

# 「木造住宅の安全性」 坂田 弘安

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 木造住宅の安全性

1. 地震による木造住宅の倒壊現象と耐震補強の必要性
2. 水平耐力要素（筋かいと合板、接合部）
3. 過去の地震における木造住宅の被害例
4. 建物の揺れ方
5. 建物の揺れをおさえる新技術
6. 現状と課題

東京工業大学 環境・社会理工学院建築学系 坂田弘安

## 1. 地震による木造住宅の倒壊現象と耐震補強の必要性

### 震動台実験による耐震補強の効果検証

**E-ディフェンス** 2005年に兵庫県三木市にある震動台で行われた補強住宅と無補強住宅の2棟同時加振実験



木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 対象建物

兵庫県明石市の木造軸組構法による戸建住宅2棟(築31年)  
1階床面積37.73㎡、2階床面積34.57㎡



実際に建っていた戸建住宅2棟(A棟とB棟)を  
震動台上に移築

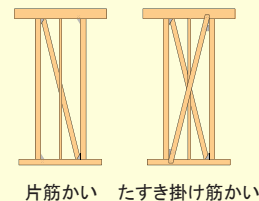
木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 対象建物の平面

### B棟に追加した耐震要素

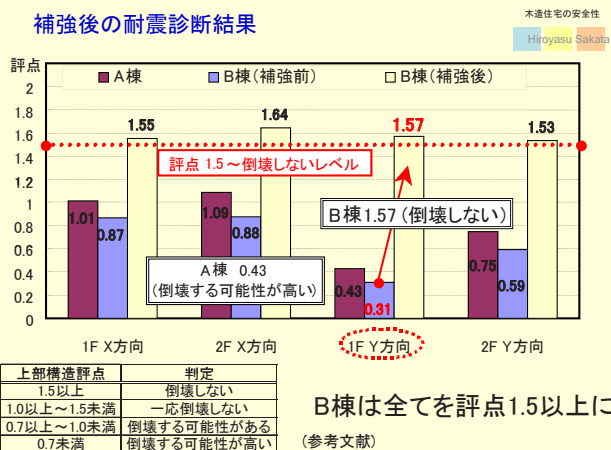
筋かい…… 8本

構造用合板… 15枚



木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 補強後の耐震診断結果



## 補強に要した費用

### B棟の補強

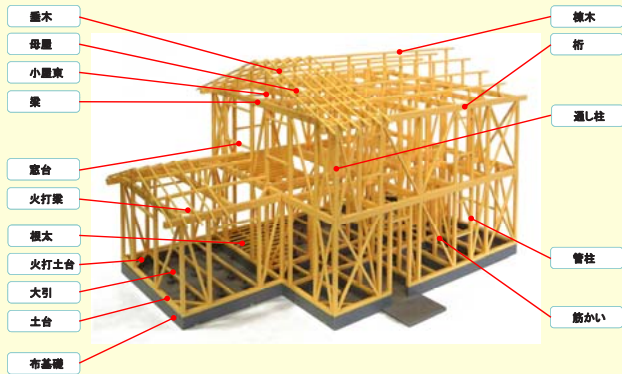
筋かい壁…… 8枚  
構造用合板… 15枚  
計 23枚

・材料費  
・既存壁の取り壊し } 115.0万円  
・耐震壁取り付け  
・仕上げの施工 }  
4.5万円 × 23枚 = 103.5万円  
計 218.5万円

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

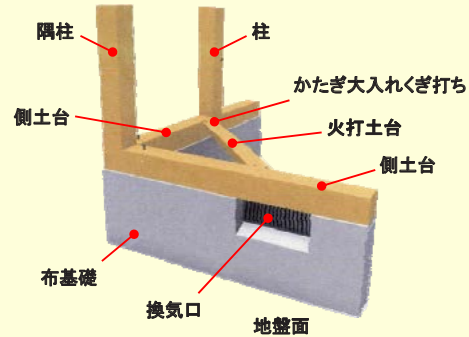
## 2. 水平耐力要素（筋かいと合板、接合部）

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

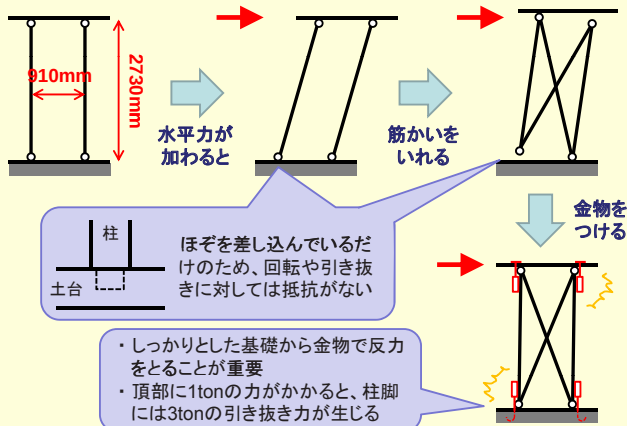


## 2. 水平耐力要素（筋かいと合板、接合部）

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata



## 2. 水平耐力要素（筋かいと合板、接合部）



## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

### 敷地

- ・ 砂質地盤の液状化

東日本大震災における稲敷市の被害例



## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

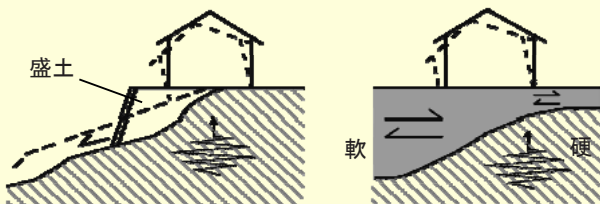
### 敷地

- ・ 盛土

造成地の盛土 → 擁壁の重要性  
盛土と切土にまたがっていると不同沈下

### 層厚さの違い

柔らかい層の厚さが違う → 異なる振動性状、不同沈下



## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

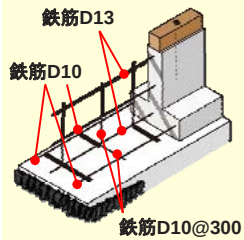
木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

### 敷地

東日本大震災における水戸市の被害例



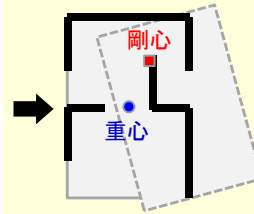
## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata脆弱基礎の破壊  
(無筋コンクリート基礎)

## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 耐力壁の配置

耐力壁を張間方向・桁行方向釣り合いよく配置しないと  
偏心によるねじれ破壊が生じる

## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

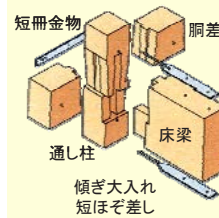
## 耐力壁の配置

耐力壁を張間方向・桁行方向釣り合いよく配置しないと  
偏心によるねじれ破壊が生じる  
稲敷市

## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 柱の折損

伝統的民家の柱の曲げ破壊による倒壊  
金物を用いない断面欠損の多い柱

## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

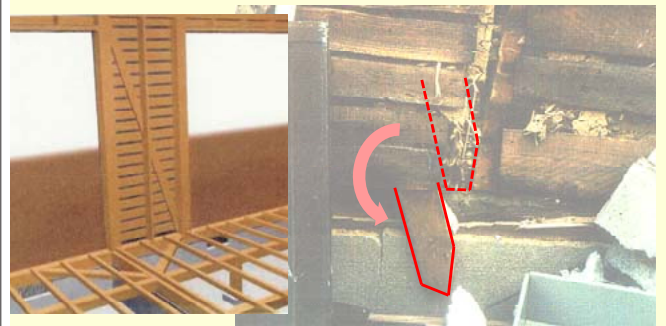
## 柱脚接合部の引き抜け



## 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

木造住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

## 筋かい端部の抜け落ち





### 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

#### アンカーボルトが無い土台のずり落ち



### 3. 過去の地震における木造住宅の被害例

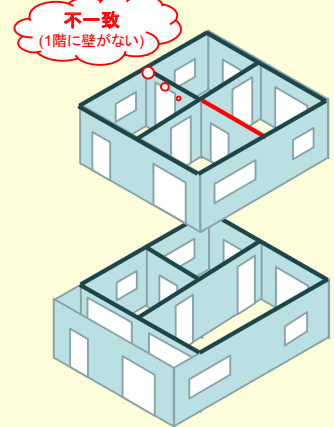
#### 柱・壁の直下率

上下階の柱や壁の位置が一致している割合



直下率があまりに低いと、地震力がうまく伝達されない

建築基準法で定められてはいないが、ハウスメーカー等の各社が独自に基準を設けているのが現状



### 4. 建物の揺れ方

#### 地震力に対する必要壁率 (cm/m<sup>2</sup>)

軟弱地盤の場合は1.5倍した数値とする

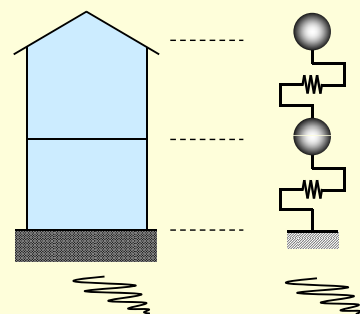
| 建築物の種類                  | 係数を乗ずる階 |     |    |     |    |    |
|-------------------------|---------|-----|----|-----|----|----|
|                         | 平屋建     | 2階建 |    | 3階建 |    |    |
|                         |         | 1階  | 2階 | 1階  | 2階 | 3階 |
| 瓦ぶきなどの重い屋根、土蔵造などの重い壁の建物 | 15      | 33  | 21 | 50  | 39 | 24 |
| 金属板、石葺スレートなどの軽い屋根の建物    | 11      | 29  | 15 | 46  | 34 | 18 |

建物の重さ、階数に応じて、必要な壁量が決められている

### 4. 建物の揺れ方

#### 2階建木造住宅

#### バネとおもりの振動モデル

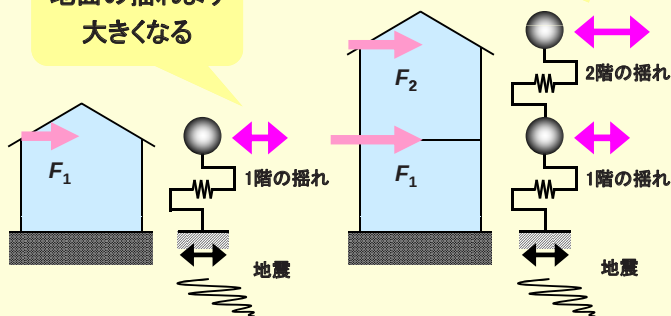


「共振」させると？

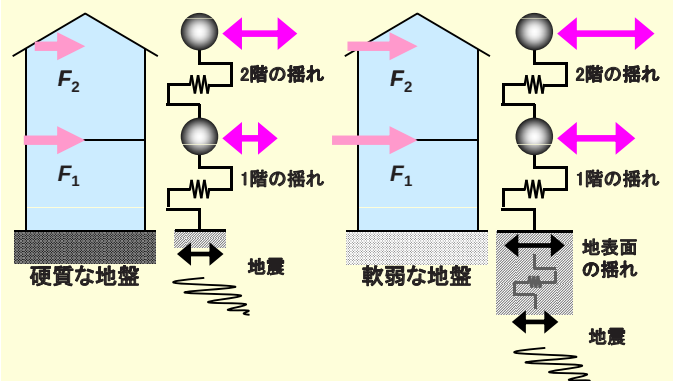
地震力(=慣性力)  
=質量×加速度

地面の揺れより  
大きくなる

上の階ほど大きく振られる(揺れが大きく感じる)

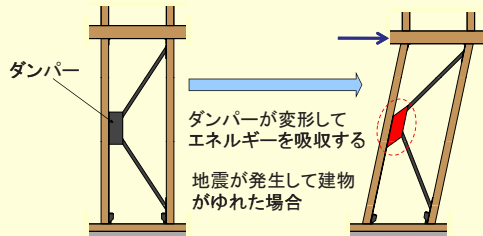


### 軟弱地盤の場合



## 5. 建物の揺れをおさえる新技術

## K型ブレースダンパー(東工大発)



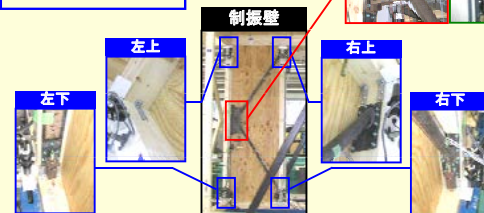
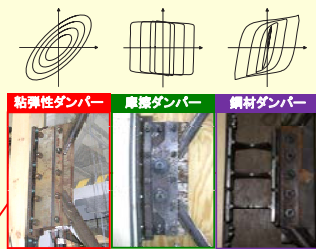
構造体の中に制振壁を配置すると地震が発生して建物がゆれることでダンパー部分が変形し、地震のエネルギーを効率良く吸収してくれる

## 5. 建物の揺れをおさえる新技術

## K型ブレースダンパー(東工大発)

- ・効率よく、地震エネルギーを吸収し、建物の財産保持を実現。(効率の高い、効く制振)

制振壁1枚あたりで  
約9万円  
(工事費別途)



## 補強に要した費用

## B棟の補強

筋かい壁……8枚  
構造用合板……15枚  
計 23枚

・材料費  
・既存壁の取り壊し } 115.0万円  
・耐震壁取り付け  
・仕上の施工 }  
4.5万円 × 23枚 = 103.5万円  
計 218.5万円

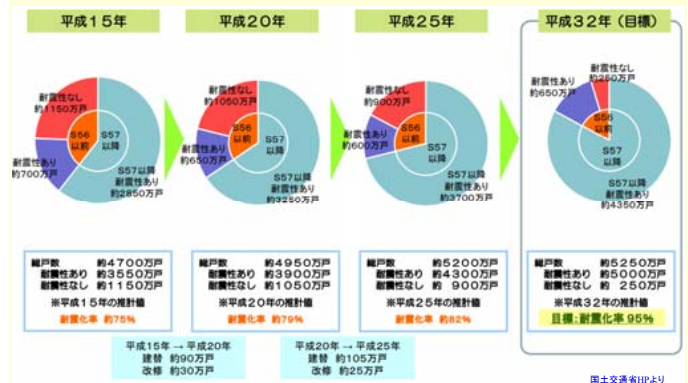
仮にB棟の耐震補強として東工大で提案している制振壁を用いた場合、B棟と同程度の性能にするための必要枚数を試算すると…

制振壁………5枚  
構造用合板……2枚  
計 7枚

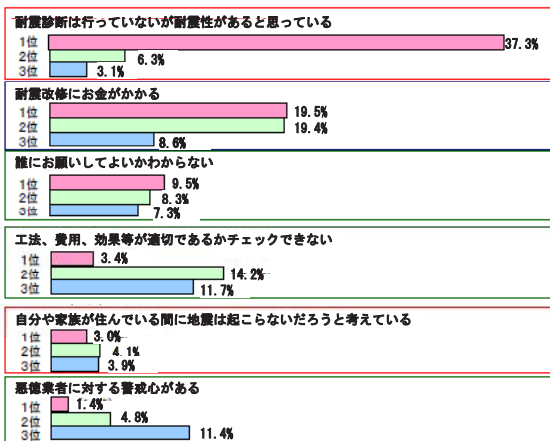
・材料費  
・既存壁の取り壊し } 50.0万円  
・耐震壁取り付け  
・仕上の施工 }  
6.0万円 × 7 = 42万円  
計 92.0万円

## 6. 現状と課題

- ・国は住宅の耐震化率(新耐震基準適合率)を2020年までに95%にする目標を掲げている



## 耐震改修を実施しない理由



## 6. 現状と課題

## 耐震化の必要性に関する認識の不足

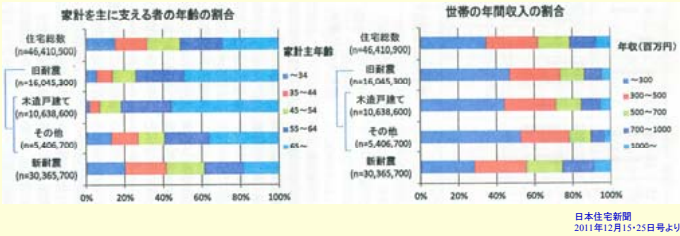
- ・安全に関する意識の低さ →  
耐震性不足のままにしておくのは悪であるという啓発活動  
耐震性が低いままでは、所有者のみならず、社会的に迷惑をかける可能性大

## 耐震化コストがかかる

- ・補助金制度の充実を計っている  
耐震改修の補助制度: (日本住宅新聞 2016.9.25)  
1741市区町村のうち約84%の1468市区町村(2016.4.1)

6. 現状と課題

本道住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata



旧耐震基準の住宅のうち、半数が65歳以上が家計を支え、年間世帯収入300万円未満→耐震化コストの新たな軽減策が求められている。

6. 現状と課題

本道住宅の安全性  
Hiroyasu Sakata

業者・工法等に対する信頼性が低い

- 耐震改修のメニューが少ない。  
→メニューを増やし、十分なデータによる裏付けの上で、費用対効果を明確にし、施主にわかることばで説明する必要性
- 耐震診断を受けていない古い建物もある → 耐震診断を受ける必要性を明確に。結果がすぐに見えない。リフォームする際に耐震診断を受けるのもよい。

建物の所有者が申請した場合に自治体に登録されている検査員が、所定の手続きによって派遣されて診断をする。「無料で耐震診断します」と営業が飛び込みで来ることもある、このようなときは、必ず断ること

ご清聴ありがとうございました。

東京工業大学 環境・社会理工学院建築学系 坂田弘安