



木造住宅の耐震診断 ～耐震改修に大切な38のポイント～

(地独)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 森松 信雄

はじめに

道総研建築研究本部のマニュアル



https://www.hro.or.jp/building/about-us/koho/develop/seismic_retrofitting_manual.html 6

道総研の紹介

地方独立行政法人 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
北方建築総合研究所



私ども 道総研 建築研究本部 は、建築・まちづくり分野における
都道府県唯一の研究機関です。

中大規模建築物構造の計算判定・試験評価や
建築・住宅・まちづくりの調査研究・技術開発を行っています。

はじめに

耐震診断と耐震改修のバイブル

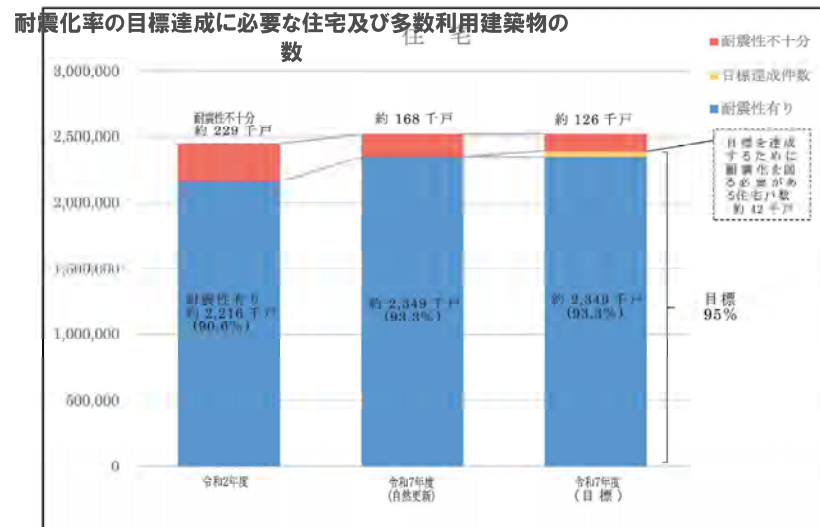


以下に記載する耐震診断と補強方法は、上記の本から参照、出典しています

古い木造住宅の耐震診断を、積極的に住まい手様に勧めてください。そして、診断を普及してください。

本日は、木造住宅の耐震診断と安価な耐震改修のヒントについて少しだけお話します。

約4万2千
何の数字でしょう



出典：北海道耐震改修促進計画 令和3年4月 北海道

**耐震改修が必要な住宅
はたくさんあります！**

**耐震改修をみなさんの手
で促進させませんか**

12

**地震や耐震基準の知識
も必要です。**

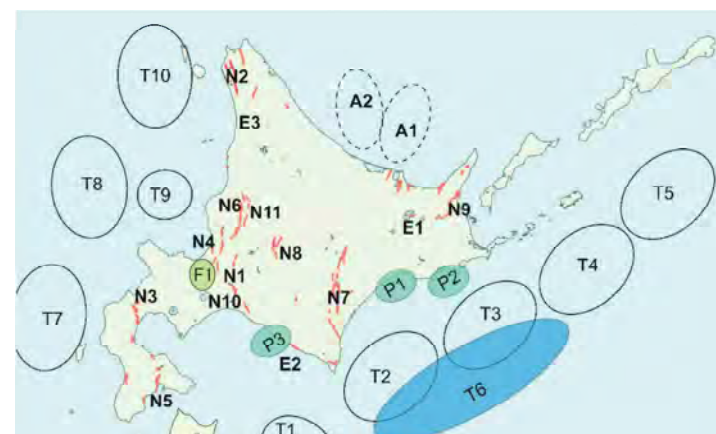
15

**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)**

14

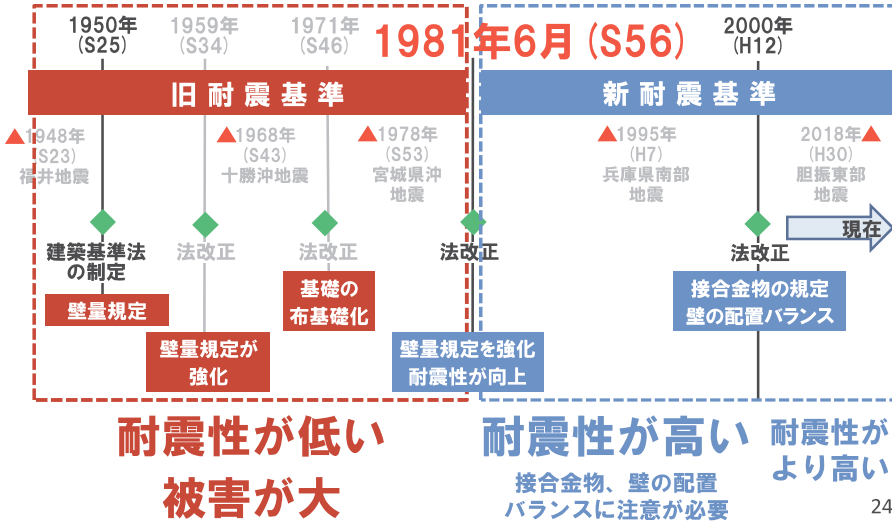
北海道周辺で想定される地震(北海道の防災計画より)



これ以外にも、震源はあってもかもしれません

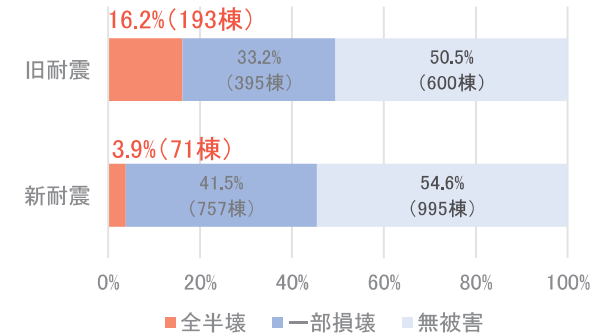
18

耐震基準の変遷について (Point4)



り災証明に係る被害認定調査より (Point2)

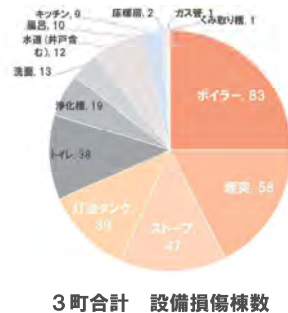
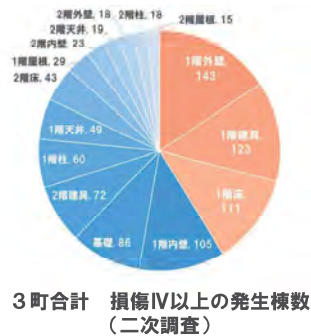
厚真町・安平町・むかわ町の都市計画区域に含まれる住宅3,039件を対象に被害率を分析しました。揺れによる上部構造の被害に起因する全半壊は264件でした。



り災証明に係る被害認定調査より (Point3)

被害認定調査 (第2次調査) の結果より被害を受けた住宅の内

- 1階の外壁と建具、床に損傷を受けた住宅が多い
- 2階部分の損傷は少ない
- 設備の被害は、ボイラー (給湯器) や暖房器具に多い
- 設備の損傷は、建築年代に関わらず発生している



り災証明に係る被害認定調査より

店舗併用住宅
昭和42年 (1967年) 築 ※

※ 建築年は「都市計画基礎調査」による



日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について
令和4年7月28日 北海道

○建物被害

全壊棟数（棟）

建物被害として、揺れや津波等による全壊棟数を推計した。揺れによる全壊棟数は、建物の構造及び造築年代毎の震度と全壊率の関係を求めて、対象となる建物数を乗じて推計している。

津波による全壊棟数は、建物の構造別に津波浸水深と全壊率を求め、対象となる建物数を乗じて推計している。

被害種別	千島海溝モデル			日本海溝モデル		
	夏・昼	冬・深夜	冬・深夜	夏・昼	冬・夕	冬・深夜
揺れ	約3,000	約6,200	約6,200	約40	約120	約120
液状化	約3,700	約3,700	約3,700	約3,600	約3,600	約3,600
津波	約42,000	約41,000	約41,000	約130,000	約130,000	約130,000
急傾斜地崩壊	約150	約140	約140	約20	約20	約20
合計	約49,000	約51,000	約51,000	約134,000	約134,000	約134,000

28

なぜ、冬季の方が揺れによる建物被害が多いのか

積雪を考慮しているから。積雪で重たくなるから

29

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について
令和4年7月28日 北海道

○建物被害

全壊棟数（棟）

建物被害として、揺れや津波等による全壊棟数を推計した。揺れによる全壊棟数は、建物の構造及び造築年代毎の震度と全壊率の関係を求めて、対象となる建物数を乗じて推計している。

津波による全壊棟数は、建物の構造別に津波浸水深と全壊率を求め、対象となる建物数を乗じて推計している。

なお、冬季においては、積雪荷重によって、全壊率が高くなることを考慮している。

被害種別	千島海溝モデル			日本海溝モデル		
	夏・昼	冬・深夜	冬・深夜	夏・昼	冬・夕	冬・深夜
揺れ	約3,000	約6,200	約6,200	約40	約120	約120
液状化	約3,700	約3,700	約3,700	約3,600	約3,600	約3,600
津波	約42,000	約41,000	約41,000	約130,000	約130,000	約130,000
急傾斜地崩壊	約150	約140	約140	約20	約20	約20
合計	約49,000	約51,000	約51,000	約134,000	約134,000	約134,000

30

耐震診断

31

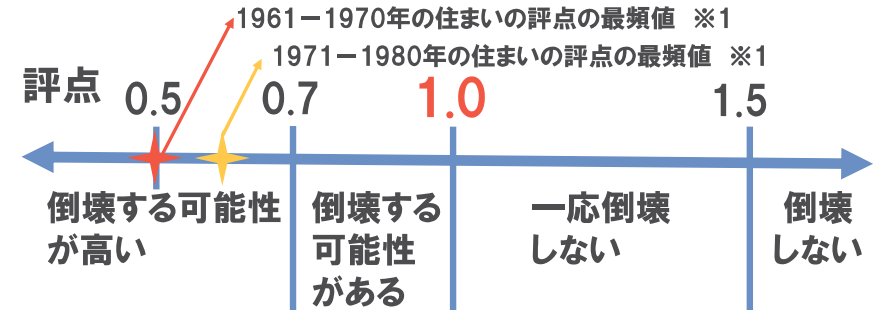
はじめに、下表の数字から建物が どんな状態かイメージできますか？

階	方向	壁・柱の耐力 Q _u (kN)	配置等による 低減係数 eR _d	劣化度 dR	保有する耐力 e _d Q _u =Q _u +eR _d +dR	必要耐力 Q _r (kN)	上部構造評点 e _d Q _u /Q _r
2	X	27.70	0.758	0.70	14.71	29.53	0.49
	Y	26.91	1.000	0.70	18.84	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(e_dQ_u/Q_r)に対しては小数点第3位を切り捨てる。

耐震診断結果について (Point7)

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



※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。33

耐震診断結果と地震被害

どの程度の被害を受けるかの目安です。

		木造住宅の評点 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*)									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
震度5弱	(D2)	(D1)	(D1)								
	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊								
震度5強	(D3~4)	(D1~2)	(D1)	(D1)							
	半壊~全壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊							
震度6弱	(D4~5)	(D2~3)	(D2)	(D1~2)	(D1)	(D1)	(D1)				
	全壊	一部~半壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊				
震度6強	(D5~6)	(D4~5)	(D3~4)	(D2~3)	(D1~2)	(D1~2)	(D1)	(D1)	(D1)	(D1)	(D1)
	全壊	全壊	半壊	一部~半壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊	一部倒壊
震度7	(D6)	(D5~6)	(D4~6)	(D4~6)	(D3~5)	(D2~4)	(D2~4)	(D1~3)	(D1~3)	(D1~2)	(D1~2)
	全壊	全壊	全壊	全壊	半壊~全壊	一部~全壊	一部~全壊	半壊	半壊	一部倒壊	一部倒壊

耐震診断の種類

- (1) 「誰でもできるわが家の耐震診断」：一般向け (住宅)
- (2) 「一般診断法」：建築士および建築関係者向け (住宅)
引き剥がしを行わない目視による調査
- (3) 「精密診断法」：建築士向け **経済的設計が可能**
 - ① 保有耐力診断法 (精密診断法1) (住宅)
 - ② 保有水平耐力計算による方法 (精密診断法2) (住宅・非住宅も可)
 - ③ 限界耐力計算による方法 (精密診断法2) (住宅・非住宅も可)
 - ④ 時刻歴応答解析による方法 (精密診断法2) (住宅・非住宅も可)

ある程度の引き剥がしや、それを補修するための費用が必要 **柱すべての調査が必要 (劣化程度)**

一般診断法

耐力要素(筋かい、壁)や接合部などの仕様や、劣化状況などの調査を解体をせずに**目視**による調査のみ
専門家が住宅の図面や目視調査をもとに、耐震性を確認
耐震性を満足しない場合、補強の検討が別途必要

適用範囲

在来軸組構法、伝統的構法、枠組壁構法の住宅
平面的混構造は適用外、立面的混構造は木造部分のみ適用範囲
階数は3階まで

診断目的と基準

目的は、耐震補強の必要性の有無の判定
極めて稀に発生する地震動による倒壊の可能性の有無

36

一般診断法

一般診断には、方法1と方法2がある

方法1: 壁を主な耐震要素とした住宅が対象
無開口壁以外のその他の耐震要素である垂れ壁、腰壁などの雑壁を有開口壁の耐力として評価

方法2: 伝統的構法で建てられた住宅が対象
垂れ壁付き独立柱、垂れ壁・腰壁付き独立柱として評価

37

一般診断法 (Point10)

診断項目

- a) 地盤・基礎
上部構造の評価に含まれない
……地震時の注意事項として指摘
- b) 上部構造
壁・柱の耐力、耐力要素の配置等による低減係数、劣化低減係数を考慮して**構造評点**を算出

38

一般診断法 (Point10)

現地調査について

- a) 地盤・基礎
・地盤崩壊、液状化等の可能性の有無を判断するため、建物周辺地形・地盤の調査

・基礎形状、**鉄筋の有無**、**ひび割れの調査**、アンカーボルトの有無を確認

39

一般診断法 (Point10)

現地調査について

b) 上部構造

- 壁基準耐力: **壁の仕様(耐力壁or雑壁)**、横架材接合部、壁材の劣化具合
- 柱接合部による低減係数: 壁周辺の柱頭、柱脚部接合部の仕様の調査(床下、天井裏、小屋裏からの目視)
- 耐震要素の配置等による低減係数: **壁の配置**の調査
- 2階床の下地の仕様の調査も忘れずに調査
- 劣化度による低減係数: 内外外観調査
- 補強できない位置も確認する

40

一般診断法 (Point10)

上部構造の耐力診断

$$\text{上部構造評点} = e_d Q_u / Q_r$$

Q_r : 必要耐力 (地震時に発生する横力)
住宅の面積によって決まる最低限必要な地震に対する抵抗力(面積が大きい、重い建物ほど大きい)

$e_d Q_u$: 保有する耐力(地震時の横揺れに抵抗する力)
住宅の筋かいと面材壁の抵抗力を合計した値
(筋かい、壁がたくさんあるほど大きい)

多雪区域においては、無積雪時と積雪時の両方で計算し、低い方の評点を採用する。

42

耐震診断の計算を行う前に、現況調査を行います。

- 現況図面の作成
増改築の有無や柱・壁の位置などを確認して、現況の図面を作成します。
- 劣化・損傷箇所の調査
屋根、内・外壁、床などについて、劣化度の調査を行います。
項目: さび、割れ・欠け・亀裂、水浸み・変色、傾斜、過度の振動、音鳴りなど
- 基礎の確認
外周や床下点検により、ひび割れなどを確認します。
- 接合金物などの確認
天井裏調査や床下点検により、土台と柱、柱と桁はりの接合金物を確認します。
床下点検は、和室の畳を一部で上げたり、点検口を使ったりして、点検します。
天井裏調査は、押し入れなどの天井を開けたりして、点検します。



改修設計前にも再度、
現況調査は必要!

41

必要耐力について (Point10)

必要耐力の算出 略算法(表3-1ルート)

$$Q_r = \text{床面積} \times \text{床面積あたりの必要耐力} (\text{kN/m}^2)$$

地盤が非常に悪い場合は1.5倍、2階建ての1階については、短辺長さが4m未満の場合には1.13倍する。

対象建物	軽い建物	
平屋建て	0.28 × Z	
2階建て	2階	0.37 × Z
	1階	0.83 × Z
3階建て	3階	0.43 × Z
	2階	0.98 × Z
	1階	1.34 × Z

多雪区域では、積雪1mのとき0.26Z、積雪2mで0.52Z、1から2mの間は直線補間した値を足し算する。
1.1m=0.286Z 1.2m=0.312Z
1.3m=0.338Z 1.4m=0.364Z
1.5m=0.39Z 1.6m=0.416Z

軽い建物: 石綿スレート板、鉄板葺
重い建物: 棧瓦葺
非常に重い建物: 土葺瓦屋根
Z: 施行例88条の地震地域係数

43

必要耐力について (Point11)

例1

地域係数 0.9 積雪 1.4m (0.364Z)
1階床面積 100㎡ 2階床面積 100㎡
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



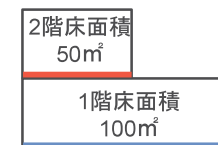
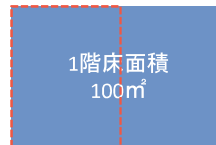
	床面積		床面積当たり必要耐力		積雪用必要耐力		地域係数		形状割増係数		必要耐力Qr
2階	100	×	(0.37	+	0.364	)	×	0.9	×	1.0	= 66.06
1階	100	×	(0.83	+	0.364	)	×	0.9	×	1.0	= 107.46

44

必要耐力について (Point11)

例2

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

45

必要耐力について (Point11)

何か変ではありませんか???



	床面積	必要耐力Qr
2階	100	66.06
1階	100	107.46

	床面積	必要耐力Qr
2階	50	33.03
1階	100	107.46

46

●一般診断とは？

必要耐力の算出の注意事項！！

前項での $Q_r = \text{床面積} \times \text{床面積あたりの必要耐力}$ の算出方法は、**総2階建**を想定しているため1階と2階で床面積に違いがある住宅では、**大きめに評価されることが多い**ので非常に注意が必要です。(評点が小さくなる)

1階と2階で床面積に違いがある場合には、必ず「**各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【精算法】**」で診断しましょう！ **但し、偏心率を計算し耐力要素の偏心および床仕様による低減係数を用いること**になります。

47

必要耐力について (Point11)

精算法(各階の床面積を考慮した必要耐力の算出)

2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法
P28 解表3.4 各係数の求め方 軽い建物

$$S1=100, S2=50 \quad Rf1=S2/S1=50/100=0.5$$

$$qK_{f11}=0.4+0.6 \times Rf1=0.4+0.6 \times 0.5=0.7$$

$$qK_{f12}=1.3+0.07/Rf1=1.3+0.07/0.5=1.44$$

2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法
P28 解表3.3 床面積あたりの必要耐力 軽い建物 2階建

$$2階 \quad 0.28 \times qK_{f12} \times Z=0.28 \times 1.44 \times Z=0.40Z$$

$$1階 \quad 0.72 \times qK_{f11} \times Z=0.72 \times 0.7 \times Z=0.50Z$$

Zは地域係数(道内では0.8~1.0)

48

必要耐力について (Point11)

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。

49

必要耐力の割増【精算法】(各階の床面積を考慮した必要耐力)

・地盤が非常に悪い敷地:

必要耐力×1.5

・階の短辺の長さが短い場合:

「4.0m未満」→ 必要耐力×1.3

「4.0m以上6.0m未満」→ 必要耐力×1.15

・1階が鉄筋コンクリート造:

必要耐力×1.2

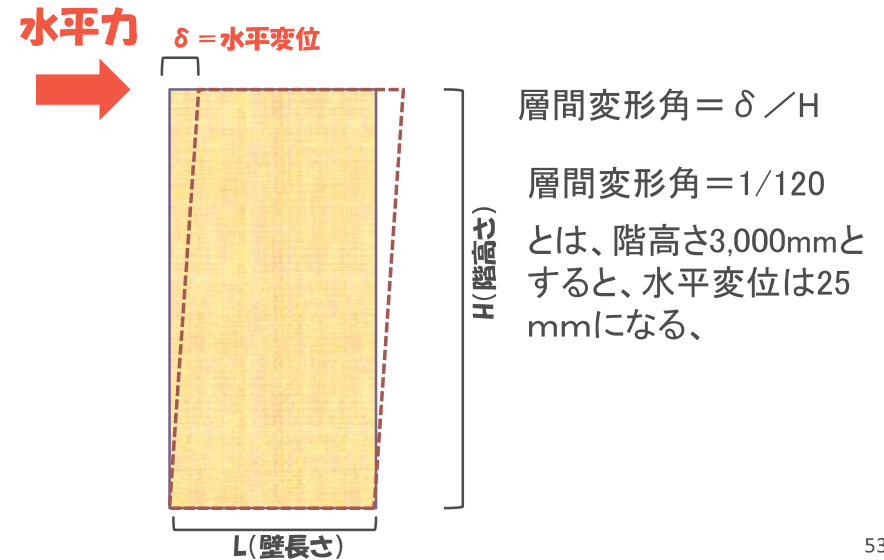
50

保有する耐力を算出するには、
壁倍率1倍を
説明してください。

51

壁倍率1倍とは、長さが1mの壁に**200kg(1.96kN)**の水平力が作用した時に、層間変形角が**1/120**となる壁のこと。(15cm×90cmの筋かいを入れた軸組相当)

52



53

壁基準耐力と壁倍率について

耐震診断では、壁基準耐力(kN/m)
新築では、壁倍率(令46条4項表1)
耐震診断では、壁基準耐力で記載されているので、壁倍率から換算する必要がある。

$$\text{壁基準耐力} = \text{壁倍率} \times 1.96 \text{ kN/m}$$

N値計算は、壁倍率として計算する

$$\text{壁倍率} = \text{壁基準耐力} \div 1.96 \text{ kN/m}$$

54

保有する耐力について

保有する耐力 = 各方向ごとの壁の耐力の和
壁の耐力とは?? 壁の仕様によって決まる

工法の種類		壁基準耐力 (kN/m)
筋かい木材15×90以上	びんた伸ばし	1.6
筋かい木材30×90以上	BPまたは同等品	2.4
	釘打ち	1.9
筋かい木材45×90以上	BP2または同等品	3.2
	釘打ち	2.6
木摺り釘打ちした壁		0.8
構造用合板(耐力壁仕様)		5.2(1.5)[5.4]
構造用合板(準耐力壁仕様)		3.1(1.5)
木摺り下地モルタル塗り		2.2
石膏ボード張り(厚9mm以上)		1.1(1.1)
合板(厚3mm以上)		0.9(0.9)

()内は胴縁仕様の場合
【 】内は枠組壁工法の場合

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
P 31 表3.2 一般診断法での工法と壁基準耐力 Fw

その他仕様の記載あります。

55

保有する耐力について

旧耐震基準の住宅で多いモルタル木造であれば

外壁が木摺モルタル壁で内壁がプリント合板(合板3mm以上)の壁だと $2.2 + 0.9 = 3.1 \text{ kN/m}$

さらに、3つ割りの筋かい(くぎ打ち)があると $3.1 + 1.9 = 5 \text{ kN/m}$ の壁基準耐力になる

複数の仕様を併用する場合は、それぞれの和にできるが、 10 kN/m を超える場合には、 10 kN/m としなければいけない。

実際は、壁長さが0.91mの壁1枚だと $3.1 \times 0.91 = 2.82 \text{ kN}$ となる。

6

保有する耐力について

ペナルティー

$$Q_w: \text{無開口壁の耐力} \quad Q_w = \sum(F_w \times L \times K_j)$$

(a) F_w : 壁基準耐力(kN/m) 壁の仕様に依りて表3-2から求める

複数の仕様を併用する場合、それぞれを加算できるが、最大 10.0 (kN/m) までとする。また、調査の結果 仕様が不明の場合には、 $F_w = 2 \text{ (kN/m)}$ とするが、安易に使用しない方がよい。

(b) 壁長L(m)

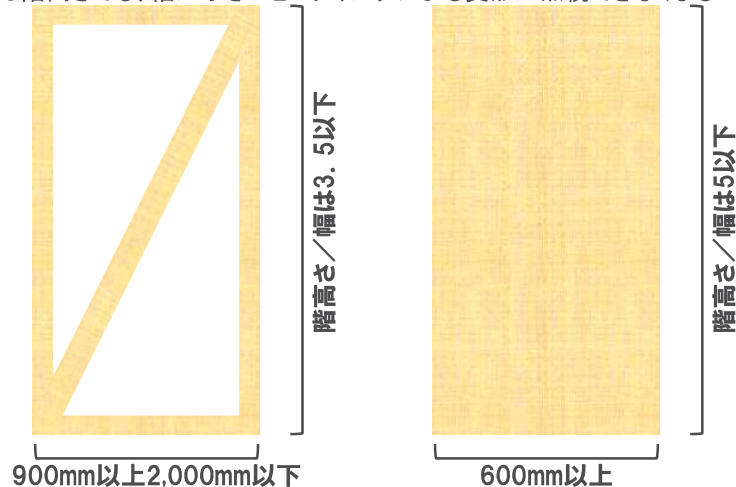
壁長としては、無開口壁の長さのみを算定する。

筋かいの場合は90cm以上、面材の場合60cm以上の無開口壁が対象

57

告示壁の仕様について

筋かいの傾斜が立ってくると剛性が低下すること
同じ階高さでも、幅が小さいとロッキングによる変形が無視できなくなる



58

保有する耐力について

(c) 柱梁接合部による低減係数 K_j

壁端柱の柱頭・柱脚接合部の種類によって表3-3による。

壁基準耐力が表に掲げた数値の中間の場合には、直線補間とする
壁基準耐力が 2 kN/m 以下は 2 kN/m 、壁基準耐力が 7 kN/m 以上は 7 kN/m とする。
壁基準耐力が 1 kN/m 未満の場合は、低減係数を1とする(低減なし)。



59

保有する耐力について

接合部Ⅰ～Ⅳの仕様は以下の通り 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 平成12年告示1460号に適合すること
- 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

基礎Ⅰ～Ⅲの仕様は以下の通り

旧耐震住宅なら、ほとんどこの仕様！

- 基礎Ⅰ 壁基礎、鉄筋コンクリート造の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等

保有する耐力について

出典：一般財団法人日本建築防災協会 2012年改訂版 本造住宅の耐震診断と補強方法 P32表3、3 壁柱の柱頭・柱脚接合部の種類による耐力低減係数 K_j

積雪1mの場合

2階建ての2階

壁基準耐力 (kN/m) 接合部の仕様	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	0.9	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

K_j

2階建ての1階

壁基準耐力 (kN/m)	2.0			3.0			5.0			7.0		
基礎の仕様 接合部の仕様	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	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

保有する耐力について

出典：一般財団法人日本建築防災協会 2012年改訂版 本造住宅の耐震診断と補強方法 P32表3、3 壁柱の柱頭・柱脚接合部の種類による耐力低減係数 K_j

積雪無しの場合

2階建ての2階

壁基準耐力 (kN/m) 接合部の仕様	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

この低減率、大きいですね

K_j

2階建ての1階

壁基準耐力 (kN/m)	2.0			3.0			5.0			7.0		
基礎の仕様 接合部の仕様	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 3×0.8=2.4kN/m
2階建ての2階柱 壁基準耐力3kN/m 接合部Ⅳ 3×0.35=1.05kN/m 61

診断結果について

壁耐力の算出

階	方向	No.	Fw	Hk (sfk)	L	Q _{wi}	Y	Q _{wi} ×Y	Yk	Q _{wi} ×(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	61.03			33.733						
		W4	1.80	×	1,000	×	910	=	1.64	4,550	7.45			0.471						
		W5	1.80	×	1,000	×	910	=	1.64	3,640	5.96			3.426						
		W6	1.80	×	1,000	×	910	=	1.64	3,640	5.96			3.426						
		W7	2.20	×	1,000	×	910	=	2.00	4,550	9.11			0.576						
		W8	2.20	×	0.958	×	6,370	=	13.43	4,550	61.09			3,860						
		W9	2.20	×	0.958	×	2,730	=	5.75	2,730	15.71			31.943						
		W27	2.20	×	1,000	×	910	=	2.00	3,640	7.29			4.187						
		W1	3.30	×	0.778	×	910	=	2.34	0.000	0.00			60.439						
		W2	3.30	×	0.778	×	910	=	2.34	0.000	0.00			60.439						
		(計)												Q _w	=	59.77	Σ =	304.02	Σ =	284.189
														Q _{wi}	=	59.77				
														Q _e	=	0.00				

接合部の低減係数がある

N値計算をして、低減係数が変わらないか確認！

保有する耐力について 接合部について

出典：一般財団法人日本建築防災協会
2012年改訂版 本造住宅の耐震診断と補強方法
P39 解表3.7 接合部の仕様

Nの値	継手・仕口の仕様	許容耐力または降伏耐力 (kN)	告示表3
0	短ぼ差し	0	い
	かすがい打ち	1.1	
0.65	長ぼ差し込み柱	3.8	ろ
	かど金物CP-L	3.4	
1.0	かど金物CP-T	5.1	は
	山形プレートVP	5.9	
1.4	羽子板金物、短冊金物(スクリュー釘なし)	7.5	に
1.6	羽子板金物、短冊金物(スクリュー釘あり)	8.5	ほ
1.8	引き寄せ金物 HD-10	10.0	へ
2.8	引き寄せ金物 HD-15	15.0	と
3.7	引き寄せ金物 HD-20	20.0	ち
4.7	引き寄せ金物 HD-25	25.0	り
5.6	引き寄せ金物 HD-15×2	30.0	ぬ

※接合部の仕様について
接合部Ⅰの仕様については、**N値計算と同様の方法を用いる**などして確認することができる。各柱について各方向に計算をしてN値を求める。その大きな方の値に応じて接合部の仕様が、解表3.7にあげた継手・仕口仕様または同等以上となっていればよい。

N値計算について (Point12,13)

各柱、各方向でN値を求め、前項の表に掲げる継手・仕口の仕様または同等以上となっていれば、接合部Ⅰの仕様となり低減の必要がなくなります。

平屋建て若しくは2階建ての2階柱
 $N=A1 \times B1 - L$

A1：当該柱の両側における軸組の倍率の差
B1：周辺部材の押さえ効果を示す係数、出隅柱で0.8 その他柱0.5
L：鉛直荷重における押さえ効果を示す係数、出隅柱で0.4
その他階の柱で0.6

2階建ての部分における1階柱
 $N=A2 \times B2 + A1 \times B1 - L$

A2、B2：当該柱の両側における軸組の倍率の差
A1：当該柱に連側する2階柱の部材の両側における軸組の倍率の差
B1：2階周辺部材の押さえ効果を示す係数、出隅柱で0.8 その他柱0.5
L：鉛直荷重における押さえ効果を示す係数、出隅柱で1.0
その他階の柱で1.6

N値計算について

N値計算について

平屋建てもしくは2階建ての2階柱

$$(A1(\text{左右の差}) + \text{筋かい補正}) \times B1 \left(\frac{\text{出隅}(0.8)}{\text{その他}(0.5)} \right) - L \left(\frac{\text{出隅}(0.4)}{\text{その他}(0.6)} \right) = N\text{値}$$

2階建ての1階柱

$$(A2(\text{左右の差}) + \text{筋かい補正}) \times B2 \left(\frac{\text{出隅}(0.8)}{\text{その他}(0.5)} \right) + 2\text{階の} A1 \times B1 - L \left(\frac{\text{出隅}(1.0)}{\text{その他}(1.6)} \right) = N\text{値}$$

出隅柱なら0.8、その他の柱の場合は0.5
※分数表記ではない

※ 上記の「左右の差」とは、当該柱の両側における**壁倍率**の差のこと

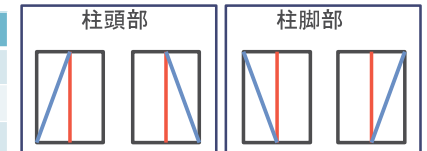
耐震診断では、壁基準耐力で記載されているので、壁倍率に換算する必要がある。
壁基準耐力 = 壁倍率 × 1.96 kN/m
よって **壁倍率 = 壁基準耐力 / 1.96** として計算する。

N値計算について

N値計算における筋かいの補正值

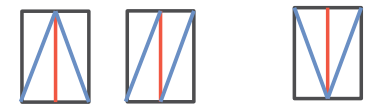
筋かいが片側から取り付く場合

	柱頭部	柱脚部
15×90以上	0.0	0
30×90以上	0.5	-0.5
45×90以上	0.5	-0.5
90×90以上	2.0	-2.0



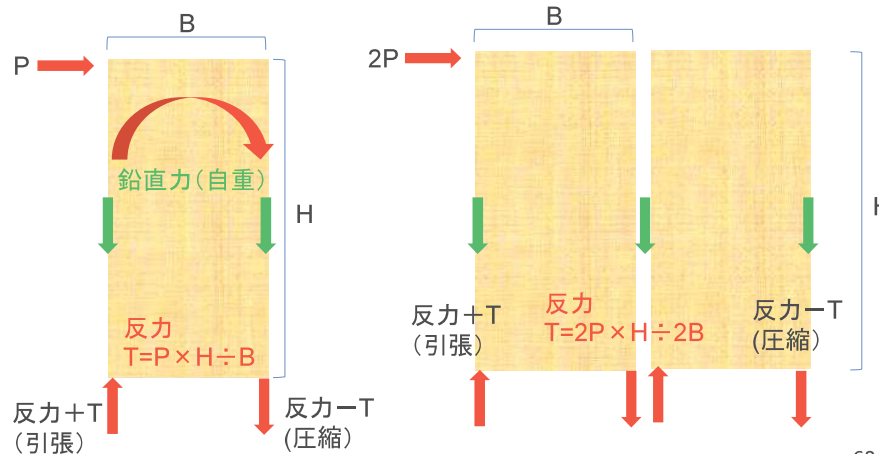
筋かいが両側から取り付く場合

	15×90	30×90	45×90
15×90	0.0	0.5	0.5
30×90	0.5	1.0	1.0
45×90	0.5	1.0	1.0



このケースは補正值0

N値計算について 金物の設計(N値計算)



68

保有する耐力について 保有する耐力(地震時の横揺れに耐える力)

$$edQ_u = Q_u \times \boxed{eK_{fl} \times dK}$$

ペナルティー

Q_u : 壁・柱の耐力の合計

eK_{fl} : 耐力要素の配置等による低減係数

dK : 劣化度による低減係数

(1) 壁・柱の耐力の合計: Q_u

$$Q_u = Q_w + Q_e$$

壁・柱の耐力は、無開口壁の耐力、その他の耐震要素の耐力に基づいて、X方向、Y方向それぞれについて求める。

69

保有する耐力について

その他の耐震要素(有開口壁と柱の耐力の合計): Q_e

$$Q_e = \begin{cases} Q_{wo} & (\text{方法1の場合}) \\ \sum Q_c & (\text{方法2の場合}) \end{cases}$$

(イ) 方法1の場合

有開口壁の耐力は、有開口壁の長さから算定する方法を原則とし、整形で一般的木造住宅では、外壁面の無開口壁率から算定する方法を用いることもできる。

①有開口壁長による算定(お薦め)

窓型開口壁(腰壁+垂れ壁)、掃き出し型開口壁の壁長に応じて算定

$$Q_{wo} = \sum (Fw \cdot Lw)$$

Fw: 窓開口の場合 0.6 kN/m、掃き出し開口の場合 0.3 kN/m

Lw: 開口壁長 (m) 連続する開口壁長の上限は3mとする

②無開口壁率による算定

70

保有する耐力について

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

eK_{fl} : 耐力要素の配置等による低減係数

必要耐力を各階の床面積を考慮した必要耐力で算出した場合には、必ず偏心率および床仕様による低減係数を用いることになり、最大で0.4まで低減される。

床の仕様は、旧耐震建物は、ほとんどが床仕様Ⅲになり想定する床倍率は0.5未満になる。

偏心率を算出するのは面倒くさい。プログラムが計算してくれるので、積極的に利用しましょう!

偏心率 Reは0.15を超えると低減される。

4分割法(低減係数は0.45が最大)はNGになります。

床仕様Ⅰ: 合板、床仕様Ⅱ: 火打ち+荒板、

床仕様Ⅲ: 火打ちなし

71

保有する耐力について

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
P51 表3.8 老朽度の調査部位と診断項目（チェックシート）

dK:劣化度による低減係数

表 3.8 老朽度の調査部位と診断項目（チェックシート）

部位	材料、部材等	劣化事象	存在点数		劣化点数
			第10年未満	第10年以上	
屋根	金属板	変形、さび、さび穴、すれ、めくれがある	2	2	2
	瓦・スレート	割れ、欠け、すれ、欠落がある	2	2	2
壁	枠・呼び種	変形、さび、割れ、すれ、欠落がある	2	2	2
	壁紙	変形、さび、割れ、すれ、欠落がある	2	2	2
外壁	木製板、合板	水浸み痕、こげ、割れ、抜け、腐りがある			
	窯業系サイディング	こげ、割れ、すれ、欠落、シール切れがある			
	金属サイディング	変形、さび、さび穴、すれ、めくれ、目地突き、シール切れがある	4	4	4
	セラミック	こげ、0.3mm以上の亀裂、剥離がある			
露出した躯体	木造みね、こげ、腐り、蟻害、腐食がある				
	コンクリート	水浸み痕、こげ、割れ、抜け、腐りがある	2	2	2
バルコニー	木製板、合板	水浸み痕、こげ、割れ、抜け、腐りがある			
	窯業系サイディング	こげ、割れ、すれ、欠落、シール切れがある		1	1
	金属サイディング	変形、さび、さび穴、すれ、めくれ、目地突き、シール切れがある			
	外壁との接合部	外壁面との接合部は亀裂、隙間、緩み、シール切れ、剥離がある		1	1
床防水	壁面を伝って流れている、または排水の仕組みが無い		1	1	
一般内装、廊下	水浸み痕、はがれ、亀裂、ひびがある	2	2	2	
内装	タイル壁	目地の亀裂、タイルの割れがある			
	タイル以外	水浸み痕、変色、亀裂、かび、腐り、蟻害がある	2	2	2
床	一般室	腐り、湿度の影響、床鳴りがある	2	2	2
	廊下	腐り、湿度の影響、床鳴りがある	1	1	1
床下	基礎のひび割れや床下材に腐り、蟻害、腐食がある	2	2	2	
合計			15	6	

$dK = (1 - 6 / 15) = 0.6$ なので
0.7となる(0.7未満は0.7とする)
旧耐震の住宅であれば0.7が一般的では！

補強後の診断においても補強前の劣化低減係数を用いることが原則となっている。
下地を取り除くなど詳細に診断に診断を行い、補強・補修しても全ての劣化現象について確認したことにならないので、劣化低減係数の上限を0.9とする。

保有する耐力について

まとめ

$$edQ_u = Q_u \times eK_{fl} \times dK$$

- Q_u : 壁・柱の耐力の合計
- eK_{fl} : 耐力要素の配置等による低減係数
- dK : 劣化度による低減係数
- Q_w : 無開口壁の耐力 $Q_w = \sum(F_w \times L \times K_j)$
- K_j : 柱梁接合部による低減係数

3つの低減係数がある！

一般診断と精密診断の違い (Point15)

上部構造評点 = edQ_u / Q_r は同じ

一般診断

$$edQ_u = Q_u \times eK_{fl} \times dK$$

偏心 劣化

$$Q_u = Q_w + Q_e$$

$$Q_w = \sum(F_w \times L \times K_j)$$

一般診断と精密診断の違い

上部構造評点 = edQ_u / Q_r は同じ

精密診断

$$edQ_u = (Q_w + Q_o) \times F_s \times F_e$$

剛性率 偏心率

$$Q_w = \sum(F_w \times L \times \min(K_j, dK_w))$$

Q_w : 無開口壁の耐力

Q_o : 有開口壁の耐力

接合部低減

劣化

小さいほう

評点について (Point7) 上部構造の耐力診断

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

$$\text{上部構造評点} = e_d Q_u / Q_r$$

$e_d Q_u$: 保有する耐力 Q_r : 必要耐力

表 3.9 評点と判定

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

- 旧耐震基準の上部構造評点は、
おおよそ**0.3～0.6程度**となることが多い

評点について

大地震時の建物の倒壊の可能性について診断するもので、受ける被害を診断するものではない。
評点が1.0以上の建物は、一応倒壊しないとなり、大規模半壊など被害を生じる可能性があることを、建主に説明する必要があります。

また、判定に「**一応**」とあるのは一般診断法では、すべての構造要素を把握できていないこと、**建築基準法では考慮していない耐力要素も評価に含んでおり、余力が少ないなどの不確定要素があり、現行建築基準法で建設された建物と同じ性能ではないことを忘れない!**

居住性、鉛直荷重(積雪荷重)、
中地震時の非損傷性、大風時の安全性は対象外

診断結果について

X方向が偏心のペナルティがある!

評点は、この中の最小値になるので0.42がこの建物の評点になる

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Q_u (kN)	配置等による低減係数 eKd	劣化度 dK	保有する耐力 $e_d Q_u = Q_u \times eKd \times dK$	必要耐力 Q_r (kN)	上部構造評点 $e_d Q_u / Q_r$
2	X	27.70	0.758	0.70	14.71	29.53	0.49
	Y	26.91	1.000	0.70	18.84	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($e_d Q_u / Q_r$)に対しては小数点第3位を切り捨てる。

劣化のペナルティ

1階 X方向について、壁柱の耐力は59.77kNだが配置の低減係数と劣化度の低減係数があるので $59.77 \times 0.743 \times 0.7 = 31.08$ がこの建物の保有耐力になる。それに対して必要耐力が72.84なので $31.08 \div 72.84 = 0.42$ となる。

診断結果について

6. 耐力要素の配置等による低減係数 (偏心率)

【床の仕様】Ⅲ 火打ちなし(4m以上の吹き抜けなし)

K_T : おじれ剛性 $= \sum (Q_{swi} \times (Y - Y_k)^2 + Q_{swl} \times (X - X_k)^2)$
 e : 偏心距離 $e_x = |Y_g - Y_k|$, $e_y = |X_g - X_k|$, 重心 (X_g, Y_g) , 剛心 (X_k, Y_k)
 r_e : 弾力半径 $r_{ex} = \sqrt{K_T / Q_{Ux}}$, $r_{ey} = \sqrt{K_T / Q_{Uy}}$
 Re : 偏心率 $= e / r$
 eKd : 耐力要素の配置等による低減係数、解表3.6により算出

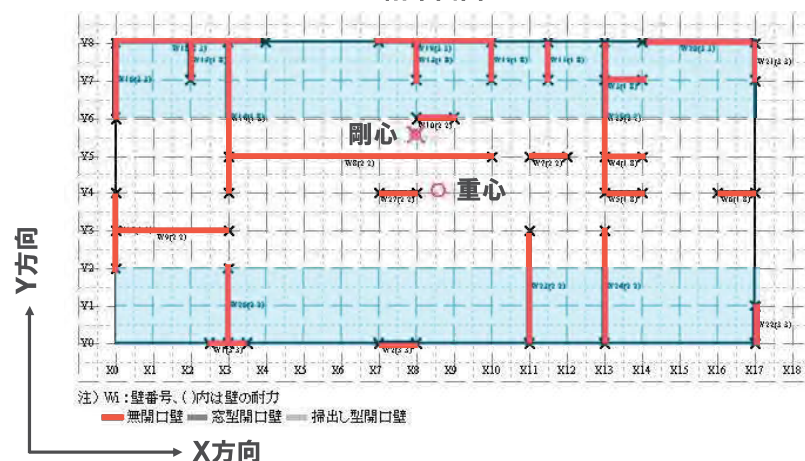
偏心率 低減係数

階	方向	K_T	重心	剛心	e	r_e	Re	eKd
2	X	333.86	4.10	4.95	0.85	3.47	0.246	0.758
	Y		8.19	8.82	0.43	3.52	0.122	1.000
1	X	1699.63	3.73	5.09	1.36	5.33	0.254	0.743
	Y		7.83	7.26	0.57	5.82	0.097	1.000

1、2階 X方向は偏心率が0.15を超えている。これは壁配置のバランスが悪いので、ペナルティとして低減係数0.743と0.758がかかる。

診断結果について

1階平面図



80

診断結果について

仕様が不明な壁の耐力を0kN/mとして評価することは、安全側の評価になりますが、構造評点が低く評価されることとなります。

構造評点を実際よりも**あまりにも低く**評価しすぎると、耐震改修費用の概算額が**高額**になってしまい、**住まい手が耐震改修意欲を無く**してしまいます。

出来るだけ、正確に部材を評価した診断を行うことが、耐震改修工事に繋がります。

諦めさせないこと

81

木造住宅の耐震診断の補助を実施している自治体が多数あります。
(上限で5～10万円)

82

耐震改修は
どうすればよい？

減点されている原因:劣化と壁配置のバランスが悪い

- ・劣化はすべて解消することは難しい
- ・X方向の壁の配置のバランスを改善
 例えば 配置等による低減がなくなると
 1階 X方向の保有耐力は $59.77 \times 1.0 \times 0.7 = 41.89$
 $41.89 / 72.84 = 0.57$ になるが1.0は遠い!
 よって、根本的に壁量が少ないので、壁を補強するしかない

83

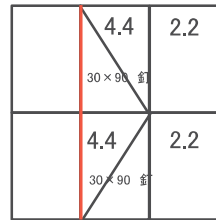
N値計算について（参考）

N値計算例について



2階 (A1(左右の差)+筋かい補正) × B1 ($\frac{\text{出隅}_{(0.8)}}{\text{その他}_{(0.5)}}$) - L ($\frac{\text{出隅}_{(0.4)}}{\text{その他}_{(0.6)}}$) = N値
 ((4.4/1.96-0)+0.5(柱頭)) × 0.8-0.4 = 2.19-0.4 = **1.795** -----へ以上

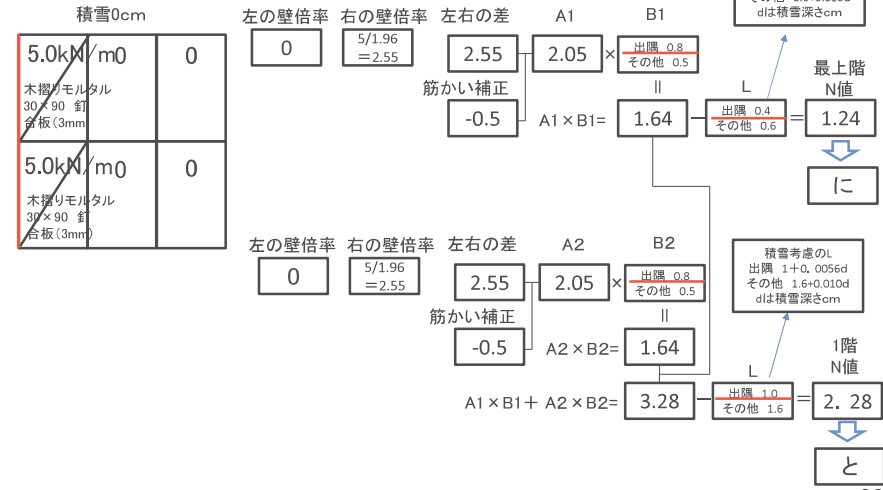
(1階A2(左右の差)+筋かい補正) × B2 ($\frac{\text{出隅}_{(0.8)}}{\text{その他}_{(0.5)}}$)
 +2階のA1 × B1 - L ($\frac{\text{出隅}_{(1.0)}}{\text{その他}_{(1.6)}}$) = N値
 ((4.4/1.96-0)-0.5(柱脚)) × 0.8+2.19-1.0 = **2.58** -----と以上



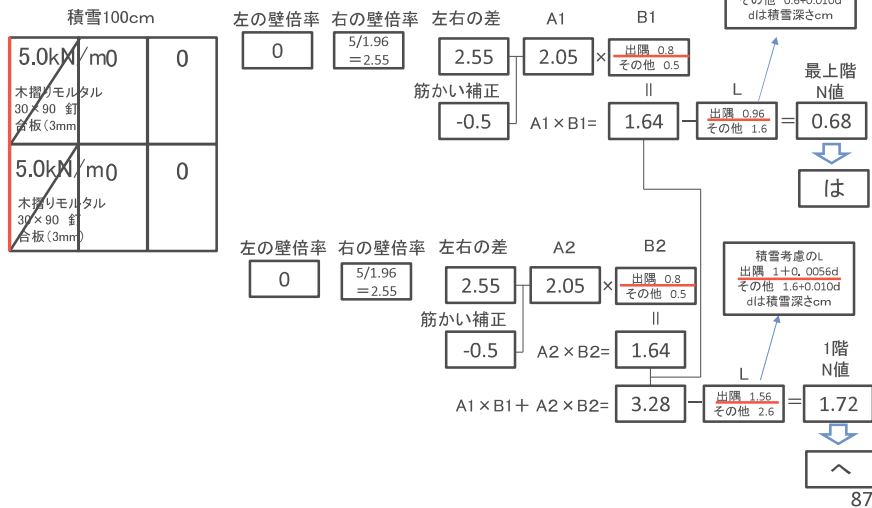
2階 (A1(左右の差)+筋かい補正) × B1 ($\frac{\text{出隅}_{(0.8)}}{\text{その他}_{(0.5)}}$) - L ($\frac{\text{出隅}_{(0.4)}}{\text{その他}_{(0.6)}}$) = N値
 ((4.4/1.96-0)+0.5(柱頭)) × 0.5-0.6 = 1.37-0.6 = **0.77** -----は以上

1階 (A2(左右の差)+筋かい補正) × B2 ($\frac{\text{出隅}_{(0.8)}}{\text{その他}_{(0.5)}}$)
 +2階のA1 × B1 - L ($\frac{\text{出隅}_{(1.0)}}{\text{その他}_{(1.6)}}$) = N値
 ((4.4/1.96-0)-0.5(柱脚)) × 0.5+1.37-1.6 = 0.64 -----ろ以上

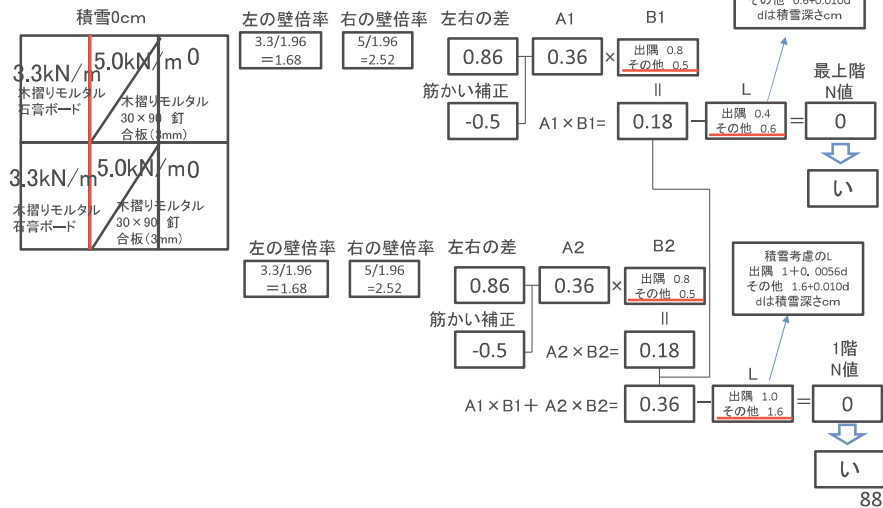
N値計算について（参考）



N値計算について（参考）



N値計算について（参考）



壁基準耐力一覧（参考）

2012年版 一般診断法での壁基準耐力

工法の種類		壁基準耐力(kN/m)
土塗り壁	塗厚40mm以上 ～50mm未満	横架材まで達する場合 2.4 横架材間7割以上 1.5
	塗厚50mm以上 ～70mm未満	横架材まで達する場合 2.8 横架材間7割以上 1.8
	塗厚70mm以上 ～90mm未満	横架材まで達する場合 3.5 横架材間7割以上 2.2
	塗厚90mm以上	横架材まで達する場合 3.9 横架材間7割以上 2.5
	筋かい鉄筋9φ	1.6
	筋かい木材15×90以上	ひんた伸ばし 1.6
筋かい木材30×90以上	BPまたは同等品	2.4
	釘打ち	1.9
筋かい木材45×90以上	BP-2または同等品	3.2
	釘打ち	2.6
筋かい木材90×90以上	M12ボルト	4.8
筋かい製材18×89以上（枠組壁工法用）	【1.3】	
木ずりを釘打ちした壁		0.5
構造用合板（耐力壁仕様）		5.2 (1.5) 【5.4】
構造用合板（準耐力壁仕様）		3.1 (1.5)
構造用パネル（OSB）		5.0 (1.5) 【5.9】
ラスシートモルタル塗り		2.5 (1.5)
木ずり下地モルタル塗り		2.2
窯業系サイディング張り		1.7 (1.3)
石膏ボード張り（厚9以上）		1.1 (1.1)
石膏ボード張り（厚12以上）（枠組壁工法用）		【2.6】
合板（厚3以上）		0.9 (0.9)
ラスボード		1.0
ラスボード下地しっくい塗り		1.3

参考のできる 2004年版 一般診断法での壁基準耐力

工法の種類	壁基準耐力(kN/m)
硬質木片セメント板	4.1 (3.0)
フレキシブルボード	3.5 (2.8)
石綿パライト板	3.4 (2.8)
石綿ケイ酸カルシウム板	2.9 (2.5)
炭酸マグネシウム板	2.8 (2.5)
バルブセメント板	2.7 (2.4)
シーリングボード	2.0 (2.0)
化粧合板（厚5.5：大壁）	1.4 (1.4)

使用可能な 2012年版 精密診断法1での壁基準耐力

工法の種類	壁基準耐力(kN/m)
パーティクルボード直張り [JIS 13M相当、厚12mm以上／ くぎN50 四周打ち@150mm]	5.0
ハードボード直張り [JIS 繊維板、S35相当、厚5mm以上／ くぎN50 四周打ち@150mm]	3.9

※ [] 内は、精密診断法1で要求されている材種、接合具、釘の本数または間隔等の仕様

いずれも
 () 内は胴縁仕様の場合
 【 】 内は枠組壁工法の場合
 「参考のできる 2004年版 一般診断法での壁基準耐力」
 「使用可能な 2012年版 精密診断法1での壁基準耐力」
 は、「2012年版 一般診断法での壁基準耐力」で示されている工法との重複分を除いている。