



地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構

# 既存木造住宅の 低コスト耐震改修について

北海道立総合研究機構 建築研究本部 建築性能試験センター 安全性能部  
森松 信雄



# 本日のテーマ

---

1. 地震について
2. 北海道で想定される地震
3. 耐震基準について
4. 耐震診断について
5. 低コストな耐震改修について
6. 法改正について

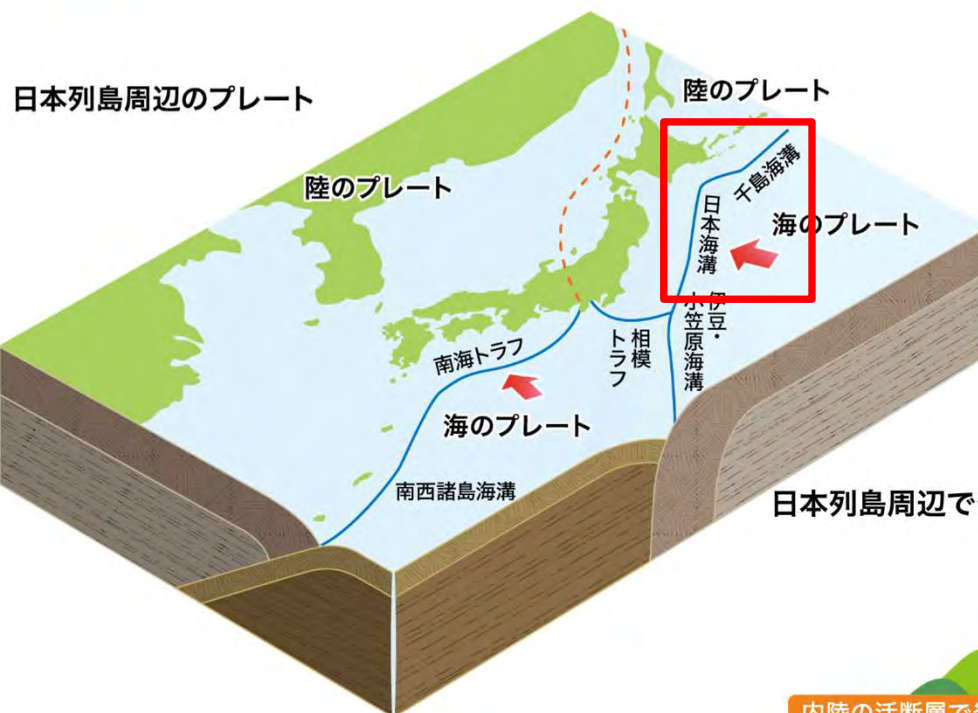
## 質問

この数字は何の数でしょう？

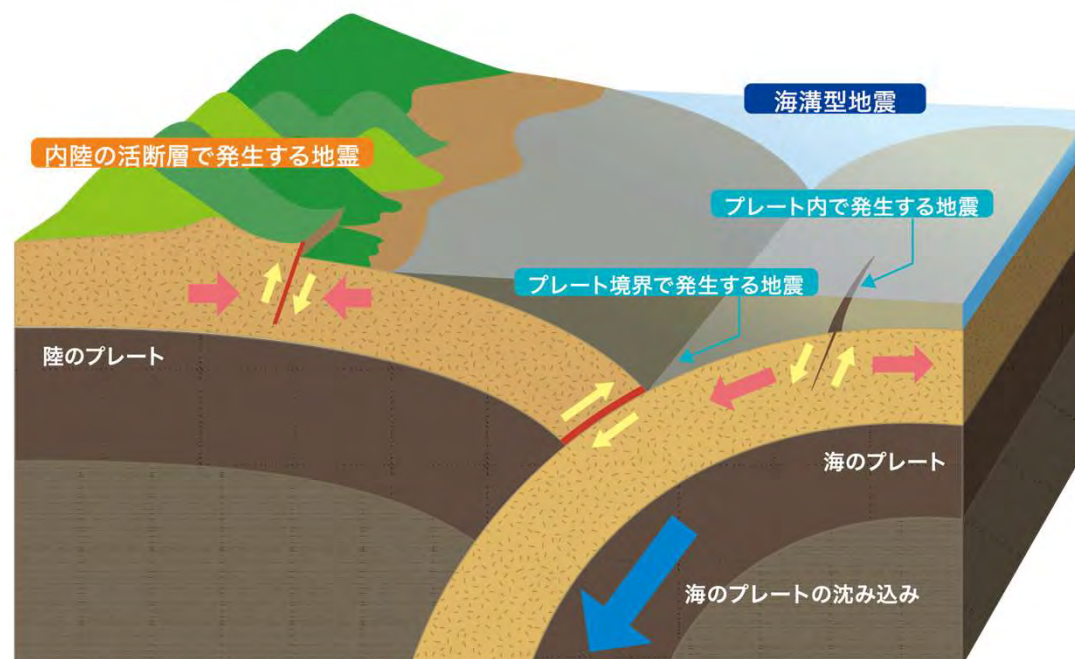
42,000

# 地震について

6/55



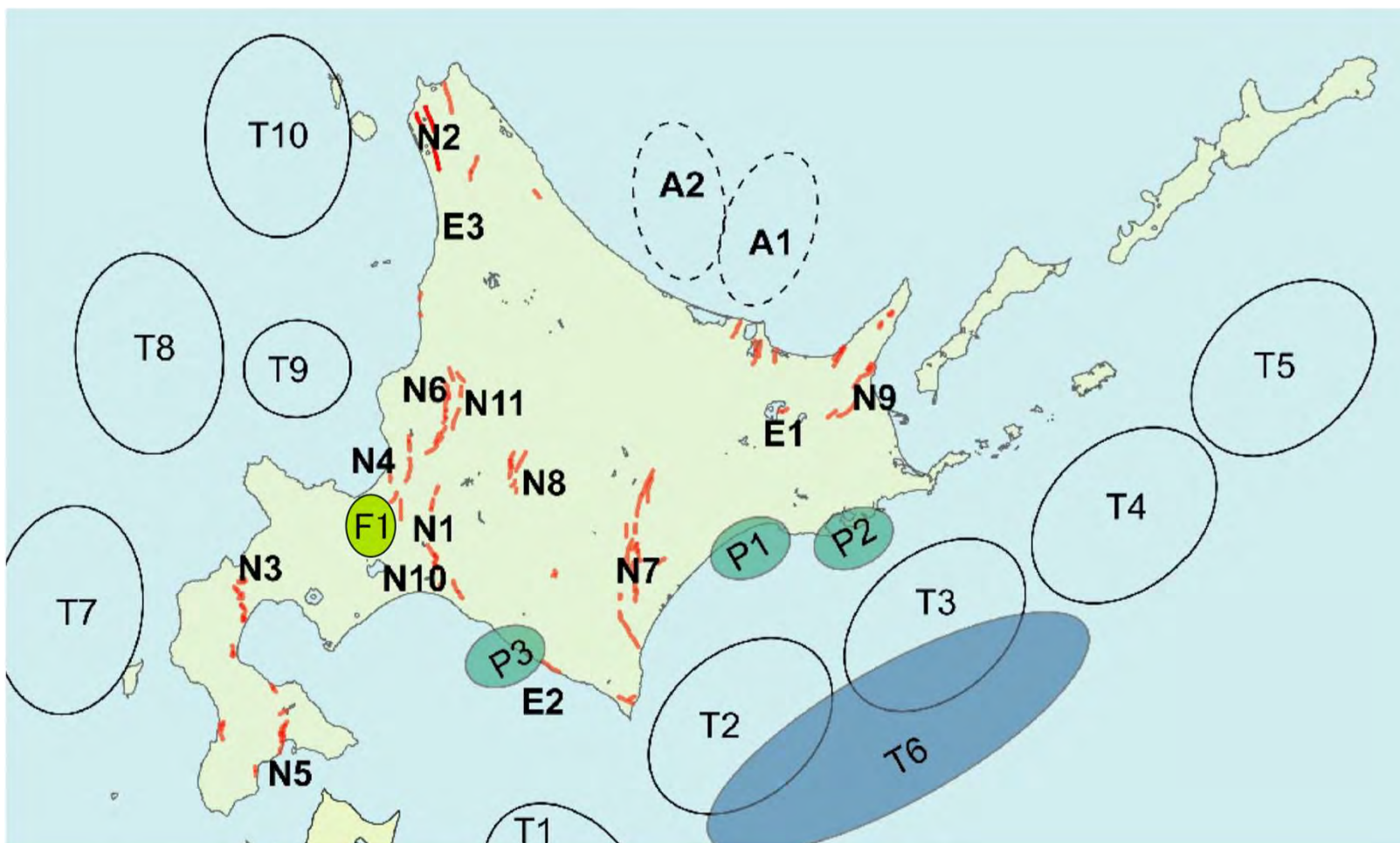
日本列島周辺で発生する地震のタイプ



# 北海道で想定される地震

7/55

## 北海道周辺で想定される地震(北海道の防災計画より)

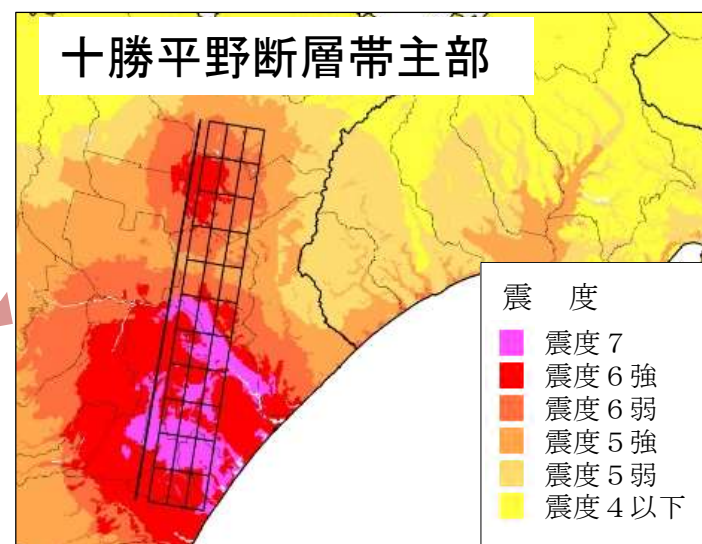
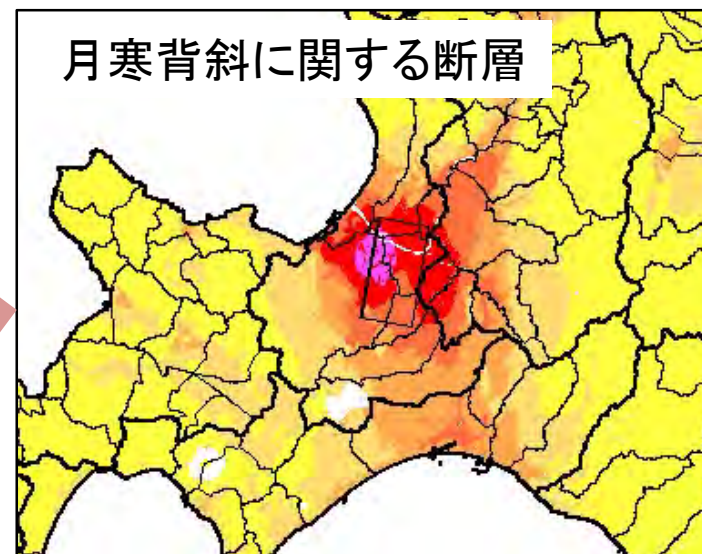
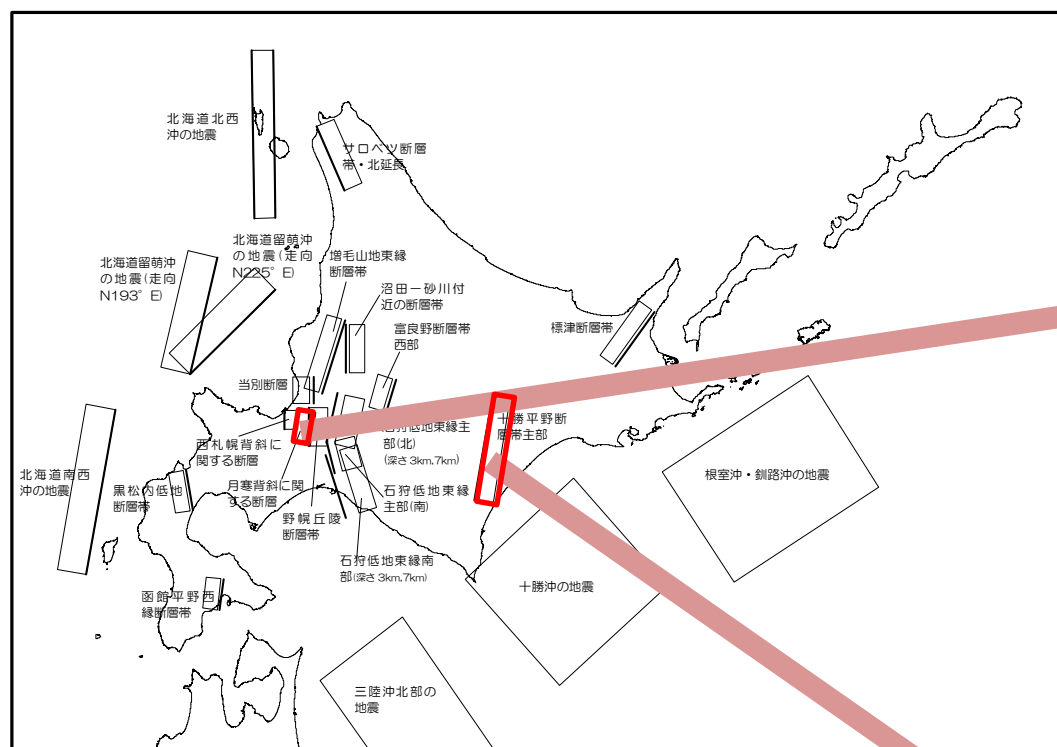


これ以外にも、震源はあるかもしれません



# 北海道で想定される地震

8/55



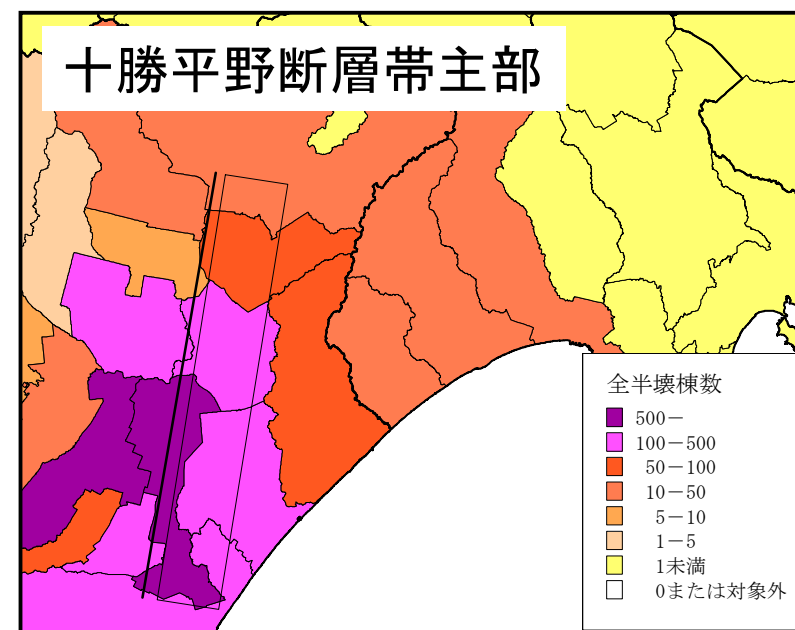
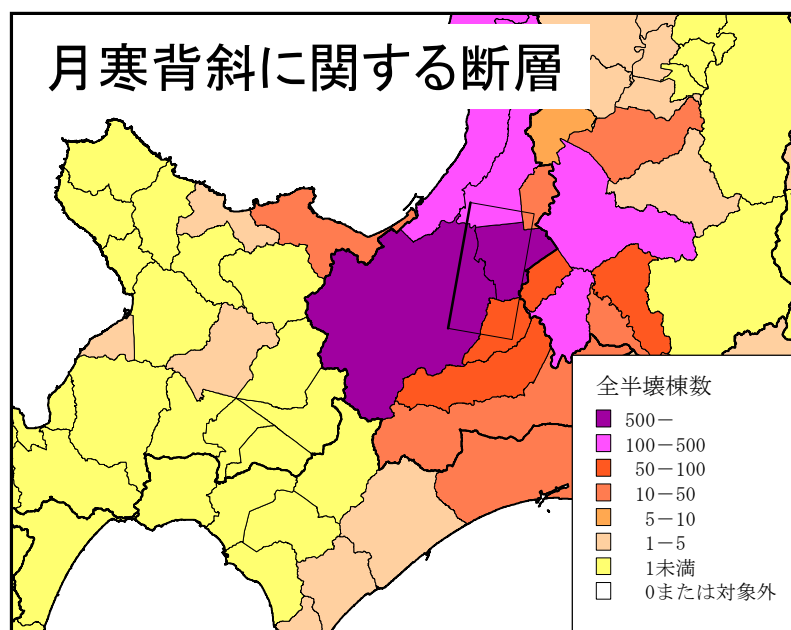
北海道の地震被害想定の対象地震の例 ※

- ・月寒背斜に関する断層: 人口集中する石狩圏
- ・十勝平野断層帯主部: 道内でも長大な断層

➡ 過去の地震被害より大きな被害が予測される

※北海道: [https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/jishin\\_sotei.html](https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/jishin_sotei.html)

## 月寒背斜および十勝平野断層帯で提案関数による被害予測



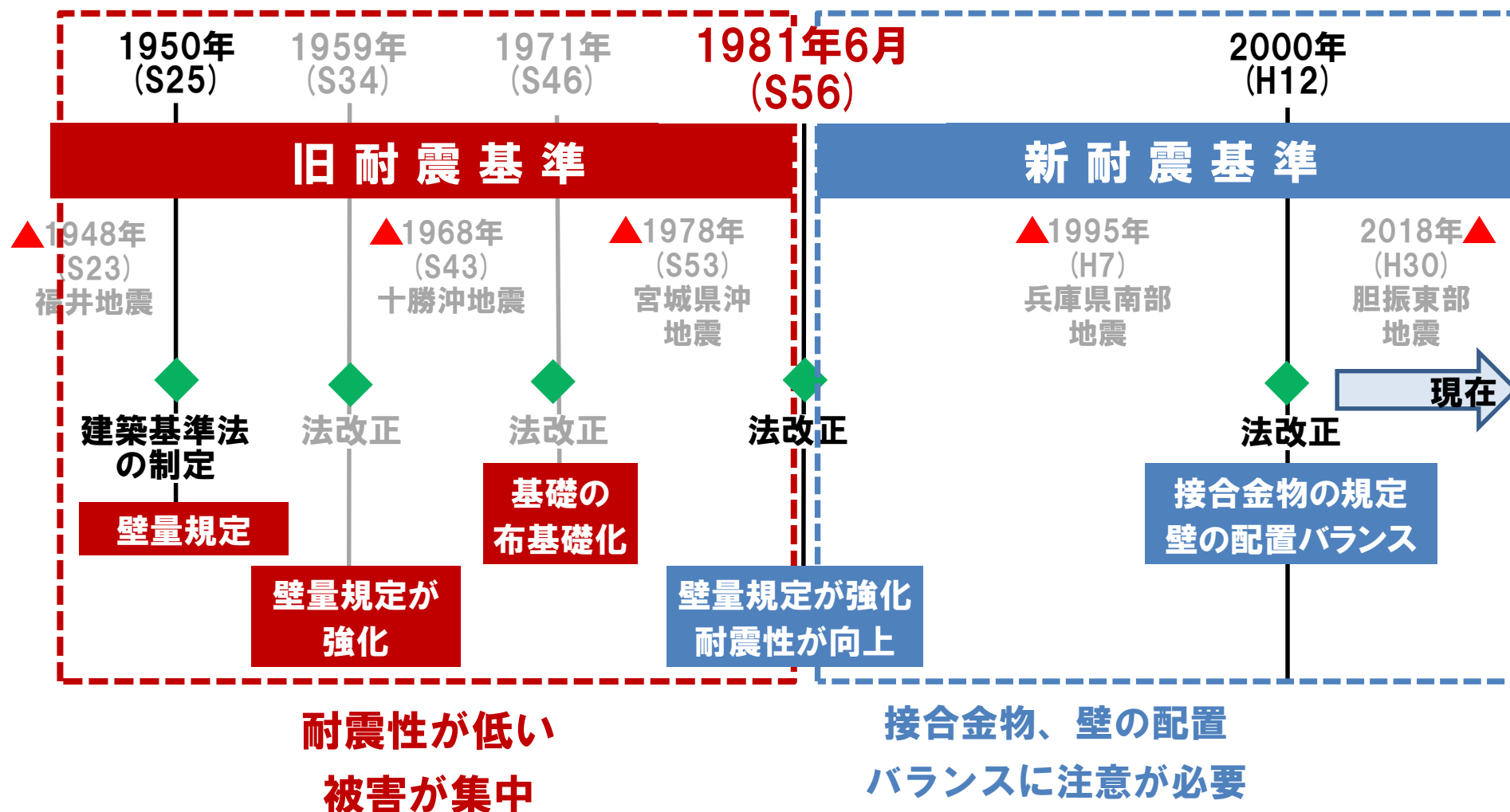
➡ 月寒背斜では全半壊約1万7千棟以上、十勝平野断層帯主部では約3千棟以上と、過去地震と比べても非常に多くの被害が予測

耐震対策が必要な地震が北海道にも多数

# 耐震基準について

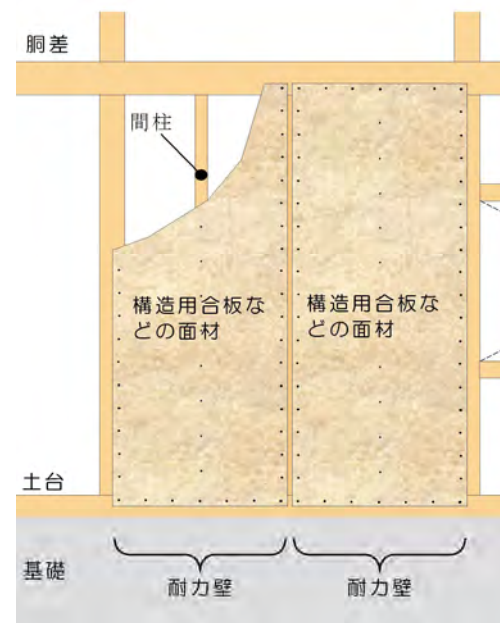
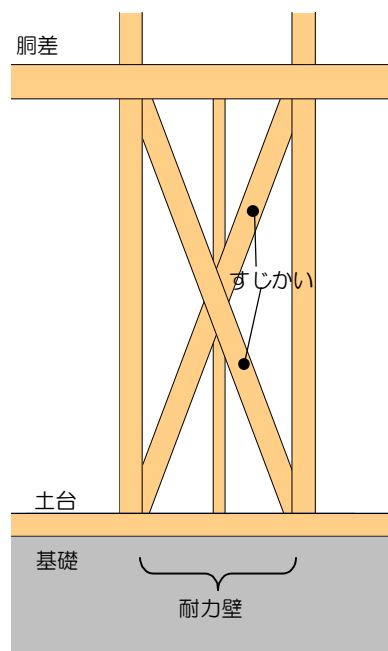
10/55

## 建築基準法(耐震基準)の変遷について



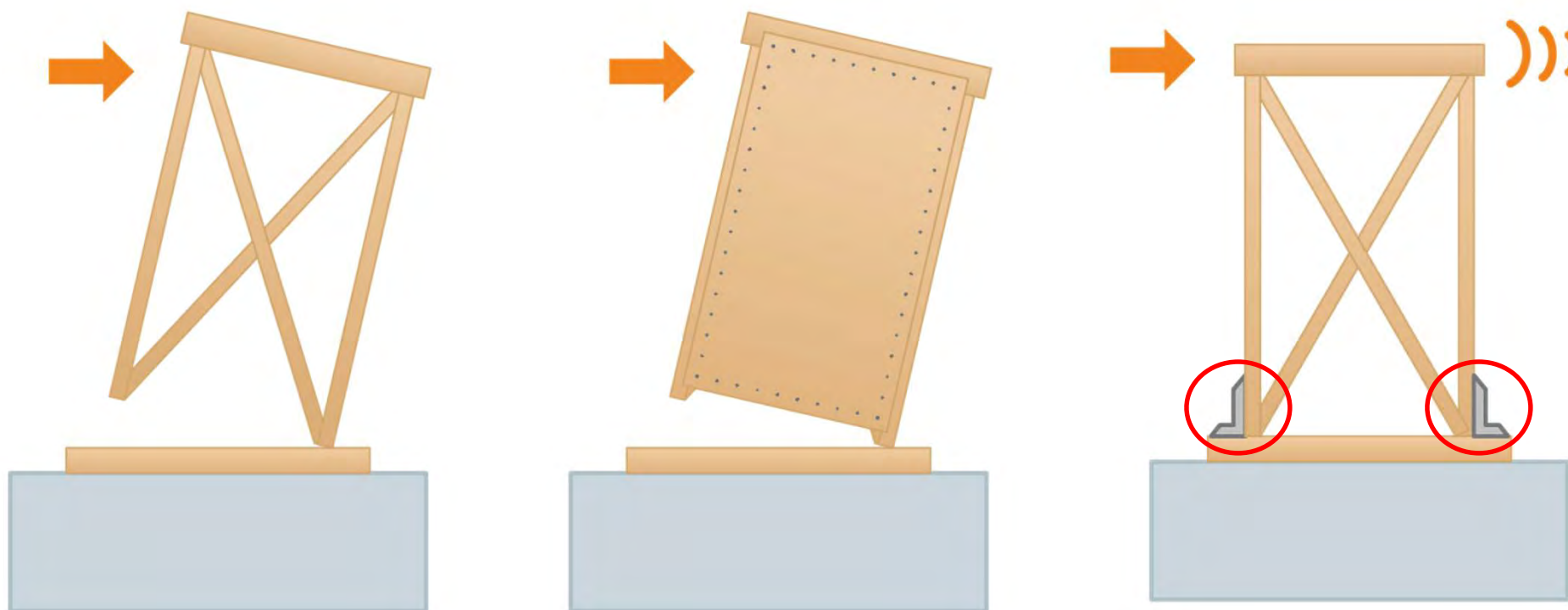


耐震性には**壁量**が重要です。



壁量とは、住宅の規模に応じて、耐力壁(筋かい、面材壁)が何枚必要であるかを決めたルールです。

耐震性には**接合金物**が重要です。



せっかく筋かいや壁があっても、接合金物がないと浮き上がってしまい、大きく変形してしまう。

**接合金物でしっかり固定！**

2000年の改正で接合金物の規定が具体的に決められた

# 耐震基準について

13/55



接合金物で緊結されている状態。



胆振東部地震より

古い店舗併用住宅の倒壊事例  
柱に金物がなく柱が引き抜けてバラバラになってしまった。



# 耐震改修工事を促進する ためには……

## まずは、耐震診断を普及 させることが重要 (ご自宅の性能を知ってもらう)

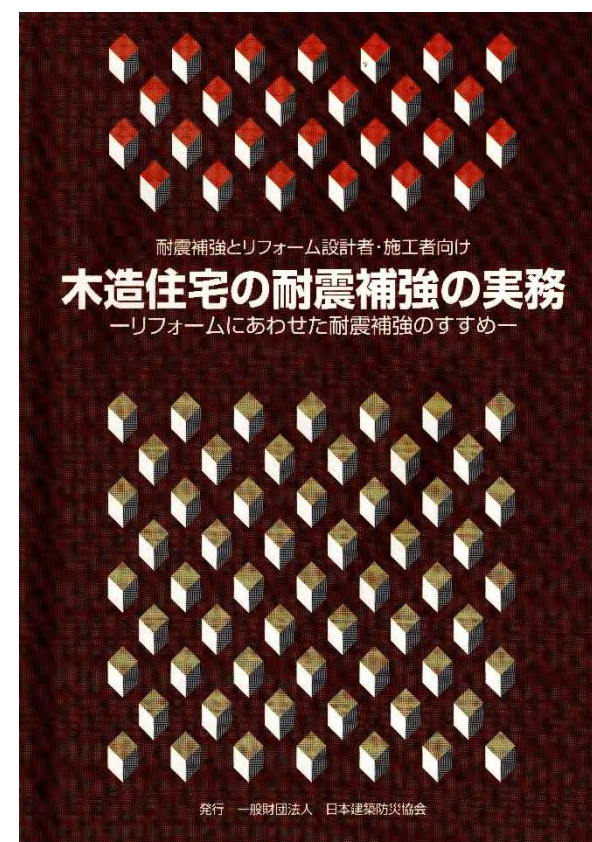
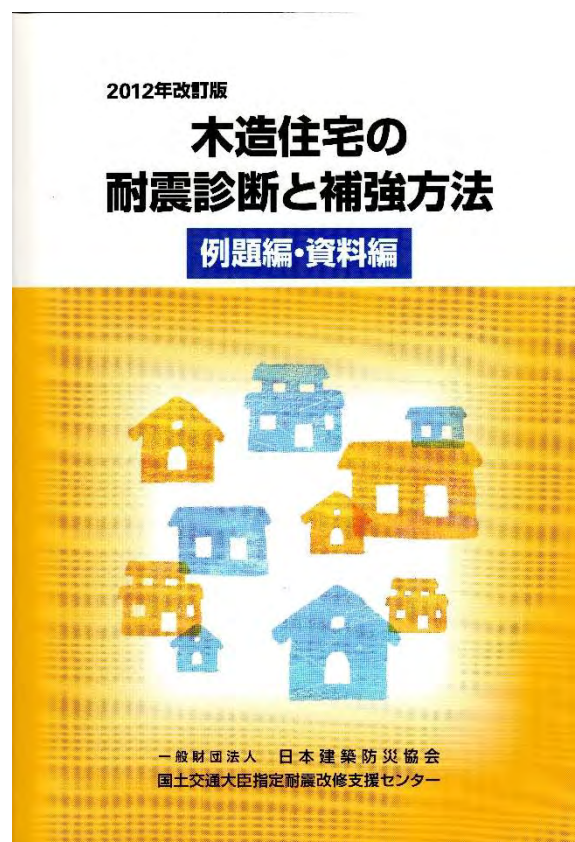


# 耐震診断について

15/55

## 耐震診断のバイブル

以下に記載する耐震診断と補強方法は、下記の本から参照、出典しています



## 耐震診断の注意点

### 現地調査が重要

- ・図面と現状の違いを調査、**柱や壁、筋かいの位置**をすべての部屋を調査。
- ・**接合金物**の有無の確認。  
（押し入れの中の天井裏、床下点検口から床下を覗く等）
- ・壁にセンサー等をあてて、**筋かい**の有無の確認。
- ・**雨漏り**や**腐朽**部位などの劣化調査。（すごく重要です）
- ・コンクリート基礎、外壁に**ひび割れ**がないか
- ・周辺の地盤について調査
- ・基本的に非破壊調査が基本。





## 耐震診断の注意点

### 現地調査が重要

詳細な調査が低コストな耐震改修工事に繋がります。

現地調査を実施せずに、筋かい・壁の仕様、金物の仕様が不明のまま、安全側になると考え耐力を見込まずに診断を実施すると、耐震評点が低くなりすぎる場合がある。

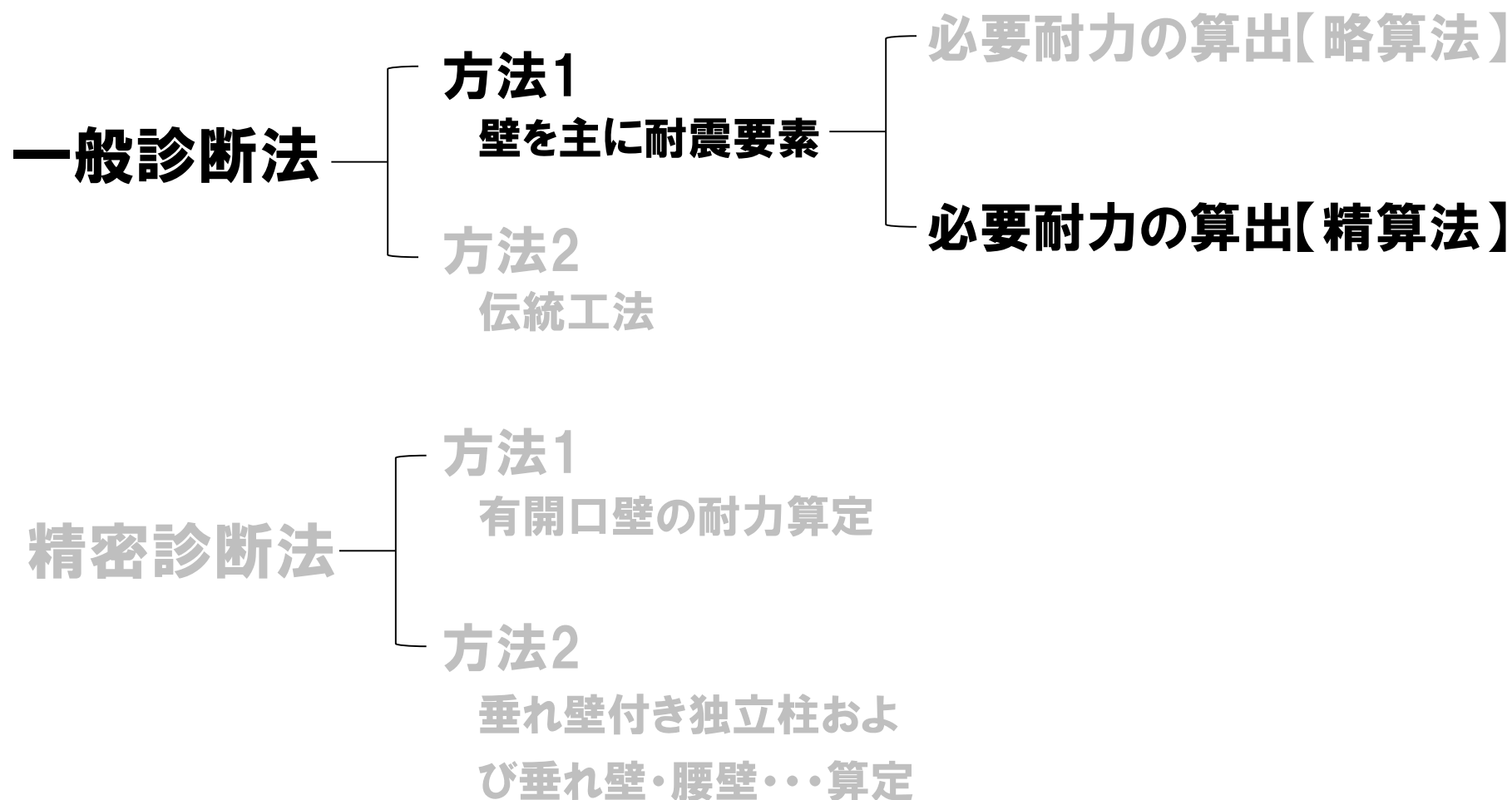
耐震評点が低いほど、耐震改修にかかる概算工事費用が多額になる。

工事費用が多額になると住民の方は、耐震改修を諦めてしまう。

悪循環になるので、現地調査を出来る限り詳細に、診断も正確に実施することが重要です。

**壁の配置・仕様は極力特定する！**

## 耐震診断の種類



# 耐震診断について

19/55

## 必要耐力について(略算法)

1階床面積  
100m<sup>2</sup>

2階  
床面積  
100m<sup>2</sup>

地域係数 0.9 積雪 1.4m (0.364Z)  
1階床面積 100m<sup>2</sup> 2階床面積 100m<sup>2</sup>  
屋根仕様 トタン貼り 壁仕様  
木ずり下地モルタル壁 軽い建物  
短辺長さは6m以上 形状割増係数は1.0

2階床面積  
100m<sup>2</sup>

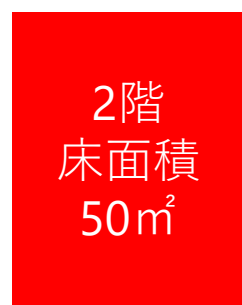
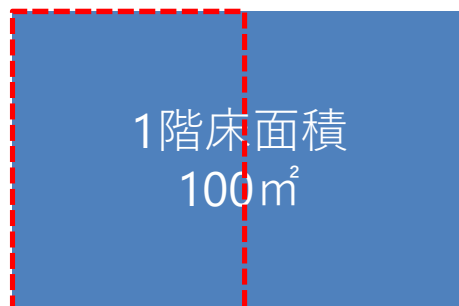
1階床面積  
100m<sup>2</sup>

|    | 床面積 |   | 床面積当<br>り必要耐力 |   | 積雪用<br>必要耐力 |     | 地域<br>係数 |   | 形状割<br>増係数 |   | 必要耐<br>力Qr |
|----|-----|---|---------------|---|-------------|-----|----------|---|------------|---|------------|
| 2階 | 100 | × | 0.37          | + | 0.364       | ) × | 0.9      | × | 1.0        | = | 66.06      |
| 1階 | 100 | × | 0.83          | + | 0.364       | ) × | 0.9      | × | 1.0        | = | 107.46     |

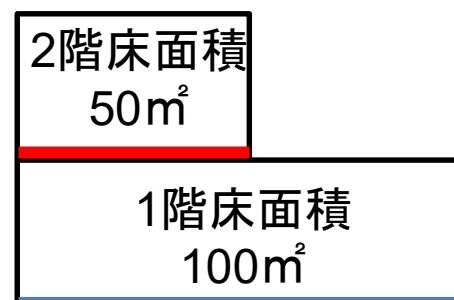
# 耐震診断について

20/55

## 必要耐力について(略算法)



地域係数 0.9 積雪 1.4m (0.364Z)  
1階床面積 100㎡ 2階床面積 50㎡  
屋根仕様 トタン貼り 壁仕様  
木ずり下地モルタル壁 軽い建物  
短辺長さは6m以上 形状割増係数は1.0



|    | 床面積 |   | 床面積当たり必要耐力 |   | 積雪用必要耐力 |     | 地域係数 |   | 形状割増係数 |   | 必要耐力Qr |
|----|-----|---|------------|---|---------|-----|------|---|--------|---|--------|
| 2階 | 50  | × | 0.37       | + | 0.364   | ) × | 0.9  | × | 1.0    | = | 33.03  |
| 1階 | 100 | × | 0.83       | + | 0.364   | ) × | 0.9  | × | 1.0    | = | 107.46 |



## 必要耐力について(略算法)

何か変ではありませんか？？？

|                            |
|----------------------------|
| 2階床面積<br>100m <sup>2</sup> |
| 1階床面積<br>100m <sup>2</sup> |

|                            |
|----------------------------|
| 2階床面積<br>50m <sup>2</sup>  |
| 1階床面積<br>100m <sup>2</sup> |

|     | 床面積 | 必要耐力<br>Q <sub>r</sub> |
|-----|-----|------------------------|
| 2 階 | 100 | 66.06                  |
| 1 階 | 100 | 107.46                 |

|     | 床面積 | 必要耐力<br>Q <sub>r</sub> |
|-----|-----|------------------------|
| 2 階 | 50  | 33.03                  |
| 1 階 | 100 | 107.46                 |

1階の必要耐力が同じなのはおかしくないですか？

## 必要耐力について(精算法)

### 精算法(各階の床面積を考慮した必要耐力の算出)

解表 3.3 床面積あたりの必要耐力 (kN/m<sup>2</sup>)

|      | 軽い建物                                                     | 重い建物                                                  | 非常に重い建物                                               |
|------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 平屋建て | $0.28 \times Z$                                          | $0.40 \times Z$                                       | $0.64 \times Z$                                       |
| 2階建  | 2階 $0.28 \times {}_QK_{fl2} \times Z$                    | $0.40 \times {}_QK_{fl2} \times Z$                    | $0.64 \times {}_QK_{fl2} \times Z$                    |
|      | 1階 $0.72 \times {}_QK_{fl1} \times Z$                    | $0.92 \times {}_QK_{fl1} \times Z$                    | $1.22 \times {}_QK_{fl1} \times Z$                    |
| 3階建  | 3階 $0.28 \times {}_QK_{fl6} \times Z$                    | $0.40 \times {}_QK_{fl6} \times Z$                    | $0.64 \times {}_QK_{fl6} \times Z$                    |
|      | 2階 $0.72 \times {}_QK_{fl4} \times {}_QK_{fl5} \times Z$ | $0.92 \times {}_QK_{fl4} \times {}_QK_{fl5} \times Z$ | $1.22 \times {}_QK_{fl4} \times {}_QK_{fl5} \times Z$ |
|      | 1階 $1.16 \times {}_QK_{fl3} \times Z$                    | $1.44 \times {}_QK_{fl3} \times Z$                    | $1.80 \times {}_QK_{fl3} \times Z$                    |

解表 3.4 各係数の求め方

|               | 軽い建物・重い建物の場合                                                     | 非常に重い建物の場合                                                       |
|---------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ${}_QK_{fl1}$ | $0.40 + 0.60 \times R_{f1}$                                      | $0.53 + 0.47 \times R_{f1}$                                      |
| ${}_QK_{fl2}$ | $1.3 + 0.07 / R_{f1}$                                            | $1.06 + 0.15 / R_{f1}$                                           |
| ${}_QK_{fl3}$ | $(0.28 + 0.75 \times R_{f1}) \times (0.65 + 0.35 \times R_{f2})$ | $(0.36 + 0.64 \times R_{f1}) \times (0.68 + 0.32 \times R_{f2})$ |
| ${}_QK_{fl4}$ | $0.4 + 0.6 \times R_{f2}$                                        | $0.53 + 0.47 \times R_{f2}$                                      |
| ${}_QK_{fl5}$ | $1.03 + 0.10 / R_{f1} + 0.08 / R_{f2}$                           | $0.98 + 0.10 / R_{f1} + 0.05 / R_{f2}$                           |
| ${}_QK_{fl6}$ | $1.23 + 0.10 / R_{f1} + 0.23 / R_{f2}$                           | $1.04 + 0.13 / R_{f1} + 0.24 / R_{f2}$                           |

ここで、 $R_{f1}$  : 1階の床面積に対する2階の床面積の割合。ただし、0.1を下回る場合は、0.1とする。  
 $R_{f2}$  : 2階の床面積に対する3階の床面積の割合。ただし、0.1を下回る場合は、0.1とする。  
 $Z$  : 昭和55年建設省告示1793号に定められた地域係数

出典：一般財団法人日本建築防災協会  
 2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法

$$\begin{aligned} \text{2階} & 0.28 \times {}_QK_{fl2} \times Z = 0.28 \times 1.44 \times Z = 0.40Z \\ \text{1階} & 0.72 \times {}_QK_{fl1} \times Z = 0.72 \times 0.7 \times Z = 0.50Z \end{aligned}$$

$$S1=100, S2=50 \quad R_{f1}=S2/S1=50/100=0.5$$

$${}_QK_{fl1} = 0.4 + 0.6 \times R_{f1} = 0.4 + 0.6 \times 0.5 = 0.7$$

$${}_QK_{fl2} = 1.3 + 0.07 / R_{f1} = 1.3 + 0.07 / 0.5 = 1.44$$

## 必要耐力について(精算法)

**これだけ違う必要耐力！！**  
略算法(表3.1ルート)

|    | 床面積 |   | 床面積当たり必要耐力 |   | 積雪用必要耐力 |   | 地域係数 |     | 形状割増係数 |     | 必要耐力Qr   |
|----|-----|---|------------|---|---------|---|------|-----|--------|-----|----------|
| 2階 | 50  | × | 0.37       | + | 0.364   | ) | ×    | 0.9 | ×      | 1.0 | = 33.03  |
| 1階 | 100 | × | 0.83       | + | 0.364   | ) | ×    | 0.9 | ×      | 1.0 | = 107.46 |

**精算法(各階の床面積を考慮した必要耐力)**

|    | 床面積 |   | 床面積当たり必要耐力 |   | 積雪用必要耐力    |   | 地域係数 |     | 形状割増係数 |     | 必要耐力Qr  |
|----|-----|---|------------|---|------------|---|------|-----|--------|-----|---------|
| 2階 | 50  | × | 0.28×1.44  | + | 0.364×1.44 | ) | ×    | 0.9 | ×      | 1.0 | = 41.73 |
| 1階 | 100 | × | 0.72×0.7   | + | 0.364×0.7  | ) | ×    | 0.9 | ×      | 1.0 | = 68.29 |

**Wee2012 Ver.2.0.0**では、  
各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【**精算法**】による計算も出来ます。

## 必要耐力について

略算法だと、必要以上に1階の補強量が増えて、補強できる箇所には限りがあるので、補強不能になったり、工事費用が多額になるケースがあるため、**精算法で実施することを強く推奨します。**

但し、精算法を使用する場合には、**偏心率**を用いて「耐力要素の偏心および床仕様による低減係数」を計算することになります。

## 耐震診断結果について

**木造住宅の大地震に対する強さの指標(上部構造評点について)  
倒壊する可能性を4段階で判定**

### 上部構造評点の見方

| 上部構造評点      | 判定         |
|-------------|------------|
| 1.5以上       | 倒壊しない      |
| 1.0以上～1.5未満 | 一応倒壊しない    |
| 0.7以上～1.0未満 | 倒壊する可能性がある |
| 0.7未満       | 倒壊する可能性が高い |

※1. 大地震とはどんな地震？:数百年に一度起こる震度6強程度以上の地震。阪神・淡路大地震以降、震度6強以上は20回も発生している。

※2. 評点が1.0以上でも、現行の建築基準法を満足している建物と全く同じ性能とはいえません。



## 耐震診断の結果から弱点を見つける

### 診断結果を見る

### 減点はどこでされているか？

#### 8. 上部構造評点

| 階 | 方向 | 壁・柱の耐力<br>Qu (kN) | 配置等による<br>低減係数 eKfl | 劣化度<br>dK | 保有する耐力<br>edQu=Qu*eKfl*dK | 必要耐力<br>Qr (kN) | 上部構造評点<br>edQu/Qr |
|---|----|-------------------|---------------------|-----------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| 2 | X  | 27.70             | 0.758               | 0.70      | 14.71                     | 29.53           | 0.49              |
|   | Y  | 29.51             | 1.000               | 0.70      | 20.66                     | 29.53           | 0.63              |
| 1 | X  | 59.77             | 0.743               | 0.70      | 31.08                     | 72.84           | 0.42              |
|   | Y  | 50.14             | 1.000               | 0.70      | 35.10                     | 72.84           | 0.48              |

(注) プログラムの計算は実数で行っている。上部構造評点(edQu/Qr)に対しては小数点第3位を切り捨てる。

$$59.77\text{kN} \times 0.743 \times 0.7 = 31.08\text{kN}$$

**減点**

配置等による低減係数及び劣化度によって減点されている。劣化度は通常0.7を採用。配置等による低減係数は、壁のバランス程度によって決まる値。

## 耐震診断の結果から弱点を見つける

ご存知と思いますが、耐力壁の強さの表現方法ですが

耐震診断・改修設計では、壁基準耐力(kN/m)  
新築設計では、壁倍率で表現しています。

$$\text{壁基準耐力(kN/m)} = 1.98 \times \text{壁倍率}$$

# 耐震診断について

28/55

## 耐震診断の結果から弱点を見つける

さらに、診断結果を見る

減点はどこでされているか？

| 階 | 方向 | No. | Fw   |   | Kj (sKa) |   | L     |   | Qwi   | Y     | Qwi×Y | Yk      | Qwi×(Y-Yk)2 |
|---|----|-----|------|---|----------|---|-------|---|-------|-------|-------|---------|-------------|
| 1 | X  | W3  | 1.80 | × | 1.000    | × | 910   | = | 1.64  | 6.370 | 10.43 | 5.09    | 2.700       |
|   |    | W10 | 2.20 | × | 1.000    | × | 910   | = | 2.00  | 5.460 | 10.93 |         | 0.280       |
|   |    | W18 | 3.30 | × | 0.778    | × | 3,640 | = | 9.35  | 7.280 | 68.03 |         | 44.977      |
|   |    | W19 | 3.30 | × | 0.778    | × | 2,730 | = | 7.01  | 7.280 | 51.03 |         | 33.733      |
|   |    | W20 | 3.30 | × | 0.778    | × | 2,730 | = | 7.01  | 7.280 | 51.03 |         | 33.733      |
|   |    |     |      | × | 1.000    | × | 910   | = | 1.64  | 4.550 | 7.45  |         | 0.471       |
|   |    |     |      | × | 1.000    | × | 910   | = | 1.64  | 3.640 | 5.96  |         | 3.426       |
|   |    |     |      | × | 1.000    | × | 910   | = | 1.64  | 3.640 | 5.96  |         | 3.426       |
|   |    |     |      | × | 1.000    | × | 910   | = | 2.00  | 4.550 | 9.11  |         | 0.576       |
|   |    |     |      | × | 0.958    | × | 6,370 | = | 13.43 | 4.550 | 61.09 |         | 3.860       |
|   |    |     |      | × | 0.958    | × | 2,730 | = | 5.75  | 2.730 | 15.71 |         | 31.943      |
|   |    |     |      |   |          |   |       |   |       |       |       |         |             |
|   |    |     |      |   |          |   |       |   |       |       | Σ=    | 284.189 |             |

力3.3kN/mが  
=2.56kN/m  
ている。

減点

を満足する金物にすることで、接合部  
による耐力低減係数を減らすことがで

壁の基準耐力3.3kN/mが  
( $\times 0.778$ )=2.56kN/m  
に低減されている。

減点

**N値計算**を満足する金物にすることで、接合部の種類による耐力低減係数を減らすことができる。

## 接合部の合理的な考え方

出典：一般財団法人日本建築防災協会  
2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法

N値計算を行い満足している接合部のこと。  
計算でOKなら「かすがい」でも接合部Ⅰとなる

接合部Ⅰ～Ⅳの仕様は以下の通り。

接合部Ⅰ 平成12年建設省告示第1460号に適合する仕様

接合部Ⅱ 羽子板ボルト、山形プレートVP、かど金物CP-T、CP-L、込み栓

接合部Ⅲ ほぞ差し、釘打ち、かすがい等（構面の両端が通し柱の場合）

接合部Ⅳ ほぞ差し、釘打ち、かすがい等

## 旧耐震住宅なら、ほとんど接合部Ⅳ！

基礎Ⅰ～Ⅲの仕様は以下の通り。ただし、3階建の2階に対しては基礎Ⅰの欄の数値を用いる。

基礎Ⅰ 健全な鉄筋コンクリート造布基礎またはべた基礎

基礎Ⅱ ひび割れのある鉄筋コンクリート造の布基礎またはべた基礎、  
無筋コンクリート造の布基礎、柱脚に足固めを設け鉄筋コンクリート底盤に  
柱脚または足固め等を緊結した玉石基礎、軽微なひび割れのある無筋コン  
クリート造の基礎

基礎Ⅲ 玉石、石積、ブロック基礎、ひび割れのある無筋コンクリート造の基礎など



## 接合部の合理的な考え方

出典：一般財団法人日本建築防災協会  
2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法

### 積雪無しの場合

表 3.3 壁端柱の柱頭・柱脚接合部の種類による耐力低減係数  $K_j$

① 2階建ての2階、3階建ての3階

この低減率、大きいですね

| 壁基準耐力<br>(kN/m) | 2.0 | 3.0  | 5.0  | 7.0  |
|-----------------|-----|------|------|------|
| 接合部Ⅰ            | 1.0 | 1.0  | 1.0  | 1.0  |
| 接合部Ⅱ            | 1.0 | 0.8  | 0.65 | 0.5  |
| 接合部Ⅲ            | 0.7 | 0.6  | 0.45 | 0.35 |
| 接合部Ⅳ            | 0.7 | 0.35 | 0.25 | 0.2  |

② 2階建ての1階、3階建ての1階及び3階建ての2階

| 壁基準耐力<br>(kN/m) | 2.0 |     |     | 3.0 |     |     | 5.0 |      |     | 7.0 |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 基礎の仕様           | 基礎Ⅰ | 基礎Ⅱ | 基礎Ⅲ | 基礎Ⅰ | 基礎Ⅱ | 基礎Ⅲ | 基礎Ⅰ | 基礎Ⅱ  | 基礎Ⅲ | 基礎Ⅰ | 基礎Ⅱ | 基礎Ⅲ |
| 接合部Ⅰ            | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 0.85 | 0.7 | 1.0 | 0.8 | 0.6 |
| 接合部Ⅱ            | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.8  | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.6 |
| 接合部Ⅲ            | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7  | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 接合部Ⅳ            | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7  | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

例 2階建ての1階柱 壁基準耐力3kN/m 基礎Ⅲ、接合部Ⅳ  $5 \times 0.7 = 3.5 \text{ kN/m}$   
2階建ての2階柱 壁基準耐力5kN/m 接合部Ⅳ  $5 \times 0.25 = 1.25 \text{ kN/m}$



## 接合部の合理的な考え方

出典：一般財団法人日本建築防災協会  
2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法

積雪深 1m の場合（雪下ろしをおこなう場合）

## 積雪 1.0m のケース

① 2階建ての2階、3階建ての3階

| 壁基準耐力<br>(kN/m) | 2.0 | 3.0  | 5.0  | 7.0  |
|-----------------|-----|------|------|------|
| 接合部の仕様          |     |      |      |      |
| 接合部Ⅰ            | 1.0 | 1.0  | 1.0  | 1.0  |
| 接合部Ⅱ            | 1.0 | 0.9  | 0.85 | 0.75 |
| 接合部Ⅲ            | 1.0 | 0.75 | 0.65 | 0.55 |
| 接合部Ⅳ            | 1.0 | 0.75 | 0.6  | 0.5  |

積雪なしの場合0.25

② 2階建ての1階、3階建ての1階及び3階建ての2階

| 壁基準耐力 (kN/m) | 2.0 |     |     | 3.0 |     |     | 5.0  |      |      | 7.0  |      |      |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 基礎の仕様        | 基礎Ⅰ | 基礎Ⅱ | 基礎Ⅲ | 基礎Ⅰ | 基礎Ⅱ | 基礎Ⅲ | 基礎Ⅰ  | 基礎Ⅱ  | 基礎Ⅲ  | 基礎Ⅰ  | 基礎Ⅱ  | 基礎Ⅲ  |
| 接合部の仕様       |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 接合部Ⅰ         | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0  | 0.9  | 0.85 | 1.0  | 0.85 | 0.75 |
| 接合部Ⅱ         | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.95 | 0.9  | 0.85 | 0.95 | 0.85 | 0.75 |
| 接合部Ⅲ         | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| 接合部Ⅳ         | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |

積雪なしの場合0.7

**耐震改修は、  
壁量(耐力壁)を必要な量  
を確保することが基本。**

**今ある壁を強くする**  
(筋かいを追加、構造用合板に張り替える)  
**新たに壁を増設する**

# 低コストな耐震改修について

33/55

これまで耐震改修工事をあまり行っていない技術者に配慮した内容としています。建築研究本部のホームページよりダウンロードできます。ぜひ、ご参照ください。

[https://www.hro.or.jp/list/building/koho/develop/seismic\\_retrofitting\\_manual.html](https://www.hro.or.jp/list/building/koho/develop/seismic_retrofitting_manual.html)

北海道の木造住宅  
耐震改修技術マニュアル  
「耐震改修に大切な 38 のポイント」



令和 4 年 5 月

地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構 建築研究本部

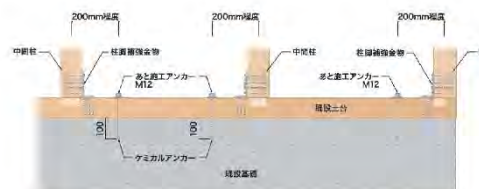


図 4-9 耐震壁を増設した場合の土台基礎の固定

Point 29 同一柱の柱頭・柱脚の金物は同一仕様で取り付ける

同一の 1 階柱の柱頭と柱脚（2 階の柱頭と柱脚）を緊結する金物は上下同じ仕様の金物を使用します。

Point 30 1 階柱頭と 2 階柱脚の柱を緊結する金物も同一仕様で取り付ける

1 階柱頭と 2 階柱脚の柱を緊結する場合は、アンカーボルトが消失するため耐力の大きい金物を取り付ける必要があります（図 4-10）。例えば、N 値の設計上、1 階のホールダウン金物で 15kN、2 階のホールダウン金物で 10kN が必要な場合には、2 階の柱脚にも 15kN のホールダウン金物を使用します。



図 4-10 ホールダウン金物選定の考え方

34

## 4.7.3 店舗併用住宅の耐震改修について

胆振東部地震では、古い店舗併用住宅の 1 階に変形が集中し、倒壊した建物が複数確認されました（写真 4-7）。倒壊の原因は、旧耐震基準で建てられた住宅であることに加え、1 階店舗部分は用途上、間仕切り壁を設けていないなど壁量が著しく少ないことが挙げられます。さらに店舗後方に住宅部分があると、壁配置も著しく悪いことも要因です。店舗内を開放的にするため、本数の少ない柱にスパンの長い（3640～5460mm 等）横架材を使用したケースが多く、横架材には軽鋼鉄骨材が使われているものもありました。そのため、建物の許容は著しく低い（0.1～0.3 程度）ものと思われます。



写真 4-7 店舗併用住宅の倒壊被害

一般的な筋かい補強や合板補強の方法では、開口部を閉塞し耐力壁を新設する必要があります。開口部を出来るだけ閉塞しない補強方法としては、内部架構に木製「H」形フレームを設置する方法（図 4-12）や、外側から鉄骨フレームを設置する工法などがあります。これらを組み合わせた改修設計により、空間を確保しながらの耐力向上が見込まれます。

店舗併用住宅では間取りを変えずに低コストで補強することが難しく、リノベーションやフルリフォームによる間取りや用途の変更、断熱改修などと併せた効率的な耐震改修も一考です。

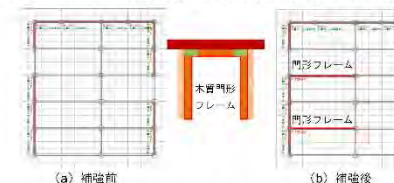


図 4-12 店舗併用住宅の木質門形フレームによる補強計画例

なお、門形フレーム工法などについては、（一財）日本建築防災協会 HP の評価・判定、住宅等防災技術評価制度の評価実績を参照ください。

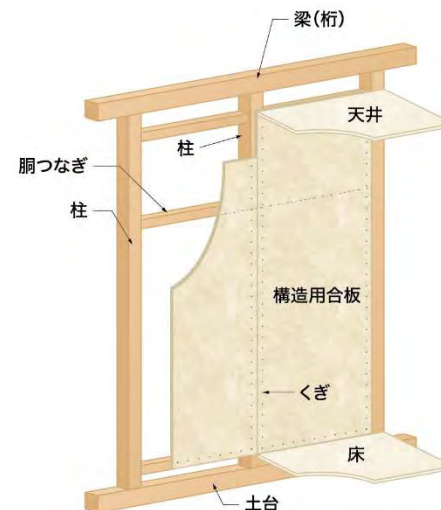
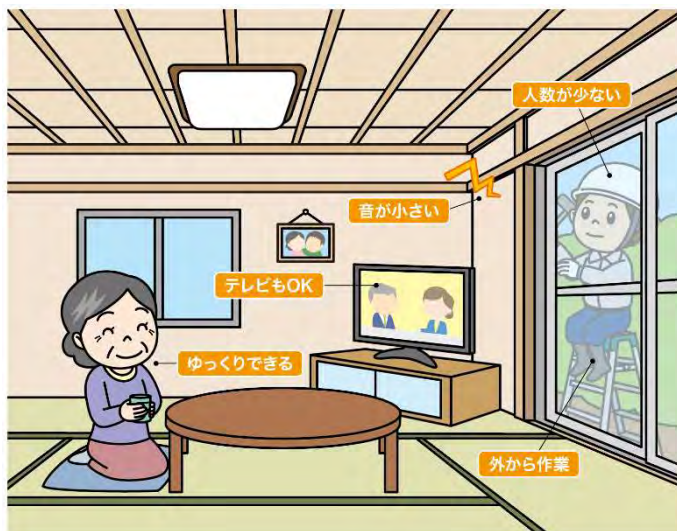
URL： <https://www.kenchiku-bosai.or.jp/evaluation/住宅等防災技術評価制度/評価実績/>

36

# 低コストな耐震改修について

34/55

## 低コストな耐震改修計画のポイント



**なるべく天井と床を壊さないで、その間で壁を補強する。**

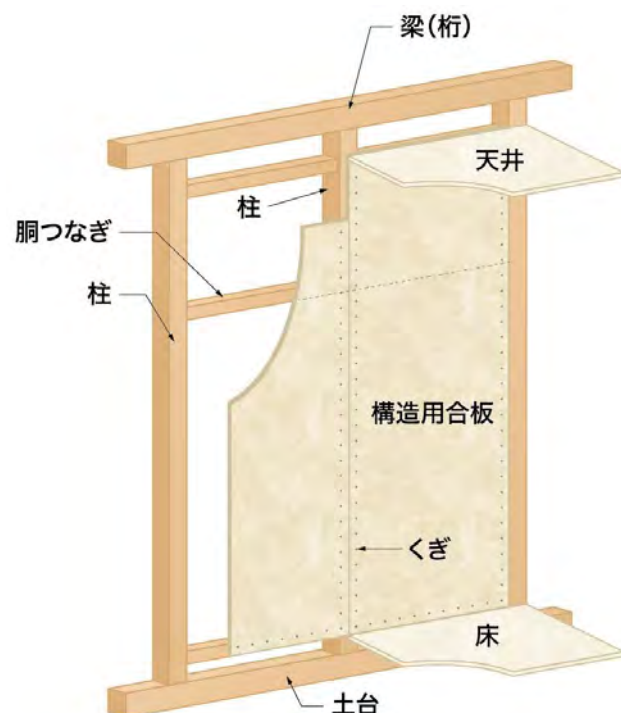


# 低コストな耐震改修について

35/55

## 低コストな耐震改修工事について

### 壁・筋かいの増設



室内側から壁を補強  
天井・床を壊さない



外壁の上から補強  
外付け鉄筋ブレースタイプ



## 低コストな耐震改修計画のポイント

- (1) 建物重量を軽くする（瓦屋根を軽い屋根へ変更）北海道では考えにくい
- (2) 建物の耐力を上げる（耐力壁の増設、壁の補強、接合部の補強）
- (3) **耐震要素のバランス**をとる（耐力壁の増設、壁の補強）（Point25）
- (4) なるべく**基礎の補強は避ける**、弱い壁をたくさん配置する（基礎工事は施工が大変であること、工事費用が掛かるため、必要最低限にする）（Point20）

## 低コストな耐震改修計画のポイント

- ( 5 ) 改修計画は、**なるべく壊さない、廃棄物を出さない**工法を採用する。(Point18)  
(解体・リフォーム時はアスベスト対策が必要)
- ( 6 ) **外側**からの補強も考える(室内側からの補強は、ほこり養生や手間が増えること、**住人のプライバシー**の問題が発生する)(Point18)
- ( 7 ) 室内側補強の場合には、補強箇所を出来るだけ**一部屋に集中**させる。(Point18)
- ( 8 ) **見栄え**については、意匠的に工夫をする。また、住人とよく**協議をする**。(Point22)

## 低コストな耐震改修計画のポイント

- ( 9 ) 極力出隅部分に耐力壁を配置しない (Point21)
- ( 10 ) **押し入れの壁**を利用する (Point18、22)
- ( 11 ) 同一柱の柱頭・柱脚の金物は同一仕様で取り付ける。 (Point27)
- ( 12 ) 1階柱頭と2階柱脚の柱を緊結する金物も同一仕様で取り付ける (Point28)



## 低コストな耐震改修計画のポイント

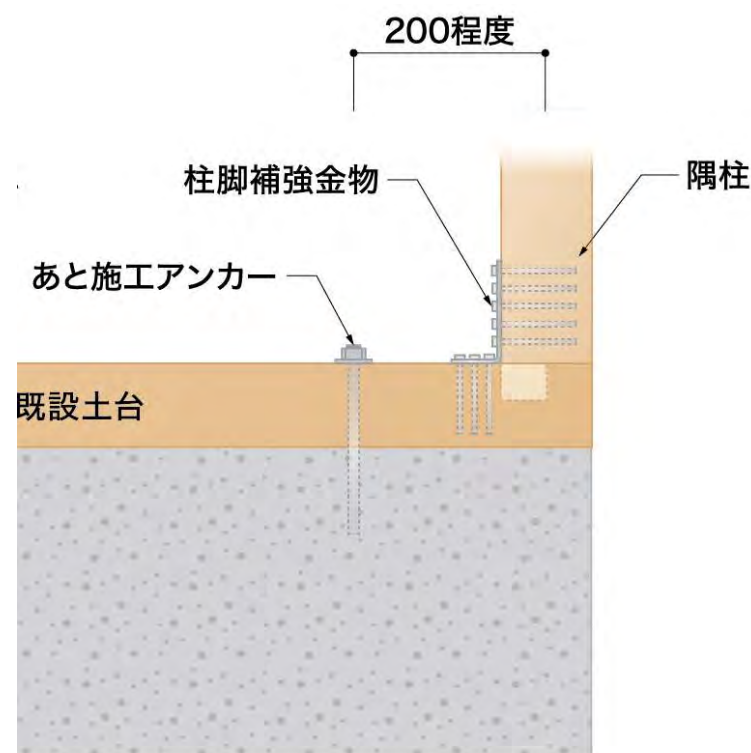
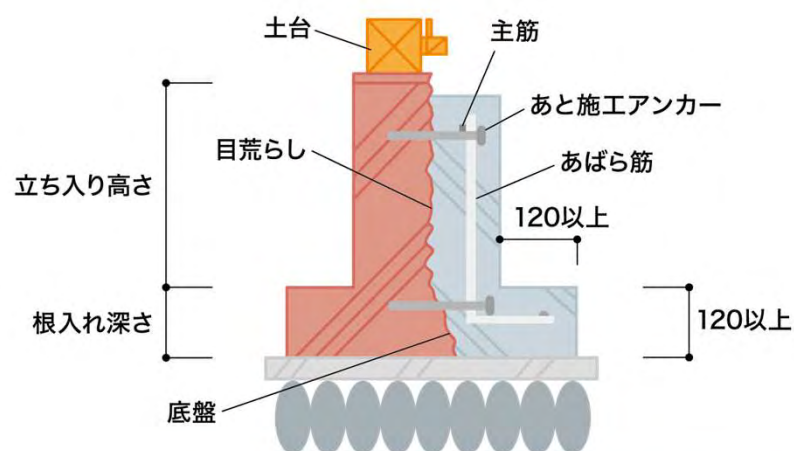
- ( 1 3 ) 大壁仕様の方が施工が楽
- ( 1 4 ) 1 階壁の補強は、2 階外壁直下になるべく配置する。
- ( 1 5 ) 耐震補強には、従来の構法である筋かいや構造用合板や、第三者機関等により評価された構法を用いる。
- ( 1 6 ) **劣化低減係数**は、**原則補強前**の診断で用いた低減係数を用いる。（補強後の劣化低減係数の上限は0.9）
- ( 1 7 ) 断熱改修（**リフォーム工事**）と併せるとお得（Point36）

# 低コストな耐震改修について

40/55

## 耐震改修工事について

### 基礎の補強(1カ所3.6m 20～30万円程度)・接合部の補強



### 接合部金物の補強



## 耐震改修工事費の概算について

### 木造住宅の耐震改修費について

一般的な耐震改修工事のみを行った場合の平均工事費用は  
**150～200万円**程度が多いようです。

### 目安になる工事費概算式

#### 木造住宅(2階建て)の場合

$$\text{耐震改修工事費(万円)} = 17.4 \times (\text{評点差} \times \text{延床面積})^{0.53}$$

( (一財)日本建築防災協会 耐震改修工事費の目安 より引用 )

例 耐震診断時の評点が0.5 改修後の評点1.0

延床面積が120m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{耐震改修工事費(万円)} &= 17.4 \times ((1.0 - 0.5) \times 120)^{0.53} \\ &= 152\text{万円}\end{aligned}$$

## 耐震改修工事費の概算について

- ・概算工事費については、一概には金額を言えません。住宅は、各棟で条件が異なるからです。
- ・耐震改修工事は、工事中に新たな事実がわかり**設計、工事の変更**が発生し、**工事費用が追加**になることが多い。



住まい手様に事前に説明をし、トラブルを防止する。

- ・家具等の移動、引越や仮住まいの費用が別途必要。

## 耐震改修設計の目標決定について

- **目標評点は1.0以上**
- 命を守る補強もあり(たとえば評点0.7)
- 段階的改修もある(評点0.7にしてから1.0 に再工事)
- 費用対効果を調べる(評点が0.7と1.0の工事費の 比較)
- 今後のどんな暮らし方を望んでいるか(あと何年住む)
- 耐震改修補助制度の利用の有無

**住まい手と建築技術者がよく相談をし、決めましょう。**

**耐震補強はしないより、  
少しでもしたほうがより安全になります。**

# 低コストな耐震改修について

44/55

|        | 1950年以前 | 1951-1960年 | 1961-1970年 | 1971-1980年 |
|--------|---------|------------|------------|------------|
| 評点の最頻値 | 0.3程度   | 0.4程度      | 0.5程度      | 0.6程度      |
| 評点の平均値 | 0.5程度   | 0.6程度      | 0.7程度      | 0.8程度      |

※1 北海道建設部住宅局建築指導課が、一般居住者を対象に実施した木造住宅の無料耐震診断のうち、平成18年から21年までの診断結果429件を利用した。**木造住宅の評点と震度によるダメージレベルの関係(高井・岡田1999他※)**

どの程度の  
被害を受ける  
かの目安です。

| 木造住宅の評点  |                                                                                                      |                                                                                                        |                                                                                                        |                                                                                                         |                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                                       |                                                                                                       |                                                                                                         |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 0.1                                                                                                  | 0.2                                                                                                    | 0.3                                                                                                    | 0.4                                                                                                     | 0.5                                                                                                      | 0.6                                                                                                      | 0.7                                                                                                      | 0.8                                                                                                   | 0.9                                                                                                   | 1.0                                                                                                     |
| 震度<br>5弱 | (D2)<br><br>一部損壊    | (D1)<br><br>一部損壊      | (D1)<br><br>一部損壊      | —                                                                                                       | —                                                                                                        | —                                                                                                        | —                                                                                                        | —                                                                                                     | —                                                                                                     | —                                                                                                       |
| 震度<br>5強 | (D3~4)<br><br>半壊~全壊 | (D1~2)<br><br>一部損壊    | (D1)<br><br>一部損壊      | (D1)<br><br>一部損壊      | —                                                                                                        | —                                                                                                        | —                                                                                                        | —                                                                                                     | —                                                                                                     | —                                                                                                       |
| 震度<br>6弱 | (D4~5)<br><br>全壊  | (D2~3)<br><br>一損~半壊 | (D2)<br><br>一部損壊    | (D1~2)<br><br>一部損壊  | (D1)<br><br>一部損壊    | (D1)<br><br>一部損壊    | (D1)<br><br>一部損壊    | —                                                                                                     | —                                                                                                     | —                                                                                                       |
| 震度<br>6強 | (D5~6)<br><br>全壊  | (D4~5)<br><br>全壊    | (D3~4)<br><br>半壊~全壊 | (D2~3)<br><br>一損~半壊 | (D1~2)<br><br>一部損壊  | (D1~2)<br><br>一部損壊  | (D1)<br><br>一部損壊    | (D1)<br><br>一部損壊 | (D1)<br><br>一部損壊 | (D1)<br><br>一部損壊   |
| 震度<br>7  | (D6)<br><br>全壊    | (D5~6)<br><br>全壊    | (D4~6)<br><br>全壊    | (D4~6)<br><br>全壊    | (D3~5)<br><br>半壊~全壊 | (D2~4)<br><br>一損~全壊 | (D2~4)<br><br>一損~全壊 | (D1~3)<br><br>半壊 | (D1~3)<br><br>半壊 | (D1~2)<br><br>一部損壊 |

## 耐震改修工事の注意事項

- ・契約を結ぶ(契約書と見積書) 後日のトラブル防止
- ・耐震改修前と改修後の写真をたくさん撮影しておく。(特にくぎ間隔、接合金物の種類、アンカーボルトの径と位置などが後から分かるように)
- ・想定していた梁がない、腐朽が酷い時は、臨機応変な設計変更をためらわず行う。
- ・耐力壁の施工は、指定された釘の種類、間隔を守ること。
- ・耐震補強設計・施工者は、各メーカーの講習を受講し、認定を受ける必要があります。また、建築士等の資格要件等もあります。



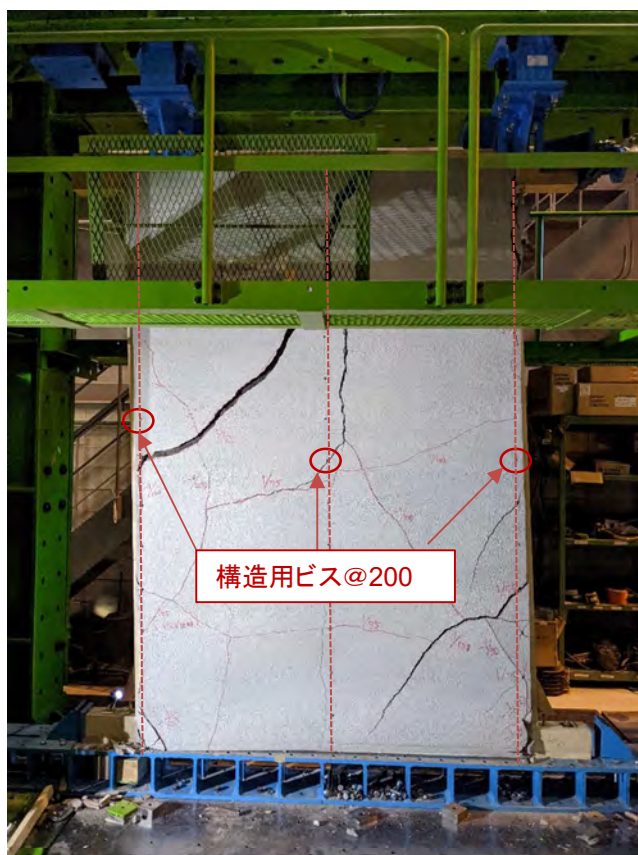
## リフォーム工事と同時に耐震改修

- ・**外壁のリフォーム**工事で、外壁を剥がす場合などは、壁を強くする絶好のチャンス(金物、アンカーボルトも付けやすく、耐力壁も施工が楽)
- ・部分的リフォーム時の**ついで**の**組み合わせ**が建物を強くする。  
(水廻りのリフォーム、バリアフリーのリフォームをするとき、周辺の土台・柱の腐朽箇所を取り換え、壁の耐力強化)
- ・壁の張替え時には、柱脚・柱頭の金物を設置する。

リフォーム工事と同時に耐震改修を行うと、金物と合板材の材料費と施工費用の増加のみで実施可能では

**今より、強くする。**

## 道総研 建築研究本部での耐力壁の実験



既存モルタル木摺り壁の加力状況  
(パネルードをモルタルに打ち込み  
木枠に固定し補強)



合板耐力壁の加力状況  
(上下空き 準耐力壁仕様)

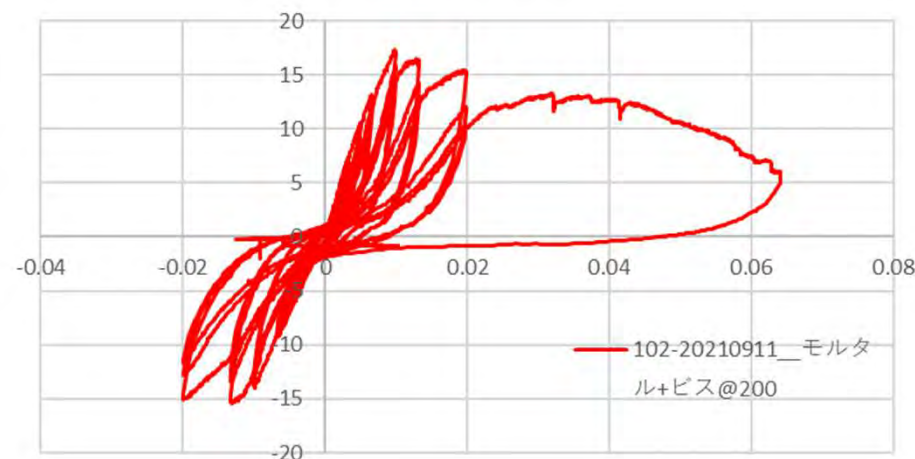


## 道総研 建築研究本部での耐力壁の実験

ケース①補強無し



ケース②補強有



既存モルタル木摺り壁の補強効果の試験結果

補強は柱のみに、先穴を削孔した後に構造ビスを200mm間隔で留めた。  
補強効果があることが確認できた。

想定されている地震被害想定は甚大な被害が想定されていますが、はじめから**諦めること**は避けなければいけません。

住宅の耐震化などの**防災対策**を進めれば、**必ず減災効果**があります。

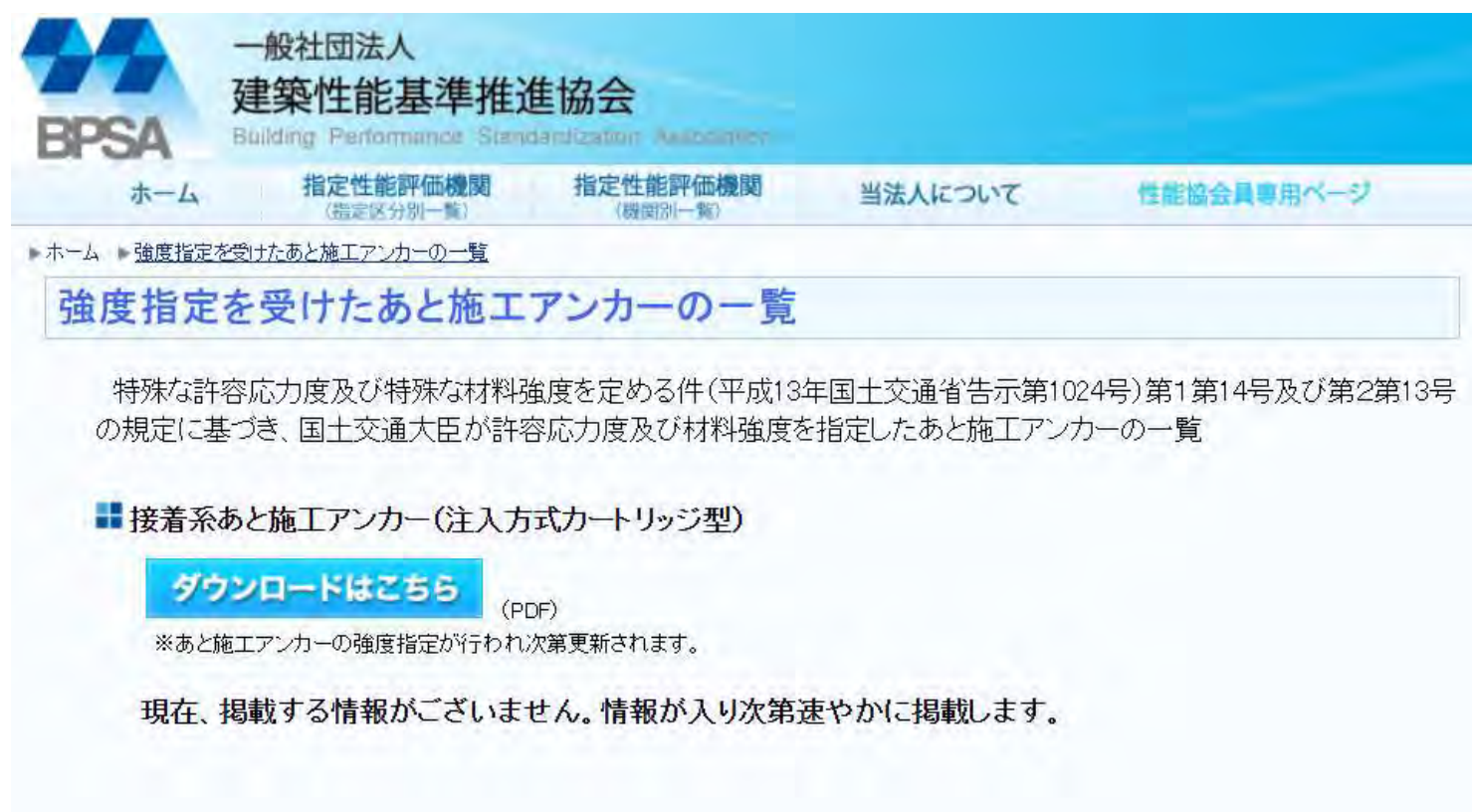
住宅の耐震化を進めていきましょう。



令和4年から、**あと施工アンカー**が使用できるようになりました。

使用できる「あと施工アンカー」は許容応力度が大臣に指定されたものに限られます。

残念なことに  
強度指定を受けたあと施工アンカーが、まだありません。



The screenshot shows the homepage of the Building Performance Standardization Association (BPSA). The header includes the BPSA logo and the text '一般社団法人 建築性能基準推進協会 Building Performance Standardization Association'. The navigation menu has links for 'ホーム', '指定性能評価機関 (指定区分別一覧)', '指定性能評価機関 (機関別一覧)', '当法人について', and '性能協会員専用ページ'. The main content area is titled '強度指定を受けたあと施工アンカーの一覧' and contains the following text:

特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件(平成13年国土交通省告示第1024号)第1第14号及び第2第13号の規定に基づき、国土交通大臣が許容応力度及び材料強度を指定したあと施工アンカーの一覧

■ 接着系あと施工アンカー(注入方式カートリッジ型)

[ダウンロードはこちら](#) (PDF)

※あと施工アンカーの強度指定が行われ次第更新されます。

現在、掲載する情報がございません。情報が入り次第速やかに掲載します。

(一社)建築性能基準推進協会のホームページより  
<https://www.seinokyo.jp/anchor/top/>

# 法改正について

53/55

## 改正前

| 延面積<br>階数 | 200㎡以下 | 200㎡超<br>500㎡以下 | 500㎡超 |
|-----------|--------|-----------------|-------|
| 3以上       | 2号建築物  | 2号建築物           | 2号建築物 |
| 2         | 4号建築物  | 4号建築物           | 2号建築物 |
| 1         | 4号建築物  | 4号建築物           | 2号建築物 |

### 建築基準法第6条

1号 特殊建築物(学校、病院、共同住宅、百貨店など)で当該部分の面積が200㎡を超えるもの

2号 木造建築物で3以上の階数を有し、又は延べ面積が500㎡、高さが13mもしくは軒高が9mを超えるもの

3号 木造以外の建築物で2以上の階数を有し、または延べ面積が200㎡を超えるもの

4号 上記以外

## 改正後

| 延面積<br>階数 | 200㎡以下 | 200㎡超<br>500㎡以下 | 500㎡超 |
|-----------|--------|-----------------|-------|
| 3以上       | 2号建築物  | 2号建築物           | 2号建築物 |
| 2         | 2号建築物  | 2号建築物           | 2号建築物 |
| 1         | 3号建築物  | 2号建築物           | 2号建築物 |

### 改正後の建築基準法第6条

1号 特殊建築物(学校、病院、共同住宅、百貨店など)で当該部分の面積が200㎡を超えるもの

2号 前号に掲げる建築物を除くほか、2以上の階数を有し、又は延べ面積が200㎡を超えるもの

3号 上記以外(平家200㎡以下)



: 審査対象



: 構造等の審査省略あり

# 法改正について

54/55

改正前

高さが13m以下又は軒の高さが9m以下の木造建築物

| 階数  | 延床面積<br>200㎡以下 | 延床面積<br>200㎡超500㎡以下 | 延床面積<br>500㎡超 |
|-----|----------------|---------------------|---------------|
| 3以上 | 許容応力度計算        | 許容応力度計算             | 許容応力度計算       |
| 2   | 壁量計算<br>(審査省略) | 壁量計算<br>(審査省略)      | 許容応力度計算       |
| 1   | 壁量計算<br>(審査省略) | 壁量計算<br>(審査省略)      | 許容応力度計算       |

改正後

高さが16m以下の木造建築物

| 階数  | 延床面積<br>200㎡以下 | 延床面積<br>200㎡超300㎡以下 | 延床面積<br>300㎡超 | 延床面積<br>制限なし |
|-----|----------------|---------------------|---------------|--------------|
| 4以上 | 許容応力度等計算       | 許容応力度等計算            | 許容応力度等計算      | 許容応力度等計算     |
| 3   | 許容応力度計算        | 許容応力度計算             | 許容応力度計算       | 許容応力度等計算     |
| 2   | 壁量計算<br>(審査対象) | 壁量計算<br>(審査対象)      | 許容応力度計算       | 許容応力度等計算     |
| 1   | 壁量計算<br>(審査省略) | 壁量計算<br>(審査対象)      | 許容応力度計算       | 許容応力度等計算     |

**道総研 建築研究本部では、住宅等の耐震改修技術の普及・開発に取り組んでいます。実務でご活躍の設計者・工務店のみなさま、アドバイスやご助言等のご協力よろしくお願いいたします。**

**ご清聴ありがとうございました。**