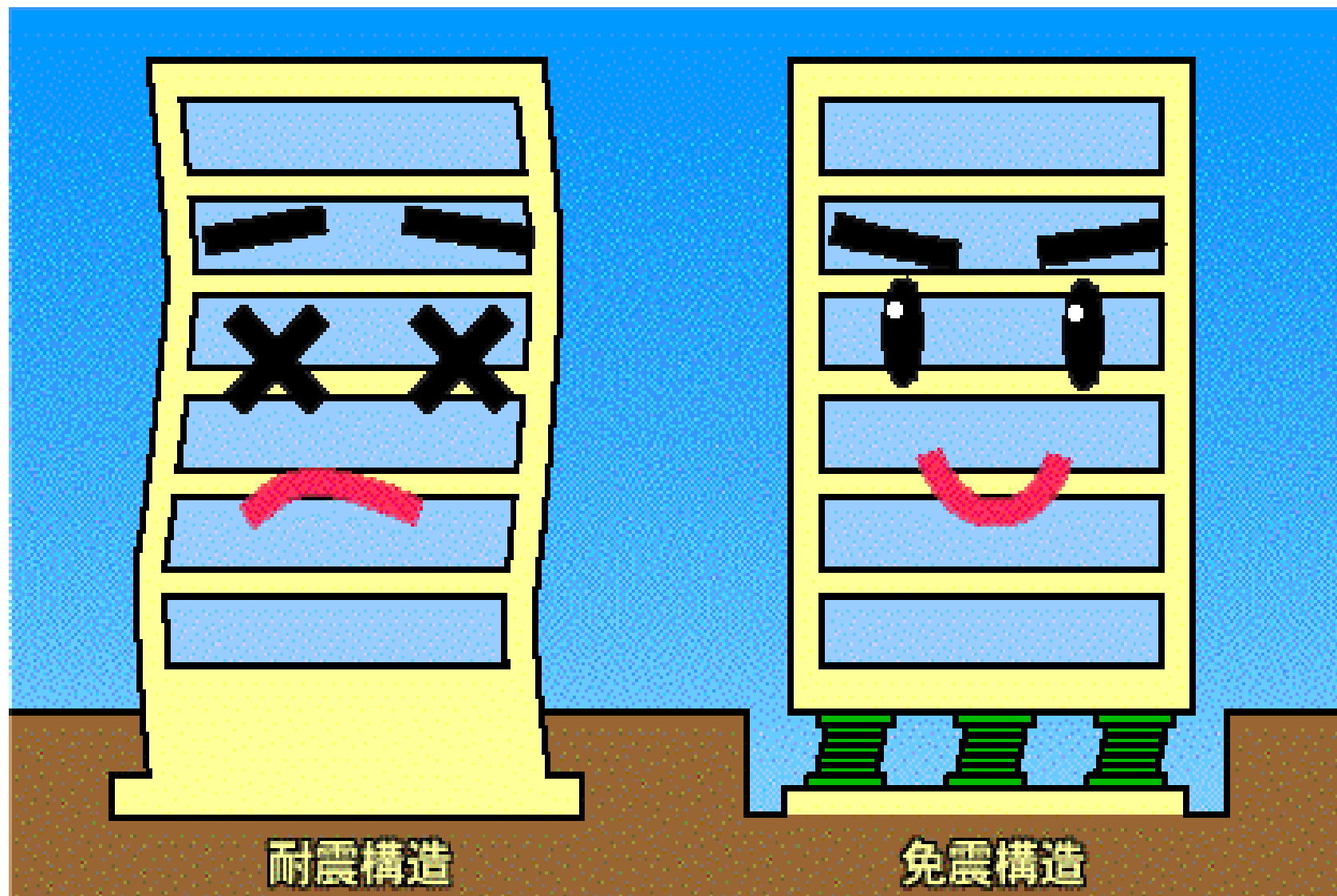


耐震構造 : 構造躯体を強固に造ることで地震による**建物の倒壊を防ぐ**構造。

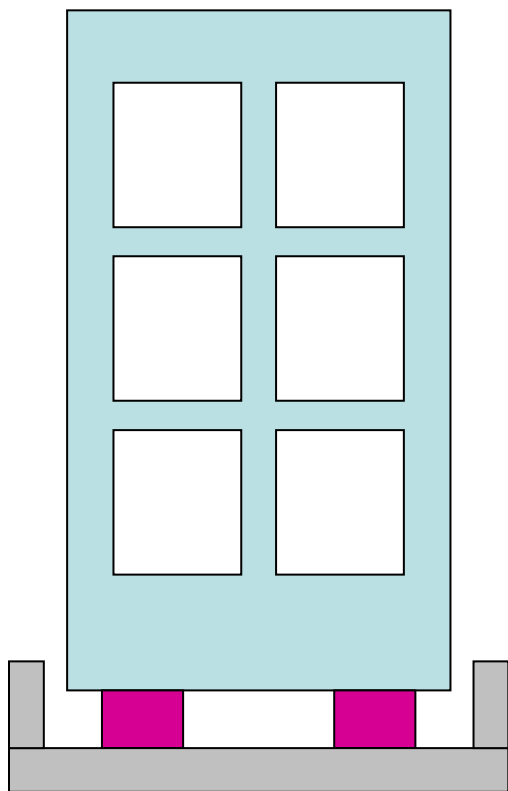
免震構造 : **上部建物と基礎の間に免震装置を設置することにより**、建物にゆっくりと揺れる性質を持たせ(長周期化)、建物が受ける**地震力を低減させる**構造。

制震構造 : **建物内部に設置した制震装置により**、**建物自体の変位を抑える**構造。

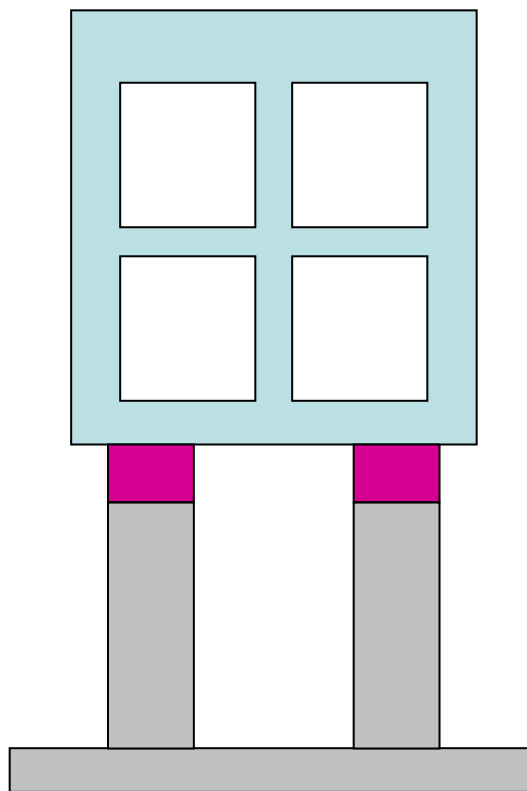
3-3. 耐震構造と免震構造の動きの比較



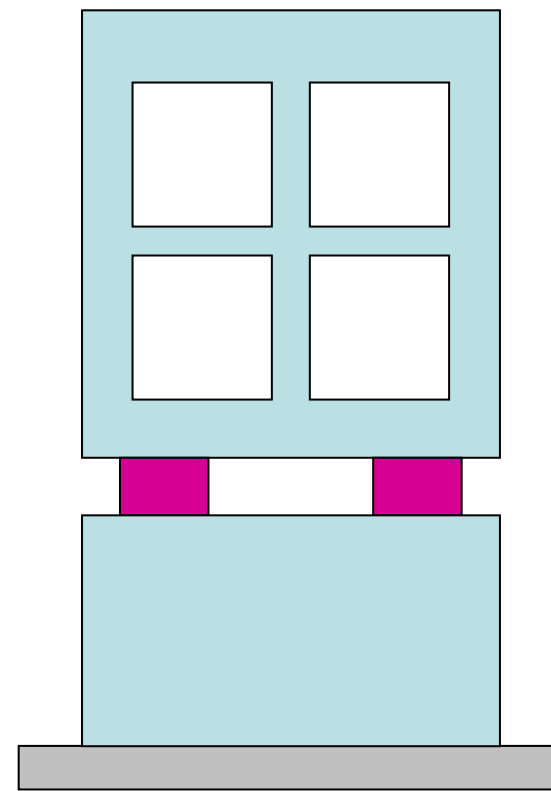
4-1. 免震建物の種類



基礎免震



柱頭免震



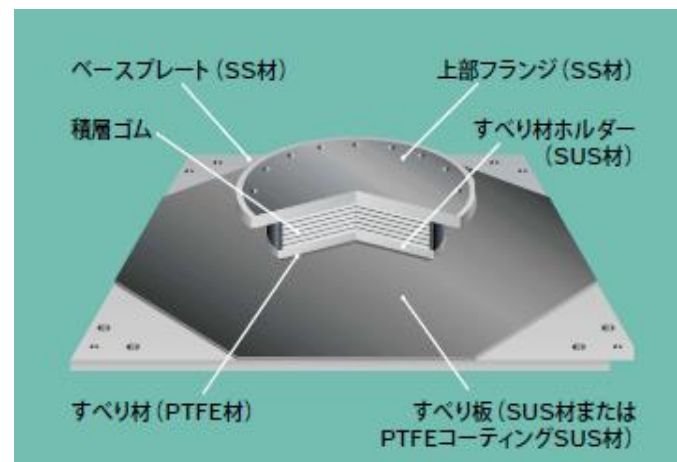
中間層免震

4-2. 免震装置の種類 ① 支承

支承 : 建物を支える免震装置(復元力機能を備える装置もある)



転がり支承



弾性すべり支承



積層ゴム支承

4-3. 免震装置の種類 ②ダンパー

ダンパー : 減衰力を付加する免震装置



オイルダンパー



鋼材ダンパー



鉛ダンパー

5-1. 免震ゴム： 建物の固有周期

建物の周期は？

建物には固有周期があります。

通常の建物はおおよそ**1秒以下の固有周期**を持ちます。



戸建て住宅

0.1～0.5秒



鉄骨の工場

0.5～1.0秒



高層RCマンション

0.6～0.9秒

なぜ建物は地震で揺れるのか？

卓越周期・・・地震動波形の中で、建物に大きな影響を与える周期

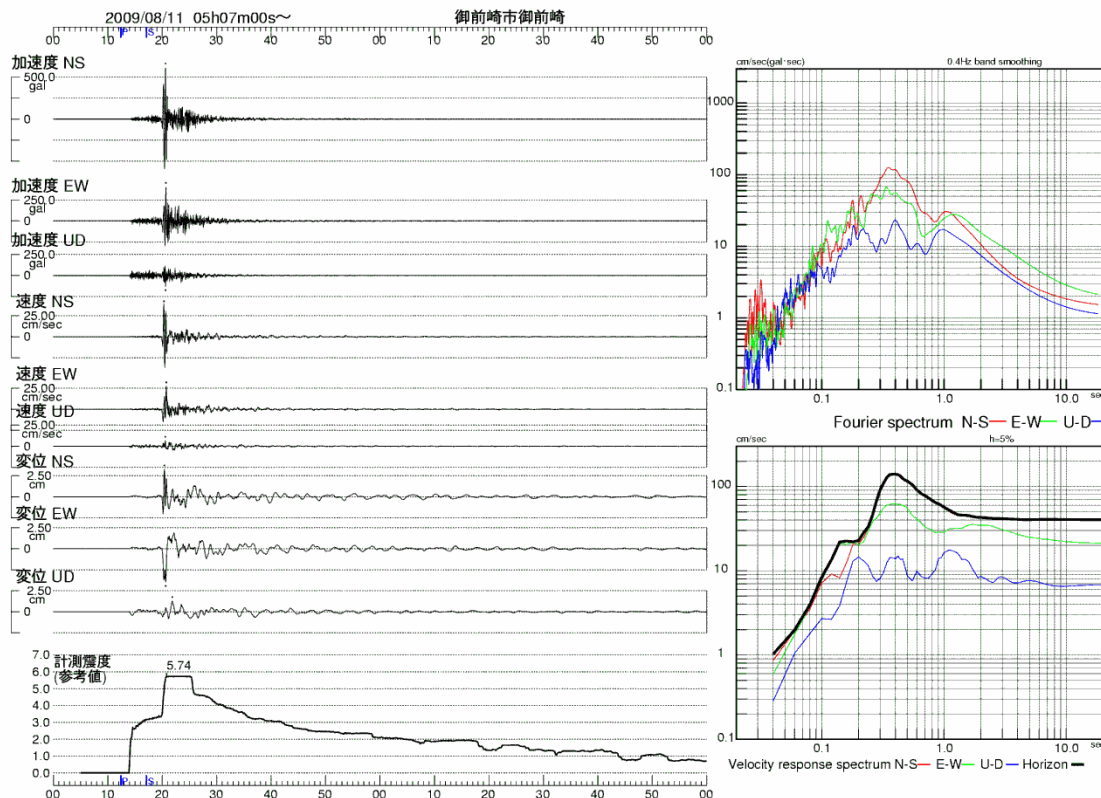
- 1秒以下であることが多い
- 建物の固有周期と合うと共振する
- 振動が大きくなる
- 地震での揺れが大きくなる

地震の周期は？

ほとんどの地震波の卓越
周期は0.3~1.0秒



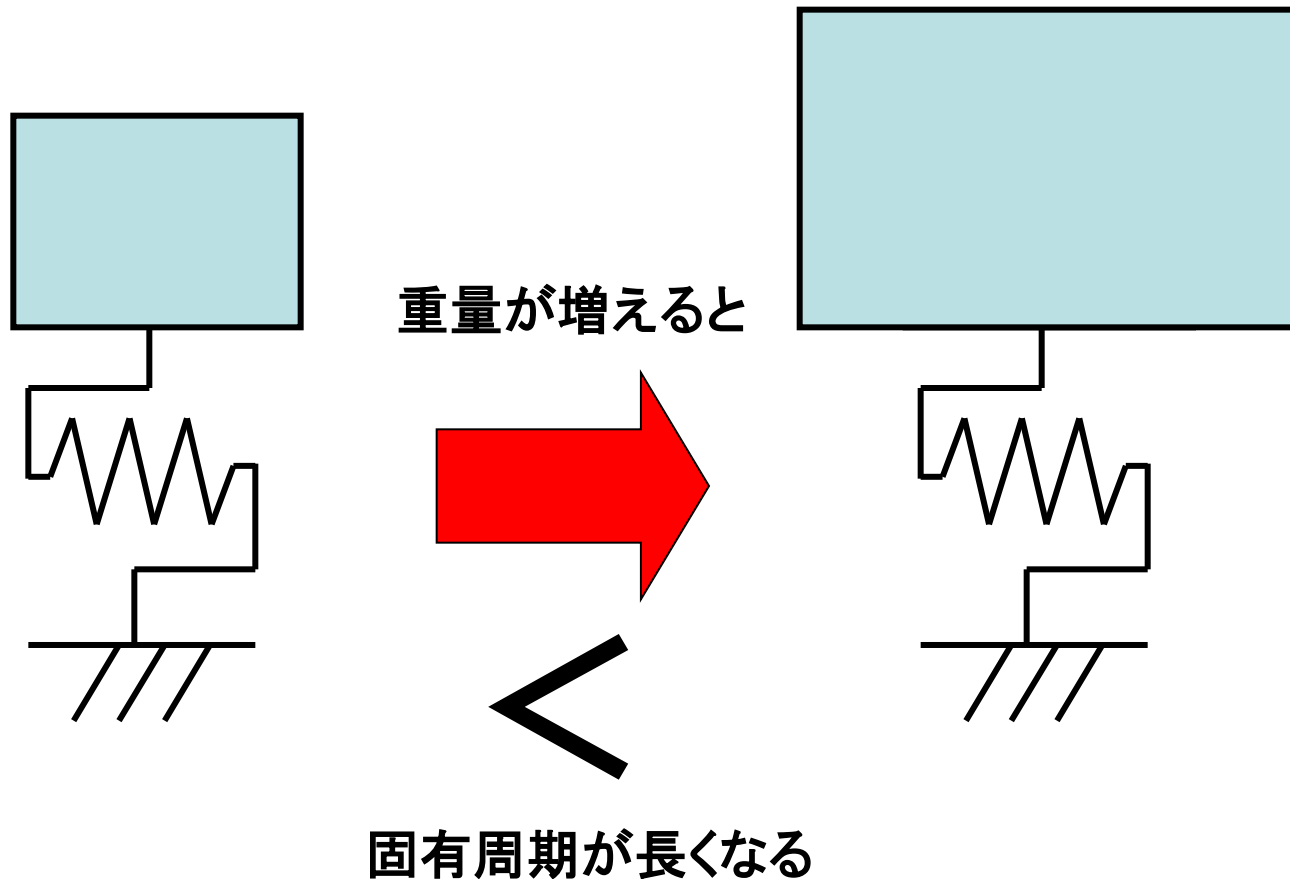
建物の固有周期と重なる為、
共振現象が起き地震時には
大きく揺れます。



2009.8.11 5:07
震源:駿河湾
震度5強:静岡市
被害例:東名高速
(一部崩落)

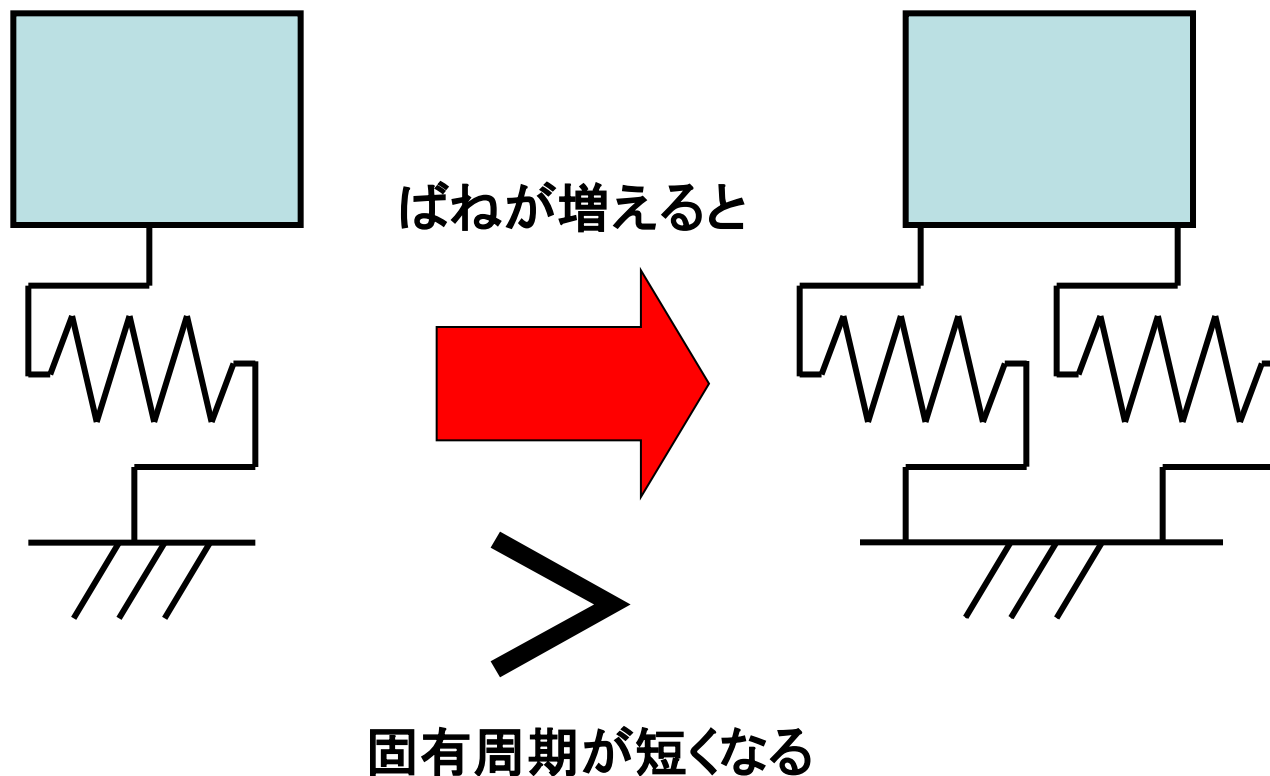


同じばねの免震装置では、大きな荷重を支えられる方が固有周期は長い



5-5. 免震装置

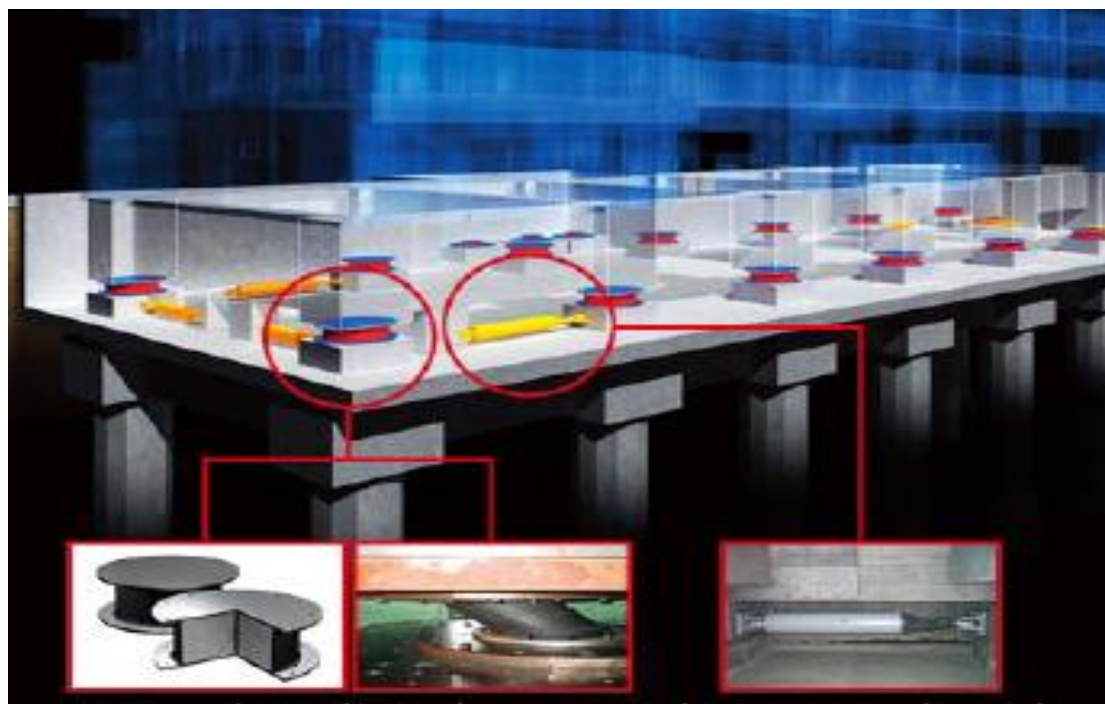
同じ荷重を支えられる免震装置では、小さなばねの方が固有周期は長い



5-6. 免震装置

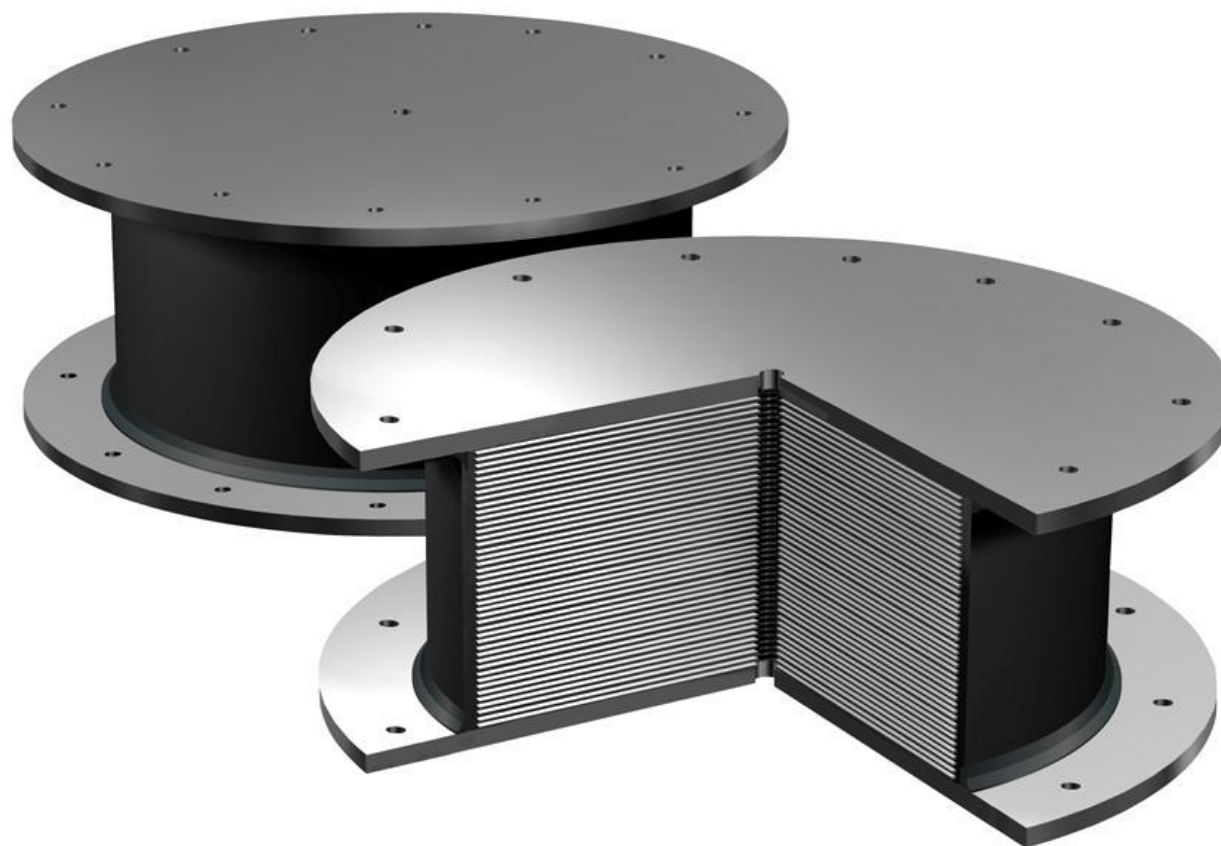
建物の基礎部に免震層を設け、固有周期が地震波の周期から外れるようにする

- 共振させない
- 免震積層ゴムの部分で地震の力を受ける
- 大きく変形することで建物はゆっくり大きく揺れるようになる
- 建物の破損はほとんど起こらず、免震建物内にいる人々は、あわてずに冷静に対処できる。



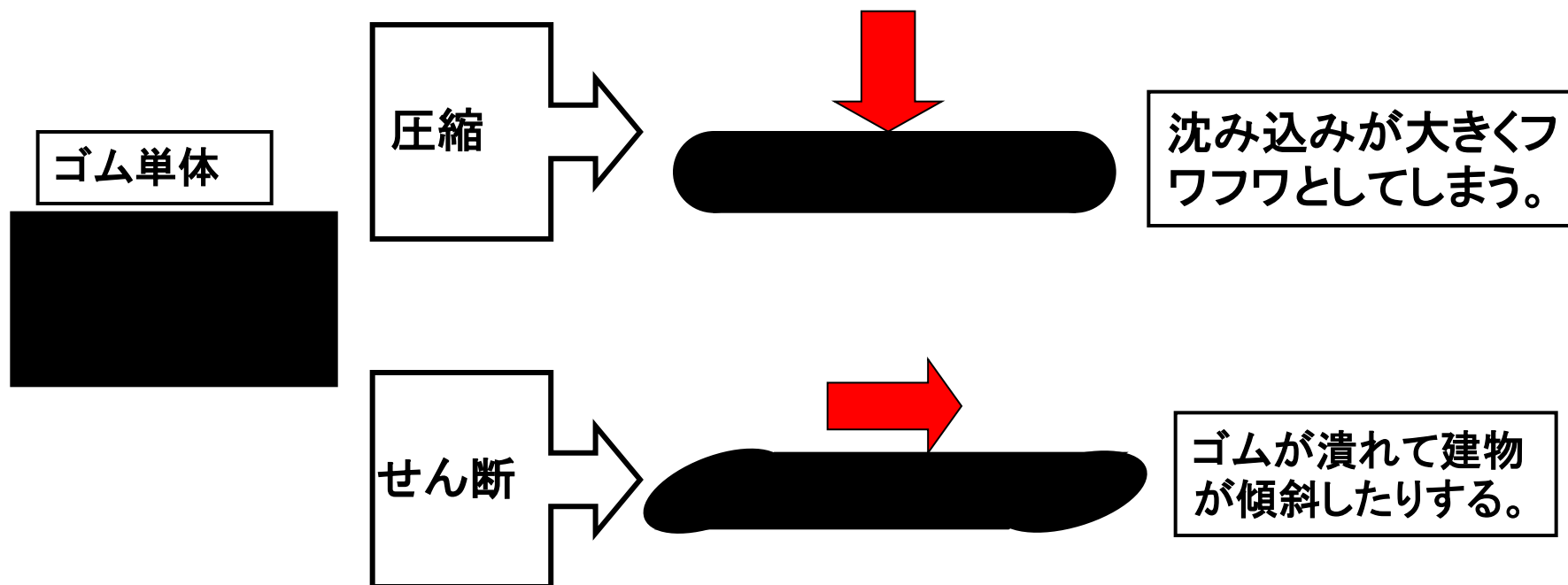
6-1. 免震積層ゴム支承

免震積層ゴム支承とは、ゴムと鋼板を交互に積み重ね加硫接着したもの



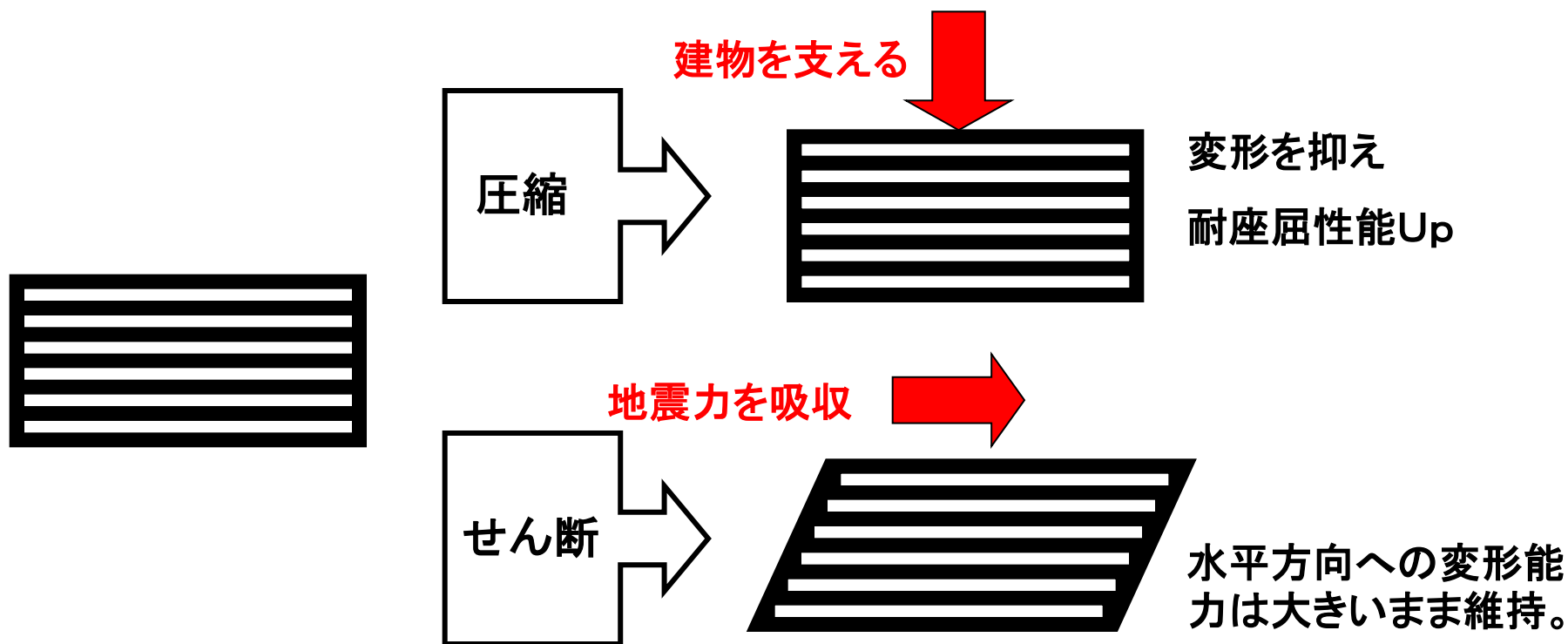
なぜゴムと鉄板を積み重ねるのか？

ゴムのみの場合、圧縮荷重やせん断荷重を加えるとすぐに座屈する

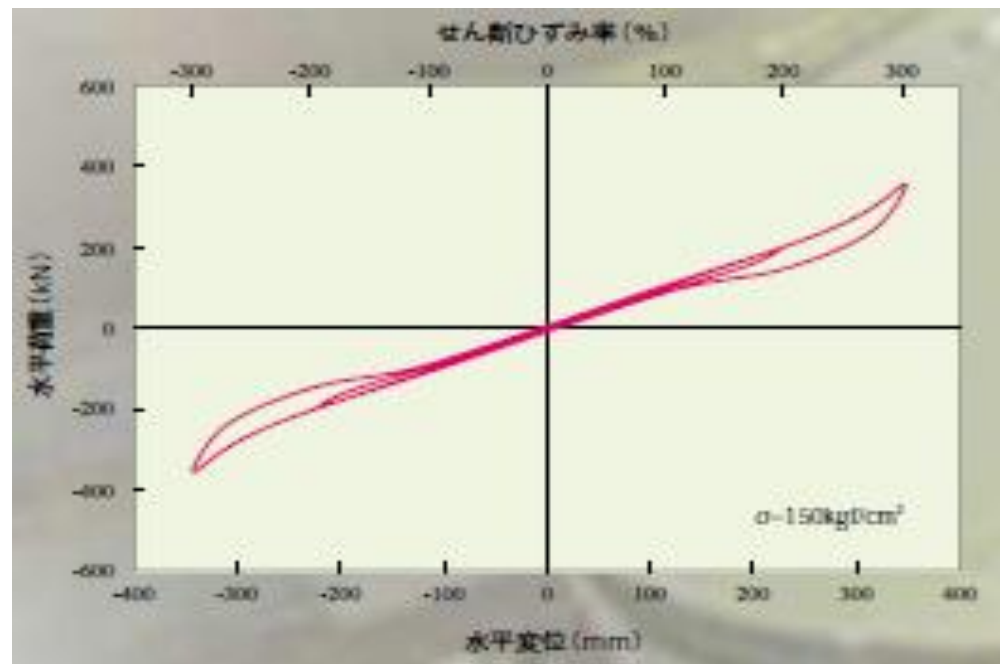
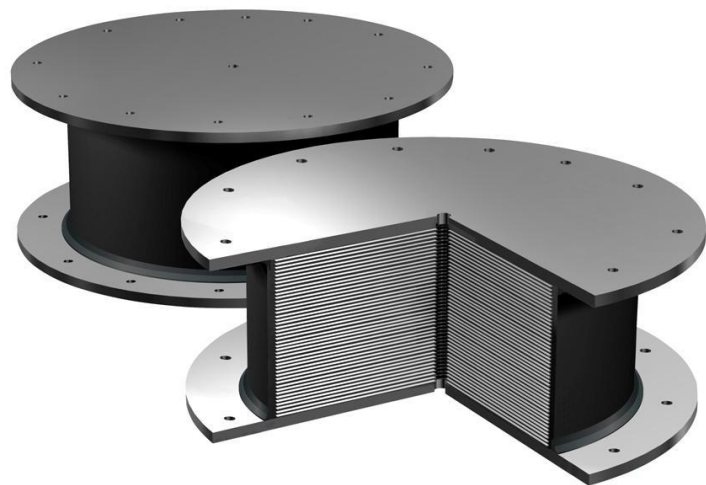


なぜゴムと鉄板を積み重ねるのか？

積層ゴム支承の場合、圧縮してもほとんど変形せず、せん断変形しても座屈しない

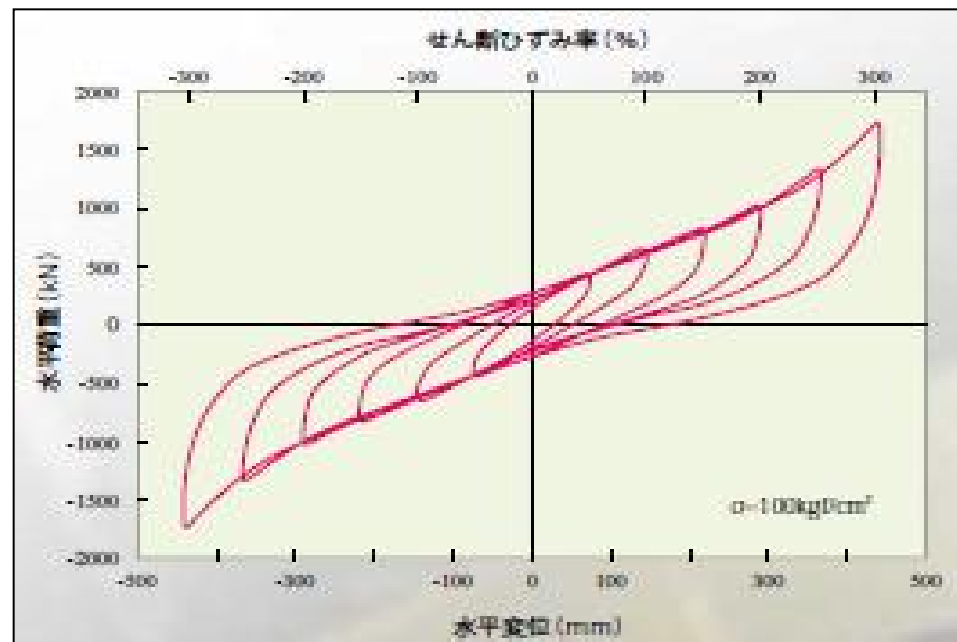
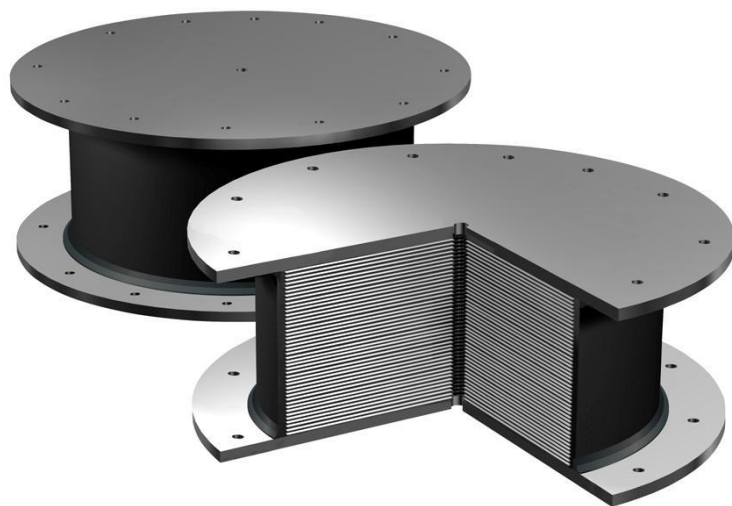


6-4. 天然ゴム系積層ゴム支承



天然ゴムを使用した積層ゴム支承で、減衰が少なく、線形性に優れ、安定した復元力機能を有します。
別置きダンパーとの併用で免震システムの設計を行います。

6-5. 高減衰ゴム系積層ゴム支承

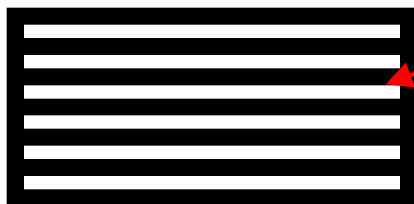


減衰の高いゴム材料を使用した積層ゴム支承で、積層ゴム支承単独で支承（荷重をささえる）機能、復元力（元に戻る）機能と減衰機能を有します。
立地条件にもよりますが、別置きダンパーが不要の免震システムの設計が可能で、配置計画がコンパクトになります。

高減衰ゴム系積層ゴム支承とは？

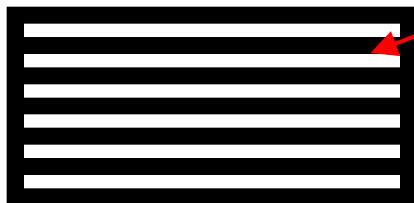
天然ゴムに**シリカ**(ガラスの材料)や**石油系樹脂**を大量に混ぜた高減衰ゴムを使用した積層ゴム支承

G0. 35



大量に**シリカ**が混ざっている

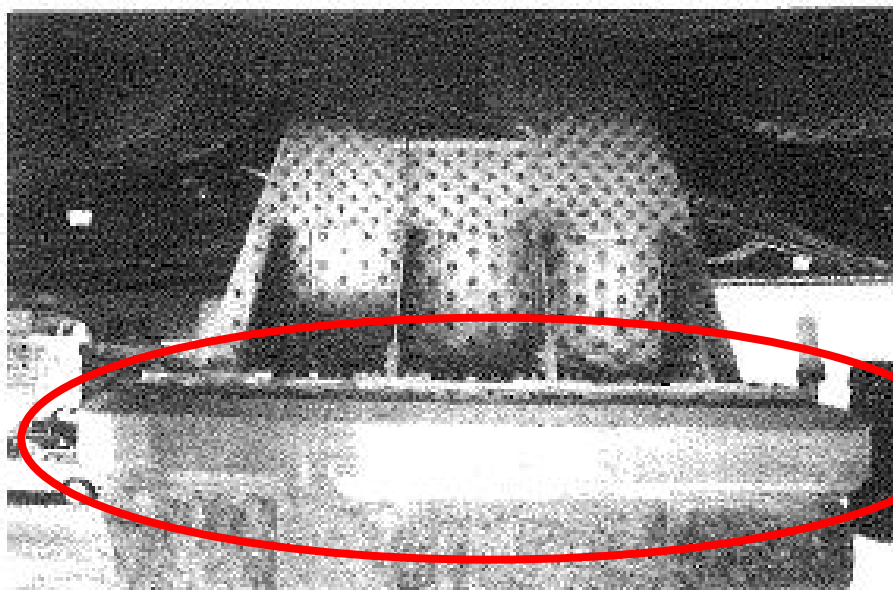
G0. 39, G0. 62



大量に**石油系樹脂**が混ざっている

積層ゴム支承は何年使用できるか？

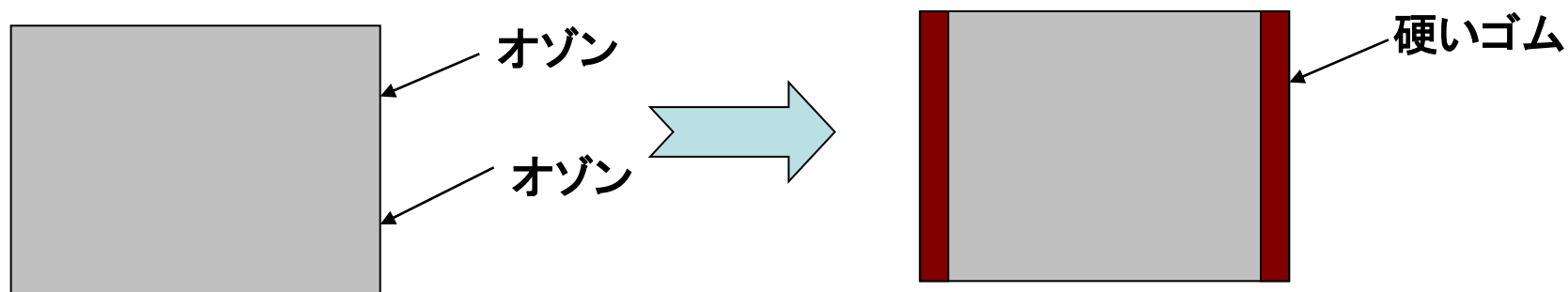
海外では100年以上使用しているゴム支承があります。



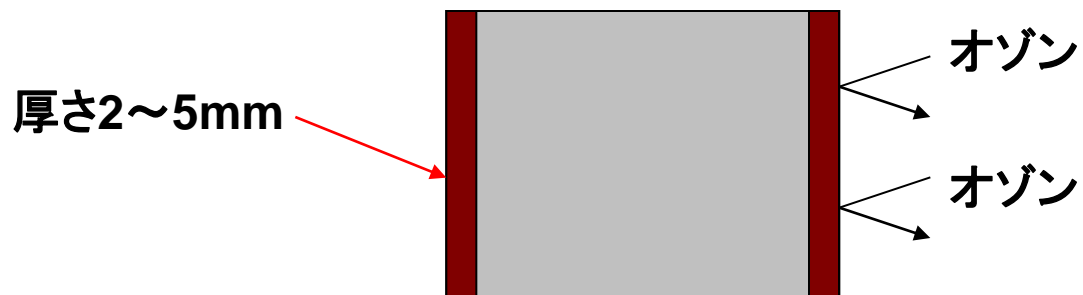
ニュージーランドの橋梁用ゴム支承

なぜ積層ゴム支承は100年以上使用できたのか？

ゴム支承の表面でオゾンと反応して硬いゴムとなります



この硬いゴムが防御壁の役目をしてオゾンから内部のゴムを守ります

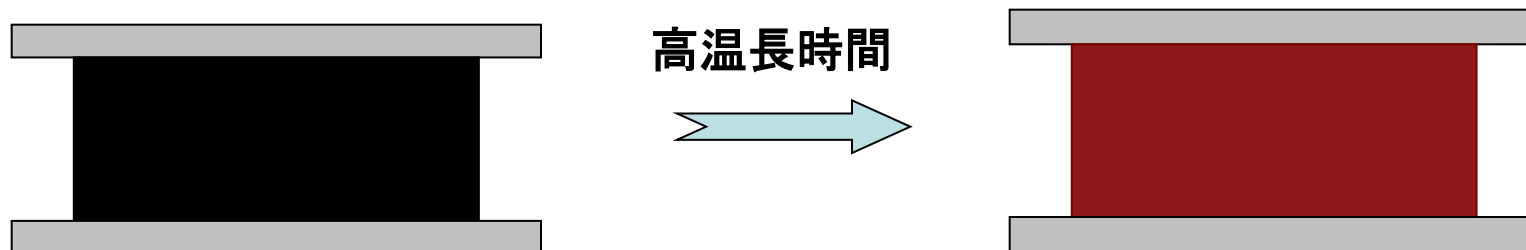


7-3. 積層ゴム支承の耐久性

日本の法律では**60年後の特性値を確認**するようになっています

1. 促進劣化試験は

高温の熱を長時間かけて、20°Cで60年相当の劣化をさせます。

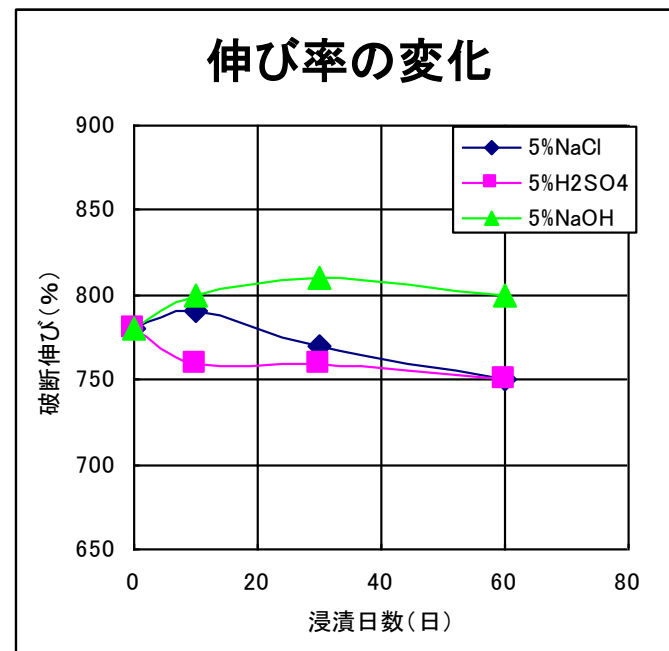
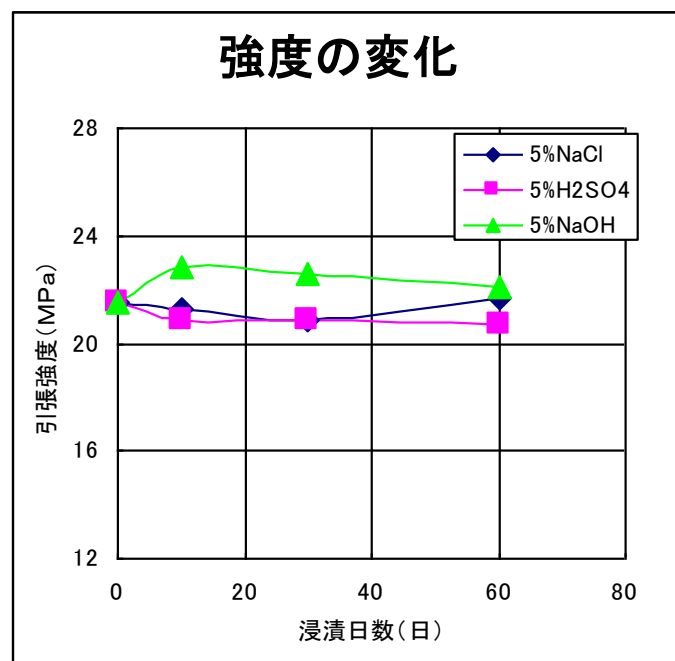
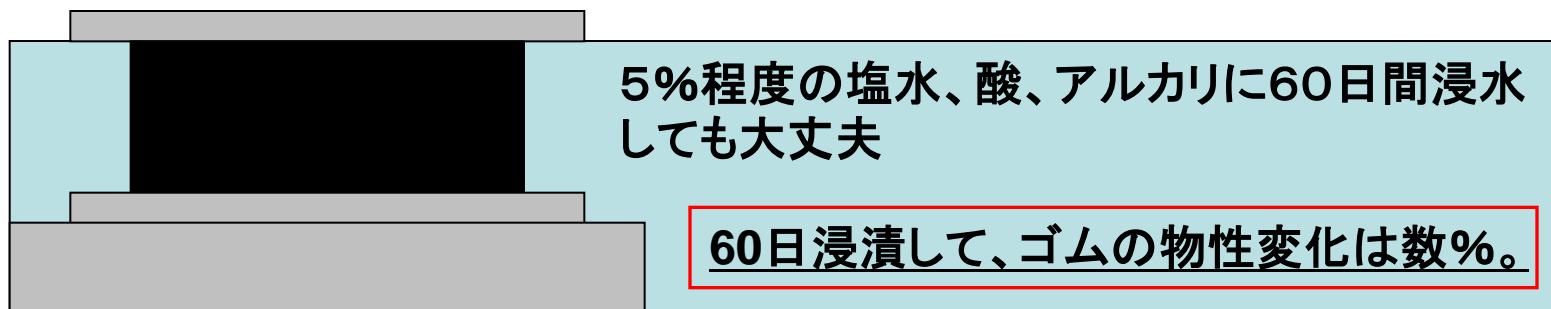


ゴムの劣化とは、硬くなり、
弾性が少なくなります。

ゴムの劣化で性能は 数%ダウン

★免震性能に必要な性能保持

2. 積層ゴム支承が水没したら・・・水害、ゲリラ豪雨等

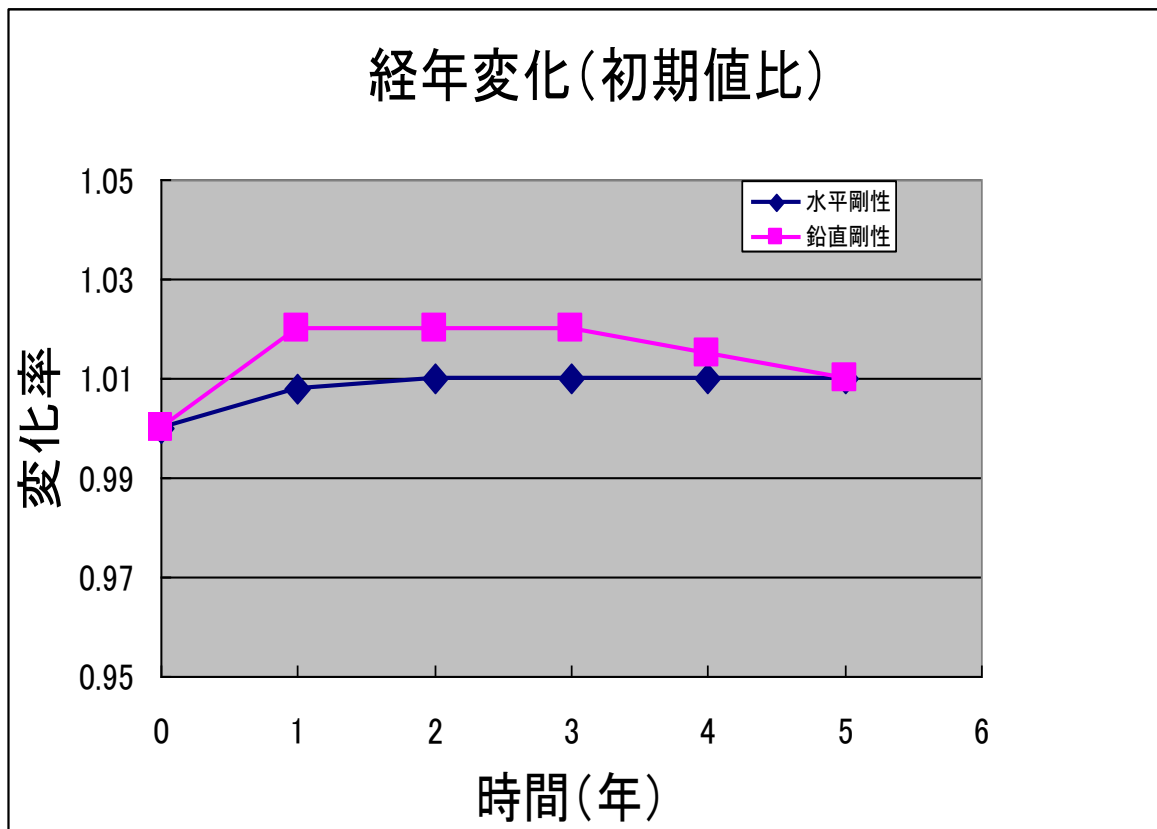


7-4. 積層ゴム支承の耐久性

別置き試験体

Φ650

経年変化(初期値比)

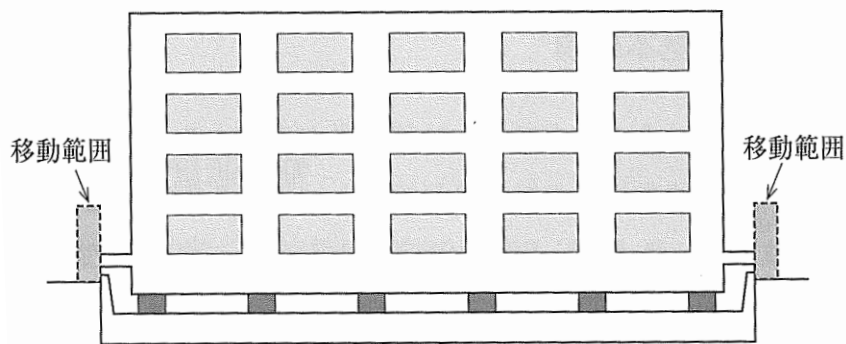


免震建物は、将来にわたっていつ起こるかわからない地震に遭遇したときに、地震から建物はもちろん、財産、人命を守るために、免震性能が機能しなければいけません。

そのために、維持管理点検の実施が大事になります。

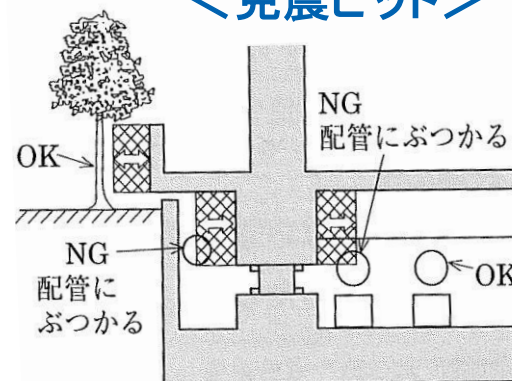
★地震時に地面側と建物側がぶつからないように、一定のスペースを確保する必要があります。

<建物周辺>



断面図

<免震ピット>



点検実施例

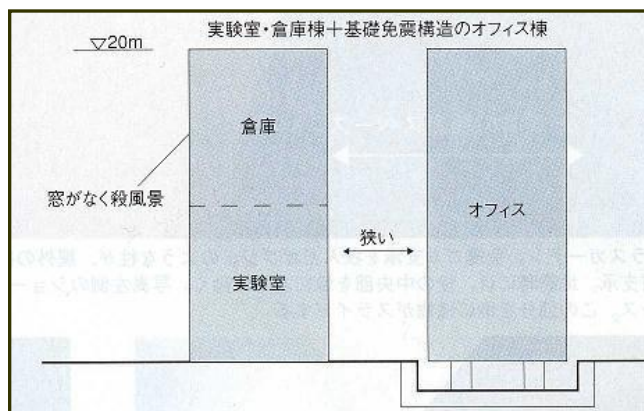


9. 施工例(東洋ゴム タイヤ技術センター)



<初期検討> 別棟プラン

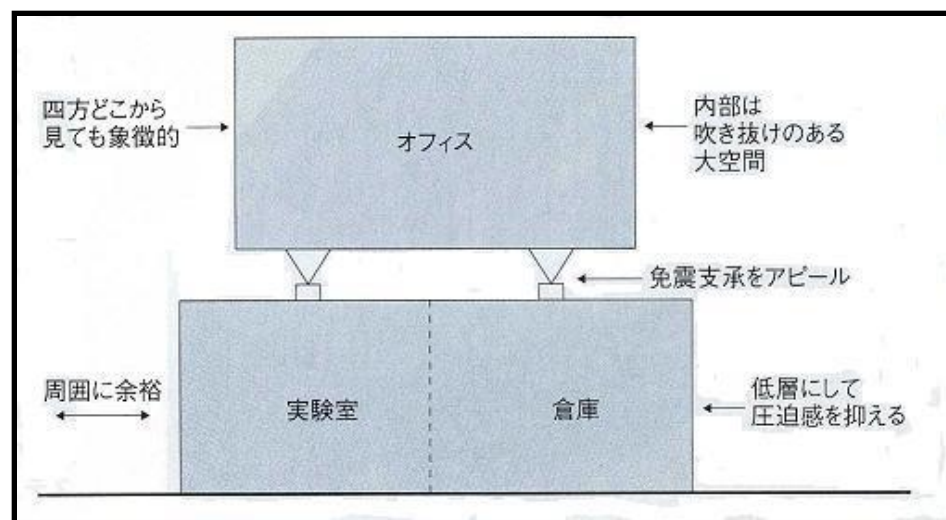
実験室棟+基礎免震のオフィス



✗ 窓がなく、見た目に圧迫感

<最終仕様> 一体型

実験室棟の上にオフィス



中間層免震建物

- 縦積みにして空間にゆとり
- 免震建物の安全性をより象徴的に表現

<屋外免震積層ゴム>



<室内免震積層ゴム>



耐火被覆

ご清聴ありがとうございました。