

## 付 録

建物・構築物の免震構造に関する審査ガイド(ドラフト)に対する  
検討事項の整理に係る補足資料

① 免震構造の設計に用いる基準地震動

a) 発電用原子炉施設と一般建築物で考慮する地震動等の比較

①-a-1 国土交通省の南海トラフ地震に対する長周期地震動対策(技術的助言)

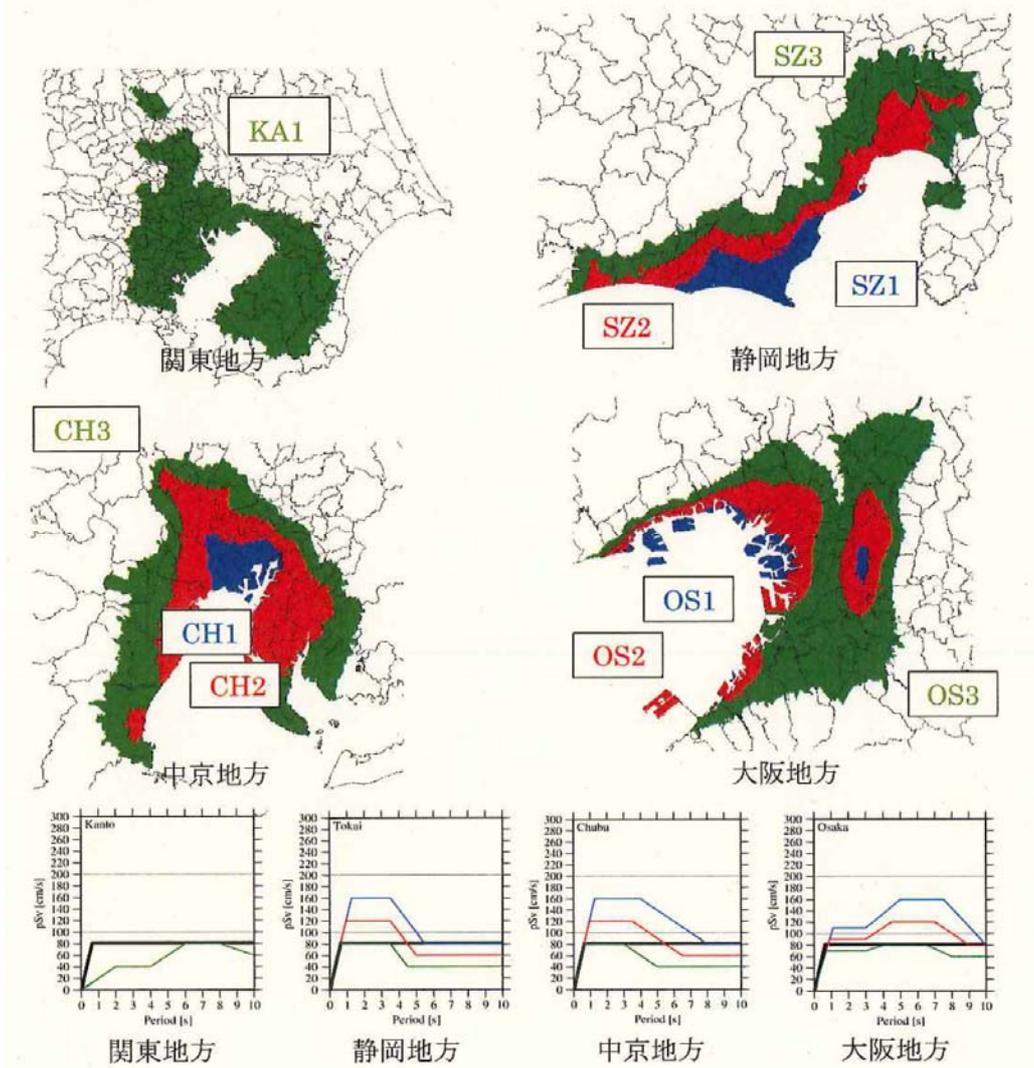
①-a-2 日本建築センター模擬波(せん断波速度 400m/s 程度以上の工学的基盤上の地震動)

①-a-3 国土交通省告示波

①-a-4 川内原子力発電所の免震重要棟設計用基準地震動 Ss-L

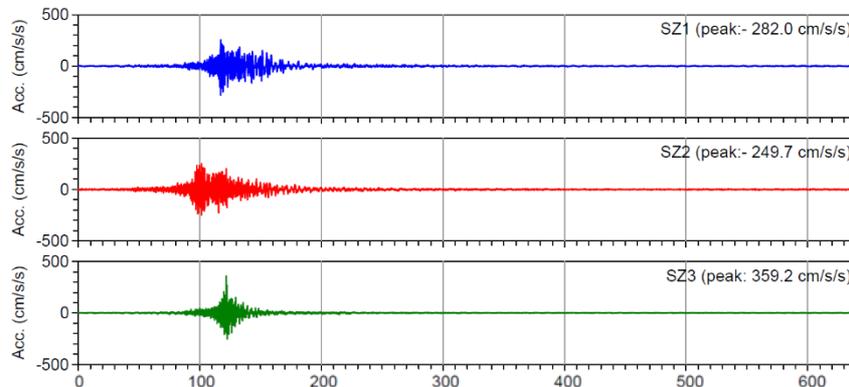
①-a-5 基準地震動と国土交通省告示波スペクトルの比較

【①-a-1】国土交通省の南海トラフ地震に対する長周期地震動対策(技術的助言)



南海トラフ沿いの巨大地震による各地域における擬似速度応答スペクトル

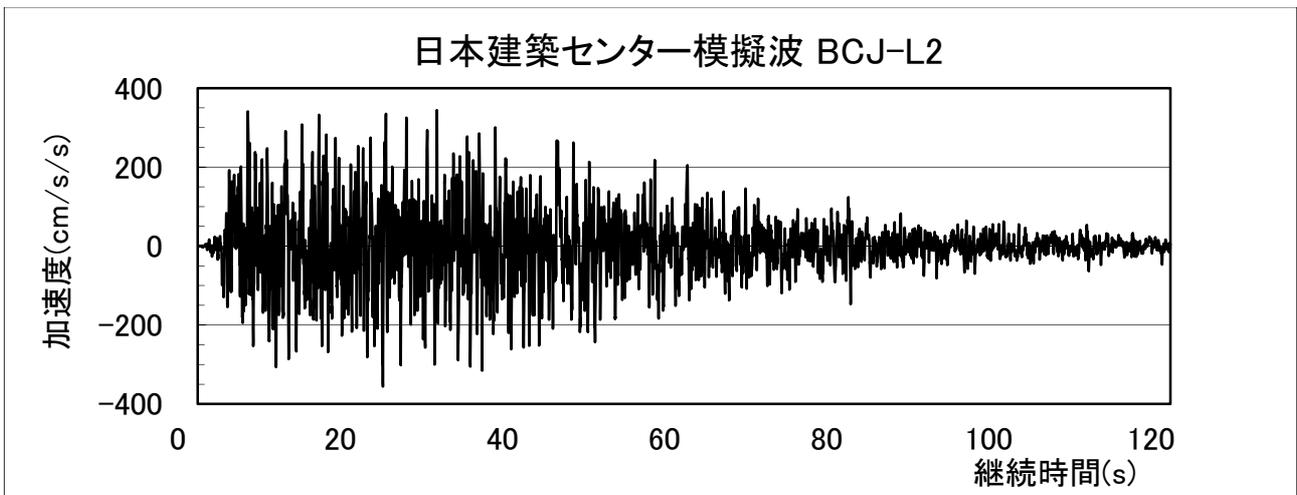
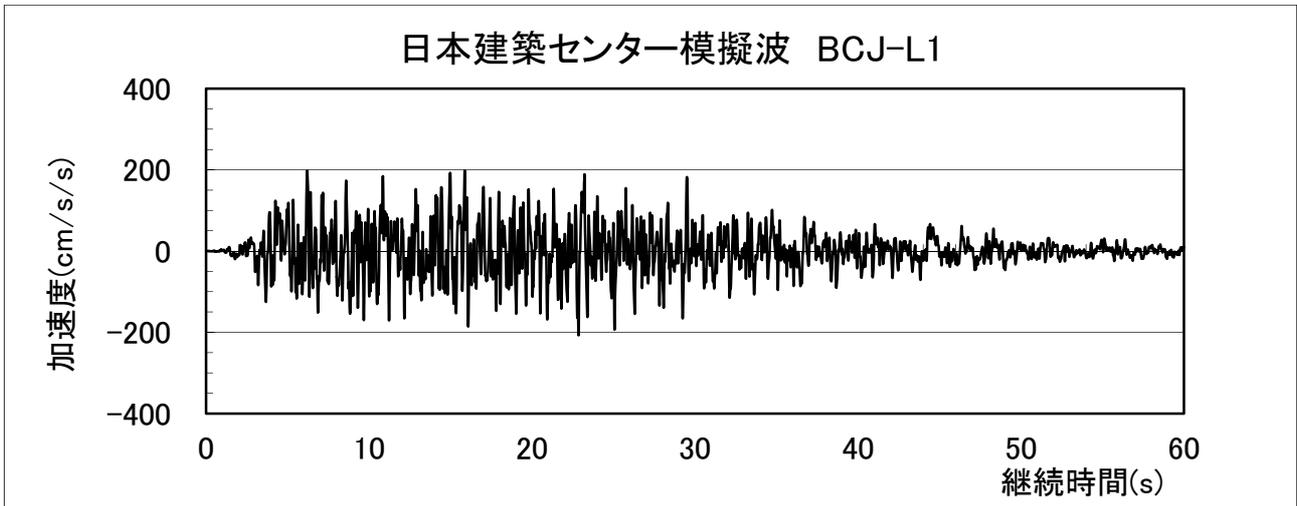
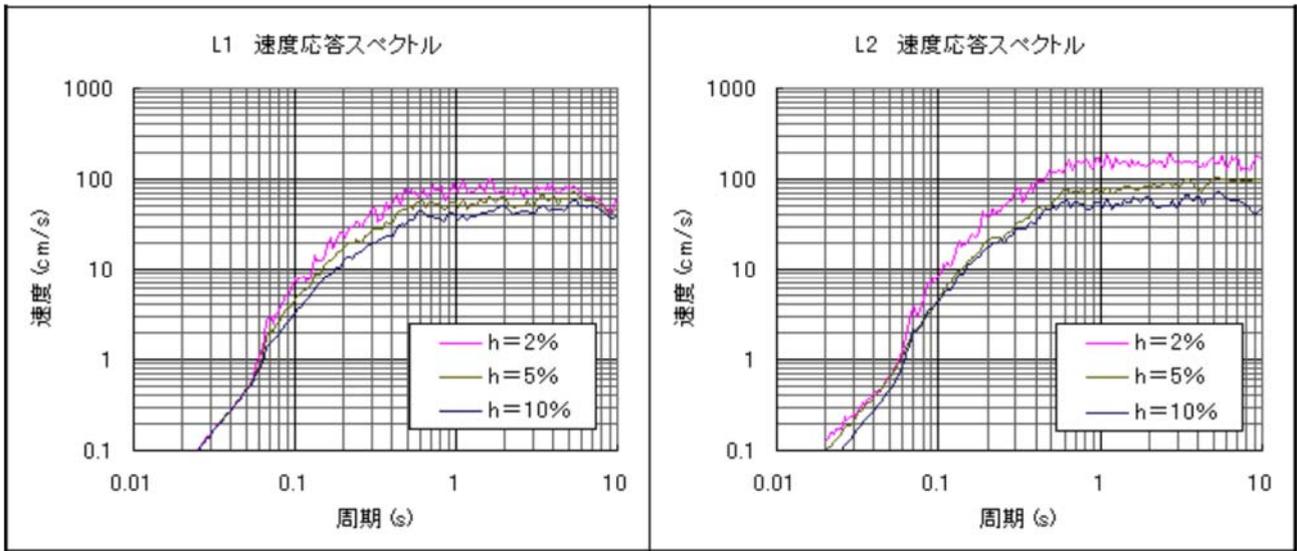
国土交通省：「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策(技術的助言)」平成28年06月24国住指第1111号より



静岡地方の加速度時刻歴波形

建築研究所：長周期地震動を考慮すべき主要地点と地震動の考え方 より  
(国土交通省の技術的助言において引用)

【①-a-2】日本建築センター模擬波(せん断波速度 400m/s 程度以上の工学的基盤上の地震動)

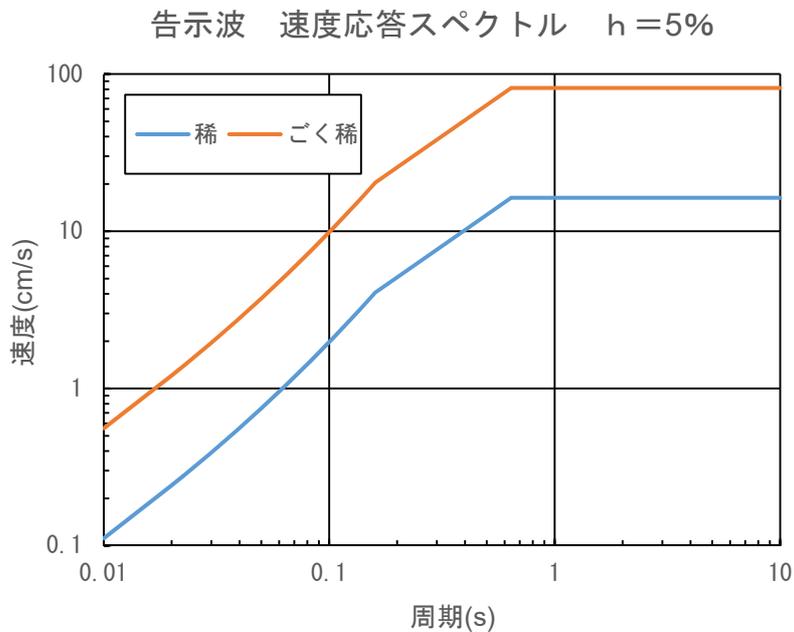
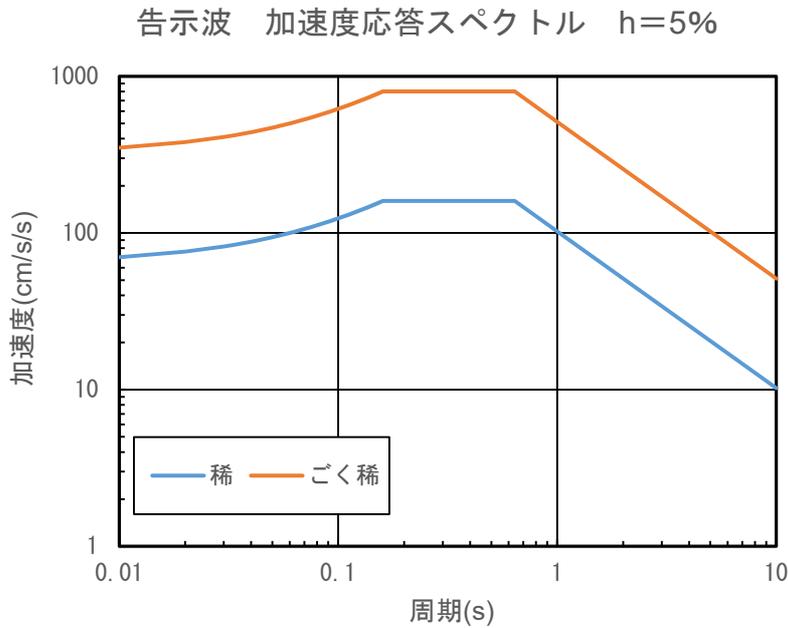


一般建築で使われる地震動(速度応答スペクトルおよび加速度時刻歴波形)

一般財団法人日本建築センターホームページより引用

【①-a-3】国土交通省告示波

解放工学的基盤（表層地盤による影響を受けないものとした工学的基盤（地下深所において十分な層厚と剛性を有し、せん断波速度が約四百メートル毎秒以上の地盤をいう。))における加速度応答スペクトル（地震時に建築物に生ずる加速度の周期ごとの特性を表す曲線をいい、減衰定数五パーセントに対するものとする。）

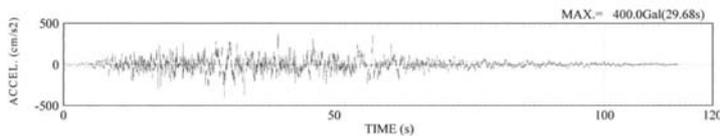
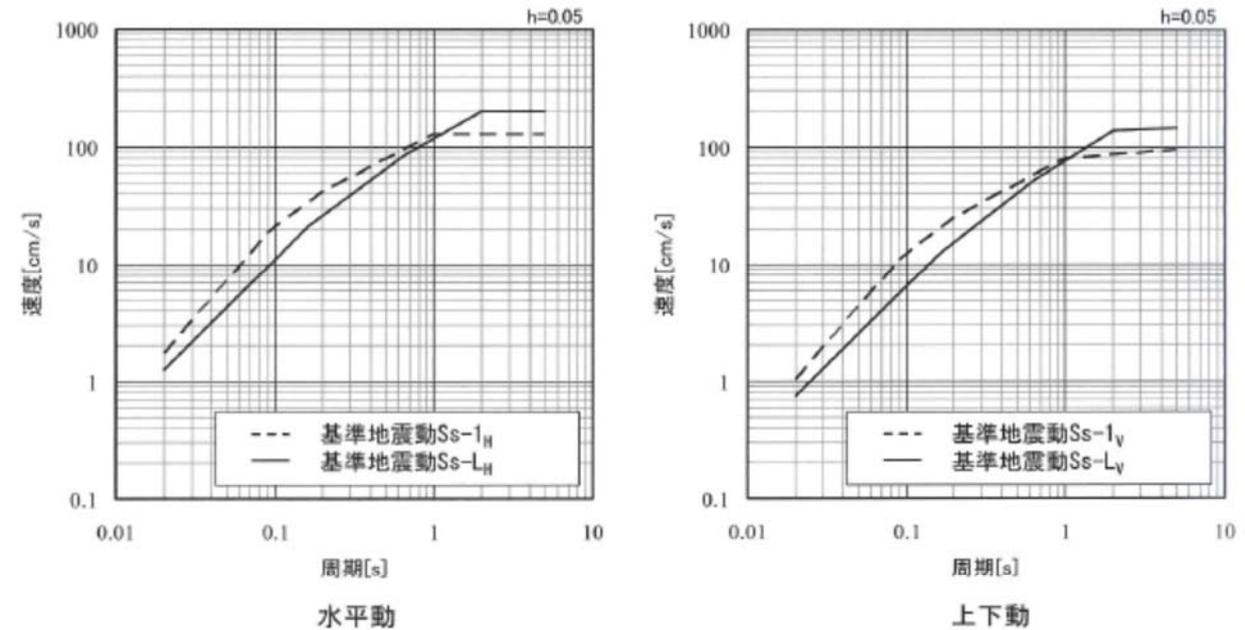


平成 12 年建設省告示第 1461 号  
超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件 より

【①-a-4】川内原子力発電所の免震重要棟設計用基準地震動 Ss-L

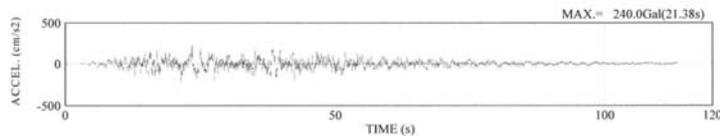
基準地震動 Ss-L の設計用応答スペクトル（水平動）Ss-L<sub>H</sub>は、基準地震動 Ss-1 の検討用地震として選定していない長大活断層及び M9 クラスのプレート間地震による評価結果を基に、長周期領域が基準地震動 Ss-1 を上回るレベルとなる地震動として設定した。また、基準地震動 Ss-L の設計用応答スペクトル（上下動）Ss-L<sub>V</sub>については、設計用応答スペクトル（水平動）Ss-L<sub>H</sub>を用いて Noda et al. (2002)に基づき設定した。

基準地震動は、解放基盤表面（Vs=1.5km/s）における地震動として策定されており、基準地震動 Ss-1 の年超過確率は 10<sup>-4</sup>~10<sup>-5</sup> 程度である。



基準地震動Ss-Lの最大加速度

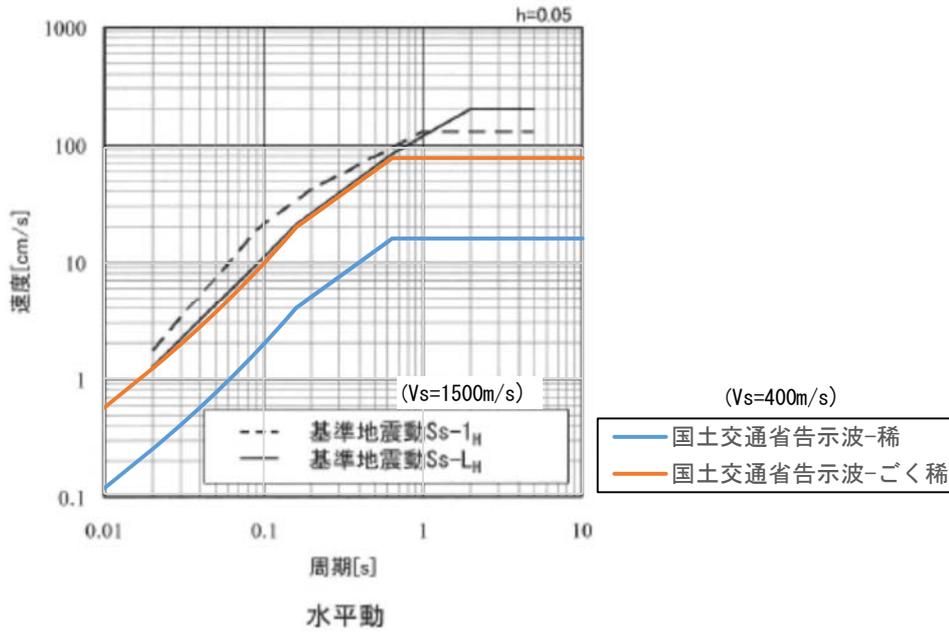
基準地震動			最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )
基準地震動 Ss-L	設計用 模擬地震波	Ss-L <sub>H</sub>	400
		Ss-L <sub>V</sub>	240



基準地震動Ss-Lの設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形

第 114 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合  
資料 1-2 川内原子力発電所 基準地震動の策定について 九州電力（平成 26 年 5 月 23 日）より

【①-a-5】 基準地震動と国土交通省告示波スペクトルの比較



速度応答スペクトル

ただし、以下のように条件には違いがある。

基準地震動 : 解放基盤表面 (Vs=1500m/s) における地震動として策定されており、基準地震動 Ss-1 の年超過確率は  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  程度である。

国土交通省告示波 : 解放工学的基盤における地震動 (表層地盤による影響を受けないものとした工学的基盤 (地下深所にあつて十分な層厚と剛性を有し、Vs が約 400m/s 以上の地盤をいう。))

## ② 免震構造の設計に関する基本事項

### ②-a 積層ゴムの許容限界

-1 積層ゴムの引張面圧の限界  $1\text{N}/\text{mm}^2$ の関連論文

-2 積層ゴムの引張限界のひずみ評価の方法

### ②-b 発電用原子炉施設での評価事例

### ②-c 履歴系ダンパーの許容限界に関連した実際の地震経験事例

### ②-d 免震構造物の地震時最大変位、残留変位の観測例

### ②-e 発電所施設の渡り配管の構造仕様例

### ②-f 発電用原子炉施設における波及的影響評価の事例

### ②-g 原子力発電所にある建屋の特徴について

### ②-h 日本構造技術者協会における耐震性能グレードの考え方

【②-a-1】積層ゴムの引張面圧の限界  $1\text{N}/\text{mm}^2$  の関連論文

下記引用論文において以下の記述がある。

通産省受託研究「発電用新型炉技術確証試験」で行われた研究の一部で、動的2次元試験装置を用いて、直径  $253\text{mm}$ 、 $S_1=20$ 、 $S_2=7$  の天然ゴム系積層ゴムについてゴム硬度を3種類 ( $8, 6, 4$  ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )) として実験を行った。引張側の許容応力を線形限界応力に対して安全率  $1.5$  の裕度を持たずとすると、高硬度で  $13.5$  ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )、標準硬度  $11.4$  ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )、低硬度  $9.6$  ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) となった。(単位系は引用論文に基づく)

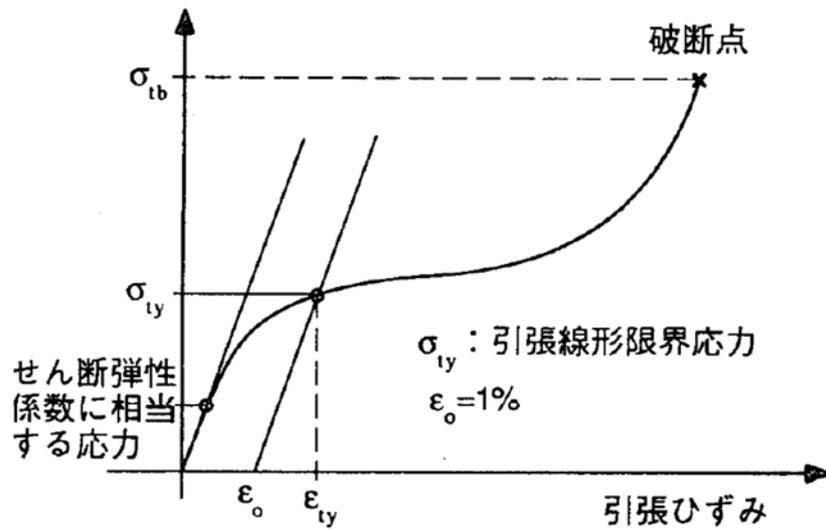


図6 引張線形限界の定義

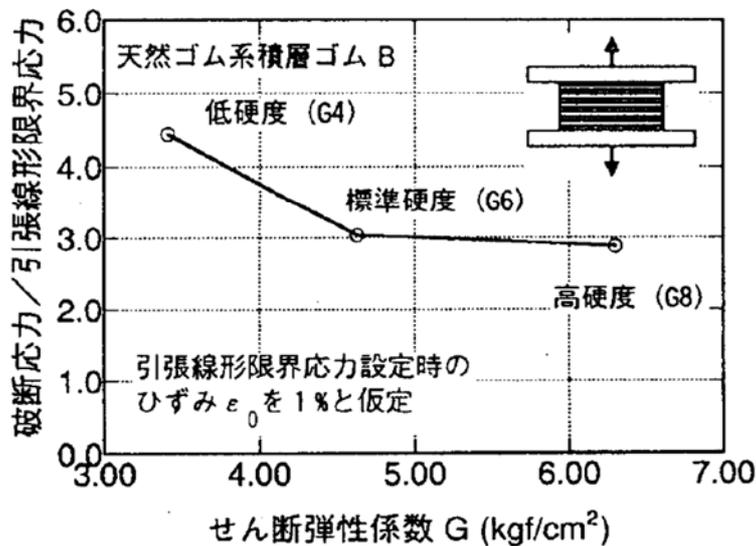


図7 破断に対する引張線形限界の裕度

大鳥靖樹：積層ゴム免震要素の引張許容応力設定に関する検討、  
日本建築学会大会学術講演梗概集、pp535-536、1997年9月

日本建築学会免震構造設計指針の解説において、以下の記述がある。

せん断ひずみ 200%程度であれば、引張応力度は 2MPa 以上の引張抵抗力を発揮できていることがわかる。

図 2.2.8 は、文献 13)～16) に基づく積層ゴムの引張ひずみとせん断ひずみの関係である。実験で使われている積層ゴムのサイズや種類などは異なるものの、天然ゴム系積層ゴムだけに着目すればおおむね同様の傾向を示している。積層ゴムの単純引張試験では引張ひずみで 300%以上の変形能力があるものの、せん断変形した状態から引張変形を与えるとせん断ひずみの分だけ破断引張ひずみが減少していく。図中には最大引張ひずみ時の引張応力度も追記している。せん断ひずみ 200%程度までであれば、引張応力度は 2MPa 以上の引張抵抗力を発揮できていることがわかる。

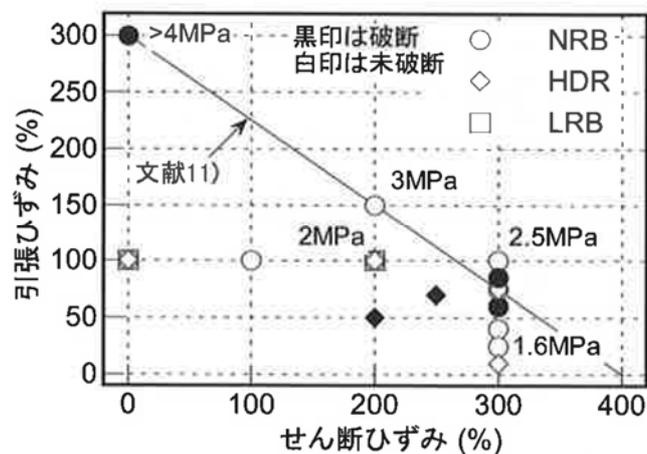


図 2.2.8 積層ゴムの引張限界ひずみ

日本建築学会:免震構造設計指針(2013改訂)

「第Ⅱ編解説編2章免震部材 2.2節各部材の力学特性 2.2.1積層ゴム」p36

## 【②-a-2】 積層ゴムの引張限界のひずみ評価の方法

下記引用論文において、以下の記述がある。

免震構造物の設計において、引張限界を従来の引張限界応力での設計ではなく、引張限界ひずみにて設計するための引張限界ひずみの妥当性を評価するために、限界引張ひずみを規定するための特定の引張ひずみを与えた前後で、基本性能や限界性能に影響が無いことを確認した。特定ひずみは15%とし、引張限界ひずみはそれに安全を見て5%として提案した。

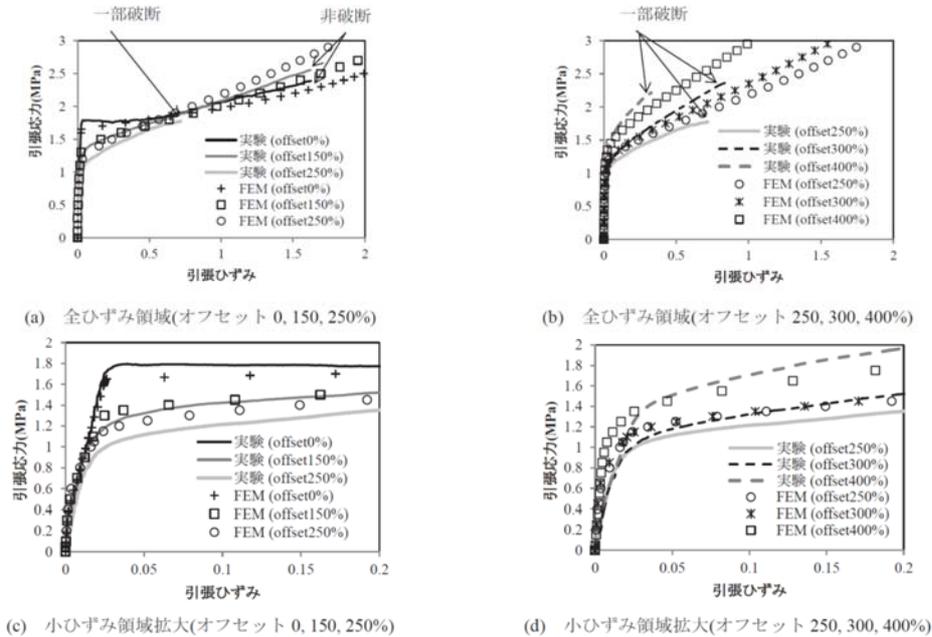


図6 引張特性のオフセットせん断ひずみ依存性

### 4. 引張限界ひずみおよび引張弾性率の提案

本章では、3章で得られた結果から、今回評価したせん断弾性率  $G=0.392\text{MPa}$  を持つNRBの引張限界ひずみおよび引張弾性率の規定例を示す。

#### 引張限界ひずみ

3章でも述べたとおり、積層ゴムの健全性を、様々な形状の下、オフセットせん断ひずみ250%で引張ひずみ15%を与えた後で、水平基本性能、鉛直基本性能、限界特性等を調べ、性能に問題が無いことを確認した。引張限界ひずみの規定には、更に安全を見る必要があると考えられる。本論文では、15%に3倍の安全率を見て、引張限界ひずみとして5%を提案する。

#### 引張弾性率

引張弾性率の提案を目的に、3章で示した各依存性試験において、引張弾性率を算出した。引張弾性率の算出方法に関しては特に統一された規定がないため、引張弾性率については、以下の4種の弾性率を算出した。

- ①Et1: 引張応力-引張ひずみ曲線の「原点」と「引張応力がせん断剛性( $=0.392\text{MPa}$ )と等しくなる点」を結ぶ直線の傾き。
- ②Et2: 引張応力-引張ひずみ曲線の「原点」と「引張応力が引張限界応力( $=1.0\text{MPa}$ )と等しくなる点」を結ぶ直線の傾き。
- ③Et3: 引張応力-引張ひずみ曲線の「原点」と「大鳥ら提案の方法<sup>17)</sup>で求めた引張限界応力と等しくなる点」を結ぶ直線の傾き。
- ④Et4: 引張応力-引張ひずみ曲線の「原点」と「引張限界ひずみ5%と等しくなる点」を結ぶ直線の傾き。

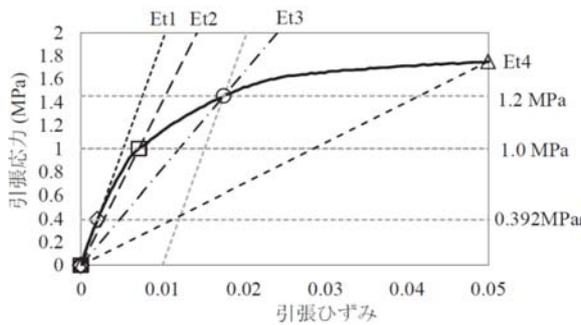


図11 引張弾性率の算出例

森隆浩他、引張限界ひずみによる免震構造物設計のための積層ゴムの引張特性の評価  
日本建築学会構造系論文集第80巻第718号 pp2021-2031、2015年12月

## 2. 指摘事項（その1）の回答（6/9）

### b. 詳細設計段階の課題と対応【川内】

#### 【免震装置】

（課題）

水平2方向と鉛直方向の地震力の組合せ及び地盤物性のばらつきを考慮した場合、免震装置の水平方向の許容値である線形限界ひずみと鉛直方向引張面圧の許容値を超える。

許容値

- 水平方向
  - ・ 水平せん断ひずみ：250%（線形限界ひずみ）※1 < 340%
  - 水平方向（鉛直引張力作用時）
    - ・ 水平せん断ひずみ：100% ※2 < 340%
- 鉛直方向
  - ・ 鉛直引張面圧：1N/mm<sup>2</sup> ※1,2 < 1.03N/mm<sup>2</sup>

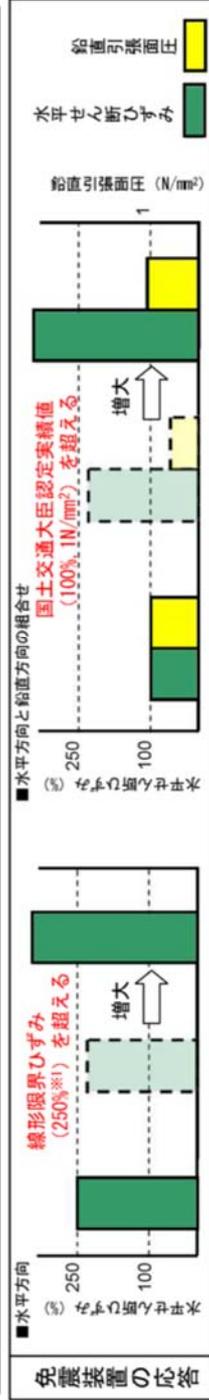
川内の発生値

（対応）

- 水平方向せん断ひずみが線形限界を超えるため、既存の免震装置は使用できない。
- 免震機能（水平方向の加速度低減）を維持しつつ、水平せん断ひずみ及び鉛直引張面圧を抑えることができる、新たな免震装置の設計等が必要。

- ・ 新たな免震装置の設計
- ・ 性能の実証（特性、健全性、経年特性等）
- ・ 建築基準法上、国土交通大臣の認定の取得

規制基準に適合する緊急時対策所（免震重要棟内）を設置するための新たな免震装置の設計、性能の実証が必要。また、建築基準法上、国土交通大臣の認定の取得も必要。



※1 免震構造の試評価例及び試設計例（独）JNES、2014）における設計目標 ※2 国土交通大臣認定実績値

【②-c】 履歴系ダンパーの許容限界に関連した実際の地震経験事例

下記引用論文では、石巻市のI病院の鋼材ダンパーの残存疲労性能評価が実施されている。設置されていた鋼材ダンパーを取り出して、野書記録を対象に載荷試験を行った結果、疲労損傷度(疲れ累積係数)は5%程度であり、東北地方太平洋沖地震で受けたダンパーの損傷は、U型ダンパー疲労性能に対して十分に余裕があり、継続使用が可能であることを確認した。

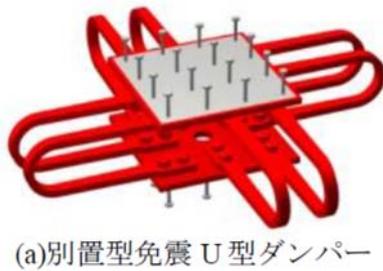


写真1 試験対象UD50x8

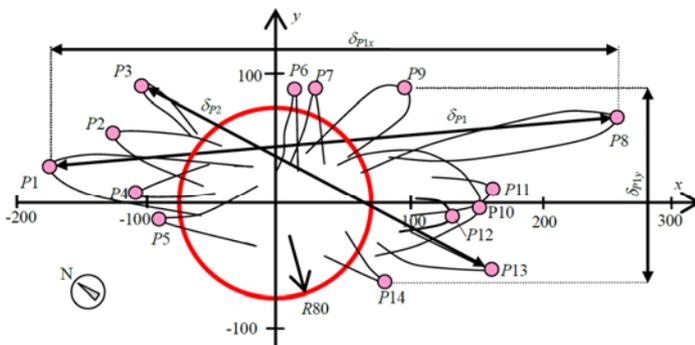


図3 野書記録からピーク値抽出方法

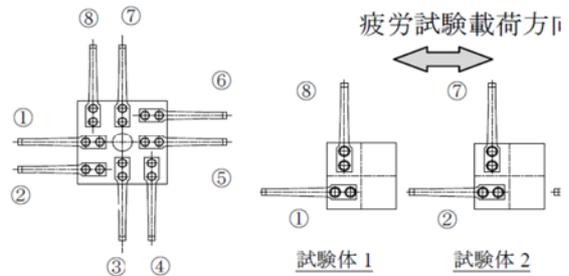


図4 試験体

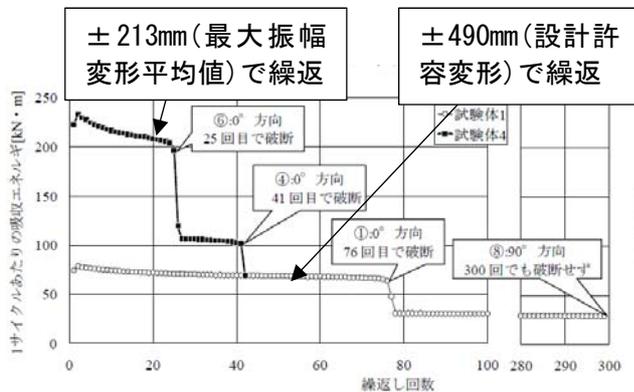


図6 エネルギー吸収量の推移(試験体1,4)

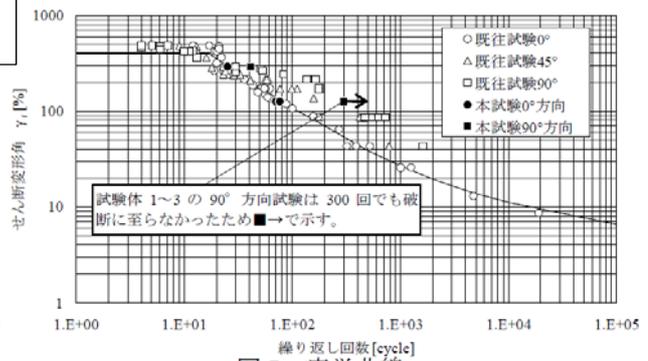


図7 疲労曲線

小西克尚他：地震を受けた免震U型ダンパーの残存疲労性能評価 その1,その2に加筆  
日本建築学会大会学術講演梗概集, pp347-350, 2012年9月

【②-d】免震構造物の地震時最大変位、残留変位の観測例

東北地方太平洋沖地震における免震層の地震時変位についてのアンケート調査(日本免震構造協会による)結果

表2 免震層の変位

都道府県	最大変位 (cm)		残留変位 (cm)	
	大	小	大	小
青森県	1.0		0.2	0
岩手県	10	7.5		
宮城県	41.5	8	2.0	0
福島県	15	6	1.5	0
茨城県	10	8		
栃木県	18			
群馬県	6		0.5	0.2
埼玉県	5.1	1.3	0.8	0
千葉県	13	1.8	1.0	0
東京都	15	0.8	1.9	0
神奈川県	15	0.6	1.5	0
静岡県	0.9			
長野県	1			
愛知県	3	1.5		
岐阜県			1	
大阪府	4.5			
兵庫県				

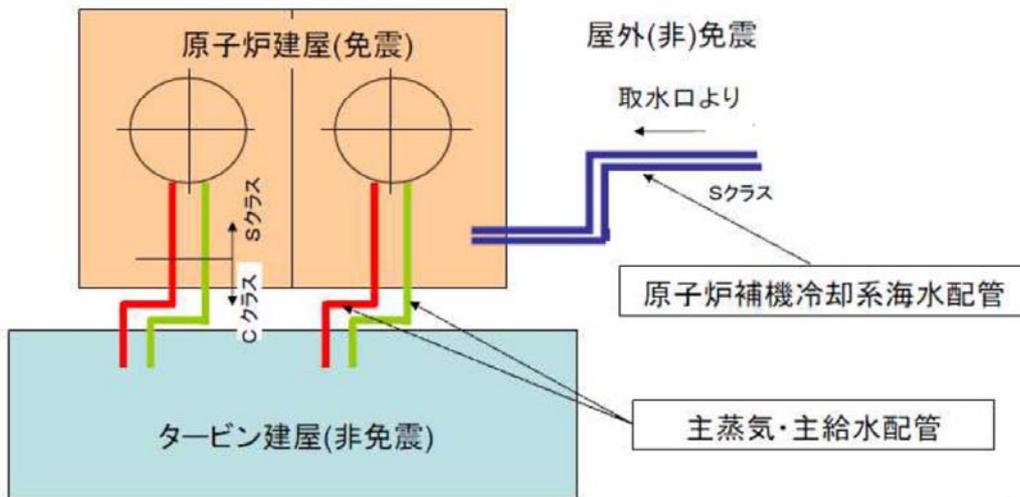
荻野伸行他：免震建築物の挙動、ゴム協会誌 85 巻第 4 号、pp138-145、2012 年

【②-e】 発電所施設の渡り配管の構造仕様例

免震型原子力発電所の試設計の概要(APWRの例)

(建屋間相対変位に対応した渡り配管の検討)

免震領域と非免震領域で大きな相対変位が発生



JNES : JNES-RE-2013-2020 免震構造の試評価例及び試設計例、平成 26 年 1 月

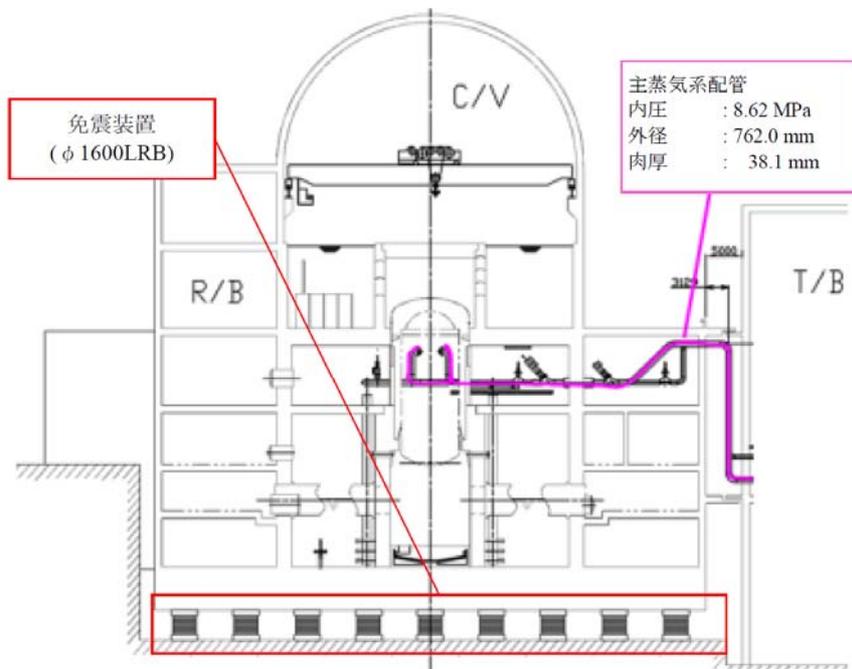


図1 軽水炉型免震建屋と主蒸気系渡り配管ルート

エネルギー総合工学研究所 : 原子力発電施設への免震技術の適用検討 2018 年 12 月

## 【②-f】 発電用原子炉施設における波及的影響評価の事例

### 波及的影響評価の考え方

#### 【規制基準解釈 別記2】

耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計すること。

- ・影響評価に関しては、敷地全体を俯瞰した調査・検討の内容等を含めて、事象選定及び影響評価の結果の妥当性を示すこと。
- ・影響評価にあたっては、当該耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用すること。
- ・少なくとも次に示す事項について、上位の分類に属するものの安全機能への影響が無いこと。
  - i) 設置地盤、地震応答性状の相違等に起因する相対変位、不等沈下による影響
  - ii) 上位クラスと下位クラスの接続部における相互影響
  - iii) 建屋内における下位クラスの損傷、転倒、落下等による上位クラスへの影響
  - iv) 建屋外における下位クラスの損傷、転倒、落下等による上位クラスへの影響

### 波及的影響の想定例

- 設置地盤、地震応答性状の相違等に起因する相対変位、不等沈下による影響
  - ・ 原子炉建屋等に対する、周辺の下位クラス建屋（タービン建屋、廃棄物処理建屋等）の接触・衝突
- 上位クラスと下位クラスの接続部における相互影響
  - ・ 下位クラス配管と上位クラス配管が隔離弁で接続（下位クラス配管の地震時破損が隔離弁の健全性に影響）
- 建屋内における下位クラスの損傷、転倒、落下等による上位クラスへの影響
  - ・ 天井クレーン、燃料取扱クレーンが使用済燃料貯蔵設備へ落下
  - ・ グレーチング床等の落下
- 建屋外における下位クラスの損傷、転倒、落下等による上位クラスへの影響
  - ・ 定検時に使用するクレーンが海水ポンプ上へ転倒

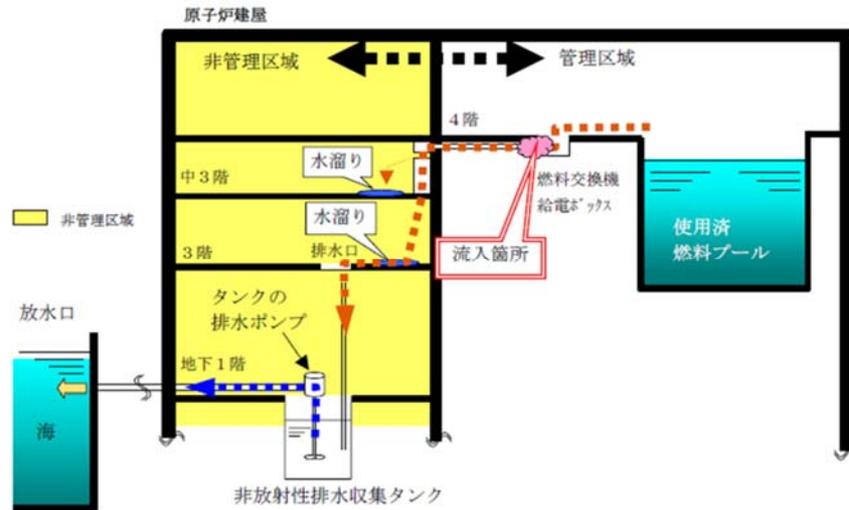


敷地全体を俯瞰した波及的影響の原因の抽出

波及的影響までは至らなかったが、参考となり得る事例を以下に示す。

・事例－ 1

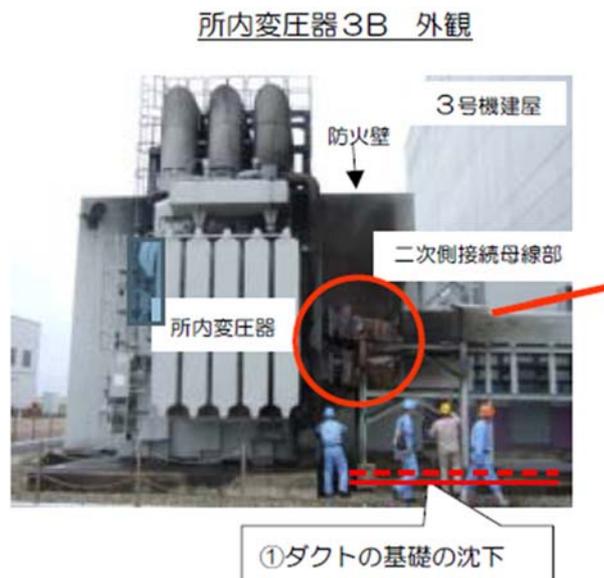
柏崎刈羽原子力発電所第6号機について、地震の揺れにより使用済み燃料プール水が原子炉建屋内の放射線管理区域内に溢水し、その一部が外部に漏出した。



東京電力ホールディングス HP プレスリリース2007 抜粋  
柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震に伴う「原子炉施設故障等報告」の報告について

・事例－ 2

柏崎刈羽原子力発電所第3号機の所内電源用の変圧器で、地震時の地盤沈下により段差が生じたため絶縁油が漏れ、電線の短絡により発生した火花が引火し、火災が発生した。



東京電力ホールディングス HP プレスリリース2007 抜粋  
柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震に伴う「原子炉施設故障等報告及び電気関係事故報告」の提出について  
(所内変圧器3B火災の原因調査結果について)

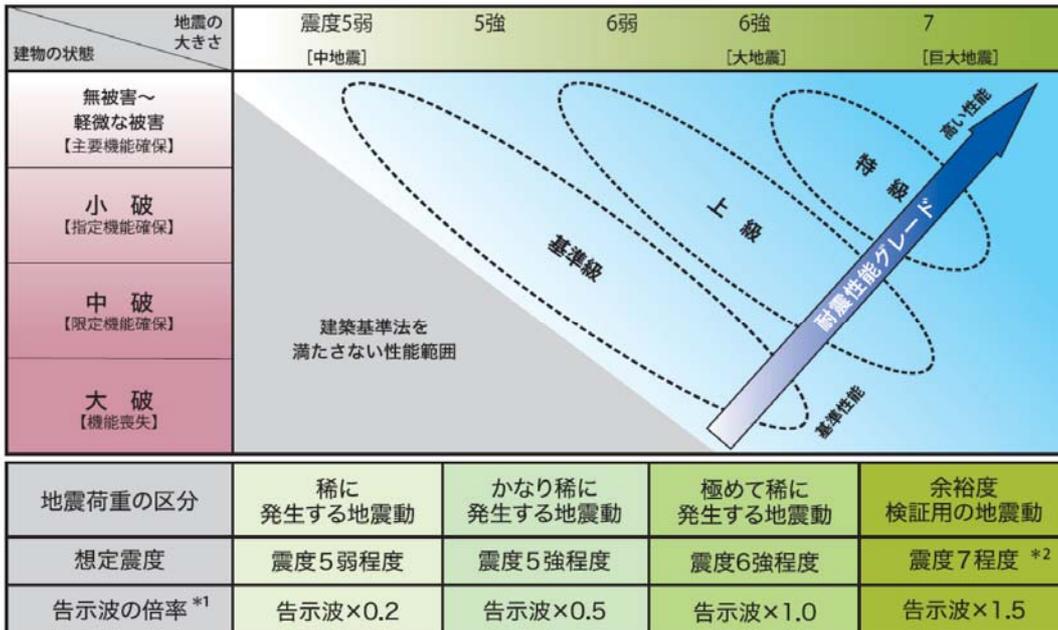
【資料②-g】原子力発電所にある建屋の特徴について

建屋名称	原子炉建屋	緊急時対策所	SA 設備等の設置された建屋※
設置される主な設備	原子炉压力容器 原子炉格納容器 原子炉冷却系の配管、ポンプ等	通信連絡設備 換気空調設備 空気ポンプ等	SA 設備 (ポンプ、電源等)
内包する放射性物質の量	大	無	無
外部の施設・設備と接続する渡り配管、電源ケーブル等	高エネルギー配管 (主蒸気管等) 低エネルギー配管 (使用済燃料プール水補給系配管等) 電源ケーブル等	電源ケーブル等	低エネルギー配管 電源ケーブル等 (SA発生時に接続し、通常時は外部接続なしの場合もある)
建屋に要求される機能	①外部への放射線の遮蔽 ②放射性物質拡散防止のための気密性 (換気空調設備による負圧維持と相まって確保) ③設備の間接支持	①外部からの放射線の遮蔽 ②放射性物質流入防止のための気密性 (換気空調設備等による正圧維持と相まって確保) ③設備の間接支持	①波及的影響の防止 ②設備の間接支持
耐震構造の場合に建屋の部位に要求される性能 (基準地震動 Ss に対する評価における許容限界)	RC 耐震壁： ①層せん断ひずみ 2000 μ ②ほぼ弾性範囲 基礎版： ③終局耐力に妥当な安全余裕	RC 耐震壁： ①層せん断ひずみ 2000 μ ②ほぼ弾性範囲 基礎版： ③終局耐力に妥当な安全余裕	RC 壁： ①終局耐力 基礎版： ②終局耐力に妥当な安全余裕

※ 建屋に放射性物質を内包しておらず、躯体に遮蔽、気密性などの設備としての機能が要求されないもの

【資料②-h】日本構造技術者協会における耐震性能グレードの考え方

地震の大きさと建物の状態の関係(概念図)



\* 1) 告示波とは、平12建告第1461号の極めて稀に発生する地震動の加速度応答スペクトルに適合した模擬地震波とし、建設地の表層地盤による増幅を考慮します。 \* 2) 震度7程度の地震動は、1995年兵庫県南部地震程度を想定しています。

地震による建物の状態(RC造の場合)

軽微な被害		小破	
ほとんど変形が残らない 仕上材等は若干の損傷を受けるが、ほとんど使用性は損なわれない		若干の変形は残るが、余震には耐える 仕上材等にはある程度の損傷を受ける	
主要機能確保	業務遂行などの主要な機能が確保される	指定機能確保	業務などの最低限の活動に必要な機能が確保される 避難所などとして利用はできる
軽微な修復	骨組の補修は不要だが、仕上材等は補修が必要な場合がある	小規模修復	骨組・仕上材等に補修を要するが、緊急性はない 補修により耐力の回復が可能
中破		大破	
耐力に影響する変形が残り、余震により大破に至る危険性がある 仕上材等は相当の損傷を受け、脱落する可能性がある		余震により倒壊する危険性は非常に高い 仕上材等は広範囲にわたり損傷を受け、脱落が生じる	
限定機能確保	業務などの活動を維持する機能を失う 退避が求められるが、救助活動等の限定的な機能は確保される	機能喪失	建物を使用できず救助活動は困難
中規模修復	耐力が低下するため、早急に補修を要する 補修・補強により耐力の回復が可能	修復困難 (大規模修復)	補修を行っても以前の耐力に回復することは困難 大規模な補強が必要

性能カルテ(高層S造建物「上級」の例)

地震動		大きさ	稀に発生する地震動 [震度5弱程度]	かなり稀に発生する地震動 [震度5強程度]	極めて稀に発生する地震動 [震度6強程度]	余裕度 検証用の地震動 [震度7程度]	建設地特有の地震動 (サイト波) [震度6強程度]
		地震波名称 最大速度	告示波×0.2 (神戸位相) 8.4cm/s	告示波×0.5 (神戸位相) 21cm/s	告示波×1.0 (神戸位相) 42cm/s	告示波×1.5 (神戸位相) 63cm/s	首都直下地震 62cm/s
建物の 状態	被害の程度	無被害	軽微な被害	小破	中破	中破	
	機能維持の程度	機能確保	主要機能確保	指定機能確保	限定機能確保	限定機能確保	
	要する修復の程度	修復不要	軽微な修復	小規模修復	中規模修復	中規模修復	
判定 基準値	層間変形角	1/200以下	1/150以下	1/100以下	1/75以下	1/75以下	
	層塑性率 $\mu$	—	—	$\mu \leq 2.0$	$\mu \leq 3.0$	$\mu \leq 3.0$	
応答値	層間変形角	1/476	1/235	1/113	1/78	1/89	
	層塑性率 $\mu$	—	—	$\mu \max=1.54$	$\mu \max=2.86$	$\mu \max=2.10$	
性能余裕度*		2.38	1.57	1.13	1.04	1.18	
耐震性能グレード		上級					
所見		目標とする上級の耐震性能グレードを有した建物となっています。震度6強程度の大地震では小破におさまり、制限のあるものの業務活動を継続することが可能です。発生確率は低いものの最大の地震として想定した首都直下型地震でも中破となり業務活動を維持できませんが、補修により耐震性能が回復できると考えられます。					

\* 性能余裕度：各レベルの評価項目（判定基準値/応答値）の最小値

安心できる建物をめざして JSCA 性能設計【耐震性能編】：日本構造技術者協会、2018年2月

③ 免震装置の品質管理（地震後の維持管理）に関する基本方針

③-a 一般建築物での品質管理、維持管理の考え方

③-b 別置き試験体の実施の現状

③-c 地震計等による免震構造物での計測事例

【資料③-a】 一般建築物での品質管理、維持管理の考え方

品質管理： 製品検査－全数の基本特性試験(積層ゴム-水平方向剛性、上下方向剛性)

維持管理： JSSI の維持管理マニュアル(維持点検の種別と実施内容)

表 1.2.2 維持点検の種別と実施

維持点検種別	時期	実施責任者	方法	箇所	管理値	内容
竣工時検査(点検)	建物竣工時	施工者	目視・計測	全数	設計者が定める	免震部材、設備配管、電気設備、免震層、建物外周部、クリアランス、耐火被覆、エキスパンションジョイント、維持点検用マーキング、その他(免震部材取り付け部、免震建物の表示、けがき式変位計、別置き試験体、その他の不具合)
通常点検	毎年	建物所有者または建物管理者	目視	全数	設計者が定める	上記竣工時検査(点検)に記載される内容について見回りを中心とした点検特に、鉄部塗装の劣化や発錆、すべり系支承のすべり面の汚れ、オイルダンパーのオイル漏れ、建物外周部のクリアランス(樹木、工作物設置)等は毎年変化する
定期点検	竣工後5年、10年、以後10年毎		目視・計測	目視は全数、計測は抜取り		竣工時検査(点検)より項目は少ない(竣工時検査(点検)が、点検技術者により実施されていることが条件)
応急点検	大地震、強風、水害、火災等被災時		目視	全数		被災箇所を特定し、建物管理者や設計者に迅速に情報を伝達するための点検で、通常点検に準ずる
詳細点検	通常・定期・応急点検等で異常が認められた場合		目視・計測	設計者が定める		異常が認められた部位を中心に被災箇所は重点的に点検
更新工事後点検	免震機能に影響する工事が実施された場合		目視・計測	工事箇所全数		工事箇所ならびに影響が及ぶ範囲

注) 維持点検の実施は点検技術者。

抜き取り検査の場合は、種別の異なる部材ごとに全数の10%かつ3台以上を原則とする。

種別が異なる部材とは、種類が異なる、ゴム物性値が異なる、形状係数が大きく異なる場合とし、サイズのみが異なる場合は同一種別として扱う。

目視は全数実施し、不具合が見られるものは全てかつ全数の1/2以上を記録(写真等)に留める。

免震建物の維持管理基準-2018-: 日本免震構造協会

【資料③-b】別置き試験体の実施の現状

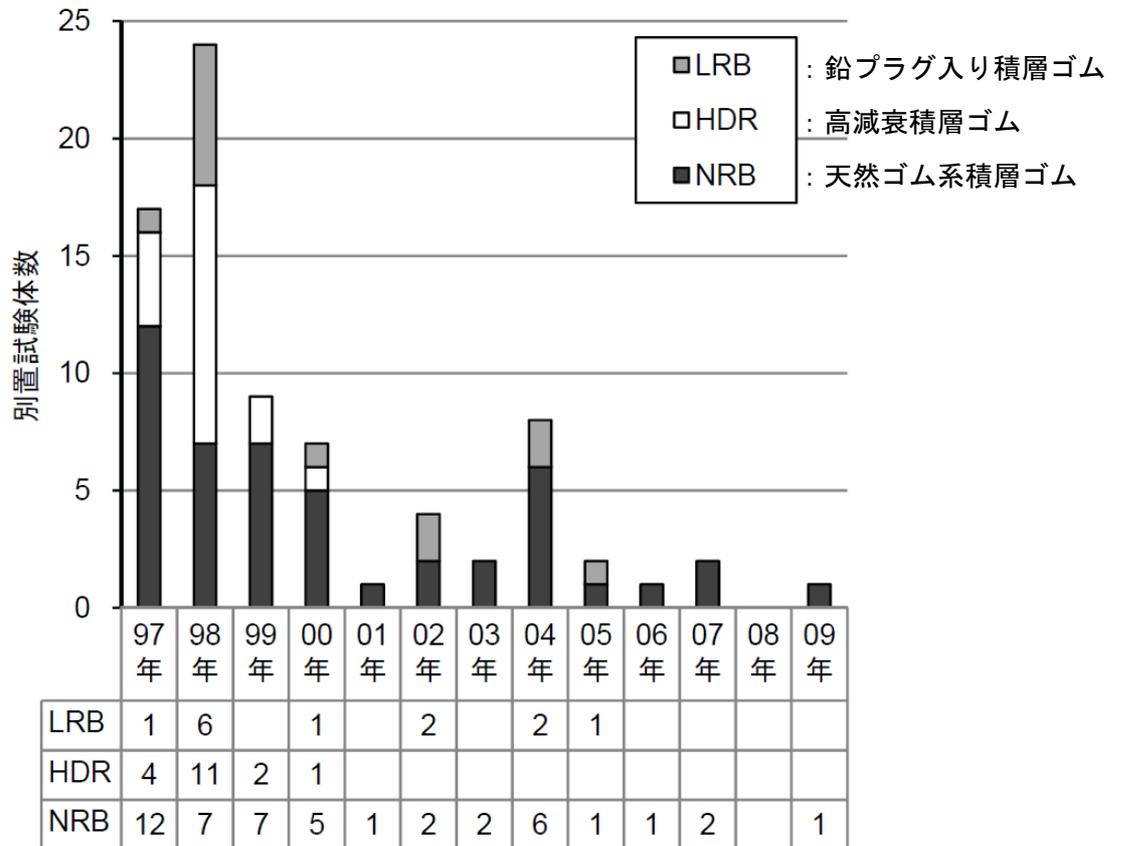
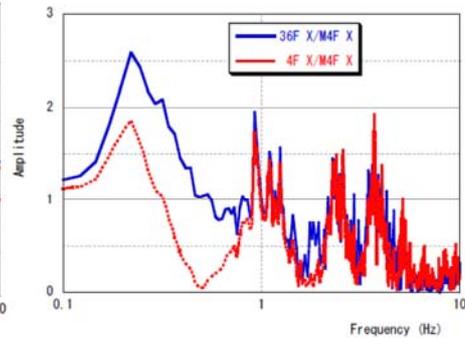
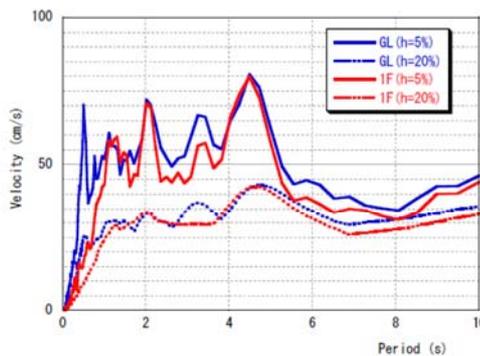
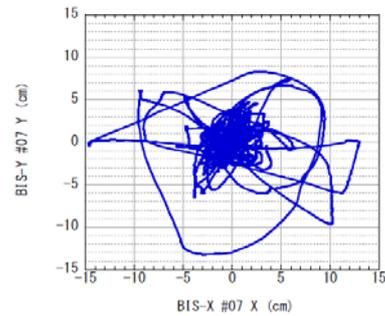
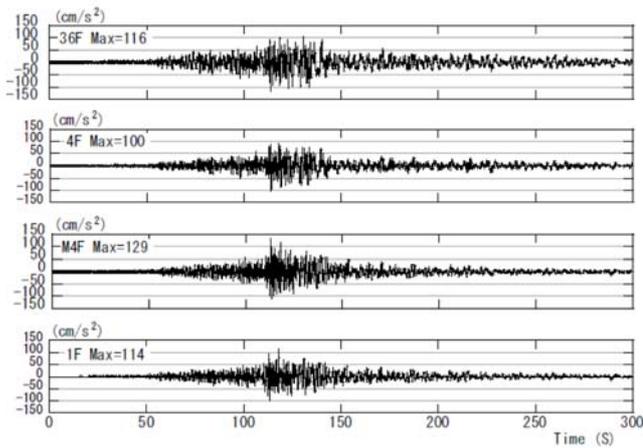
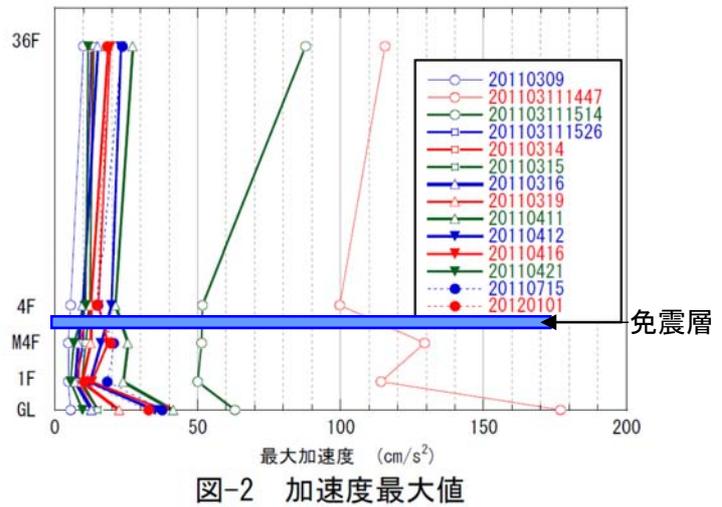
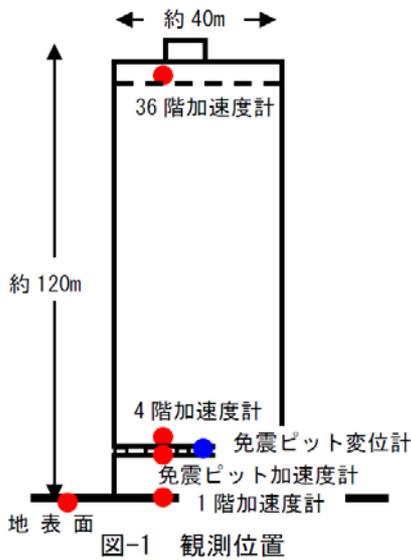


図4 1997年以降に実免震建物に設置された別置き試験体の推移

森田慶子他：免震用積層ゴムアイソレータの経年変化調査の実態  
 日本建築学会技術報告集, 第19巻第41号、pp. 31-35, 2013年2月に加筆

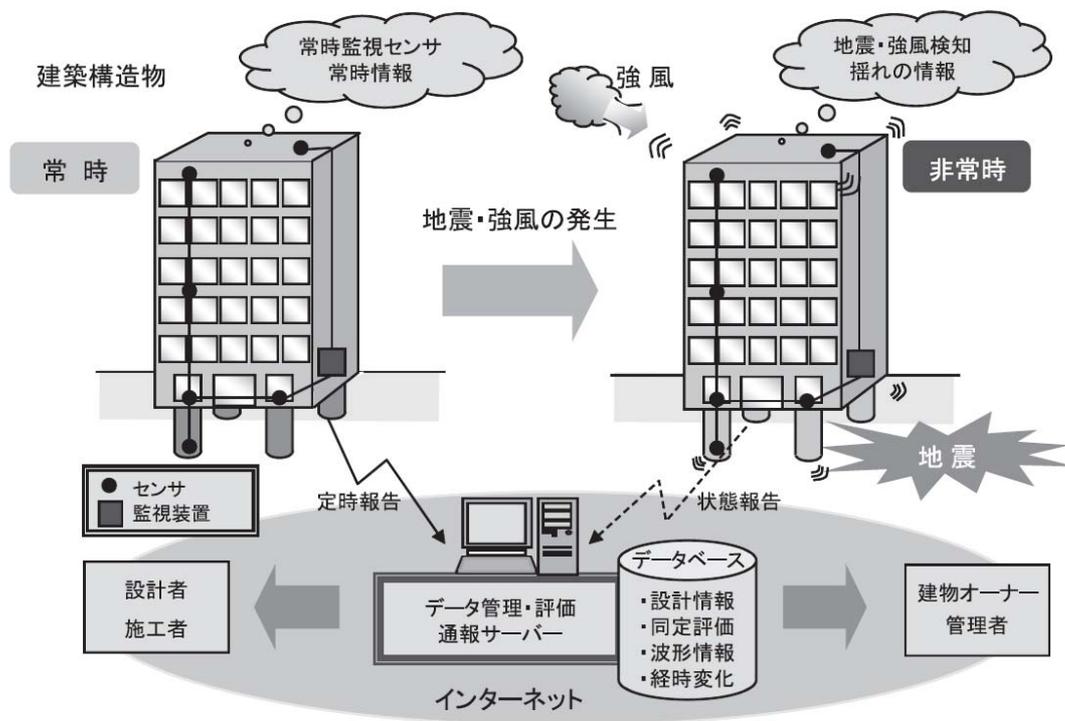
【資料③-c】地震計等による免震構造物での計測事例

東北地方太平洋沖地震の際の超高層鉄筋コンクリート造免震建築物での地震観測例(江東区)



猿田正明他：免震建築物の地震観測記録の分析とシミュレーション解析  
日本建築学会大会学術講演梗概集, pp425-426, 2012年9月に加筆

# 構造ヘルスマニタリング



図—1 構造モニタリングシステム

白石理人他：建築物の構造ヘルスマニタリング：建設の施工企画、pp. 58-63, 2009年2月