



「揺れ」にブレーキ。

制震システム

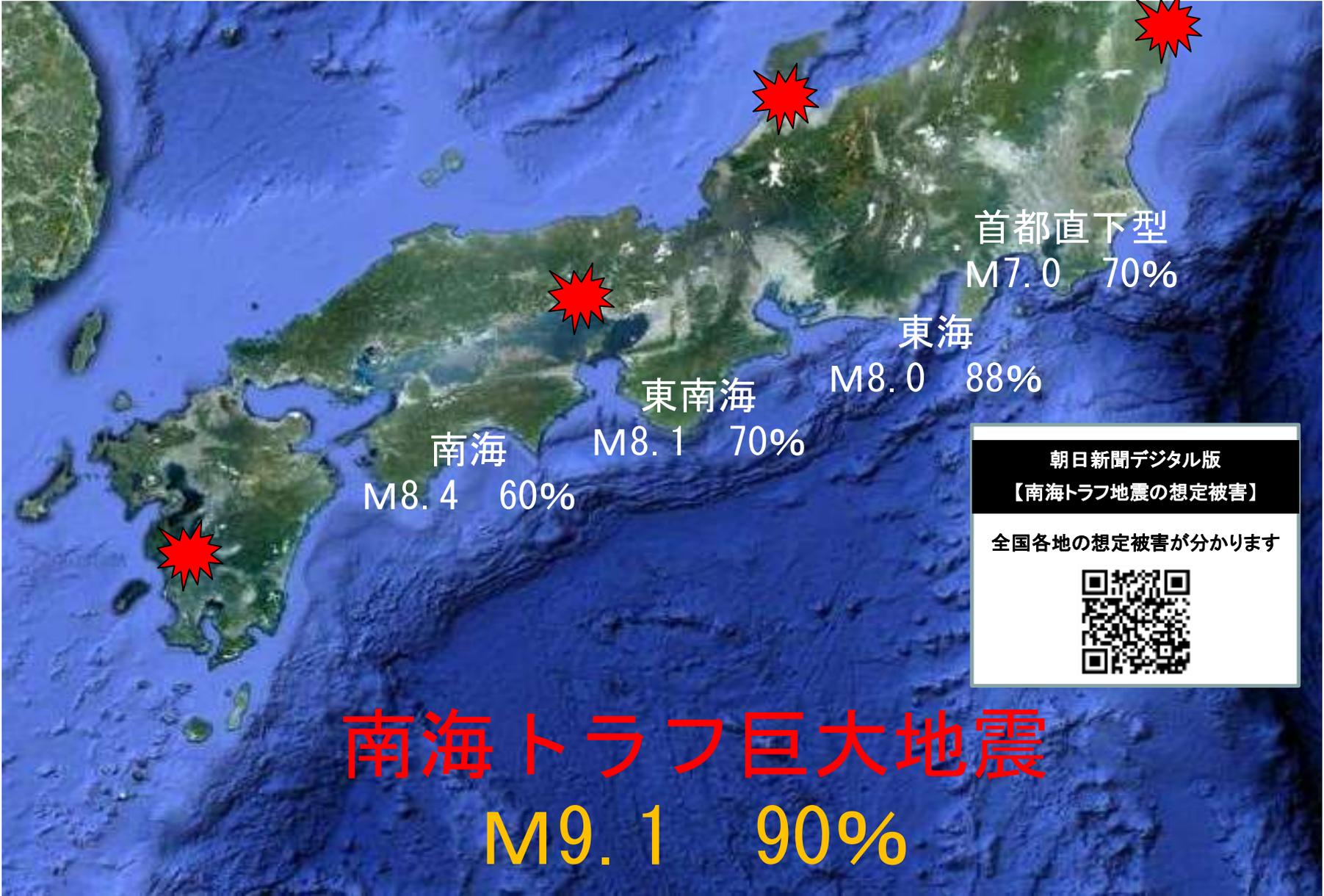
**GVA II**

構造の差別化のご提案

東京理科大学名誉教授 井口道雄氏

開発監修

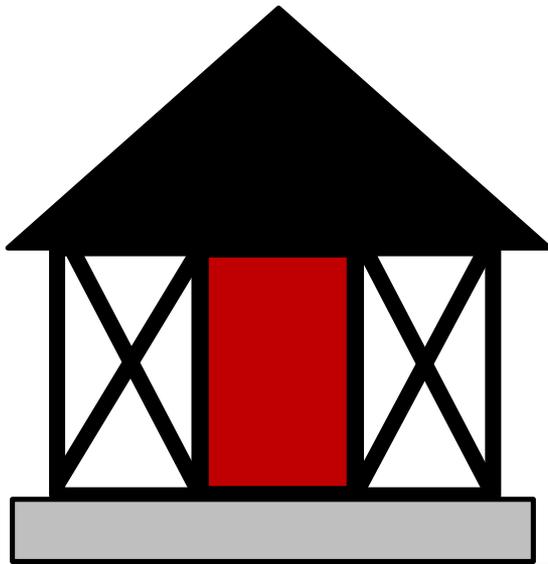
# 今後40年の地震のリスクは？



朝日新聞デジタル版  
【南海トラフ地震の想定被害】

全国各地の想定被害が分かります

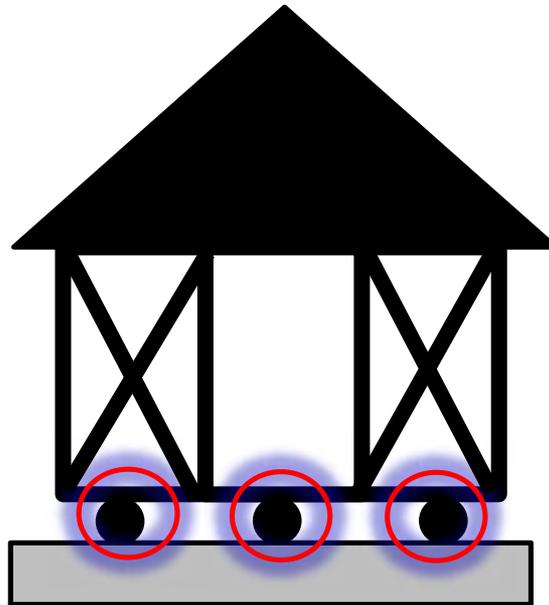


強度を選ぶ？ +  $\alpha$  を選ぶ？

耐震工法

## 建築基準法どおり建てる

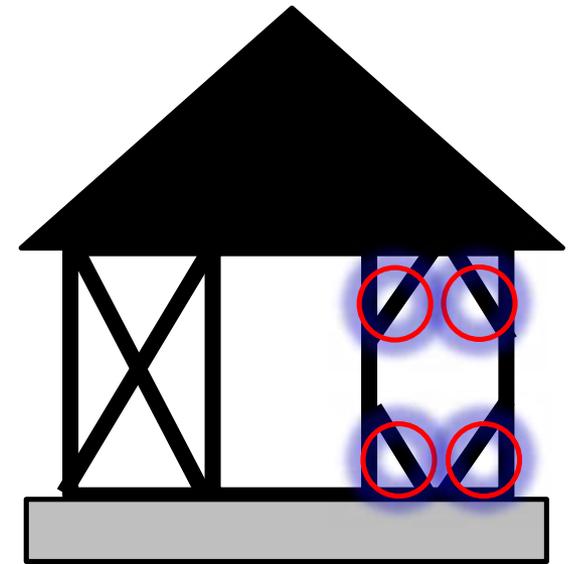
耐力壁や金物を増やして建物の強度を上げ、地震の力に対抗する機構。



免震工法

建築基準法+「 $\alpha$ 」で建てる

耐震工法に、ゴム等で地震の力を「ずらす」要素を加え、建物に揺れを伝えない機構。



制震工法

建築基準法+「 $\alpha$ 」で建てる

耐震工法に、地震の力を「吸収する」要素を加え、建物の揺れを素早く止める機構。

# 耐震等級とは



# 耐震工法の限界

資料4

## 8.7%の建物が



2016年に発生した熊本地震を受けた建物です。

木造住宅の写真は一番被害が大きかった益城町のもので。

左は2010年に建てられた耐震等級2の建物。中央は2007年に建てられた、壁量でいくと耐震等級1クラスの建物です。

政府の発表では、益城町における新耐震基準を守った建物のうち、なんと8.7%が全倒壊したようです。

また写真右のように、宇土市ではRC造の庁舎が崩壊しています。

## 国が実施した耐震実験で



左は耐震等級1の建物に阪神淡路大震災の震度7を入力した結果。

中央は耐震等級2の建物と、耐震強度の低い建物2体を並べ、震度6強の地震を入力した結果、耐震等級2の方が倒壊した事例。

右は重量鉄骨構造に阪神淡路大震災の震度7を入力した結果。

いずれの結果も、法の耐震基準の想定外で終わっています。

# 耐震工法の限界

資料4の参考



2010年 耐震等級②



2007年 耐震等級①相当

全壊



①2007年 ②住宅 ③X方向は1.7、Y方向は1.1 ④X方向は6.8%、Y方向は8.0% ⑤ボックス型耐かい建物使用、一部に耐かい建物なし ⑥1.5Pと2P使用、建てられる ⑦盛り土、敷居地盤

倒壊



①2000年(平屋、山形県) ②木山 ③不明 ④不明 ⑤耐かいが不明、柱間距離が確認できない ⑥不明 ⑦平地

倒壊



①2000年 ②住宅 ③X方向は1.45、Y方向は1.67 ④X方向は26.7%、Y方向は29.2% ⑤ボックス型耐かい建物使用、HO建物が確認できない ⑥不明 ⑦南向きに地盤が下がる (写真: 国土院)

全壊



①2007年 ②住宅 ③X方向は1.06、Y方向は1.13 ④X方向は6.25%、Y方向は12.7% ⑤ボックス型耐かい建物使用 ⑥2Pあり、建てられる ⑦平地、敷居地盤の低い海浜、築地盤

全壊



①2008年 ②住宅 ③X方向は1.37、Y方向は1.28 ④X方向は75.0%、Y方向は29.2% ⑤柱付け耐かい建物使用、HO建物が存在 ⑥1.5Pと2Pは確認できない ⑦盛り土、敷居地盤、築の間に地盤沈下 (写真: 国土院)

全壊



①2008年 ②住宅 ③X方向は1.12、Y方向は1.71 ④X方向は6.3%、Y方向は19.3% ⑤柱付け耐かい建物使用 ⑥2Pと2P以上使用 ⑦盛り土、敷居地盤、築の間に地盤沈下 (写真: 国土院)

全壊



①2007年(平屋) ②木山 ③不明 ④不明 ⑤ボックス型耐かい建物使用 ⑥引掛けサイディングが設置、耐かいの向きに違いがある、柱間距離に耐かいが認められる ⑦平地

全壊



①2001年(集合住宅) ②木山 ③不明 ④不明 ⑤ボックス型耐かい建物使用 ⑥引掛けサイディングが設置、耐かいの向きに違いがある、柱間距離に耐かいが認められる ⑦平地

全壊



①2003年 ②住宅 ③不明 ④不明 ⑤ボックス型耐かい建物が設置 ⑥耐かいが異なる、引掛けサイディングが設置 ⑦盛り土、敷居地盤あり

全壊



①2001年 ②住宅 ③不明 ④不明 ⑤プレート型耐かい建物使用 ⑥不明 ⑦山間の敷居地盤、地盤沈下

全壊



①2008年(集合住宅) ②木山 ③不明 ④不明 ⑤不明 ⑥引掛けサイディングが設置 ⑦盛り土、敷居地盤あり

全壊



①2003年 ②住宅 ③不明 ④不明 ⑤不明 ⑥引掛けサイディングが設置 ⑦平地、地盤が若干下がる

※各記事の本文中(写真: 国土院) ①国土院(国土院) ②国土院(国土院) ③国土院(国土院) ④国土院(国土院) ⑤国土院(国土院) ⑥国土院(国土院) ⑦国土院(国土院)

P32 倒壊

①2010年 ②住宅 ③X方向は1.53、Y方向は1.44(敷居地盤のX方向は1.78%、Y方向は15.5%) ④柱付け耐かい建物使用 ⑤1.5Pと2P使用 ⑥盛り土、敷居地盤 (写真: 国土院)

益城町2000年基準の17棟

本誌調査

倒壊・全壊の要因は複数の要素が絡み合う

P36 倒壊



①2006年 ②住宅 ③X方向は1.04、Y方向は1.07 ④X方向は50.0%、Y方向は34.5% ⑤耐かいが不明、柱付け耐かい建物使用 ⑥1.5Pと2P使用 ⑦敷居あり、築家が倒れかけた盛り土

P34 倒壊



①2001年 ②住宅 ③X方向は1.49、Y方向は1.42、耐かいが不明 ④X方向は7.5%、Y方向は56.2% ⑤HO建物のアンカーボルトが埋め ⑥2P使用 ⑦盛り土、敷居地盤、地盤あり

倒壊



①2010年に増築(平屋) ②住宅 ③不明 ④不明 ⑤耐かいが不明、柱間距離が確認できない ⑥不明 ⑦不明

倒壊



①2001年 ②住宅 ③X方向は1.41、Y方向は1.20 ④X方向は37.5%、Y方向は70.7% ⑤柱間距離が確認できない ⑥1.5Pと2P使用 ⑦盛り土、敷居あり



(写真: 国土院)

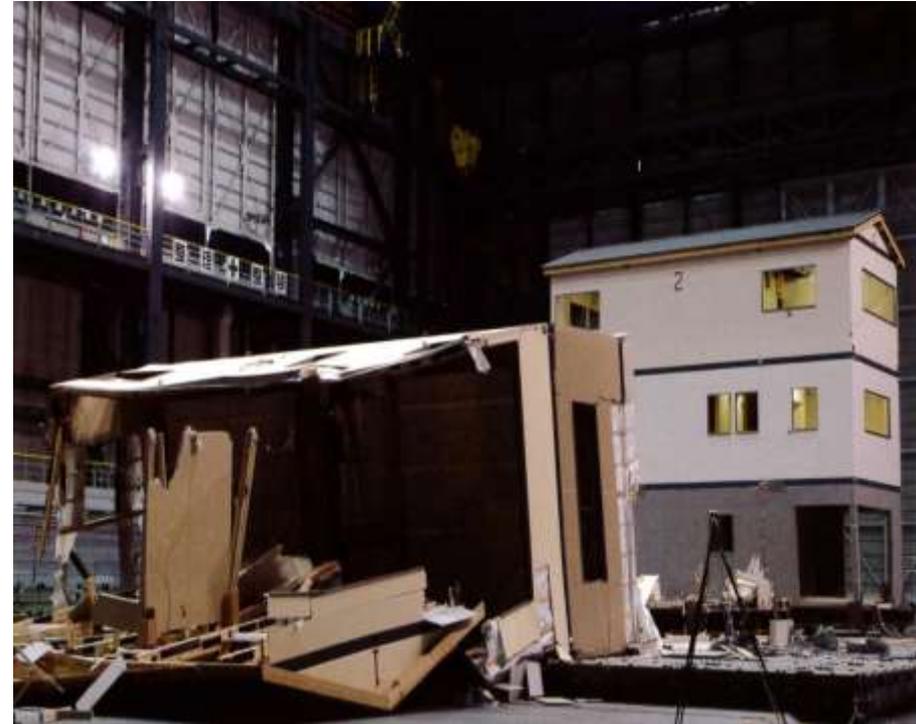
①建築年 ②地区 ③建築法に対する耐震等級(1.5P) ④耐震等級(2P) ⑤建物用途(2P) ⑥耐かい構造(1.5P) ⑦敷居地盤

# 耐震工法の限界

資料4の参考



耐震等級①



2009年 長期優良住宅

# 耐震工法の限界

資料4の参考



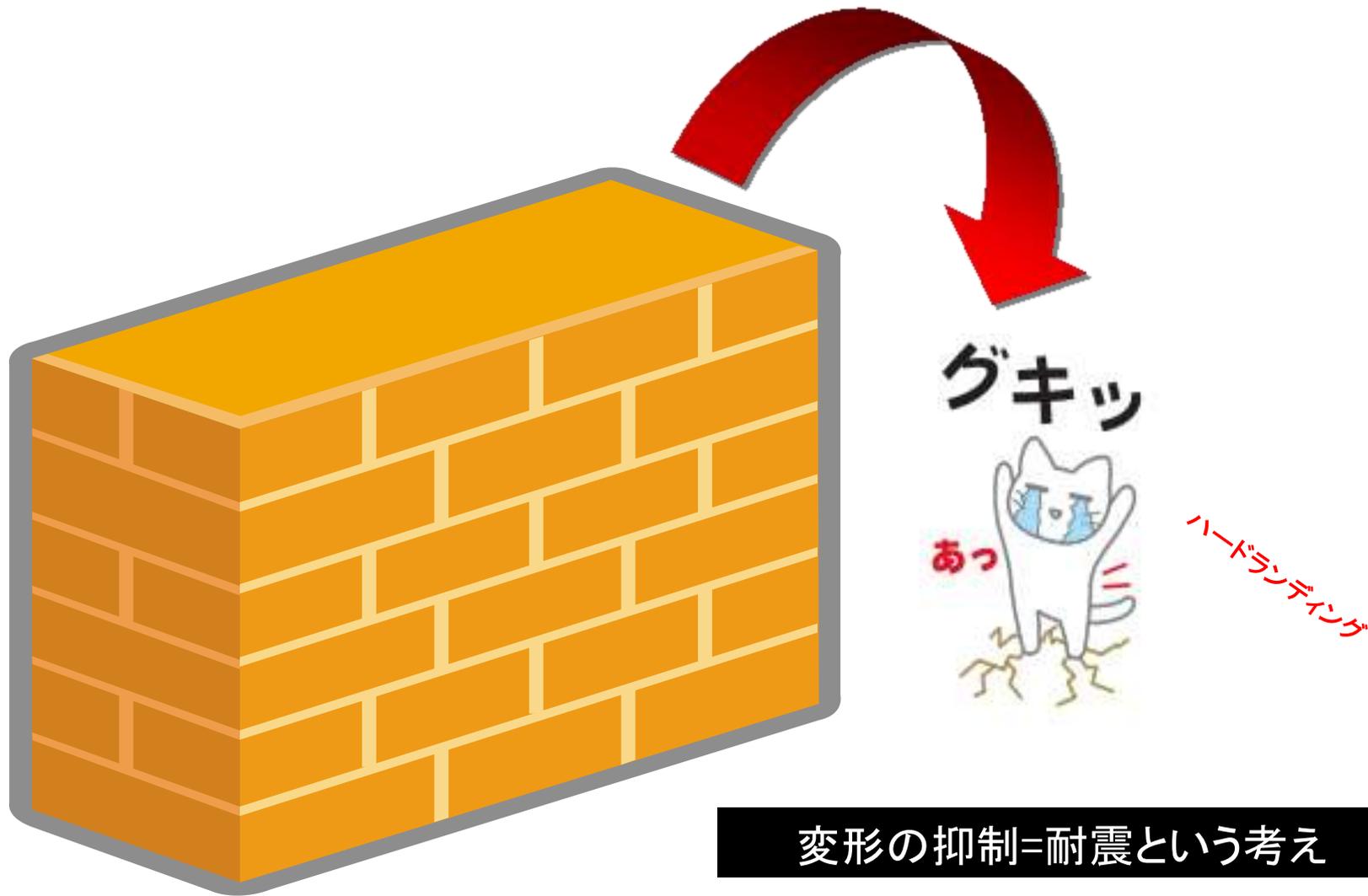
宇土市市役所(RC) 熊本地震



重量鉄骨造 公的試験(阪神淡路波)

# 理由その① 衝撃が大きくなるから

資料5



変形の抑制=耐震という考え

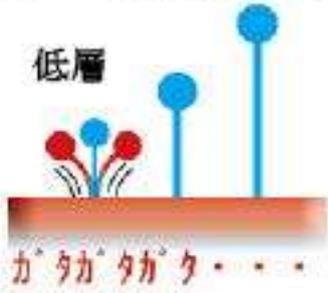
等級レベルが低い場合、想定外の地震にはダメージが大きくなり、損傷を防ぎきれない可能性もあります。

# 理由その② 揺れが同調するから（共振）

揺れ疲れ



建物の揺れ 固有周期の短い建物がよく揺れる



細かな揺れ

木造・低層建築物がよく揺れる

固有周期の長い建物がよく揺れる



ゆっくりした揺れ

高層建築物がよく揺れる

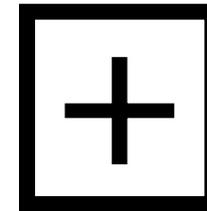
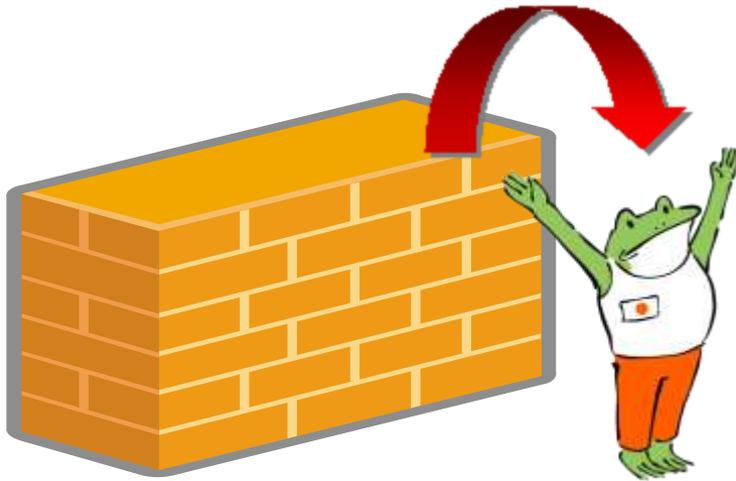
# 耐震+制震=最上級の対策

資料7

## 基本

### 変形の抑制=耐震という考え

しっかりとした耐震化を行うことで、震度5程度までの地震のパワーを跳ね返す能力が備わります。



## 応用

### 衝撃力の吸収=制震という考え

ダンパーを使うことで、大きな地震のパワーをコントロール(吸収)する能力が備わります。震度6以上の地震の場合には損傷を防ぎ効果的です。



# 木造軸組用制震ダンパー「GVA II」



## ●「耐震」と「制震」両方の機能を備える

- ・ボルトの軸力により耐震性能を発揮
- ・ダンパーの摩擦抵抗により揺れをコントロール(制震)
- ・1つの壁内に4つのポイントでブレーキ効果

## ●ダンパー素材に「フェノール樹脂」を採用

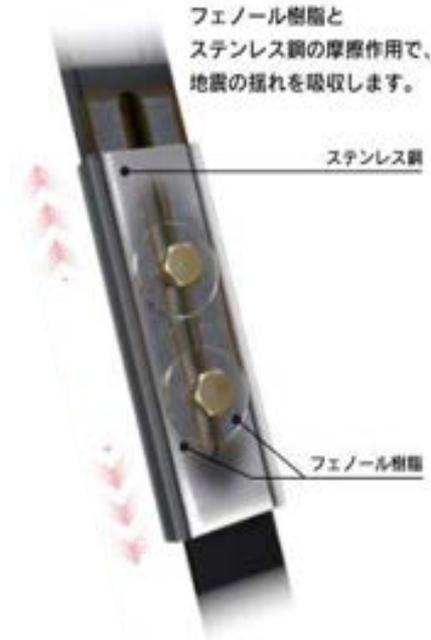
- ・新幹線のブレーキに使用される高耐久素材
- ・ゴム系ダンパーのように温度による性能変化が生じない
- ・鋼材系ダンパーと比較して疲労にも強い

## ●メンテナンスフリー

- ・ダンパー部の耐用年数は169年相当(姉妹品の認定試験に基づく)
- ・繰り返し1000回の摩耗試験でも性能変化なし

## ●最適な設計バランスと高い施工性

- ・すべての耐力壁との併用が可能
- ・HDやドリフトピンとの干渉は無し。間柱の加工は不要



制震システム

# GVA II

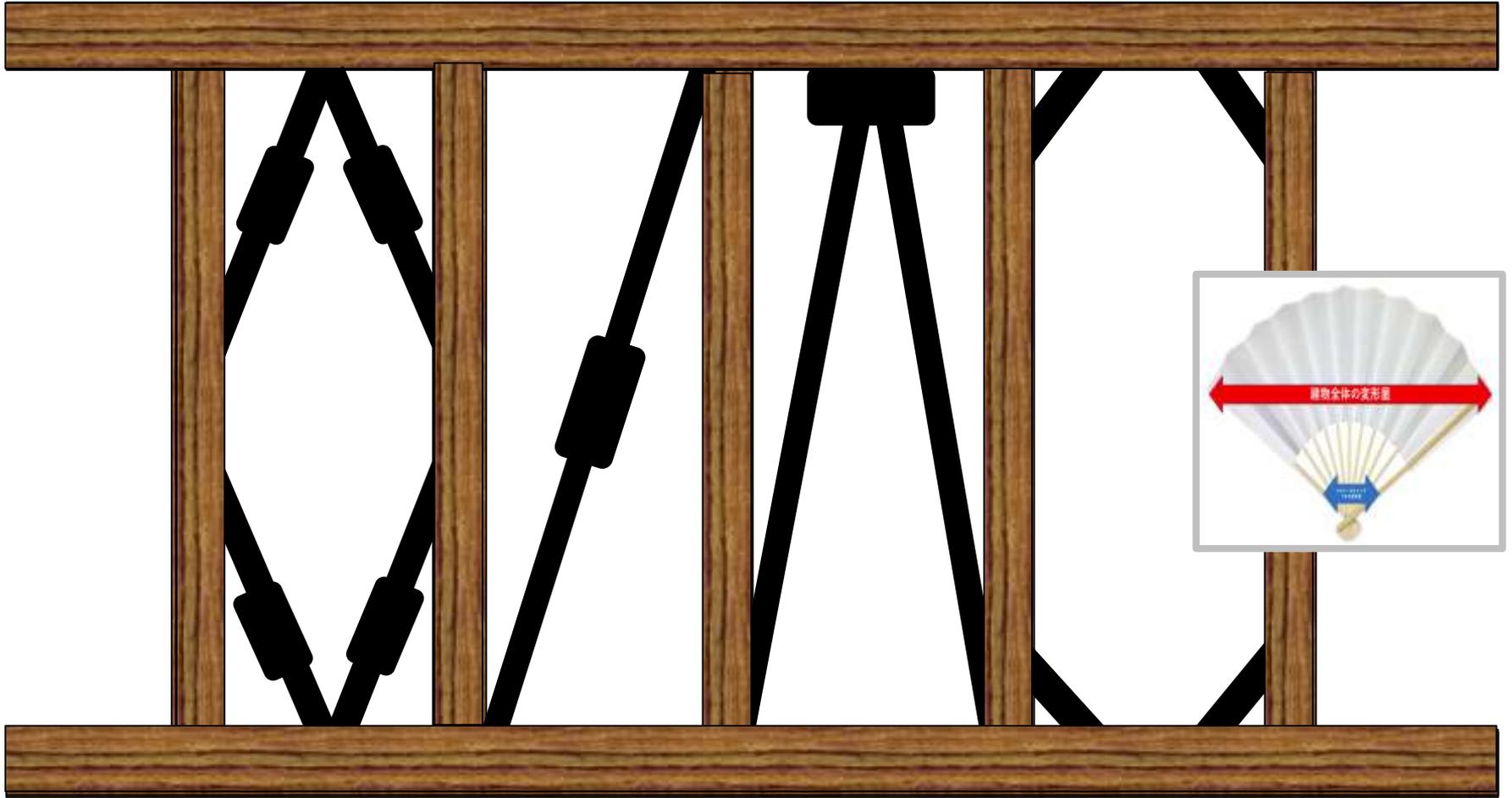
建物の揺れを

最大**75%**低減

※筋交い工法との比較実験値による

# 設置個所はどこ？

制震選びのポイント①

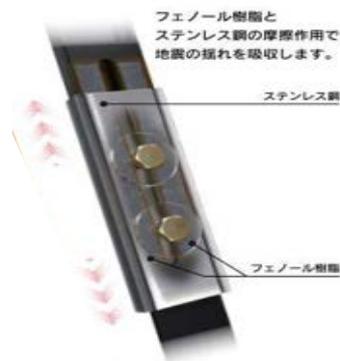


大断面？ 局所的？

# 制震選びのポイント② ダンパーの素材は？

素材	特徴	メリット	デメリット	耐用年数	製品例
ゴム系	粘弾性	高吸収性能	温度依存	90年 ※2	
油圧系	粘性	高吸収性能	温度依存 可燃性	60年 ※2	
摩擦系	軸力＋摩擦 力	剛性＋コン トロール	摩擦係数の 変化 ※1	169年 ※3	
履歴系	金属の曲が りで熱に	剛性＋安価	金属疲労	ケースバイ ケース	

**GVA II は新幹線のブレーキ材と同じ「フェノール樹脂」を採用。**



- ※1 GVA II は性能試験で1000回繰り返し加振しても安定した性能を確認済み
- ※2 自社調べに基づく
- ※3 姉妹品の認定試験評価に基づく

制震システム

# GVA II が有する適応範囲

震度0    1    2    3    4    5弱    5強    6弱    6強    7

耐震のみ

効果を発揮

固さゆえ衝撃が大きくなり  
損傷開始

他社制震

ダンパー(ゴム・オイル)に初期剛性  
(固さ)がないので大きく寄与しない

効果を発揮

GVA II

耐震性能+制震性能ですべての震度をカバー

GVA II : ボルトの軸力による耐震性+フェノール樹脂の摩擦抵抗による制震性

# 今後の地震のリスクに備える【まとめ】

- 震度は10段階(0・1・2・3・4・5弱・5強・6弱・6強・7)
- 新耐震基準・・・震度6弱以上で倒壊しないこと
- 実際には木造のみならずRC造も倒壊している
- 耐震・・・力づくで抵抗 震度6弱以上で大きく破損
- 制震・・・粘りで抵抗 震度6弱以上で顕著な効果
- 南海トラフが危ない！！40年内で90%
- 「耐震(力)」+「制震(粘り)」で想定外に地震にも安心

## 【解説】

### ○資料1

政府の発表では、今後40年以内に最大90%の確率で南海トラフ地震が発生します。その際のマグニチュードは9.1。これは東日本大震災の1.4倍、阪神淡路大震災の1000倍のパワーを持つもので、過去に経験のないレベルです。地震で90%といってもピンとこない方も多いですが、降水確率に置き換えた場合、かなりリアルな数字ではないでしょうか？

### ○資料2

上記の背景をふまえ、どのビルダーも地震対策は行っています。まずベースとなるのが「耐震工法」です。建築基準法に基づくものなので、これは外せません。この「耐震工法」に対してどのような $\alpha$ をするのかがポイントです。

### ○資料3

その中で圧倒的に多いのが、「耐震基準の底上げ」です。つまり建物の強度を上げるというやり方です。

### ○資料4

しかし、実際に震度6・7クラスの地震を受けると、「耐震基準の底上げ」を行った建物はかなりの確率で全倒壊しています。

### ○資料5

建物を強固にする方法は間違いではありませんが、強固であるがゆえに大きな地震に対しては衝撃が増し、逆にダメージが増大します。

### ○資料6

また建物の揺れるリズムと地震動のリズムが同調してしまうと、地震のパワーの大小を問わずすべて揺れてしまいます。

### ○資料7

当社は、「制震」という $\alpha$ を選択しました。GVA IIは「耐震(ボルトの軸力)」で小さな地震をしっかり受け止め、大きな地震には「制震(ダンパーの摩擦抵抗)」により地震の力をコントロールして建物の損傷を防ぎます。ダンパー部の耐用年数は169年。圧倒的な耐久性で繰り返しの地震に効果を発揮し続けます。

### ○資料8

一般的な耐震は大きな力には弱い(固いから)、制震(ゴム・オイル系)は小さな力には弱い(柔らかいから)、というふうに、それぞれ守備範囲が限定的ですが、「GVA II」は、すべての震度階をカバーできる最新型の制震ダンパーです。

○耐震との比較を実験映像にて確認してください。