



能登半島地震における免震建物の挙動について

令和6年能登半島地震3カ月報告会

日本学術会議主催公開シンポジウム

日本学術会議・防災減災学術連携委員会、防災学術連携体

2024年3月25日(月)

一般社団法人 日本免震構造協会・災害時調査委員会

久田嘉章(委員長・工学院大学)

メンバー: 宮本裕司(北陸支部長・福井工大)、永野正行(東京理科大)、吉敷祥一・平野一郎・メイソーメートレイ(東工大)、仲田章太郎(豊橋技科大)、五十田博・中川貴文・辻拓也・百瀬奏(京都大学)、山岸邦彰(金沢工大)、井上圭一(福井大)、中澤昭伸・北村佳久・沢田研自(日本免震構造協会)

概要

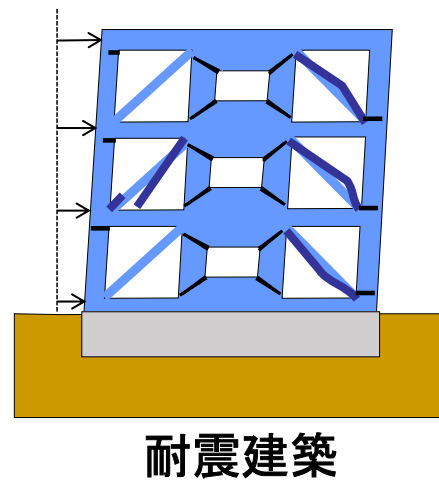
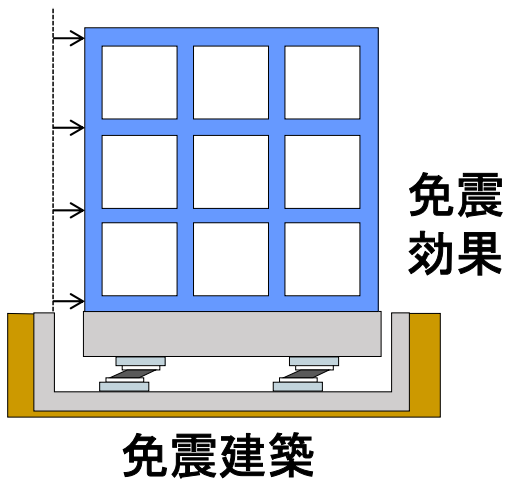
○免震建物と耐震建物

- ・免震建物と耐震建物の地震時の挙動
- ・過去の大地震時の免震拠点建物と機能継続
- ・免震装置と特徴的な施設・部材など

○令和6年能登半島地震における免震建物の調査

- ・調査概要(全38棟)
- ・七尾市(震度6強)の免震建物: 恵寿総合病院と七尾消防署合同庁舎
- ・まとめと今後の課題

免震建築と耐震建築(一般建物)の特徴



- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・大地震時の揺れのエネルギーを免震装置で吸収 ・建物はゆっくりと揺れる ・建物だけでなく、設備機器や内外装、室内等の被害も防ぐ ・機能・業務継続が可能 | <ul style="list-style-type: none"> ・大地震時の揺れのエネルギーは建物部材を壊すことで吸収 ・建物は激しく揺れる ・建物だけでなく、設備機器や内外装、室内等の被害が生じる ・機能・業務継続は困難 |
|--|--|

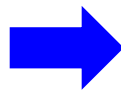
日本免震構造協会「免震を知ろう」 https://www.jssi.or.jp/seismic_isolation

過去の大地震時の免震拠点建物の機能継続



2011年東日本大震災と福島第1原発

緊急時対策室を耐震棟から免震棟に移転(2010/7)



地震後の事務本館(耐震建築)の被害状況
⇒機器類や室内被害により機能継続不能

免震重要棟における災害対応(2011.4.1)
⇒被害はほぼ無く、機能継続可能

資料 元東電原子力技術者、現医師の独り言 <http://onodekita.sblo.jp/article/46495753.html>

2016熊本地震(前震の被害)



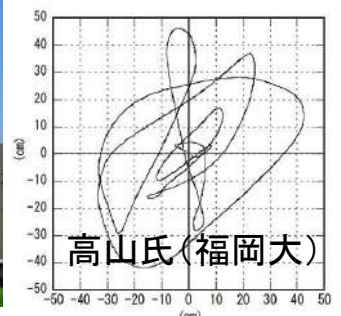
熊本市市民病院報告(川瀬昭彦氏, 2016)



熊本大学病院(西棟)

伊藤喜三郎建築研究所

阿蘇医療センター

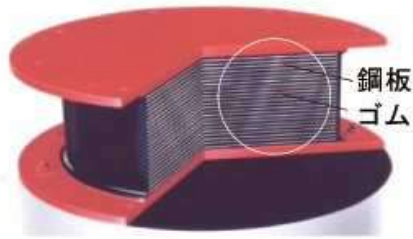


熊本市市民病院(耐震)は被災し、患者320名の全員避難(4歳児死亡等)⇒免震で再建

免震の熊本大学病院(西棟)や阿蘇医療センターではほぼ無被害、医療継続可能、患者受入 4

免震装置(アイソレータとダンパー)

▼ 積層ゴムのカット模型



▼ すべり支承の例



▼ 転がり支承の例



免震支承(アイソレータ:建物を支えて、地震時にゆっくりと揺らす装置)の例

▼ オイルダンパー



▼ 鉛ダンパー



▼ 鋼材ダンパー



減衰装置(ダンパー:揺れのエネルギーを吸収する装置)の例

日本免震構造協会 https://www.jssi.or.jp/generalseismic_isolation/isolation_architecture#a 5

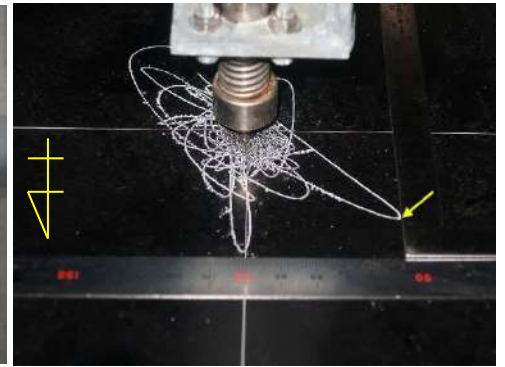
免震建物の特徴的な施設・部材など(免震装置以外)



免震層(基礎下や中間層)



免震と地盤の間の設備配管(フレキシブル配管など)



ケガキ板(免震層の変位を記録、地震計も望ましい)



免震クリアランスと出入り口の免震Exp.J(明快な設計)



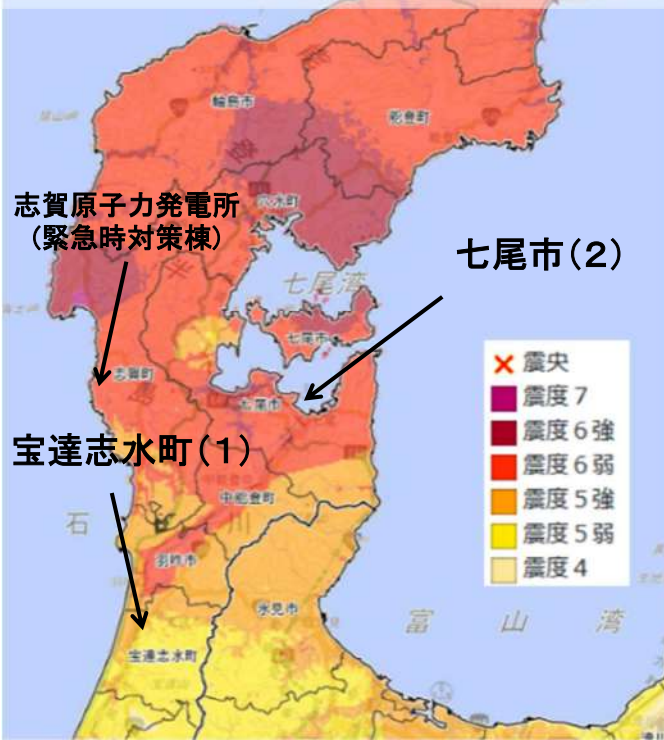
免震クリアランスを覆うパネル(せり上がり式Exp.J)



免震であることの掲示(免震Exp.Jの設置例) 6

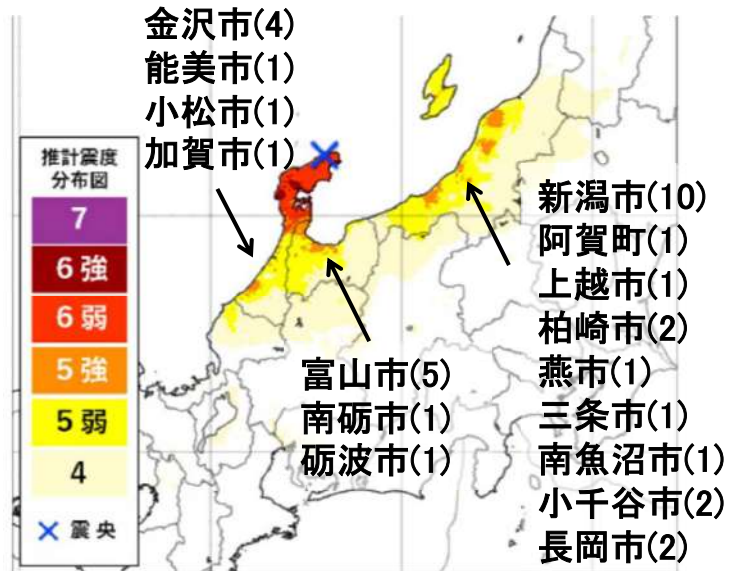
令和6年能登半島地震の免震建物の調査

志賀町や能登町の耐震・拠点病院で医療機器や内装材の損傷などの機能障害が発生、多くの患者が転院(24/1/15, 朝日新聞)



気象庁

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2401/12a/2312kanto-chubu.pdf>



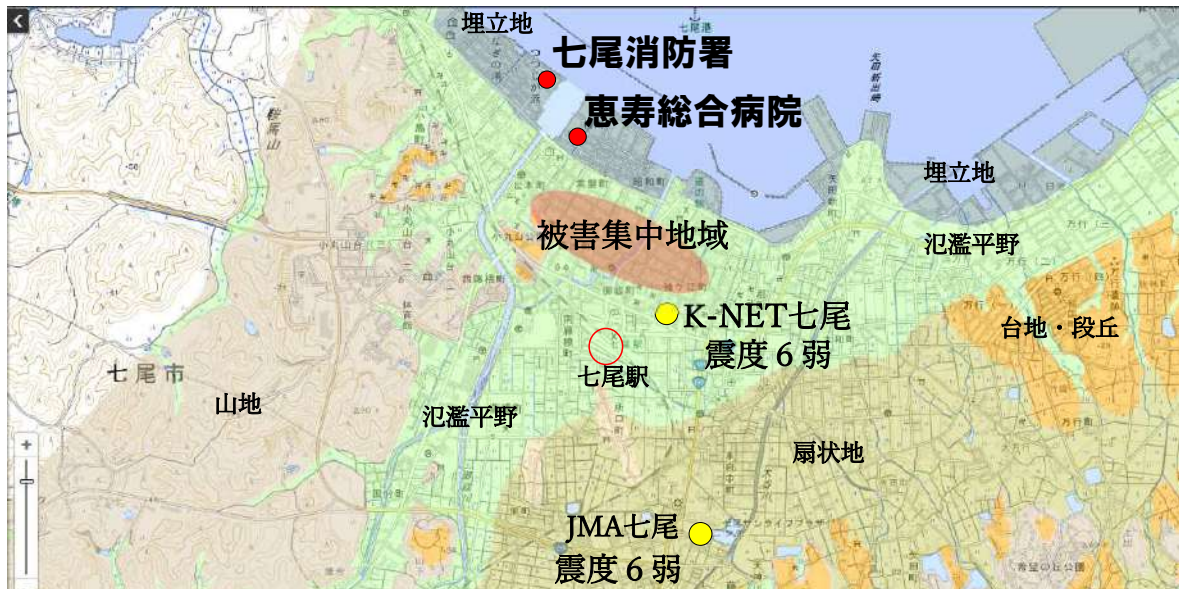
期間: 2024/1/3,4, 1/11-14, 1/13-15, 2/2

方法: 建物・免震層・外周の調査、ヒアリング
棟数(38棟):

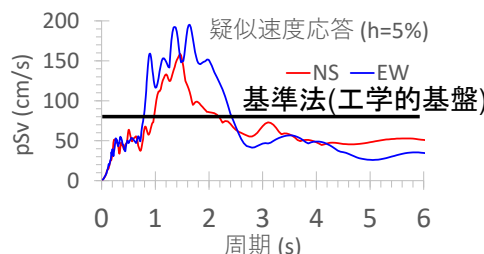
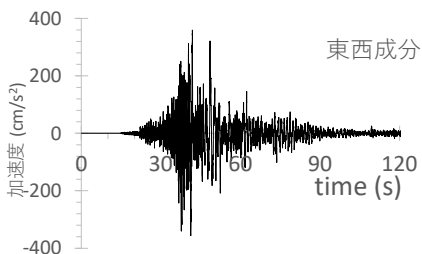
病院(7)、庁舎・消防署・警察署・ホール(7)、
事務所・データセンター(6)、老人施設(3)
集合住宅(1)、図書館(1)、博物館(1)
⇒全ての建物で免震効果を確認

7

免震建物の調査(七尾市): 震度6強(気象庁発表)



七尾市の地形分類図(自然・人工地形)とK-NET・JMA強震観測点と免震建物



強震記録(K-net七尾: 加速度波形と疑似速度応答スペクトル)

市街地の被害の様子

社会医療法人財団董仙会・恵寿総合病院(七尾市)



1月1日の状況報告

16:10のM 7.6の地震では、皆さまにご心配をおかけしております。2007年の能登半島地震以上の揺れです。道路や橋に亀裂。古い民家が潰れています。わが家も破損ですが、皆無事です。病院に徒歩で駆けつけ本部詰めです。**免震建築の本館は無事ですが、3病棟漏水、5病棟ボイラー破損で、沢山の駆けつけた職員が患者移動です。**エレベーターが一部復旧するまで担架で階段搬送です。救急外来は機能しています。

恵寿総合病院 WebPage

<https://readyfor.jp/projects/keiju/announcements>



各種メディアで取材: NHK World-Japan

https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/news/videos/20240130162135814/?fbclid=IwAR1XLSMI093C_0PS7VEAec_yo1ErCtgHNI_b88rTmYwnUyB9Xsrwsbyehc

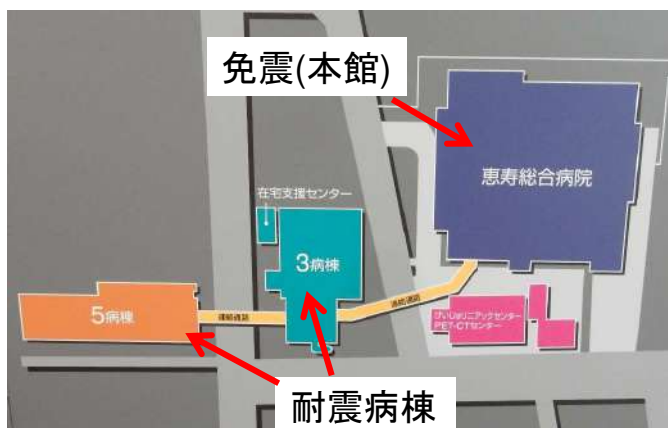


「能登の奇跡」と紹介: 国会予算審議会

<https://www.youtube.com/live/Nn743f7v7w?feature=shared&t=2285>

9

社会医療法人財団董仙会・恵寿総合病院(七尾市)



免震棟と耐震棟の配置図



免震棟本館(2013年竣工: 7階RC造)

・病院(426床): 免震の本館(226床)と耐震(2つの病棟)

・本館: 2009年計画、2013年竣工

鉄筋コンクリート(RC)造、7階、軒高30.4m、延床16045m²、建築3700m²

免震部材・ダンパー: 天然ゴム系積層ゴム支承(NRB)と高減衰ゴム(HDR)

液状化対策: 格子状地盤改良、津波対策: 1階床を1.5m嵩上げ、井戸水利用

・能登半島地震時の状況

免震棟はほぼ無被害であったが、耐震棟は設備機器・室内被害等が生じ、全患者を免震棟に搬送して医療活動を継続、周辺からの患者も受入れ

「免震にして本当に良かった(神野常務理事とのヒアリング)」

10

恵寿総合病院(耐震病棟の被害の様子)



3病棟(耐震補強済): 機器・室内被害で医療継続困難、全患者を免震棟に移動



室内被害・什器類の転倒・破損など



5病棟2階 回復期リハビリテーション病棟
配管の破損による漏水、天井板の落下など



設備機器・タンクの破損

恵寿総合病院 被害状況記録 <https://www.youtube.com/watch?v=9COXEPjg9jY&t=13s>

恵寿総合病院(免震本館)の調査・ヒアリング(24/1/15)



神野常務理事とのヒアリング
(免震採用・震災時の状況等)

ABCニュース(2024/1/11)



免震なので一つも物も落ちていないし
棚も倒れていない

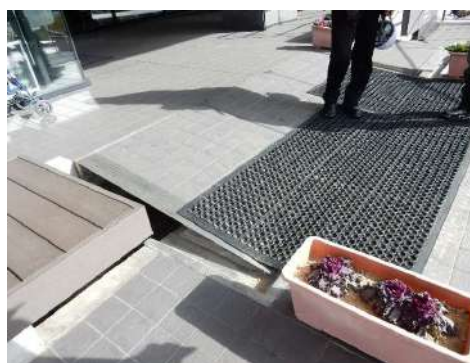
設備・室内被害は皆無
(ABCニュース映像より)



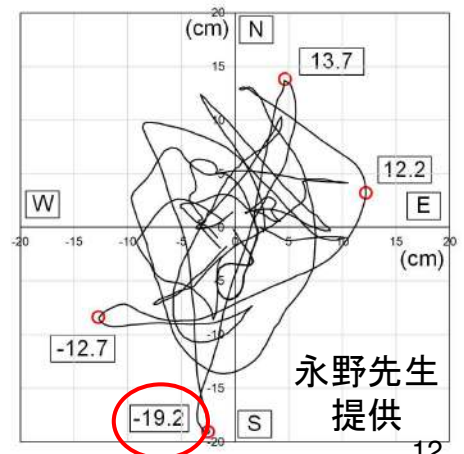
免震支承(右端)とケガキ板
(右図はケガキ変位のトレース)



免震層の設備配管
(大きな変位にも配慮・無被害)



液状化による周辺地盤の沈下(下水管を補修)



七尾消防署合同庁舎の調査・ヒアリング



建物全景(RC造, 2006年竣工)
建物・室内被害無し、活動継続



天然ゴム系積層ゴム支承
(損傷・変状なし)



鉛ダンパー
(2-3mmのクラックあり)



免震パネル隣の草の移動
から12cm程度変位と推定



液状化による周辺地盤の沈下
(土嚢による補修)



受水槽(中水)と建物とつなぐ
配管が沈下で破損 13

おわりに(1)

○2024年能登半島地震の強震域の免震建物を調査

- ・石川・富山・新潟県の38棟で全てで免震効果を確認。特に、震度6強を観測した七尾市の病院の免震棟では被害無く、病院内の耐震棟や周辺病院から患者を受け入れ医療活動を継続可能であった。
- ・震源域(奥能登)では免震建物が無かった(病院等で支障発生)。

○今後に向けて

- ・現在では活断層近傍の大振幅地震動に対しても有効な様々な免震技術が開発(日本は世界一進んだ免震技術と実績あり)
 - ・震災後に機能継続が必須な拠点施設(病院・庁舎等)では免震化が必須(例:トルコでは100床以上の病院は免震建物を義務化)
 - ・歴史的建造物、博物館・美術館・図書館など、高額な製造機器のある工場、データセンターなどでも有効(地盤対策に注意)
 - ・集合住宅・戸建て住宅でも被害を抑え、避難不要・瓦礫を出さない、避難者を受け入れる(避難ビルなど)など地域貢献も可能
- ⇒被災後の助成(生活再建費など)だけでなく、被害を大きく低減し、地域に貢献する建物の免震化への誘導する事前の制度が必要 14

おわりに(2)



○一般社団法人 日本免震構造協会(JSSI)

・報告書の公開

JSSIウェブサイト <https://www.jssi.or.jp/>

⇒技術情報・報告書⇒報告書⇒地震関連調査報告書

「2024年1月1日能登半島地震に関する調査報告書(一般公開用)」

・報告会の開催

1.「令和6年能登半島地震 免震建物調査報告会(会員限定)」

2024年4月4日(木)14:00～(申込締切:3月27日(水))

開催形式:完全オンライン(ZoomウェビナーによるLIVE)

2.「免震建物に関する報告会(仮:一般公開)」を予定

2024年8月頃

○謝辞

現地での調査やヒアリングに協力して頂いた関係者の皆様方に心より御礼申し上げます。