

日本のおとぎ話 地震はナマズが動いて起きる

一般社団法人 日本免震構造協会

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階
電話 03-5775-5432
FAX 03-5775-5434

<https://www.jssi.or.jp/>



一般社団法人 日本免震構造協会

INDEX

1	日本免震構造協会について	1
2	免震構造・制振構造の効果	2
3	免震建物・制振建物の実績	5
4	免震建物の地震観測記録	7
5	免震構造と事業継続性／日常生活継続性 免震建物と地震リスク	8
6	次世代免震構造システムの構築と 新システム	10

日本免震構造協会について

協会概要

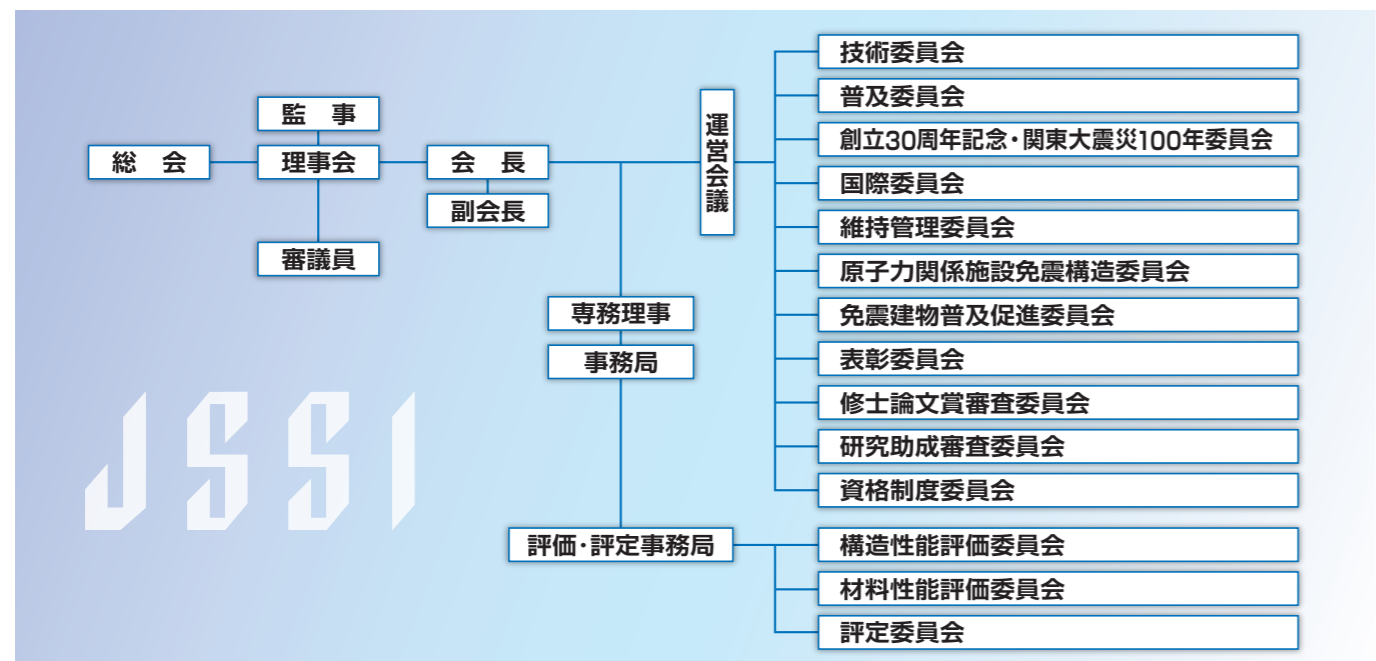
会長	中澤 昭伸	設立趣意	免震構造の適正な普及を図るため、学識経験者、設計事務所、建設業及び免震部材製造の関係者により設立
専務理事	北村 佳久		免震構造に関する調査研究の充実による設計、施工、部材、維持管理等に対する技術の向上と安全性の確保を的確に推進指導できる組織
会員構成	第1種正会員 87社 第2種正会員 236名 賛助会員 114社 (2023年7月31日現在)	協会経緯	免震技術の発展と安全で良質な建築物の整備に貢献し、もって国民生活の向上に寄与する
			1993年 設立総会 1999年 建設省認可公益法人設立 2000年 JSSI免震構造基準認可、資格制度発足 2004年 10周年記念 免制振国際会議 2008年 15周年記念 免制振国際会議 2011年 一般社団法人となる 2013年 20周年記念 免制振国際会議 2023年 30周年記念事業

協会活動

- 委員会活動**
免震・制振構造の設計法・施工法に関する調査研究、維持管理基準の作成等を行い、各種基準書や指針等の図書を発行しています
また、免震構造の普及に向けて講習会などを行っています
- 表彰・助成制度**
日本免震構造協会賞、修士論文賞の表彰を行っています
また、免震・制振建物の発展、普及推進に寄与する調査研究に対する研究助成により助成金を支給しています
- 資格制度**
本協会認定の「免震部建築施工管理技術者」「免震建物点検技術者」資格の講習・試験の実施および資格者の認定・登録証の発行・更新講習会の実施を行っています
2023年3月現在で免震部建築施工管理技術者は6,530名、免震建物点検技術者は2,717名を数え、日本の免震建築の施工・維持管理に欠かせない資格として認められてきています

- 性能評価業務**
国土交通省から指定を受け、下記の性能評価業務を行っています
- 構造性能評価委員会
建築基準法第20条第一号（同条第二号口、第三号口、及び第四号口に掲げる場合を含む）の規定による、免震・制振建築物等の時刻歴応答解析を用いた建築物、または高さ60mを超える超高層建築物の性能評価業務
 - 材料性能評価委員会
建築基準法第37条第2項の認定に係る免震材料等の建築材料の性能評価業務
- 評定業務**
建築物または工作物の構造方法及び免震部材の性能を評価する構造・材料評定、並びに耐火材料一覧に係る耐火評定を行っています

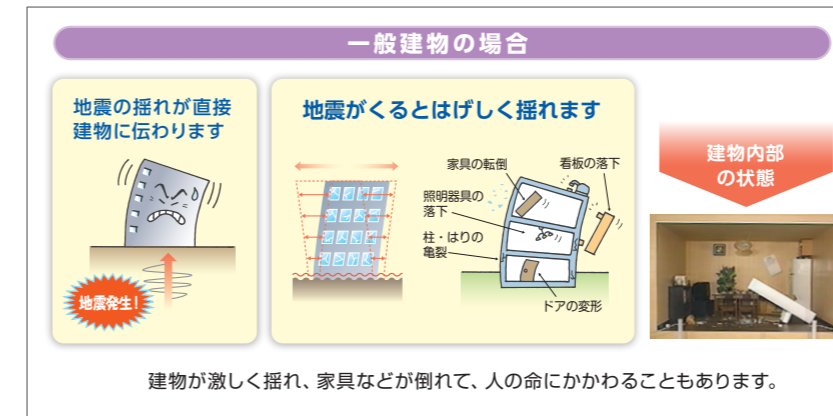
協会組織（2023年度）



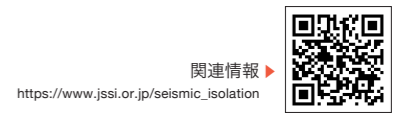
免震構造・制振構造の効果

免震構造の効果

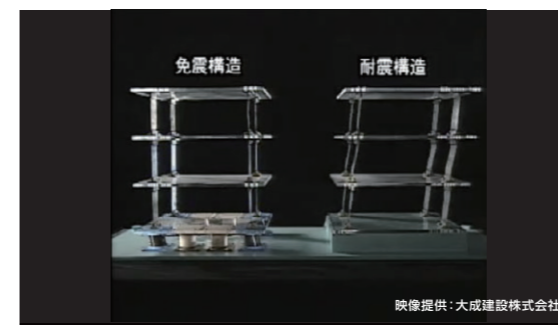
地震時の一般建物と免震建物



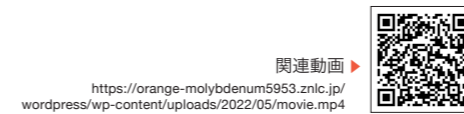
免震建築物は、地面の上に免震装置が設置された免震層を設け、その上に建物がのっています。地震時に免震装置が地震の揺れを吸収することで建物に地震の揺れが伝わりにくくなります。建物には、免震装置で吸収できなかった地震の揺れが少し伝わるだけです。



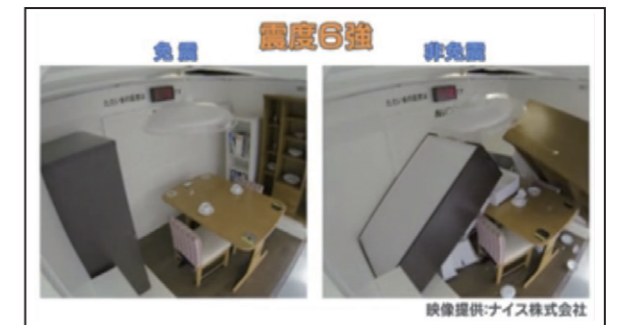
地震時の一般建物と免震建物



免震構造は地震がくるとゆっくり揺れます。



免震構造と耐震構造の揺れ方の違い



免震構造では家具などが倒れにくくなります。



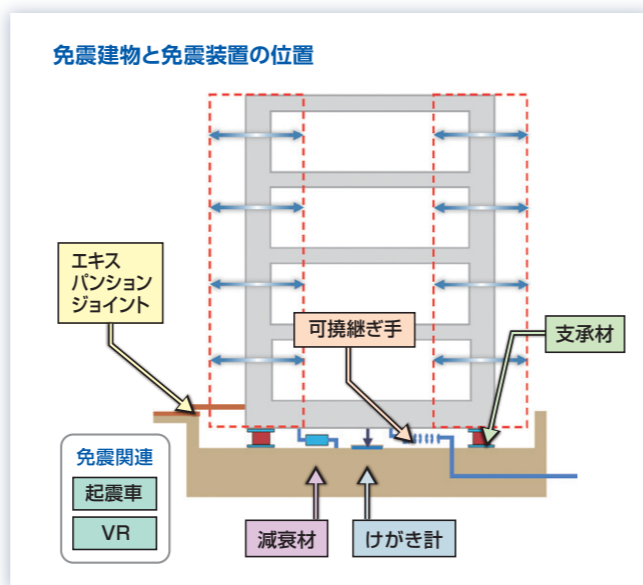
免震部材について

免震部材には、**支承材**、**減衰材**があります。

また、建物周辺に設置される**エキスパンションジョイント**や免震層に設置される**けがき計**、**可撓継ぎ手**などは、免震建物関連の装置となります。

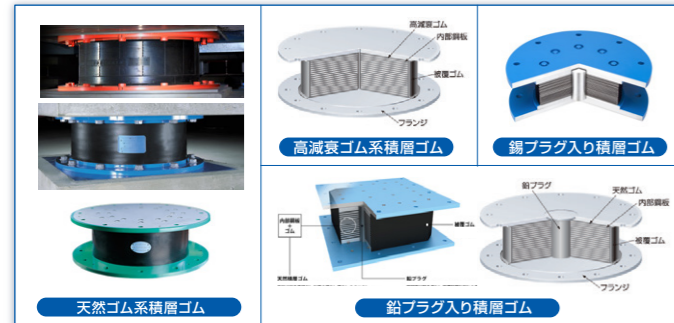
免震関連では、**起震車**や**VR**で地震時の免震建物の揺れを再現することにより、免震建物の効果を実感することもできます。

関連情報
https://www.jssi.or.jp/seismicisolation_maker

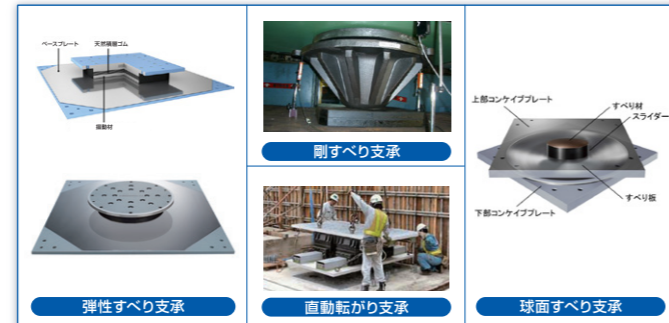


免震部材 支承材 積層ゴム系、すべり系、転がり系の支承で建物荷重を支えます。

積層ゴム系支承材 ゴムと鋼板を積層して一体成型された支承材です。



すべり・転がり系支承材

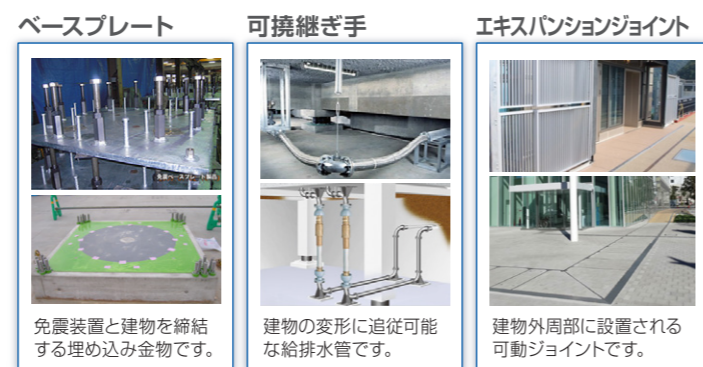


免震部材 減衰材

オイルを用いた流体系、金属を用いた履歴系ダンパーで地震時の揺れ、変形を抑えます。



免震関連 ベースプレート 可撓継ぎ手 エクスパンションジョイント

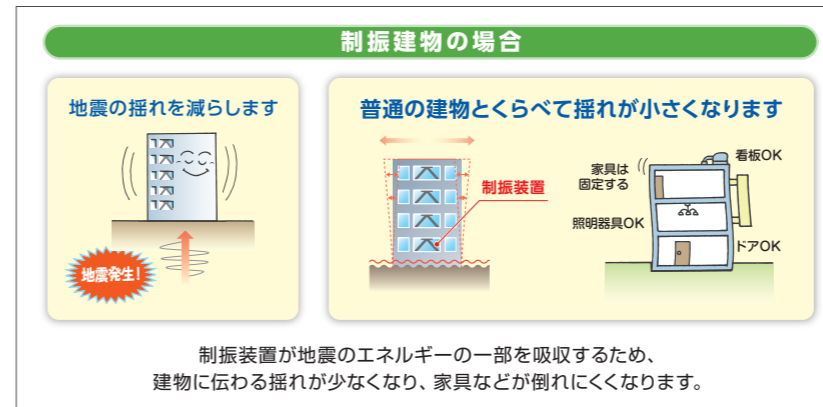
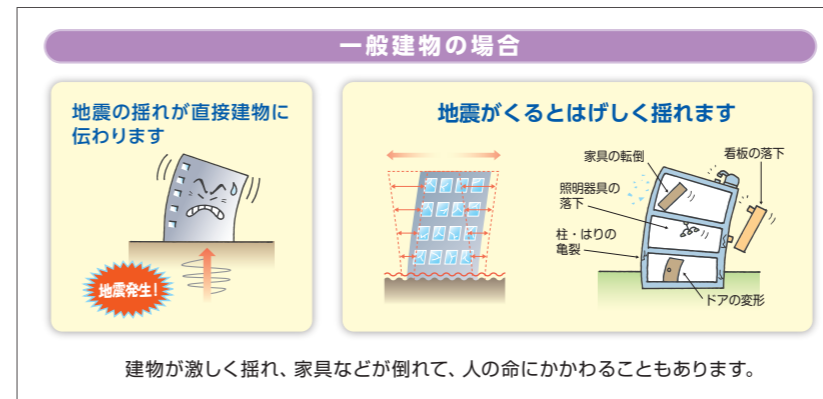


免震関連 けがき計 起震車 VR



制振構造の効果

地震時の一般建物と制振建物



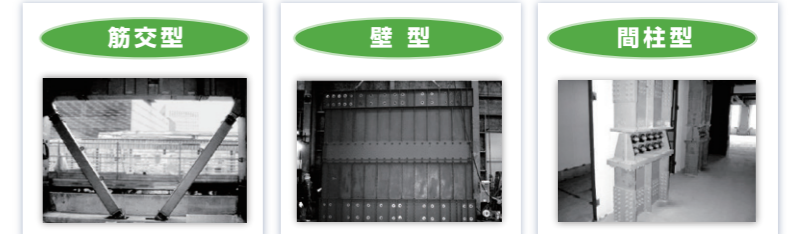
制振建築物は、建物に制振装置を設置して、地震時の建物の揺れを小さくする建物です。一般の建物では、地震のエネルギーがそのまま建物に伝わり、上階程大きく揺れますが、制振建物では制振装置が地震のエネルギーの一部を吸収するため、建物の揺れを小さくすることができます。

関連情報
https://www.jssi.or.jp/vibration_control-2



制振装置の設置

制振装置は、筋交い、壁、間柱に設置されます。



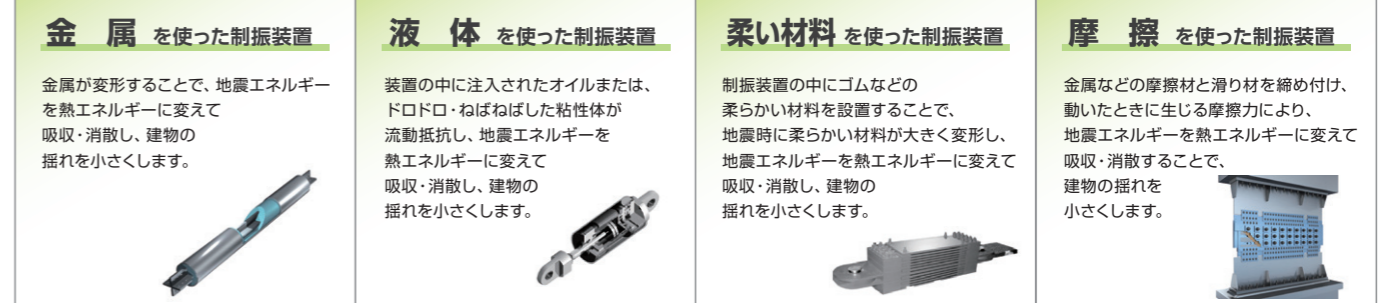
制振装置について

制振装置は金属の変形や、液体や柔らかい材料の抵抗、摩擦力による抵抗を熱エネルギーに変えて、建物の地震時の揺れを小さくします。

関連情報
https://www.jssi.or.jp/vibrationcontrol_maker



制振装置のなかま



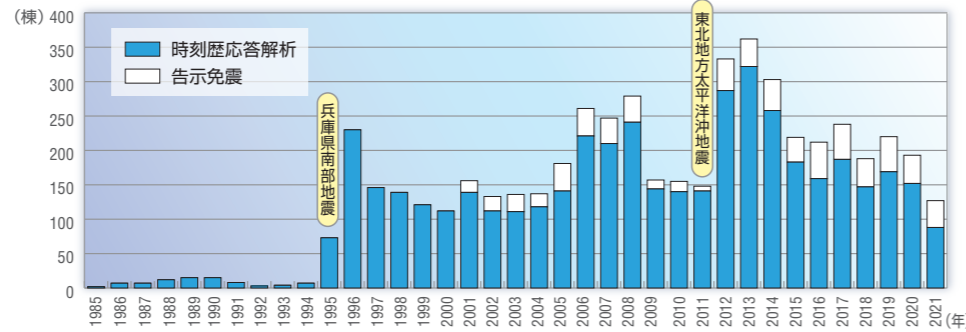
3 免震建物・制振建物の実績

免震建物の実績

(日本免震構造協会のデータ集積結果)

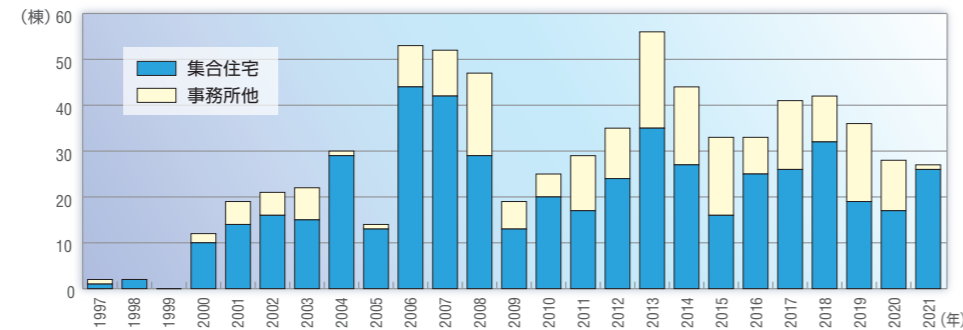
免震建築物計画推移

1983年に第1号が建設された。
1995年の兵庫県南部地震を契機に急速に普及。
現在では約150棟/年で推移している。
2021年までの累計は5286棟



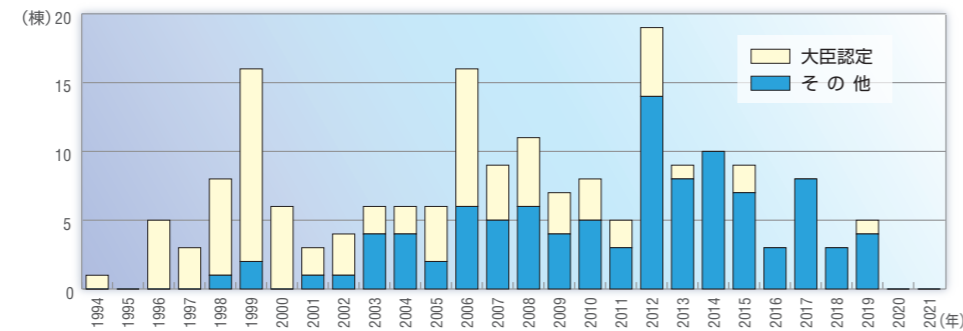
高層免震建築物計画推移

1997年に超高層免震の第1号が建設された。
用途は主に集合住宅だが近年事務所も増加。最高高さは200mを超えている。
2021年までの累計は722棟



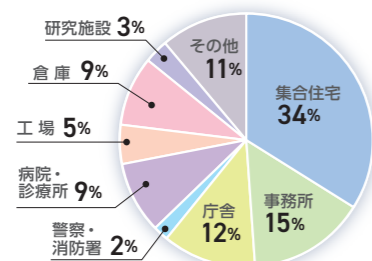
免震レトロフィット計画推移

1994年に第1号が建設された。
大臣認定を取得される場合と取得されない場合がある。近年やや減少気味。
2021年までの累計は186棟



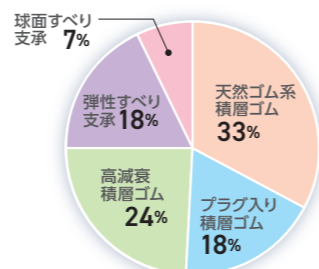
免震建物用途比率 (2017~2021年)

用途は集合住宅が最も多い。
次いで、事務所、病院に免震構造が多く採用されている。
最近では倉庫や工場などの大規模なものも増えてきている

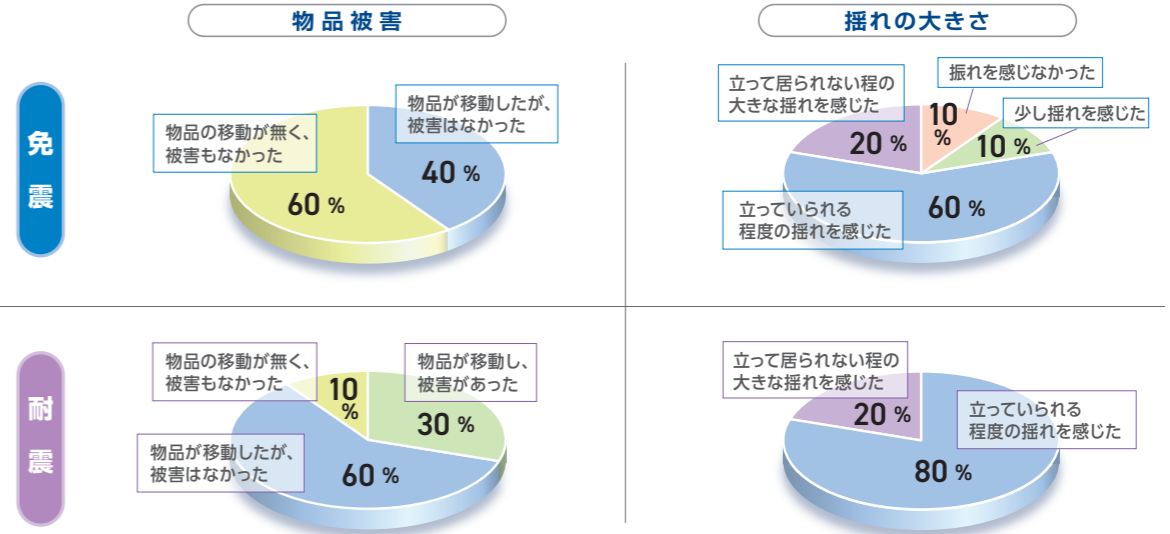


免震支承比率 (2017~2021年)

天然ゴム系積層ゴムが最も多く、次いで、プラグ入り積層ゴム、高減衰積層積層ゴム。
弾性すべり支承は他の支承と併用される。
最近では球面すべり支承が増えてきている



地震被災者の免震体験 (2011年東北地方太平洋沖地震の被災者へのアンケート)

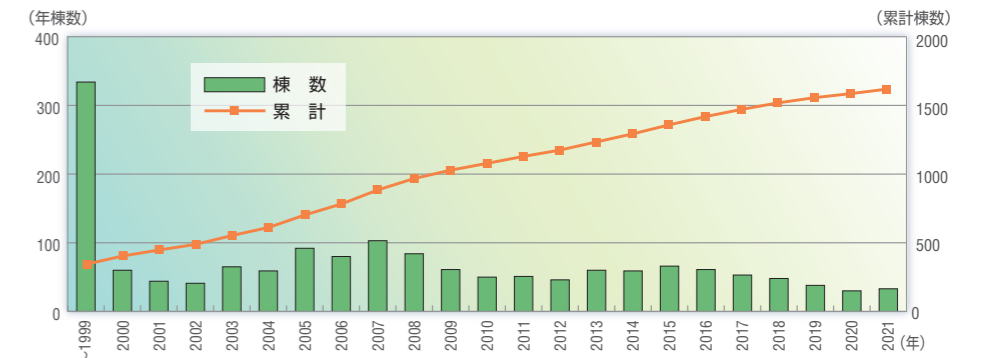


制振建物の実績

(日本免震構造協会のデータ集積結果)

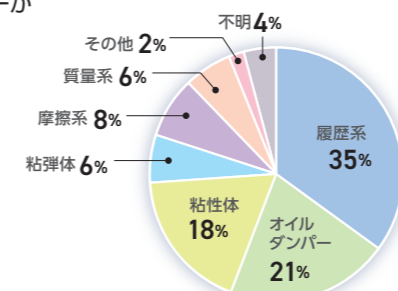
制振建築物計画推移

1984年に第1号が建設された。
現在では約50棟/年で推移している。
2021年までの累計は1618棟



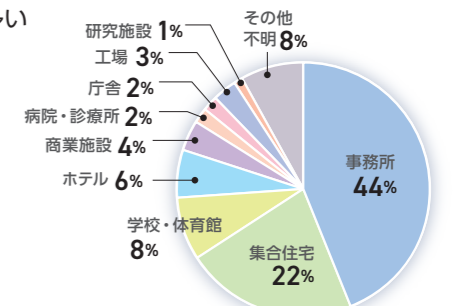
制振部材比率

履歴系が最も多い。
次いで、オイルダンパー及び粘性体ダンパー
近年はオイルダンパーが多くなっている



制振建築物用途比率

高層の事務所が最も多い。
次いで、超高層集合住宅に採用されることが多い



4 免震建物の地震観測記録

2011年3月 東北地方太平洋沖地震の記録

石巻赤十字病院 《免震構造により災害拠点として機能を発揮》

資料提供：石巻赤十字病院

建設地近傍の震度は6弱であったが、免震構造であったため、建物に被害はなく、重要な設備・医療機器の転倒はなかった。このため、地震後に速やかに医療行為を再開することができた。これにより、地震後の地域の災害拠点として多くの患者を受け入れることができた。

免震層の最大変位は約26cmと想定された。これは設計時の最大応答変位49cmの約1/2であり、建物内の最大加速度は約150gal程度であると推定されている。

地震により外部からの電源が遮断されたが、2回線受電のため2日後には電力は復旧した。復旧までの間は自家発電施設により電力を確保することができた。給水は0.5日分しか確保されていなかったが、給水車により確保することはできた。

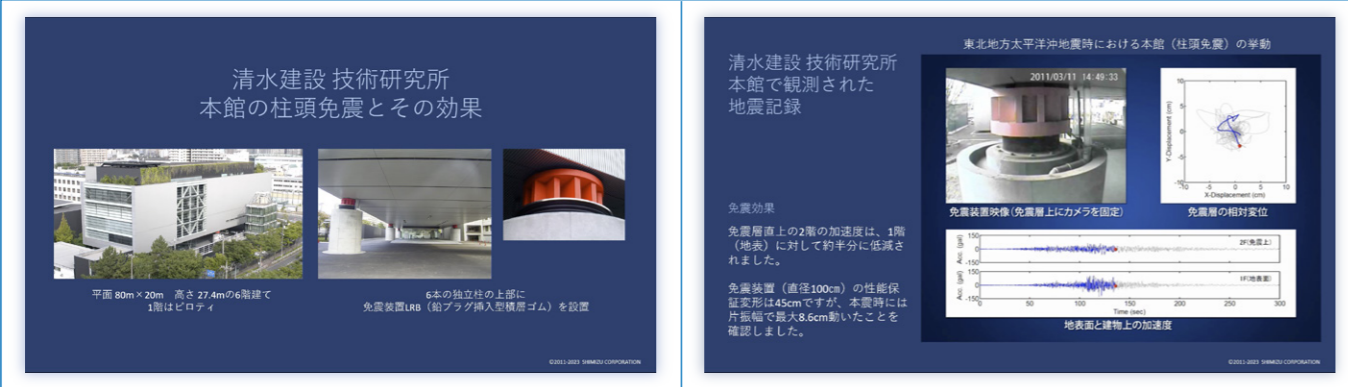
建設地：宮城県石巻市蛇田西道下71
 建物概要：鉄骨造 地上7階 地下1階
 免震部材：天然ゴム系積層ゴム
 弾性すべり支承 鋼製ダンパー



清水建設技術研究所 《免震積層ゴムの地震時の挙動を撮影》

資料提供：清水建設 技術研究所

建設地の震度は5強であったが、建物の構造体や什器・備品に被害はなかった。柱頭免震の積層ゴムは耐火被覆がなく、地震時の積層ゴムの挙動をビデオに撮影することに成功した。地震計の記録によると、地表の加速度は132gal、建物最上階の加速度は72galであった。免震層の最大変位は約8cmであった。



2016年4月 熊本地震の記録

阿蘇医療センター 《世界最大の免震層の変位を記録》

資料提供：福岡大学 高山研究室

建設地近傍の震度は6弱であったが、免震構造であったため、建物に被害はなく、重要な設備・医療機器の転倒はなかった。このため、地震後に速やかに医療行為を再開し、地震時に機能停止となった周辺の非免震の病院（13施設）から患者を受け入れ人口約7万人の医療を支えることができた。

免震層のケガキ計の記録は、最大で両振幅約90cm（片振幅46cm）であった。大変形を経験しているが、免震層の残留変位はほとんどなかった。

建設地：熊本県阿蘇市黒川1266
 建物概要：RC造 地上4階 地下なし
 免震部材：天然ゴム系積層ゴム
 鉛プラグ入り積層ゴム



5 免震構造と事業継続性／日常生活継続性 免震建物と地震リスク

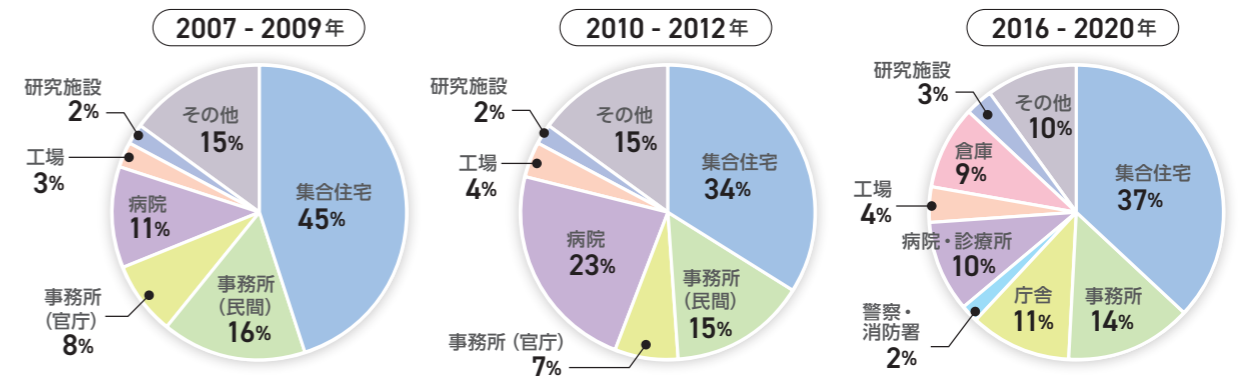
事業継続に向けた適用用途の増加

2004年の新潟県中越沖地震以降、大地震後も「機能保持」するためには免震構造が有効であることが広まってきました。防災拠点となる大型病院には、免震構造が既にスタンダードになっており、2012年までに425棟の実績があります。また、防災拠点である庁舎・消防署・警察署への適用が増加しています。最近では、倉庫や工場などの大規模なものも増えてきています。

関連情報
https://www.jssi.or.jp/society_economy-2



免震建物の用途



2011年東日本大震災で防災拠点として業務を継続

石巻赤十字病院、石巻地区広域行政事務組合消防本部は、いずれも免震構造の建物であり、2011年東北地震太平洋沖地震において、地震直後から災害拠点としての機能を保持し、両者が連携して救援、搬送、救護、医療活動を行いました。

関連情報
<https://www.youtube.com/watch?v=Pc1Z07YwcWc>



石巻赤十字病院



資料提供：石巻赤十字病院

石巻消防本部



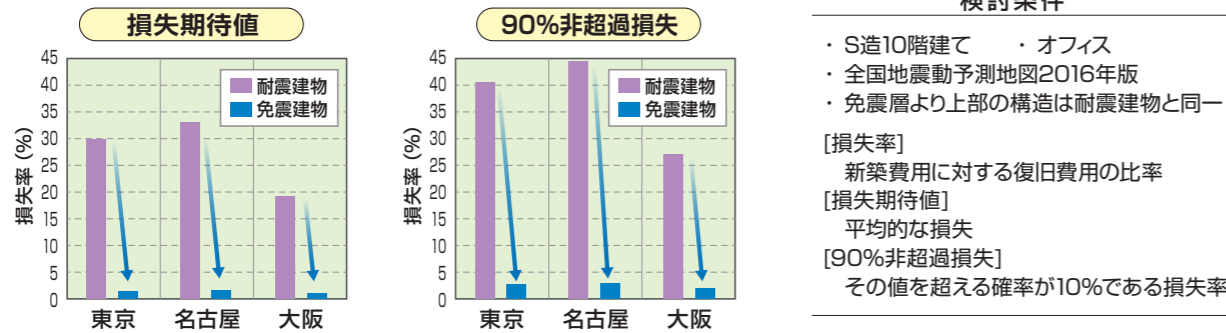
資料提供：石巻消防本部

5 免震構造と事業継続性／日常生活継続性 免震建物と地震リスク

地震リスクの大幅な低減

建物の耐震化による費用対効果は、地震リスクの低減効果を用いて評価できます。
ここでは、地震リスクの指標として用いられるPMLの定義を参考に、今後50年間における損失期待値と90%非超過損失を評価し、耐震建物と免震建物を比較しています。

今後50年間における地震による損失率の比較

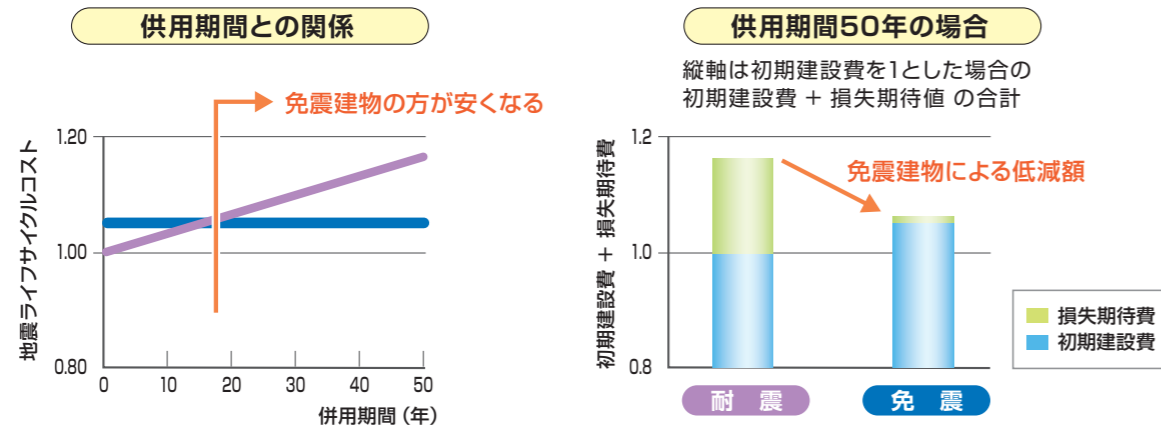


さらに、地震時に生じる物的損失の低減のみならず、事業が中断することによる機会損失の低減など事業継続ならびに生活継続の観点からも免震建物を採用した方が優位であるといえます。

免震建物と地震ライフサイクルコスト

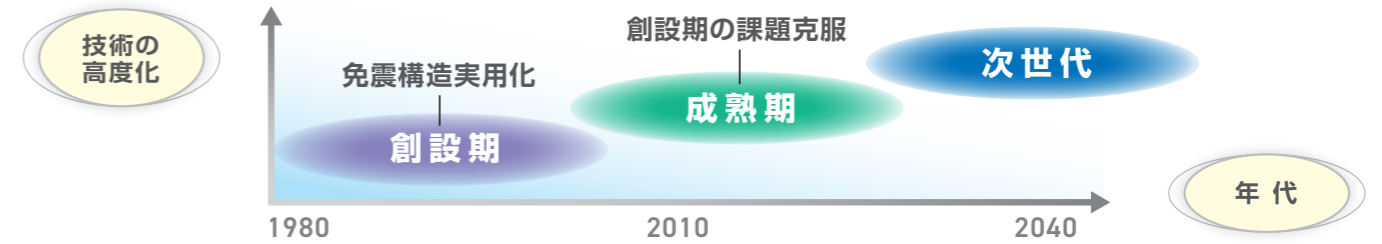
初期建設費に供用期間の損失期待値を加えたライフサイクルコストを比較すると、免震建物の損失期待値が非常に小さいため、年月を経るほど免震建物の方が経済的に有利になることが分かります。

東京における地震ライフサイクルコスト（初期建設費+損失期待値）の比較



6 次世代免震構造システムの構築と新システム

次世代免震構造システム



何も制御しない建物は次第に姿を消して、
建物の応答を制御することは当然のことと見做される次世代に求められるのは

▶ 増大化する地震動と高い要求性能に対応できる高性能免震システム

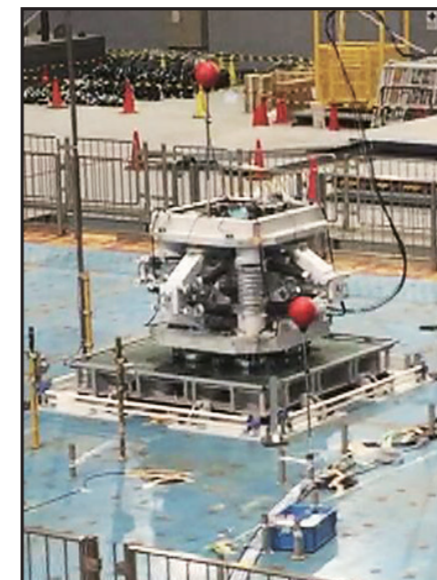
- 浮上構法 応答制御装置と電動浮上装置により地震時に浮上するシステム
- 可変剛性装置 + 可変減衰装置 応答制御装置と電動可変装置により周期と減衰性能を変化させる。

▶ 極めてプリミティブでどこの国においても適用可能な簡易型免震システム

安価なすべり材を用いたすべり型免震で、基盤の上に広がるすべり層に建物がセットされる
地震エネルギーはすべり材で吸収し揺れが収まったところで停止する

新システム

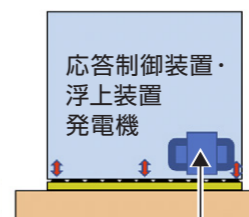
動床浮上装置



映像提供：国立研究開発法人 防災科学技術研究所

浮上構法

応答制御装置と電動浮上装置により地震時に浮上する



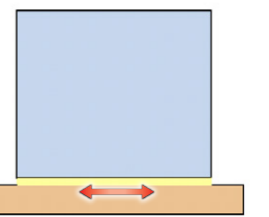
可変剛性装置+可変減衰装置

応答制御装置と電動可変装置により周期と減衰定数を変化させる



簡易型免震システム

すべり型としすべり材を安価な材料とする



地中埋設地震計
地震動を感知して制御装置と連動し建物応答を制御

