

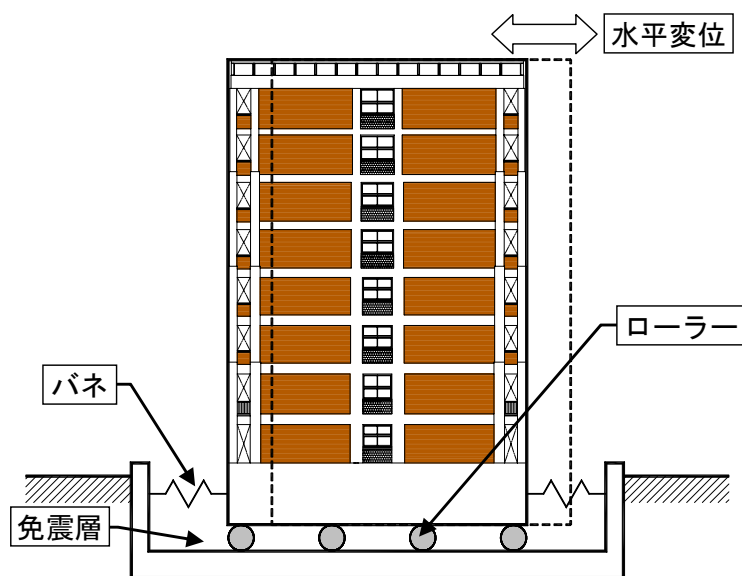
市庁舎耐震補強工事 No.4

地震による地盤の揺れ（振動）は、基礎を通して建物に伝わり、上階に行くほど大きく揺れます。地震の震動周期が建物の周期と近ければ、更に激しく揺れます。免震構造の仕組みや市庁舎耐震補強工事で採用している免震装置の働きについて説明します。

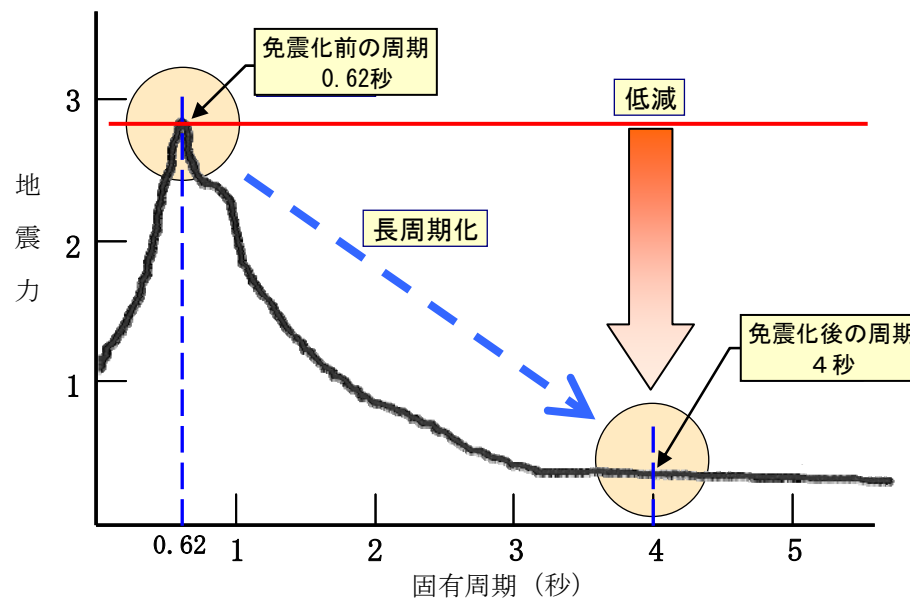
免震構造の仕組み

下の図は免震構造を分かりやすく模式化したものです。地盤と切り離し水平方向の移動を拘束しないで、ローラーで支持しています。それだけでは、大きく移動してしまうので水平方向に働くバネを設けています。この模式図のような建物に水平方向の力を加え急激に離すと、建物は振り子のようにある周期で往復運動して元の位置で止まります。このモデルの周期はバネが強いと短くなり、柔らかいと長くなります。通常の建物は、直接地盤に接しているため、地盤の揺れが直接建物に伝わります。

免震装置には、**建物と地盤との縁をきる「絶縁機能」と、建物を支える「支持機能」、地震の揺れを柔らかく制止する「減衰機能」、そして元の位置に戻ろうとする「復元機能」**の働きのものがあります。免震装置の組み合わせにより、建物を長周期化することで建物は大きくゆっくりと揺れ、地震の被害を少なくすることができます。



免震建物の模式図



建物の固有周期と地震力の関係

免震装置のはたらき

免震構造を成立させるには、4つの機能を数種類の免震装置を組み合わせる必要があります。市庁舎耐震補強では下記のような構成となっています。（免震装置配置はHP 1号を参照して下さい）

免震装置の4つの機能

①絶縁機能

地震の揺れが建物に伝わらないように縁を切る機能

②支持機能

水平方向にやわらかく変形しても常に安定して建物の重量を支える機能




③減衰機能

地震のエネルギーを吸収して建物の揺れ幅を抑え、徐々に小さくする機能

④復元機能

建物が水平に移動しても元の位置に戻ろうとする機能

市庁舎の免震装置構成

<p>弾性すべり支承</p> 	<p>絶縁 地震時にすべりが生じる</p> <p>支持 すべりが生じても建物重量を支え続ける</p> <p>減衰 摩擦抵抗で地震エネルギーを吸収する</p>
<p>積層ゴム支承</p> 	<p>絶縁 地震時にゴムが柔らかく水平変形する</p> <p>支持 ゴムが水平変形しても建物重量を支え続ける</p> <p>復元 ゴムの復元力で元に戻ろうとする</p>
<p>U型ダンパー付 積層ゴム支承</p> 	<p>絶縁 地震時にゴムが柔らかく水平変形する</p> <p>支持 ゴムが変形しても建物重量を支え続ける</p> <p>復元 ゴムの復元力で元に戻ろうとする</p> <p>減衰 金属が大きく変形することで地震エネルギーを吸収する</p>



積層ゴム支承の性能検査



U型ダンパー付積層ゴム支承の寸法検査

免震装置は、製造工場において、部材メーカー・工事監理者・施工会社との協働のもとで製品検査を行い、合格したものだけを工事現場へ納品します。検査の項目は、装置によって若干こととなりますが、材料検査・外観検査・寸法検査・性能検査を行います。

特に、弾性すべり支承と積層ゴム支承は、試験機を用いて鉛直方向の荷重を加えた上で、水平方向の加力を繰り返す、性能検査を全数実施しています。

免震装置のしくみ

積層ゴム支承とはどんなものですか

積層ゴム支承は、大地震で水平方向にゆっくり変形するとともに、揺れがおさまると元の位置にもどる性質をもっています。また、水平変形した際にも建物の重量を安定して支え続ける機能をもっています。

積層ゴムは、ゴムシートと堅い鋼板を交互に積層して一体化することで（図-1 参照）、ゴムブロックに比べ鉛直方向の変位が少なく建物の重量を支え、水平方向にはゴムの特徴を活かし柔らかく変形する性能を備えています。（表-1 参照）

免震建築が急激に増えたのは、この積層ゴムの出現によると言っても過言ではありません。天然ゴムといえば強く引っ張ると切れてしまう輪ゴムを想像しますが、積層ゴムに使用するゴムは、天然ゴムに硫黄やカーボンブラック等を練り混ぜ、熱と圧力を加え加硫化することで、天然ゴムの特徴を維持しながら安定した強度の高い弾性体としています。天然ゴム系積層ゴム部材を使用した橋脚が 100 年以上経過した今でも立派にその役目を果たしています。

市庁舎で使われている積層ゴムの直径は 800mm で、ゴムの総数は 33 層です。柱の重量を支えながら、大地震時には水平方向に 60cm 程度変形できます。

表-1 積層ゴムの特徴

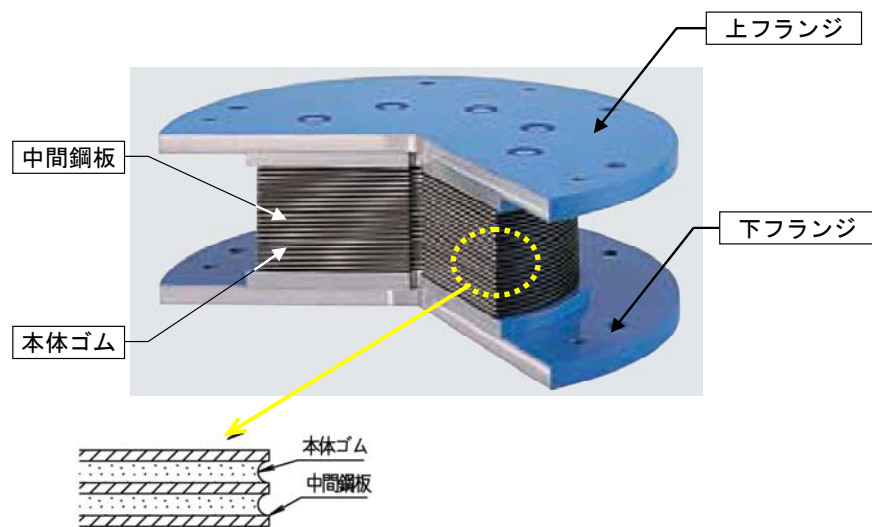


図-1 積層ゴムの基本的構造

	ゴムブロック	積層ゴム
初期状態		
圧縮		
せん断		

【出典：(社)日本免震構造協会「考え方進め方免震建築」】

免震装置のしくみ

弾性すべり支承とはどんなものですか

弾性すべり支承は、積層ゴム底部の鋼板にフッ素系樹脂板（すべり材）を取り付けた「弾性すべり支承」と、フッ素系樹脂コートステンレス鋼板「すべり板」によって構成されています。

弾性すべり支承は、通常時は建築物の重量を支えています。中小地震時には積層ゴム支承と同じく水平方向にゆっくり変形することで地震力をやわらげ、大地震時にはすべり材がすべり板上をすべって動くことによる摩擦エネルギーで地震力を吸収します。（図-2）つまり“すべらせる”ことで地震力を低減するものです。

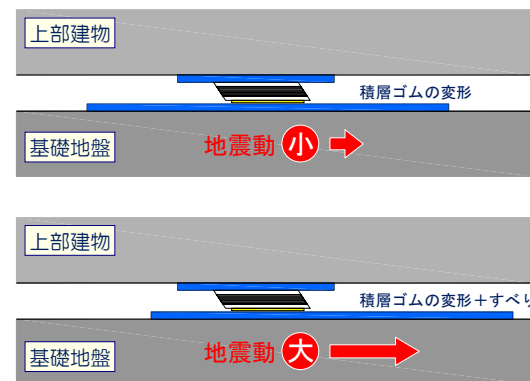
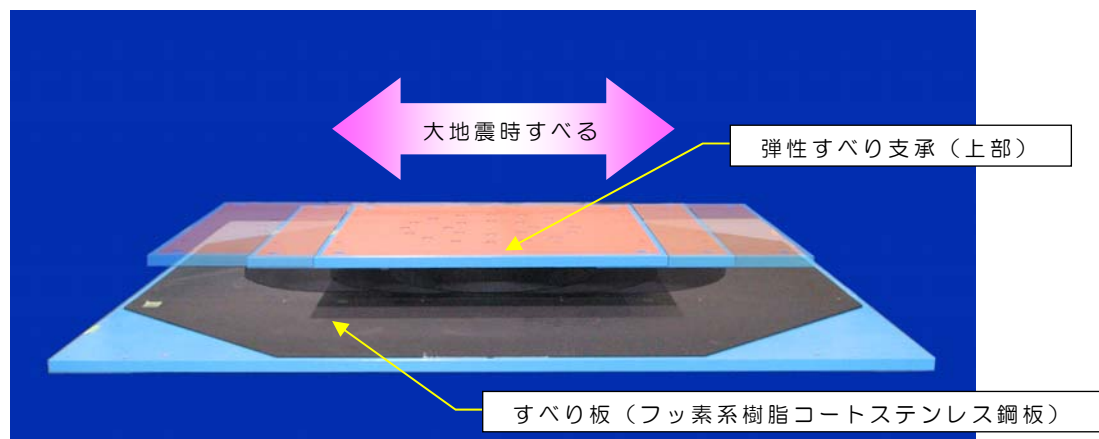
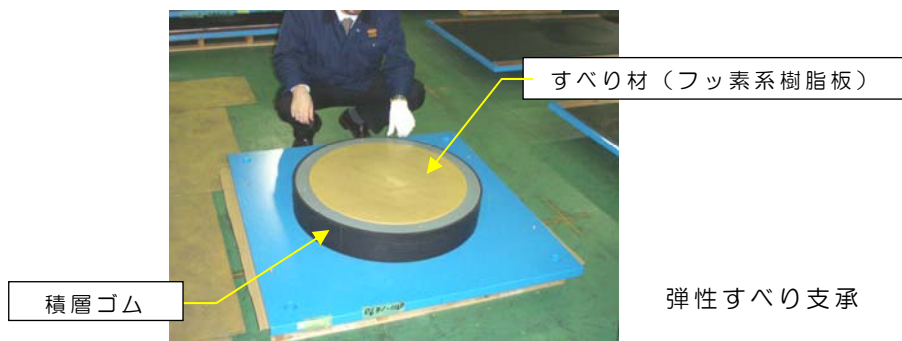


図-2 摺動材と積層ゴムの動き



弾性すべり支承の性能検査例

U型ダンパーとはどんなものですか

U型ダンパーは、建物に伝わる地震のエネルギーを吸収し、建物の水平方向の揺れを抑え、徐々に小さくする働きがあります。積層ゴム支承だけでは揺れ幅大きく、また減衰が少ないのでしばらく揺れ続けます。ダンパーとの組み合わせにより、揺れ幅を抑え、徐々に小さくすることが可能になります。

U型ダンパーは、金属製で地震時に大きく変形することにより地震のエネルギーを吸収します。(写真-1)

市庁舎で使われているU型ダンパー付積層ゴム支承は、積層ゴムの働きと地震エネルギーを吸収するダンパーの働きをあわせ持つ免震装置です。

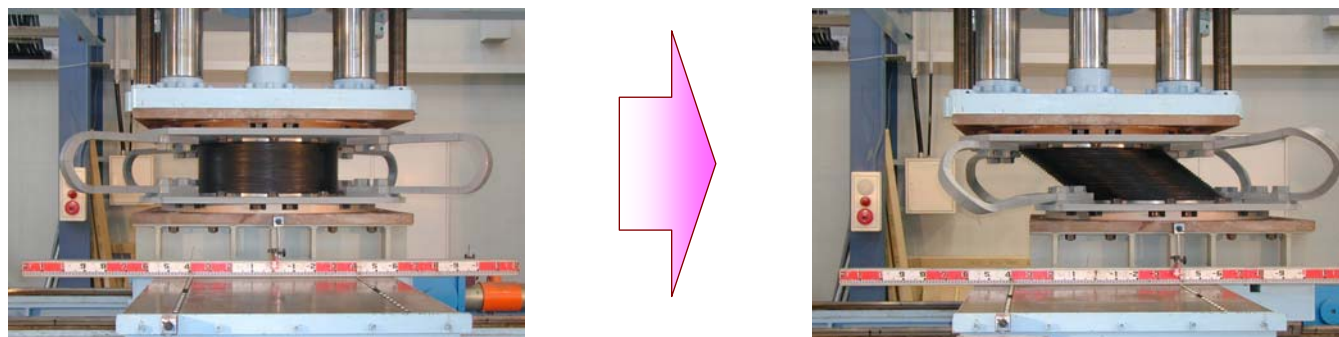


写真-1 U型ダンパー付積層ゴム支承の実験風景

