

2015. 2. 20 15:40～16:20

第44回建材情報交流会

木造住宅耐震診断・改修工事の現場から

公益社団法人大阪府建築士会 理事

事業委員会 委員長

耐震部会 委員

有限会社 Ms company

代表取締役 水谷 敢

1

## プロフィール

一級建築士・一級建築施工管理技士

1981年 (株)建設技術研究所

1985年 大阪工業大学 工学部 建築学科卒

1985年 小堀住研(株) (現(株)ヤマダエスバイエルホーム)

1993年 (株)ワキタ

1997年 (株)富士工務店

2004年 現職

現在、大阪市耐震改修支援機構の1団体の、大阪ワーキンググループの代表、(公社)大阪府建築士会の耐震部会メンバーとして、木造住宅の耐震化に取り組んでいます。

## 実績(耐震関係)

平成**16**年(2004年)から現在に至るまで約**10**年で

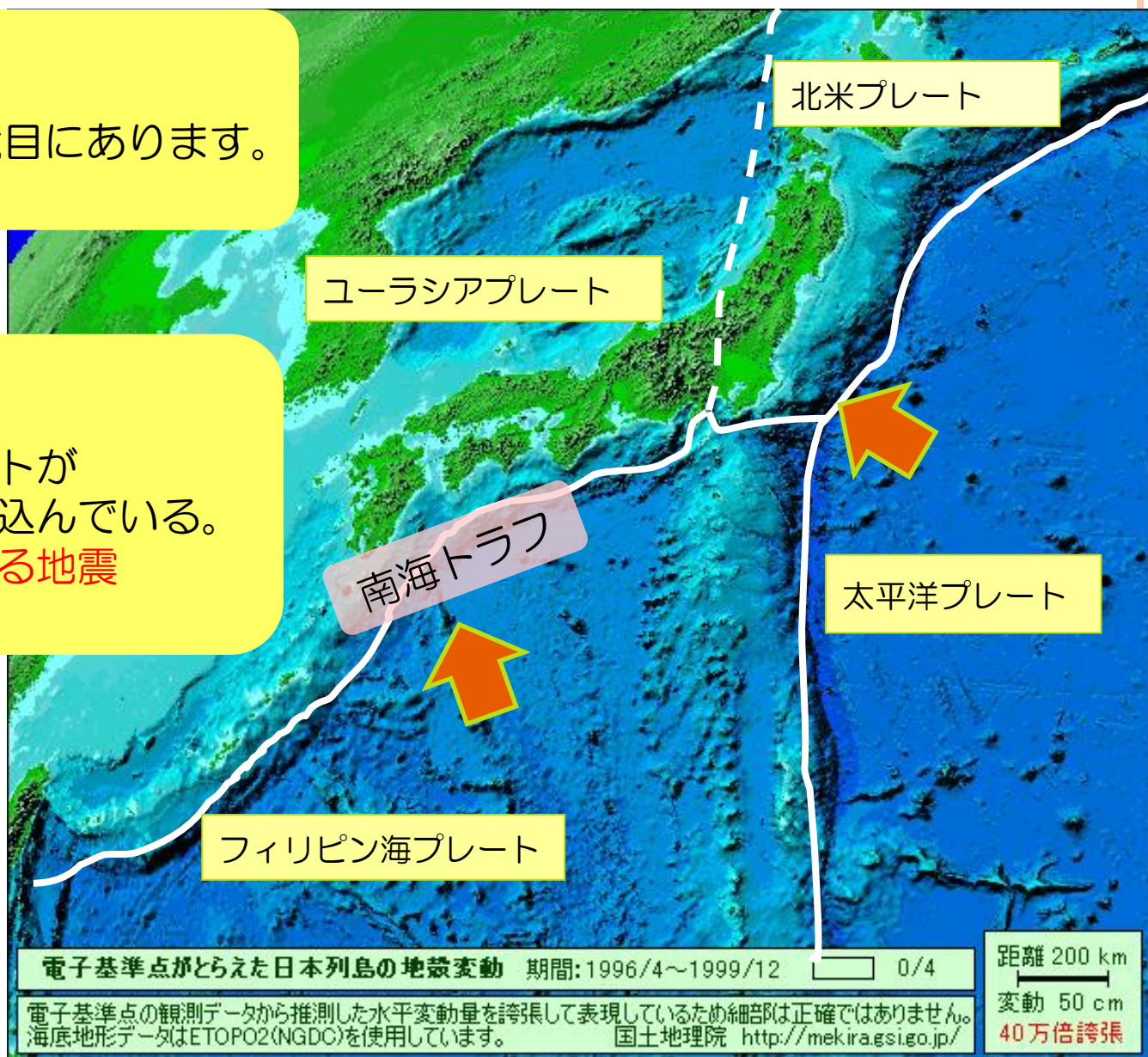
耐震診断	79棟
耐震改修設計	52棟
耐震改修工事	45棟
耐震改修工事監理	19棟

現在進行中の耐震物件は4棟で、内**2**棟は設計完了済、内**1**棟は、耐震改修設計中、内**1**棟は平成27年度耐震診断・設計予定(補助金申請待ち)、いずれも耐震改修工事予定です。

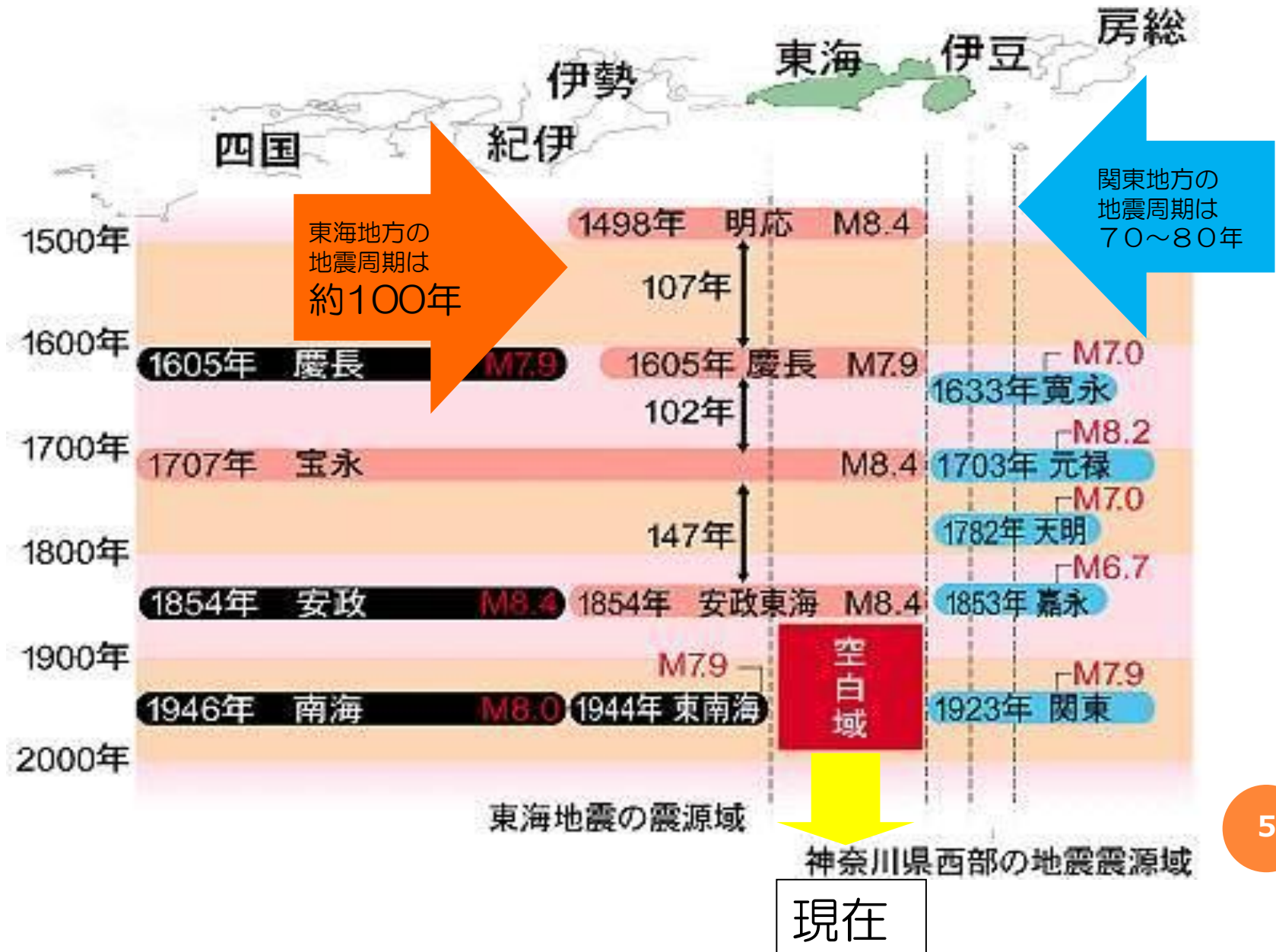
# 日本列島の地殻変動

日本列島は、  
4つのプレートの境目にあります。

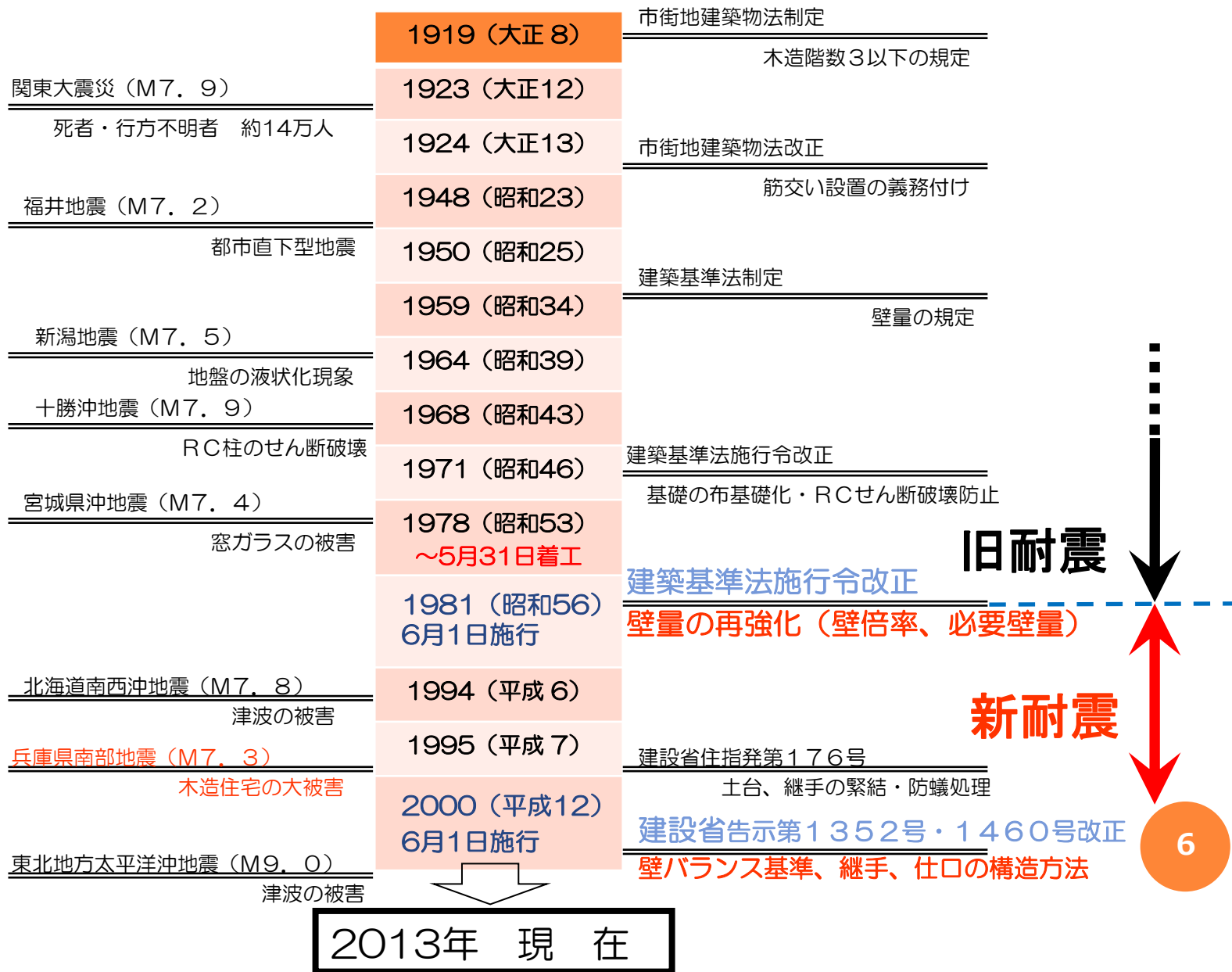
太平洋プレートと  
フィリピン海プレートが  
日本列島の下に沈み込んでいる。  
※ 最近頻発している地震



# 震災の発生間隔



# 地震と耐震基準と建築基準法の変遷



# 阪神淡路大震災から見る耐震改修の必要性

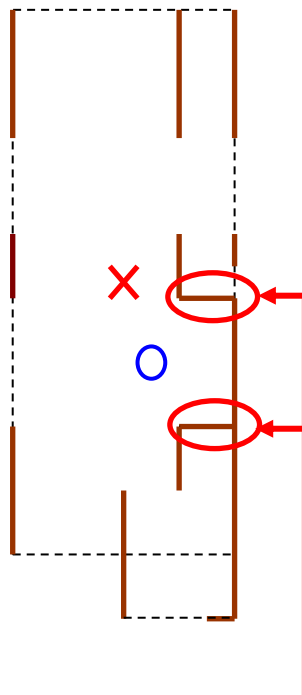
阪神・淡路大震災においては、**昭和56年以前**の耐震性が不十分な建築物に多くの被害がみられました。



# 原因① 壁量不足による住宅の倒壊



間口2間の狭小住宅の被害例



## <被害住宅のデータ>

1階床面積：31.5m<sup>2</sup>

2階床面積：29.8m<sup>2</sup>

延べ床面積：61.3m<sup>2</sup>

1階X方向壁率：

58mm/m<sup>2</sup>

1階Y方向壁率：

530mm/m<sup>2</sup>

耐力壁を設けられるX方向の壁は2枚しかなく、壁量が不足している事は明らかです。



## 原因② 耐力壁のバランスについて

日本家屋の特徴として、南側に大きな開口を設ける点があります。  
しかし、このプランニングは住宅のバランスを悪くする要因の一つです。

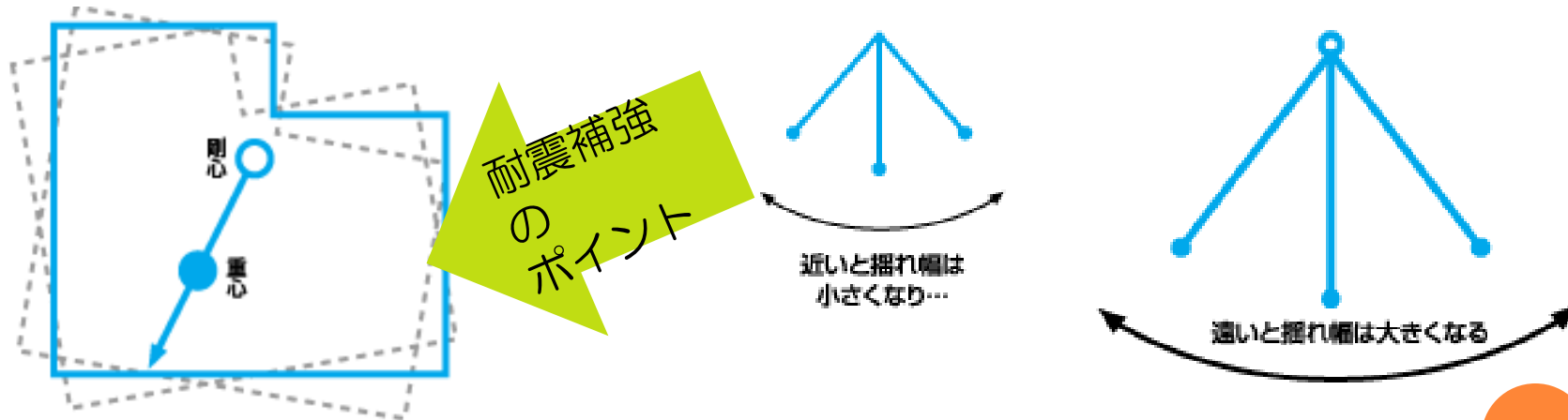
平成12年の法改正により、耐力壁のバランスを検討する規定が定められました。

改正前【バランスよく配置しなさい】 ⇒ 改正後【具体的にバランスが規定】

バランス？

X方向(横)とY方向(縦)の壁の強さのバランスを良くすること。

【重心】…家の重さの中心・家の中心 【剛心】…家の強さの中心・耐力壁の中心



耐震補強では、この二点になるべく重なるように設計をします。

## 原因③ 接合不良による倒壊例



### <柱と土台の接合耐力不足>

土台と柱脚との接合部には、金物が使われておらず、筋かいも釘だけでとめられていた。そのため、柱の引き抜き力に全く抵抗できず、筋かいも効いていない。

### <柱と横架材の接合不良>

横架材側には、梁受け金物を取り付けるための加工がされているものの、金物は取り付けられていなかった。

## 原因④ 腐朽、蟻害による躯体の損傷



白蟻による隅柱脚部の蟻害



配管付近の結露が原因と思われる腐朽・蟻害



蟻害にあった柱が地震により折れてしまっている

柱や土台などの構造躯体が腐朽・蟻害にあっているために、その部分で破壊し倒壊に至った。

# 耐震診断・改修設計を行う前に 壁量設計の前提条件(建築基準法)

一般的な木造軸組住宅

階数**2階**以下  
床面積**500m<sup>2</sup>**以下  
高さ**13m**以下  
軒高**9m**以下



仕様規定によって  
構造安全性確保

基準法施行令第三章構造強度  
第二節構造部材等(第**37~39**条)  
第三節木造(第**40~49**条)



荷重・外力に基づいた許容応力度設計等の構造計算は求められていない。

なぜ？許容応力度設計等の構造計算が必要ないのか？

小規模・用途が限定 → 外力や荷重の条件が設定  
工法(作り方)が限定 → 構造耐力要素の性能が明確



前提条件に沿って定められた仕様を守ることで構造の安全性が確保できる

とされているが…

## 桝組壁工法

非常に細かい規定がある  
告示1540号

## 木造軸組工法

歴史が長く、仕様に多様性  
有り規定が少なく、自由度が  
高い

木造軸組工法は、設計者、施工者がこういった前提を自覚して、  
建てる必要がある

基準法(最低基準)のみの時代  
法的にクリアしていれば、OK



住宅性能表示制度が創設(H12年度より)  
基準法より高い構造安定性能を示す基準が出来た



長期優良住宅の認定制度が創設(H21年度より)  
住宅性能表示制度の基準を引用・住まい手への普及が本格化

## 基準法と長期優良住宅の比較

壁量: 基準法の**1.25**倍以上(耐震等級**2**以上)

床面積は性能表示制度用床面積を採用(見上げ)  
準耐力壁も含めて検討

床倍率: 基準法にはない(水平構面)

横架材: 接合部

通常(告示**1460**号)柱頭柱脚・筋交い端部  
: 断面算定

※「木造住宅の耐震診断と補強方法」で採用されている

基準法は確かめたが、性能表示制度の基準は確かめていない…



## 基準法の壁量計算の特徴

総2階を想定して必要壁量を算出

したがって、極端な部分2階やオーバーハングは前提条件から外れる

固定荷重が低めに見積もられている場合がある

	壁量計算	令84条
瓦葺き(土葺きでない)	900N/m <sup>2</sup>	790~1330N/m <sup>2</sup>
床の固定荷重	500N/m <sup>2</sup>	440~590N/m <sup>2</sup>

風荷重:地域によっては壁量少なめとなっている可能性がある

積雪時の地震について考慮されていない

# 壁倍率はどうやって決定しているのか？

倍率1とは、壁の水平長さ1m当たり1.96KNを負担できるもの

$$\text{壁倍率} = Pa(\text{KN}) \times 1/1.96 \times \text{低減係数}\alpha \times 1/L$$

低減係数  $\alpha$  (0.6~1.0)に関する項目

- 水がかりが生じる箇所に設けるかどうか
- 想定する用途での釘の効き(実験結果)
- 施行状況

$Pa$  = 短期許容せん断耐力  $L$  = 壁の長さ

# 低減係数

様々な用途条件下における

釘の側面せん断抵抗試験

釘頭貫通試験

の結果で決まる

つまり… ほとんどが釘で決まる。

※めり込み注意(釘のせん断抵抗が効くようにすること)

※構造用合板等のサイズにあまり関係はない

※ある程度の開口を設けても倍率に影響しない(1/5以内)

耐力壁の性能を十分に発揮させるために

2階建住宅の2階および1階の耐力壁線および耐力壁の連続性を確保することが有効

具体的には

- 1階及び2階の耐力壁線は原則として上下一致している
- 2階の耐力壁が1階の耐力壁の直上あるいは市松状に配置することが原則。そうでない場合、2階の耐力壁の壁倍率を適切に低減

## 耐力壁の性能を十分に発揮させるために

耐力壁の高さ及び高さとの幅の比が性能に影響することを理解し、適切な対応を行うことが有効

- 面材耐力壁は筋交いと比較しても比較的、高さの影響が出にくい
- 国土交通大臣が定めたものでも、前提となる高さがある
- 現在の大臣認定では、性能の差がないことを確認した高さの範囲を示した認定となっている

## 耐力壁の種類

大臣が定めたものまたは大臣が認定したもの  
定めたもの(告示仕様)

真壁仕様

大壁仕様

石膏ボード床がち仕様(平成**19**年追加)

認めたもの

国土交通省のホームページに一覧表を掲載

(使用されていないものもある/更新制度がないため)

近年の認定基準は細かくて厳しい

大阪市

上記の内、日本建築防災協会認定分を使用可としている

# 耐力壁の種類

構造用合板(軸組工法)

一般診断法での壁基準耐力

耐力壁仕様	留付間隔150mm	壁基準耐力5.2KN/m
準耐力壁仕様	同上	3.1KN/m

# 耐力壁の種類

## 12mm合板大臣認定耐力壁での壁基準耐力

大壁 釘CN65 釘間隔100mm 壁基準耐力7.8KN/m

釘CN50 釘間隔75mm 壁基準耐力7.4KN/m

釘CN50 釘間隔100mm 壁基準耐力6.1KN/m

## 大壁床勝ち

釘CN65 釘間隔100mm 壁基準耐力7.1KN/m

釘CN50 釘間隔75mm 壁基準耐力7.1KN/m

釘CN50 釘間隔100mm 壁基準耐力6.3KN/m

## 受材真壁床勝ち

釘CN65 釘間隔100mm 壁基準耐力7.8KN/m

釘CN50 釘間隔100mm 壁基準耐力6.9KN/m

## 受材真壁

釘CN50 釘間隔100mm 壁基準耐力6.7KN/m



# 4分割法と偏心率法

## 基準法46条

0.3以下の偏心率計算の必要の有無は、4分割法の壁率比が**NG**でなおかつ壁量充足率がすべて**OK**でない場合に行うこととなっている

法の解釈次第では最初から偏心率計算とすることは可能です。

# 一般診断法

方法1: 壁を主な耐力要素とした住宅を主な対象とする。

方法2: 太い柱や垂れ壁を主な耐力要素とする伝統的構法で建てられた住宅を対象とする。

今回は方法1について解説します

一般診断法では住宅を総2階・総3階と想定して必要耐力を算出しているため(見上げ面積)そうでない住宅の必要耐力は大きめに評価されることとなります。

部分2階や部分3階の時は精算法(各階の床面積を考慮した算出法)を用いて必要耐力を低減してもよい

(診断用ソフトによっては「簡易」と「詳細」と言う表現になっている)

# 精密診断法

2014年改訂版「木造住宅の耐震診断と補強方法」では「従来の工法である筋交いや構造用合板の耐力壁など、その性能が明確になっている耐震補強方法では一般診断の結果を受けて耐震補強設計を実施することも可能とする」となっている。

一般診断法では割増などの安全率が含まれているので過剰設計になる可能性があるので精密診断法を用いる必要がありますが…

詳細調査の為に非破壊検査では完了しないことから、この場合のリスクを考慮して、安全率の高い一般診断法による設計を行っている。

## 地盤について

よい・普通の地盤 長期許容応力度 $50\text{KN}/\text{m}^2$  地盤改良  
悪い地盤 長期許容応力度 $20\text{KN}/\text{m}^2$   
非常に悪い地盤 盛り土 埋め立て地 液状化

よい・普通の地盤について、長期許容応力度 $50\text{KN}/\text{m}^2$ ということは、N値5以上つまり、5tベースの布基礎が沈下しない程度の表層地盤が厚さ2m程度あればよいということとなっているが(固定資産税の減額や所得税の減額)…限界耐力設計法で採用される地盤増幅率(Gs値)で検討すると、大阪エリアは表層地盤の地震時の揺れは大きく、地盤は弱い。このことから本来の意味でよい・普通の地盤とはいえない。

つまり、浴槽(岩盤層)の中の水(軟弱地盤)のようなものである

## 一般診断法の特殊事例

伝統工法:方法2 柱サイズをしっかりと測ること  
柱折損などの懸念があるため  
限界耐力設計も視野に入れること

増築部 :別棟と出来るかどうか  
一体性が期待できるかどうか

スキップフロア:別棟と出来るかどうか  
床レベル差**500mm**程度の時は同一レベルに  
あるものと判断してよい

原則は適用  
範囲外

## 補強案のポイント

- 強くするというより、避難できるかをポイントに提案している
- 緩める設計: 強すぎる壁を作るより、バランス設計とする  
破壊性状を考える

財産を守るというより、命を守るということ

もちろん、多少の地震でひび割れが出来ても困るが…

内容によっては評点**0.7**でも良しとしている。

## 補強案のポイント

- 建物の四隅(出隅)の補強は、荷重条件が**1/4**となるので(荷重による押さえが少ない)、強すぎると引抜き抵抗値(N値)が大きくなる。
- 連続した開口部の扱い/耐力評価できない無開口壁
- 有開口壁の評価は少なくとも片側に耐力評価ができる無開口壁があることを前提としている
- 評価できる開口部の壁長は**3m**を上限とする
- 有開口壁長または無開口壁率による算定  
垂壁高さ**360mm**以上または開口高さ**600mm**～**1200mm**

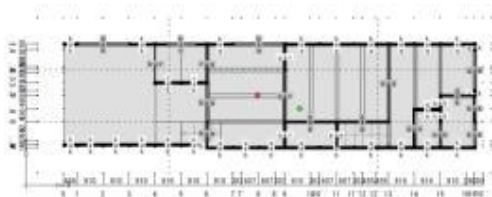
# 事例紹介

HOUSE-000 281425 2014/10/28/21:24:57.631

## ■1F 平面図

X方向- 評点=0.460 必要耐力=57.186 保有する耐力=25.060 備心率=0.288  
Y方向- 評点=0.047 必要耐力=57.186 保有する耐力=2.716 備心率=0.287

階層	名称
1	なし
2	コブット平屋
3	なし
4	床下1階部分なし2階
5	床下1階部分なし2階
6	基礎部分 基礎2階
7	基礎部分 基礎2階
8	基礎部分 基礎2階
9	基礎部分 基礎2階
10	基礎部分 基礎2階
11	基礎部分 基礎2階
12	基礎部分 基礎2階
13	基礎部分 基礎2階
14	基礎部分 基礎2階
15	基礎部分 基礎2階
16	基礎部分 基礎2階
17	基礎部分 基礎2階



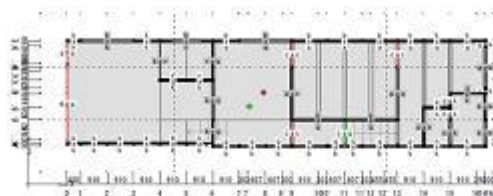
●重心 ●剛心

HOUSE-000 281425 2014/10/28/22:0:31.788

## ■1F 平面図

X方向- 評点=0.858 必要耐力=44.754 保有する耐力=38.438 備心率=0.107  
Y方向- 評点=0.767 必要耐力=44.754 保有する耐力=34.328 備心率=0.103

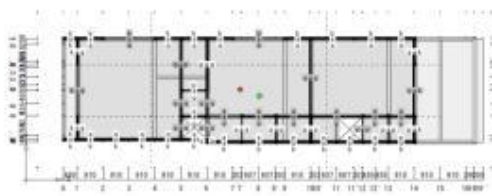
階層	名称
1	なし
2	コブット平屋
3	なし
4	床下1階部分なし2階
5	床下1階部分なし2階
6	基礎部分 基礎2階
7	基礎部分 基礎2階
8	基礎部分 基礎2階
9	基礎部分 基礎2階
10	基礎部分 基礎2階
11	基礎部分 基礎2階
12	基礎部分 基礎2階
13	基礎部分 基礎2階
14	基礎部分 基礎2階
15	基礎部分 基礎2階
16	基礎部分 基礎2階
17	基礎部分 基礎2階



●重心 ●剛心

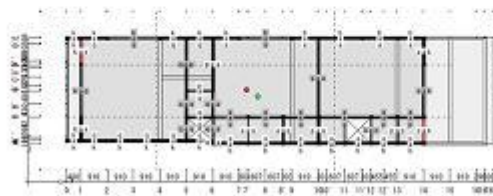
## ■2F 平面図

X方向- 評点=0.679 必要耐力=24.525 保有する耐力=16.683 備心率=0.684  
Y方向- 評点=0.306 必要耐力=24.525 保有する耐力=7.524 備心率=0.127



## ■2F 平面図

X方向- 評点=0.970 必要耐力=17.167 保有する耐力=16.683 備心率=0.046  
Y方向- 評点=0.762 必要耐力=17.167 保有する耐力=13.093 備心率=0.070





# 事例紹介



- 3軒長屋切り離し
- 一部増築
- 土壁・土葺瓦屋根
- しかし、土はほとんど残っていない



- 白蟻・腐朽被害
- コボット・門型フレーム



- バルコニー先端の防水
- バルコニーの雨水排水
- 門型フレーム・コボットを既存構造体と構造用合板で加工し、継ぎ目をなくす

## 事例紹介

- 仕上げ





- 真壁納まり
- 大壁納まり



# 事例紹介



- 真壁納まり仕上げ
- 大壁納まり仕上げ

# 事例紹介



- 屋根増築部取り合い
- 谷樋納まり



# 事例紹介



- 6軒長屋のうち3軒/耐震シェルター



# 事例紹介



- シェルターを組む前に内部を仕上げる

# 事例紹介



# 事例紹介



- 照明器具の納まり



# 事例紹介



- 汲み取り便所の配管名残
- 白蟻・腐朽で土台・柱・梁は残っていない

# 事例紹介



○ 土台・柱・梁新設

# 事例紹介



- 基礎新設
- 構造用合板補強

# 事例紹介



- 仮設/ポストで受けている

# 事例紹介



○ 仕上げ



# 事例紹介



- 柱頭柱脚接合部/金物組み合わせ
- 柱断面欠損・柱補強

# 事例紹介

## 採光を確保するブレース構造



# 最後に

日本建築材料協会の皆様には、より使いやすい耐震材料などの研究及び供給を是非お願いしたいと思います。

本来、耐震化の必要な木造住宅はたくさんありますが、残念ながら、コストの問題や住みながらの工事の不便さなどであきらめているケースも多い、南海トラフ地震は待ったなしです。

古い木造住宅の構造を理解できる技術者(職人)も少なくなっています。これから先、今の住宅を維持管理していくことさえ難しくなっていると感じます。

教育という観点から技術の継承も大変大事だと思いますが、間近に迫っているといわれる巨大地震に対する対策はすぐにも行わなければなりません。

兵庫県南部地震(阪神大震災)で起こったことは、未だに忘れられません。

1人でも多くの人を助けられるようこれからもがんばっていききたいと思います。