

「木造建築物の耐震診断及び耐震改修のためのガイドライン」

(一社)山口県建築士事務所協会
山口県建築物耐震診断等評価委員会

木造建築物の耐震診断及び耐震改修の評価基準について

木造建築物の耐震診断(補強建物の耐震診断を含む)を行う場合には、(一財)日本建築防災協会発行の「2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法」に従うものとする。ただし、特別な調査・研究による場合はこの限りではない。診断にあたっての詳細は以下による。

1. 適用範囲

本評価基準は、在来軸組構法、伝統的構法、枠組壁工法の木造住宅及び1階部分が鉄筋コンクリート造または鉄骨造の混構造住宅の木造部分に適用する。また、平屋建て、2階建て及び3階建てに適用するが、高さの高い壁や広い空間を持つ木造建物(学校校舎、幼稚園園舎、体育館など)にも適用できる。

2. 診断手法について

木造住宅の耐震診断及び耐震改修は、精密診断法1による。木造建物(非住宅)の耐震診断及び耐震改修は、原則として精密診断法2によるが、下記の条件を満足させる場合は精密診断法1を用いてよい。また、階高が5mを超える体育館等の大空間を有する木造建物の診断・改修は、精密診断法2による。なお、精密診断法1では、耐震診断は条件④、⑤を満足していない場合にあっても、満足するように改修することを前提に診断を進めることができるが、精密診断法2では、耐震診断は条件④、⑤の必要性能が確保されていることが前提である。

- ①木造建物の荷重は現況に即して適切に算定する。
- ②耐力算定時に階高補正を行う。
- ③水平構面剛性に対する検討を行う。
- ④アンカーボルトによって、土台等が基礎に緊結されていること。
- ⑤横架材の接合部が、羽子板ボルトと同等以上の引張耐力を有する接合となっていること。

耐震診断方法については、別添資料 I 「木造建築物の耐震診断方法の比較」参照。

3. 固定荷重等について

木造住宅の荷重は「2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法」に記載された住宅の簡易重量表を使用してよいが、木造建物の荷重は住宅の簡易重量表を補正するか又は個別に算定するものとする。

4. 地盤について

建設地の地盤の地盤種別を明記する。この場合、地盤種別の判定根拠を示すこと。

5. 耐震要素の耐力と剛性について

精密診断法1では「2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法」に記載された壁及び独立柱の基準耐力及び基準剛性の数値を使用して検討してよいが、精密診断法2の場合は、個々の部材の耐力及び剛性について根拠を明確にする。

6. 必要耐力(地震力)の計算

木造住宅の場合は、精密診断法1では「2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法」に記載された略算による必要耐力表を用いる方法の数値を使用して検討してよいが、精密診断法2で行う建築基準法施行令に準じて求める方法によってもよい。木造建物の場合は、精密診断法1及び精密診断法2ともに、建物の現況に即して精算する。

7. 建物調査

構造部材等を直接目視や打診等の手段で調査・確認することを原則とする。壁の仕様等の耐震要素は、引き剥がしを含めて特定する。劣化については、横架材、柱、柱接合部等を調査する。調査内容は、別添資料Ⅱ「木造建築物の耐震診断調査項目」による。

8. 偏心率・剛性率の計算

偏心率と剛性率の計算は、建築基準法による精算を行う。

9. 各部の検討

地盤、基礎、水平構面の損傷、柱の折損、横架材接合部の外れ及び屋根葺き材の落下の可能性について調査する。精密診断法1による場合は、「2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法」に記載された調査内容を確認して、該当箇所数を併記する。精密診断法2の場合は、これらに加えて基礎の破損・亀裂、土台とアンカーボルトの破壊、水平構面の荷重伝達及び横架材接合部の引張の検討を行うとともに、直下階に連続して耐震要素が配置されていない場合の耐震要素の耐力は、周辺部材の耐力及び伝達能力を考慮して行う。

別添資料

資料Ⅰ「木造建築物の耐震診断方法の比較」

資料Ⅱ「木造建築物の耐震診断調査項目」(該当項目のみ対象とする)

資料 I

木造建築物の耐震診断法の比較

黒字・赤字:建防協2012年改訂版、青字:改訂版以外(建防協ほか引用)

	精密診断法1 (保有耐力診断法)	精密診断法2 (保有水平耐力計算による方法)
1. 概要		
(1) 適用範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・在来軸組構法、伝統的構法(土壁や垂れ壁付き独立柱の多い構造)、枠組壁構法の住宅、及び1階部分がRC造またはS造の混構造住宅の木造部分に適用する。平屋建てから3階建てまでに適用する。木造校舎等は建物重量・階高補正、水平構面剛性の検討が必要(平成21年9月建防協) *適用に当たっては、建物が以下の仕様になっていることが必要である。ただし、これを満たしていない場合にあっても、満足するように改修することを前提に、診断を進めることができる。 <ol style="list-style-type: none"> ①アンカーボルトによって、土台等が基礎に緊結されていること。 ②横架材の接合部が、羽子板ボルトまたは、それと同等以上の引張耐力を有する接合となっていること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・在来軸組構法、伝統的構法、枠組壁構法の住宅、及び1階部分がRC造またはS造の混構造住宅の木造部分に適用する。平屋建て、2階建て及び3階建てに適用するが、高さの高い壁や広い空間を持つ構造にも適用できる。(学校校舎、幼稚園の園舎、体育館など)
(2) 診断項目	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震診断は、「上部構造の耐力の診断」及び「各部の検討」の2項目について行う。 ・「上部構造の耐力の診断」は評点を求めることで診断する。 ・「各部の検討」は、問題箇所を指摘する形で評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震診断は、「上部構造の耐力の診断」について行う。 ・基礎-土台接合部(アンカーボルト)、横架材同士の接合部については本診断と別途検討を要する。 *上部構造の診断では、基礎に生じる曲げモーメントによる壁耐力の低減を行っていないので、基礎の仕様に応じ検討が必要である。また、基礎-土台接合部、横架材同士の接合は、必要性能が確保されていることが前提である。(前提条件)
(3) 診断の基準	<ul style="list-style-type: none"> ・診断は、原則、大地震動での倒壊の可能性について実施する。倒壊の可能性の有無は、建築基準法で求める水準より判断する。 *大地震とは、建築基準法に定める「極めて稀に発生する地震」で、この地震動に対して当該住宅が倒壊するか否かを判定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・診断は、原則、大地震動での倒壊の可能性について実施する。倒壊の可能性の有無は、建築基準法で求める水準より判断する。 *大地震とは、建築基準法に定める「極めて稀に発生する地震」で、この地震動に対して当該住宅、当該建物が倒壊するか否かを判定する。
(4) 建物調査	<ul style="list-style-type: none"> ・構造部材などを直接目視や打診等の手段で調査することを原則とする。 *壁の仕様などの耐震要素は、引き剥がしを含めて特定する必要がある。 *劣化については、横架材、柱、柱接合部などを調査する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・構造部材などを直接目視して、構造部材の有無や劣化状況を調査・確認したうえで、診断することを原則とする。

2. 上部構造の耐力の診断		
(1) 耐力の診断の概要	<ul style="list-style-type: none"> 上部構造の耐力の診断は、当該住宅の各階・各方向について必要耐力と保有する耐力とを比較することで行う。 上部構造評点=edQu/QR ここで、QR:必要耐力 edQu:保有する耐力 	<ul style="list-style-type: none"> 上部構造の耐力の評点を、以下の式で求める。 上部構造評点=Que/Qun ここで、Qun:必要保有水平耐力 Que:保有水平耐力
(2) 必要耐力/必要保有水平耐力の算定	<p>必要耐力QRの算定は、以下の①を原則とするが、②によってもよい。</p> <p>いずれの場合も、著しく軟弱な地盤はQRを1.5倍とし、いずれかの階の短辺長さが6.0m未満の場合は、QRに短辺割増係数を乗じる。</p> <p>①略算による必要耐力表を用いる方法</p> $Q_r = \alpha * Q_{Kf} * Z * A$ <p>$\alpha = 0.28 \sim 1.80$ (建物重量、階、積雪の組合せ)</p> <p>Z: 地域係数</p> $Q_{Kf} = f(R_f)$ $R_f = f(A_2/A_1, A_3/A_2)$ <p>A1, A2, A3: 各階の床面積</p> <p>②建築基準法施行令に準じて求める方法</p> $Q_r = 0.2 * C_i * \sum W_i$ $C_i = Z * R_i * A_i * C_o$ <p>*ここでは、大地震に対する必要耐力に調整係数を乗じてベースシア係数0.2に相当する揺れに対応する必要耐力に換算して求めている。これは、中地震時の外力を想定した耐力評価法に整合させるためである。</p>	<p>必要保有水平耐力Qunは、次式より算出する。(建築基準法施行令第82条の3)</p> $Q_{un} = D_s * F_{es} * Q_{ud}$ $Q_{ud} = Z * R_t * A_i * W$
(3) 保有する耐力/保有水平耐力の算定	<p>当該住宅の保有する耐力edQuは、以下の方法1及び方法2のいずれかにより求める。在来軸組構法及び枠組壁工法は方法1を、伝統的構法は方法2を用いる。</p> <p>方法1 耐力壁構造の場合</p> $edQu = (Q_w + Q_{wo}) * F_s * F_e$ <p>edQu: 保有する耐力</p> <p>Qw: 無開口壁の耐力</p> <p>Qwo: 有開口壁の耐力</p> <p>Fs: 剛性率による低減係数</p> <p>Fe: 偏心率と床の仕様による低減係数</p> <p>壁の耐力と剛性</p> <ul style="list-style-type: none"> 無開口壁の耐力と剛性 $Q_w = \sum (F_w * L * \min(K_j, dK_w))$ <p>ここで、Qw: 無開口壁の耐力</p> <p>Fw: 壁基準耐力 (Fw ≤ 14kN/m)</p> <p>L: 壁長</p>	<p>保有水平耐力計算による方法は、次の[1]及び[2]のいずれかによる。</p> <p>[1] 層の荷重変形関係に基づき、保有水平耐力を求める場合</p> <p>方法A: 剛床と見なせる場合</p> <p>A-1: 偏心率が0.15 以下の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 各階、各方向について、各構面の剛性を用いて偏心率を算出し、0.15 以下であることを確認する。 各構面の荷重変形関係の累加を層の荷重変形関係とし、以下により保有水平耐力及び必要保有水平耐力を算出する。 <p>1) 層の荷重変形関係をエネルギー等価な完全弾塑性モデルに置換する。</p> <p>2) 等価な完全弾塑性モデルの終局耐力を当該階、当該方向の保有水平耐力とする。</p>

	<p style="text-align: center;">Kj:柱接合部低減係数 dKw:壁劣化低減係数</p> $sw = \sum (Sw * L * \min(Kj, dKw))$ <p style="text-align: center;">ここで、sw:無開口壁の剛性 Sw:壁基準剛性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有開口壁の耐力と剛性 $Qwo = \sum (Fw * Ko * L * \min(Kj, dKw))$ <p style="text-align: center;">ここで、Qw:無開口壁の耐力 Ko:開口低減係数</p> $swo = \sum (Sw * Ko * L * \min(Kj, dKw))$ <p style="text-align: center;">ここで、swo:無開口壁の剛性</p> ・壁の基準耐力は、壁内部の軸組等及び両側に張られた面材等の耐力を合計した数値とする。 ・基準耐力は、大変形領域を考慮して「終局耐力と靱性により決定される数値④」としている。 <ol style="list-style-type: none"> ①(2/3)Pmax ②P1/120 ③Py ④0.2Pu√(2μ-1) ・剛性は、1/200rad.時の割線剛性を基準としている。 <p>方法2 垂れ壁付き独立柱の多い構造の場合</p> $edQu = (Qw + dQc + wQc) * Fs * Fe$ <p>edQu: 保有する耐力 Qw: 無開口壁の耐力 dQc: 垂れ壁付き独立柱の耐力 wQc: 垂れ壁・腰壁付き独立柱の耐力 Fs: 剛性率による低減係数 Fe: 偏心率と床の仕様による低減係数</p> $dQc = \sum (dFc * dKc)$ <p>dQc: 垂れ壁付き独立柱の耐力 dFc: 垂れ壁付き独立柱基準耐力 dKc: 柱の劣化低減係数</p> $sc = \sum (dSc * dKc)$ <p>sc: 垂れ壁付き独立柱の剛性 dSc: 垂れ壁付き独立柱基準剛性</p> $wQc = \sum (wFc * dKc)$ <p>wQc: 垂れ壁・腰壁付き独立柱の耐力 wFc: 垂れ壁・腰壁付き独立柱基準耐力 dKc: 柱の劣化低減係数</p> $scw = \sum (wSc * dKc)$ <p>scw: 垂れ壁・腰壁付き独立柱の剛性 wSc: 垂れ壁・腰壁付き独立柱基準剛性</p> <p>* 但し、小径120mm未満の柱は耐力を評価されない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・剛性率による低減 $Fs = 1.0 / (2.0 - Rs / 0.6) \quad Rs \leq 0.6$ 	<p>3)等価な完全弾塑性モデルの塑性率μを用いて、Dsを算出する。 $Ds = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$</p> <p>4)必要保有水平耐力を算出する。 $Qun = Ds * Fes * Qud$</p> <p>A-2: 偏心率が0.15を超える場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各構面の変位をねじれ補正係数で除して補正した荷重変形関係の累加を行う。Que、Qunの算出はA-1と同様。 <p>方法B: 柔床の場合</p> <p>B-1: 水平構面剛性を無視する場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各階各方向の構造特性係数と構面ごとの負担荷重及び構面の荷重変形関係を用いて、構面ごとの保有水平耐力Queと必要保有水平耐力Qunを算出し、各階各方向での、Que/Qunの最小値を求め、評点とする。 ・併せて、各階各方向で一つの構面が保有水平耐力に達するときの地震力を用い、水平構面間のせん断力の伝達がないものとしてせん断変形角を算出し、水平構面の各部で損傷限界変形角以下であることを確認する。 <p>B-2: 水平構面剛性を考慮して増分解析を行う場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平構面の荷重変形関係を考慮したモデル(接合部変形を考慮した擬似3次元モデルなど)を用いて増分解析を行い、各階各方向の重心位置での荷重変形関係を算出する。高さ方向の地震力分布はAiを用い、水平方向の地震力分布は各構面の負担重量に比例したものとしてよい。 <p>[2]単体の終局耐力の累加により保有水平耐力を求める場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単位壁の終局耐力を壁の長さL、壁高さによる低減係数Kh、壁の劣化等による低減係数dK、柱接合部による壁の耐力低減係数Kjを考慮し、その累加を保有水平耐力とする。 $Que = \sum (Qui * Li)$ $Qui = Qu * Kh * \min(dK, Kj)$ ・必要保有水平耐力は以下による。 $Qun = Ds * Fes * Qui$ $Ds = \sum (Qui * Li * Dsi) / \sum (Qu * Li)$ ・水平構面の荷重伝達を以下により確認する。 水平構面の地震時存在応力 < 水平構面の短期許容耐力 水平構面の存在応力を求める際の地震力Pは原則として以下とする。 $P = 0.3 * Wi / 2 * Ai$
--	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> ・偏心率と床の仕様による低減 平均床倍率(1.0以上、0.5以上1.0未満、0.5未満)と偏心率の組合せによって、低減係数F_eを算出する。 	<p>Wi:当該水平構面の地震力算 定用重量</p> <p>接合部の荷重伝達を併せて確認する。</p>
3. 各部の検討		
(1) 地盤	<p>地形・地盤</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地が傾斜地、盛土・切土 ・建物周辺に1.5m以上の擁壁 ・液状化 ・造成後5年以内の造成地 ・河川・湖沼・池などの埋立地 ・SWS 試験等で地耐力30kN/m^2以下の層が3m以上ある <p>地盤の種類</p> <ul style="list-style-type: none"> ・良い普通の地盤(第1種・2種地盤) ・悪い地盤(第2種地盤) ・非常に悪い地盤(第2種・3種地盤) 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左(地盤の崩壊等)
(2) 基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎Ⅰ 健全なRC造布基礎、べた基礎 ・基礎Ⅱ ひび割れのあるRC造基礎 無筋コンクリート布基礎ほか ・基礎Ⅲ 玉石、ブロック基礎ほか <p>*耐力壁の両端近傍にアンカーボルトがあるか確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の破損・亀裂等 ・土台とアンカーボルトの破壊
(3) 水平構面の損傷	<ul style="list-style-type: none"> ・不整形な平面形 ・荒板床、幅1/2以上の吹抜け ・短辺$>4\text{m}$の吹抜け ・下階壁抜け2面以上の外周壁 ・部分2階建てで2階直下に壁少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・水平面の荷重伝達の確認 <p>ただし、耐力壁線で囲まれる面積40m^2以下、耐力壁線間隔8m以下、かつ横架材間接合部が羽子板ボルトでなされ、火打ちー横架材接合部が羽子板ボルト、M12ボルトによる接合部と同等か同等以上の場合の確認を省略してよい。</p>
(4) 柱の折損	<ul style="list-style-type: none"> ・垂れ壁の基準耐力と柱の小径の組合せで、曲げ破壊を生じる可能性の柱を整理 	<ul style="list-style-type: none"> ・柱折損の安全限界変形角データが不十分
(5) 横架材接合部の外れ	<ul style="list-style-type: none"> ・12畳以上の大きな部屋 ・母屋部分より下屋部分に壁が多い ・横架材接合部の補強金物 	<ul style="list-style-type: none"> ・横架材接合部の引張の検討
(6) 屋根葺き材の落下の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・瓦等(棟瓦、平瓦) ・金属板葺き 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左
耐震診断法のまとめ		
診断法	精密診断法1 (保有耐力診断法)	精密診断法2 (保有水平耐力計算による方法)
診断法の適用	<ul style="list-style-type: none"> ・保有耐力及び必要保有耐力が中地震時の外力を想定しているため、上部構造と基礎及び横架材は、相互の摩擦係数の範囲で地震時の水平力が伝達されると考えられる。このため、基礎と土台のアンカーボルト及び横架材接合部が仕様規定を満足しない木造校舎(講堂、体育館は除く)の耐震診断に適用する。 ・改修時は、大地震時の水平力を確実に伝達させるため、アンカーボルト、横架材接合部の耐力及び水平構面の剛性 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存不適格木造建築物の多くは非剛床で、水平構面の荷重伝達が不可であるため、本診断方法を採用する前提条件に合致しない。従って、診断時に水平構面の荷重伝達、アンカーボルト及び横架材接合部が前提条件を満足しない建築物の耐震診断は精密診断法1で、前提条件を満足する場合のみ精密診断法2で行う。 ・本診断法は、耐震要素の耐力は終局耐力を基準としているため、多種多様な荷

	<p>は確保する。また、無筋コンクリート基礎は鉄筋コンクリート基礎で補強するか、これに置換する。</p> <ul style="list-style-type: none">• 同一建物における各階各方向の方法1と方法2の混用は認められていないため、各方向に独立柱が主体の構面を有するか否かにより、方法1と方法2のいずれかを採用する。	<p>重変形曲線、接合部などの終局耐力のデータが必要である。</p> <ul style="list-style-type: none">• 木造体育館等の各方向ともに独立柱が主体の大空間建物は、方法[1]の擬似3次元モデル等を用いた増分解析が望ましい。
--	---	---

資料Ⅱ

木造建築物の耐震診断調査項目 物件名:

調査項目	調査内容	調査頻度			
		単位	調査ロット	対象ロット	調査割合
(1)耐震診断計算の必要項目					
a 地盤地形	目視・資料・地盤調査	箇所			
b 地盤種別	資料・常時微動計測	箇所			
c 基礎仕様	基礎形状 鉄筋の有無 ひび割れ	図面・掘削 鉄筋探査 目視・計測	箇所 m m		
d 建物分類	屋根仕様 壁仕様	図面・目視 図面・目視	箇所 箇所		
e 建物長さ	建物形状 短辺長さ	図面・目視 計測	箇所 箇所		
f 積雪量	垂直積雪量	資料	箇所		
g 混構造		図面・目視	箇所		
h 耐震要素	壁筋交い 下見板・モルタル塗り壁 木ずり・しっくい壁 柱 横架材	図面・目視・計測 赤外線探査 図面・目視・計測 図面・目視・計測 図面・目視・計測 含水率 図面・目視・計測 含水率	箇所 箇所 箇所 箇所 箇所		
i 柱頭柱脚接合部		図面・目視・計測	箇所		
j 床構面	屋根面 床面 火打水平構面	図面・目視・計測 図面・目視・計測 図面・目視・計測	箇所 箇所 箇所		
(2)その他の耐震性・安全性調査項目					
a 増築の有無		図面・目視	箇所		
b 地盤等の崩壊の可能性		図面・目視	箇所		
c 布基礎のコンクリート強度		コア強度試験 試験機関 非破壊試験 衝撃弾性波	箇所 箇所		
d 土台と基礎の緊結		図面・目視	箇所		
e 屋根葺き材、外壁等の落下		図面・目視	箇所		
f 耐力壁の梁継手		図面・目視	箇所		
g 耐力壁の配置		図面・目視	箇所		
h 床の開口		図面・目視	箇所		
(3)老朽化・劣化に関する項目					
a 小屋組部材の点検		図面・目視・計測	箇所		
b 床下点検		図面・目視・計測	箇所		