

再使用の可能性を判定し、復旧するための

震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針

（木造建築物）

令和6年能登半島地震の被害を踏まえた留意事項

令和6年10月



国土交通省

本資料について

2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分頃、能登地方を震源とする地震（マグニチュード 7.6、震源の深さ 16km）が発生し、石川県を中心として、地震、津波、地盤変状などにより多くの建築物が被害を受けました。

国土交通省では、令和 6 年能登半島地震における木造建築物の被害に即した被災度区分判定と復旧における留意事項等を取りまとめました。

本資料では特に、地盤変状（液状化）による被害や下見板張り内部の損傷、下屋との接合部に起因する破壊、補強部材の影響による損傷など、能登半島地震において認められた特徴的な被害を対象として、被災度区分判定と復旧における留意事項等を解説しており、能登地方はもとより、同様の仕様や工法で施工される他の地域においても参考となるものと考えています。

本資料の執筆に当たられた委員各位に感謝するとともに、本資料が（一財）日本建築防災協会発行「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針」に対する理解を深め、今後の関連業務の的確な実施の一助となれば幸いです。

最後に、この度の令和 6 年能登半島地震においてお亡くなりになられた方々のご冥福を衷心よりお祈り申し上げますとともに、被災された皆様ならびにそのご家族の皆様に心よりお見舞い申し上げます。

被災された皆様が一刻も早く元の生活に戻れますよう心より祈念いたしますとともに、一日も早い復興をお祈り申し上げます。

令和 6 年 10 月

効率的な被災度区分判定検討会
委員名簿

(一財) 日本建築防災協会

※ 順不同、敬称略

主 査	河合 直人	工学院大学建築学部建築学科教授
委 員	新井 洋	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ上席研究員
〃	荒木 康弘	国土技術政策総合研究所建築研究部評価システム研究室長
〃	石山 央樹	大阪公立大学大学院工学研究科都市系専攻准教授
〃	五十田 博	京都大学生存圏研究所教授
〃	井上 涼	熊本大学大学院先端科学研究部（工学系）助教
〃	喜々津仁密	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部建築品質研究官
〃	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所教授
〃	瀧野 敦夫	大阪工業大学建築学科准教授
〃	槌本 敬大	国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ長
〃	中川 貴文	京都大学生存圏研究所准教授
〃	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ主任研究員
〃	山崎 義弘	東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター准教授
協力委員	前田 亮	国土交通省住宅局参事官（建築企画担当）
〃	岡野 大志	国土交通省住宅局参事官（建築企画担当）付企画専門官（6 月まで）
〃	上野 翔平	国土交通省住宅局参事官（建築企画担当）付企画専門官（7 月より）
〃	杉原 伸一	国土交通省住宅局参事官（建築企画担当）付課長補佐
〃	吉田優一朗	国土交通省住宅局参事官（建築企画担当）付構造係長（4 月より）
オブザーバー	井上 友	石川県土木部建築住宅課参事
	中村 学史	石川県土木部建築住宅課建築行政グループ専門員
事務局	五條 渉	一般財団法人日本建築防災協会常務理事
〃	横田 康宏	一般財団法人日本建築防災協会企画調査部長
〃	菊池 仁志	一般財団法人日本建築防災協会企画調査部課長代理
〃	大倉 靖彦	株式会社アルセッド建築研究所代表取締役副所長
〃	山口 克己	株式会社アルセッド建築研究所統括
〃	武田 光史	株式会社アルセッド建築研究所主幹

再使用の可能性を判定し、復旧するための

震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（木造建築物）

令和6年能登半島地震の被害を踏まえた留意事項

目 次

1. 令和6年能登半島地震を踏まえた被災度区分判定及び復旧における留意事項	1
1) 液状化など地盤変状による被害	1
2) 壁の被害	4
2-1) 下見板張りの被害	4
2-2) サイディングの被害	5
2-3) 垂壁・腰壁付き独立柱の被害	7
2-4) 高耐力壁の被害	9
3) 接合部 仕口補強の破壊形式（仕口補強金物による柱の折損）	10
4) 水平構面 増築部、下屋との接合不十分による部分破壊	12
5) 屋根の被害	14
6) 耐震性能残存率Rの推定	18
7) 大規模木造建築の被害	20
2. 一般向けパンフレット	
～木造住宅の地震後の安全チェック～ この家、住み続けていいのかな？	22

1. 令和6年能登半島地震を踏まえた被災度区分判定及び復旧における留意事項

1) 液状化など地盤変状による被害

a. 被災度区分判定における留意事項

(1) 地盤・基礎構造

日本建築学会基礎構造運営委員会では、地盤の液状化・側方流動によって甚大な被害の生じた河北潟西岸の砂丘の東側麓の長さ約10kmの地域（かほく市大崎地区、内灘町室地区、西荒屋地区、宮坂地区、鶴ヶ丘地区など）において、1654棟の建物の悉皆調査を行っている¹⁾。ここでは、その調査における地盤・基礎構造に関する留意事項を紹介する。

調査項目の主なものとして、基礎形式、基礎被害、基礎鉄筋、沈下対策、建物傾斜、地盤変状が挙げられる。これらは、建物の敷地内に入らなければ調査できない場合が多く、今回の調査では、内灘町およびかほく市より敷地内への立ち入り許可を得て行った。

基礎形式については、独立基礎と高基礎（RC車庫等）は比較的容易に判別できるが、布基礎かべた基礎かは外観では判別できない場合が多い。また、露出していない限り、杭基礎かどうかも判別できない場合が多い。所有者にヒアリングすることができれば、そこから情報を得られる場合もある。

基礎被害については、立上り部分の損傷から判別できるが、外観から確認できる範囲に限られる（写真1-1）。基礎鉄筋については、基礎が損傷して露出していない限り、有無を判別できない場合が多い。

沈下対策については、主として柱状改良や小径鋼管などが挙げられるが、まず外観からは対策の有無を判別できない。所有者にヒアリングすることができれば、そこから情報を得られる場合もある。なお、大きな地盤変状によって建物の周辺地盤が沈下して改良体の頭部が露出したことで判別できた場合があるが（写真1-2）、極めて希なケースであろう。

建物傾斜については、まずは傾斜の有無、次に傾斜がある場合は、それが一体傾斜か変形傾斜かを判断する。一体傾斜の場合は、基礎構造（立上り部分）の傾斜角を測定する。変形傾斜の場合は、上部構造の変形角を測定する。測定は、簡易（デジタル）角度計や下げ振りなど、部位に応じて使いやすい器具を用いて行う。時間や条件などの許す限り、建物の四隅8面で測定し、傾斜の方向と角度を求めることが望ましい。

地盤変状については、まずは変状の有無、次に変状がある場合は、その種類（噴砂・段差・隆起・陥没・亀裂・傾斜など）を判断する。これらは、どれか1つを選ぶのではなく、複数を記録して構わない。また、玄関前の道路被害についても、同様に判断・記録することが望ましい。電柱の被害（沈下や傾斜）があれば、これも測定・記録することが望ましい。

なお、いずれの調査項目も、複数の調査者による合議により判定・記録することが望ましい。また、被災宅地危険度判定が既に行われており、結果が示されている場合には、これも参考情報として扱うことも考えられる。所有者にヒアリングすることができれば、さらに、地震時の目撃情報や建物の傾いたタイミングについても記録することが望ましい。



写真 1-1 敷地内への立入許可を得て基礎立上り部分の調査



写真 1-2 建物の周辺地盤が沈下して改良体の頭部が露出した例¹⁾

- 1) 柏尚稔ほか: 令和 6 年能登半島地震における基礎構造の被害調査の概要、日本建築学会大会 (災害部門) パネルディスカッション資料、2024、8。

(2) 上部構造

地盤変状による被害としては建物の全体沈下、傾斜、さらには部分的な沈下や傾斜、地盤面の流動による建物の分離などが生じる。まずは状況の把握が重要である。

建物計測にあたっては、まずは傾斜の有無、次に傾斜がある場合は、それが一体傾斜か変形傾斜かを判断する。一体傾斜の場合は、基礎構造（立上り部分）の傾斜角を測定する。変形傾斜の場合は、上部構造の変形角を測定する。測定は、簡易（デジタル）角度計や下げ振りなど、部位に応じて使いやすい器具を用いて行う。時間や条件などの許す限り、建物の四隅 8 面で測定し、傾斜の方向と角度を求めることが望ましい。建物が分離しているような場合にはその範囲と離れた距離などを計測して記録にとどめる。現在のところ被災度区分判定では地盤の傾斜に起因する建物の傾斜の判定基準があり、傾斜の場合にはその判定基準に応じて評価する。部分的な傾斜についても同様な判定基準となるが、傾斜が生じていない部分が大多数を占めているような状況においては、被災度区分の原則にのっとり、割合に応じた判断もあり得る。

なお、2016 年熊本地震において、地盤の変状が生じた建物の被災度区分判定事例が増補版に記載されており、それらを判定の参考にされたい。

b. 復旧における留意事項

(1) 地盤・基礎構造

かほく市と内灘町の液状化被害は、広範囲にわたって連続的に発生したため、被災宅地ごとに個々で復旧を検討するのは現実的でないと考えられる。国や自治体の市街地液状化対策事業などを利用して、ある程度の広さを有する宅地と道路等から成る区画について、液状化対策工法とセットで公的資金に基づく復旧を検討することが望ましいと思われる。市街地液状化対策事業を利用した復旧は、過去に、2011年の東日本大震災や2016年の熊本地震の事例がある。

(2) 上部構造

建物を復旧するには分離や傾斜によって雨仕舞などに被害が出ていないかを十分に確認の上、実施する。個々の建物の復旧の際に小径鋼管などを建物を反力にしつつ地盤に埋設し、傾斜を補正して健全な状態に戻すことが建物全体、あるいは部分に対して実施されるが、十分な反力が取れているかなど懸念事項もあり、恒久復旧のためには慎重な判断、検討が必要である。また、分離が生じた場合には地盤流動の原因を調査のうえ、再発防止対策を講じたうえで上部構造の復旧をすることになる。

2) 壁の被害

被災度区分判定基準では、外装や内装仕上げの損傷状況から建物の被災度を判定するために「内外装の損傷状況から経験最大層間変形角推定のための指標」が用意されている。この表を用いた調査によって建物の被害を判定するが、仕上げの種類や仕様によっては判定の際に注意すべき点があり、誤った判定をすると被害を過小評価する可能性がある。ここでは、下見板張りとサイディング仕上げについて、調査における留意点の概要を記載する。

2-1) 下見板張り

下見板張りは、その構造上、変形追従性能が高く、大変形しても下見板張り自体には損傷が生じにくく、損傷が見た目に表れにくいという特徴がある。そのため、特に建物の残留変形が小さい場合には、被害の確認が困難となる場合も多い。

実際の例として、令和6年度能登半島地震を被災した、外装仕上げが下見板張りである住宅の損傷状況を示す(写真2-1)。この例のように、残留変形が大きいものの、下見板張り自体の損傷は大きくないように見受けられることから、外観上の損傷状況のみで判断すると建物被害を過小評価してしまう恐れがある。

外装仕上げが下見板張りであった場合で、特に残留変形が小さい場合には、内観調査を行い内装仕上げの損傷状況を確認し、総合的な判断によって経験最大変形角を判定する必要があることに注意されたい。また、復旧に際しても、下見板張り以外の損傷状況を加味した経験最大変形角の判断を基に、これに見合った補修や補強を施すこととなる。



写真 2-1 変形追従性能の高い下見板張り

2-2) サイディング

サイディング仕上げは、釘によって直接留め付けられる仕様か、または引掛け金物によって留め付けられる仕様かによって、変形追従性能が異なることが指摘されている。写真2-2-1(a)は釘留め仕様であり、 $1/50\text{rad}$ 程度でサイディングの角欠けがみられる。一方、写真2-2-1(b)は金物仕様であり、変形追従性能が高いためサイディングの角欠けは生じにくい。 $1/15\text{rad}$ 程度でサイディング材のずれによってジョイナーに接触して曲がりが生じる以外は、損傷を視認しにくい。そのため、外観調査の際にはなるべく近い位置から観察するか、可能な場合には建築年代の情報などを基に留め付

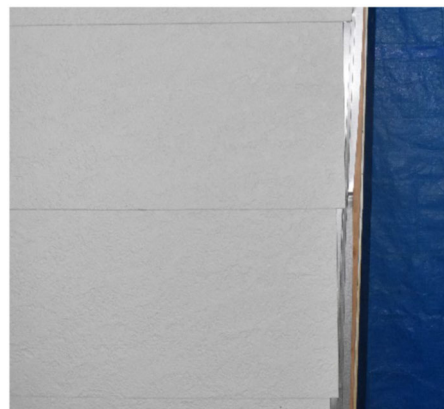
け方法を把握することが望ましい。留め付け方法に合わせて別冊資料の表 1.5、表 1.6 を参照して判定をおこなうことで、経験最大変形角の推定精度が向上するであろう。

また、サイディングの色や表面形状によっては、遠目からの損傷の判別が困難であることが想定される。**写真 2-2-2** は同様の損傷を(a)遠目から観察した場合、(b)至近距離で観察した場合の見え方の例である。この例では、観察位置によって、中破～大破程度の判定差が生まれる可能性が考えられる。

さらに、サイディングに限ったことではないが、大変形時においては、壁体内部の構造材の種類、特に筋かいが存在するか否かによっても仕上げの損傷状況が異なる場合がある。筋かいの座屈によって面外への仕上げのはらみだしや剥落が助長される可能性があることに注意されたい。実際に、「内外装の損傷状況から経験最大層間変形角推定のための指標」では $1/15\text{ rad}$ でもサイディングの脱落について記載がないが、文献調査によれば、 $1/15\text{ rad}$ 経験時にサイディングの脱落等の大きな被害が見られた実験は、筋かいなしで 41% (29 件中 12 件)、筋かいありで 80% (10 件中 8 件) であった。クロス張りせっこうボードについても、別冊資料の表 1.1 では $1/45\text{ rad}$ 程度では開口隅やボード目地で破れ通るとされているが、壁体内に筋かいがあると座屈によりボードを面外に押し出し、ボードの外れをとまなう傾向にある (**写真 2-2-3**)。



(a) 釘留め・ $1/50\text{ rad}$ 経験後
(釘接合部から角欠け)



(b) 金物留め・ $1/15\text{ rad}$ 経験後
(サイディングずれ、ジョイナーの曲がり)

写真 2-2-1 サイディング（横張り）の損傷状態



(a) 遠目から観察した場合



(b) 至近距離で観察した場合

写真 2-2-2 観察距離によるサイディングの損傷の見え方



(a) 筋かいなし

(開口隅やボード目地の破れ)



(b) 筋かいあり

(筋かい座屈によるボード外れ)

写真 2-2-3 筋かい有無による 1/50rad 時のせっこうボードの損傷の違い

復旧に際しては、残留変形として見た目にはわからないシーリングの切れなどが発生している可能性が考えられるため、木材劣化の原因となる水分の浸入経路となり得るような損傷がないかを念入りに確認し、必要に応じたシーリングの補修や再施工が必要となることに注意されたい。

また、サイディングに限らずモルタル仕上げやせっこうボードについても同様であるが、筋かいの面外座屈を原因とするはらみだしなどといった損傷が確認された場合、建物は少なくとも 1/45 rad 程度の変形角を経験していると考えられることから、何らかの構造躯体の補修・補強が必要になると推察される。

川北翔, 志水真央, 松田和浩, 山崎義弘, 坂田弘安: 木造戸建住宅における非構造体の損傷評価に関する調査研究 その1 調査方法の概要と結果, 日本建築学会大会学術講演(関東), 構造 III, pp.537-538, 2020.9

2-3) 垂壁・腰壁付き独立柱の被害

a. 被災度区分判定における留意事項

伝統的構法に見られる垂壁や腰壁付きの独立柱において、柱での折損が生じやすいことは既によく知られていることである。**写真 2-3-1** に示すように、明らかに柱が折れ曲がっている場合はわかりやすいが、一見では柱が折損しているようには見えない場合でも、柱仕口部において亀裂が生じていることもあるため注意を要する（**写真 2-3-2**）。特に、差鴨居が取り付け柱仕口では断面折損が大きくなる傾向にあり、直交部材のある場合はより顕著である。断面欠損が著しいと、差鴨居や垂壁によって柱に曲げモーメントが発生し、柱側面から曲げ破壊による亀裂が発生する。また、差鴨居と柱の仕口では込栓を用いることが多く、込栓から柱の繊維方向に亀裂が生じている場合は込栓に生じた引張力による割裂破壊の可能性が高い（**写真 2-3-3**）。いずれの場合においても、柱に残留変形が生じるほどの亀裂であれば容易に発見することができるが、ほとんど柱に変形が生じていない場合は注視しないと亀裂を見つけることができない。この亀裂に気づかずに建て起こしをすると亀裂がほとんど見えなくなる可能性もあり、同じような大きな地震が発生した際に、この亀裂が起点となり大きな被害に繋がることも考えられる。



写真 2-3-1 垂壁付き独立柱の折損



写真 2-3-2 目立たない柱仕口部の亀裂



写真 2-3-3 込栓からの割裂破壊

b. 復旧における留意事項

折損した柱で注意すべき点として、まずは軸力（鉛直力）支持能力である。軽微な柱の亀裂であれば、添え板（鋼板も含む）による補強などによって柱の亀裂を進展させないようにすることが重要であるが、著しく折損した場合、余震に耐えるための一時的な措置として添え柱を設けることもあり得るが、恒久的な復旧においては柱を交換する可能性も考えられる。もしも、垂壁・腰壁付き独立柱としての耐震性能を期待するのであれば、かなりの補強量が必要である。特に曲げモーメントによる亀裂では柱の側面（亀裂発生側）への補強が必要不可欠である。柱を交換する場合には、同じような柱の折損が生じないように、曲げ耐力に余裕のある断面にすることが望まれる。

なお、柱仕口の亀裂は、被災度区分判定の際には長押で隠れて発見できないこともあるため、復旧工事や耐震補強工事などのタイミングで可能な限り柱の亀裂を確認することが望まれる。

2-4) 高耐力壁の被害

a. 被災度区分判定における留意事項

耐震補強済み建物においては、耐震補強部材による影響を確認する必要がある。特に耐震補強部材と既存躯体との接合方法によっては想定外の被害が発生することがあるため、注意を要する。**写真 2-4-1** は一般的な破壊事例とは異なる柱の折損の事例である。写真左の事例は差鴨居の境界部で柱のせん断破壊が生じており、写真中央の事例は柱が繊維方向に大きく引き裂かれている。垂壁や差鴨居が取り付く柱では 2-3 節で述べたように柱の曲げ破壊や込栓からの割裂破壊が一般的な破壊事例となるが、それらと異なる破壊形式で過度な力が集中したと考えられる。仕上のボードを部分的に剥がしてみると、下から剛強な鋼製筋交いと接合金物が見られた。接合金物は柱に直接接合されていたため、鋼製筋交いの引張力が集中的に柱に作用し、このような破壊事例が生じたと思われる。



写真 2-4-1 一般的な破壊事例とは異なる柱の折損と補強金物

b. 復旧における留意事項

柱へ過度なせん断力（鋼製筋交いなどでは引張力）を作用させないための接合方法の工夫が必要である。上述の鋼製筋交いのように、柱へ局所的に接合するより上部の横架材へせん断力を伝達する方が、応力集中を避けるとともにせん断力の流れがスムーズになると考えられる。その際には、耐震補強部材に作用するせん断力が横架材を介して上下の部材へと十分に伝達できるように接合部の耐力を確保する必要がある。開口部のような場所では、耐震補強部材を薄鴨居に接合するような事例も見られるが、薄鴨居にのみビス接合するだけではせん断耐力が十分確保できない可能性が高いため、注意が必要である。

3) 接合部 仕口補強の破壊形式（仕口補強金物による柱の折損）

a. 被災度区分判定における留意事項

開口部を補強する際に仕口補強金物を用いたモーメント抵抗型の補強形式があるが、そのほとんどは補強金物を柱や横架材にビスで接合するものである。このような補強工法では、柱の曲げ破壊やビスの引抜力による横架材の部分的な横引張破壊が見られる（写真 3-1）。石川県では能登ヒバ（能登のアテ）がよく用いられている。能登ヒバの基本的な強度特性はヒノキと同程度という報告¹⁾があり、部材強度としては特に問題ないと思われるが、令和 6 年能登半島地震での調査事例では接合部などでやや脆い破壊性状を示す傾向が確認されたため、仕口補強金物のように部分的に大きな力が作用する場合には柱や横架材の接合部で折損や亀裂の発生する可能性が高いと考えられる。写真 3-1 で示した事例では明らかな残留変形が生じており、柱の折損や横架材の亀裂を目視で確認することは容易であるが、残留変形の小さい建物では僅かな亀裂が発生している可能性もあるため、注視することが望まれる。



写真 3-1 仕口補強金物による柱の折損と横架材の亀裂

また、粘弾性体を含めたような仕口補強金物では面外方向に対する変形追従性能が乏しいものがある。写真 3-2 は中央の粘弾性体の部分が少しだけ開いており、部分的な剥離が生じている可能性があるため、取り替えも含めて検討が必要である。



写真 3-2 仕口補強金物の粘弾性体の部分の損傷

b. 復旧における留意事項

写真 3-1 で示したような仕口補強金物に伴う木材の折損や亀裂が生じた場合、耐力を回復するように復旧することは現実的には非常に難しく、理想的には部材を交換して、接合金物を新設することが望ましい。ただし、横引張による亀裂のように、部分的に木材が剥離したような状態であればロングビスを用いた補修も考えられるが、具体的な方法やその補強効果については実験や研究開発事例等を参照しながら模索していく必要がある。また、既存部材に仕口補強金物だけを交換する場合は、既存のビス孔に注意を要する。当然のことながら、既存ビス孔を再利用すれば想定通りの強度は期待できず、孔をずらして施工する、エポキシ樹脂等によってビス孔を修復あるいは補強する、といった方法が考えられるが、このような特殊な工法も根拠となる事例（研究事例や実験等）に基づくべきである。あるいは、意匠性が変われることを許容できるのであれば、方づえや方づえ型ダンパーに取り替えることも可能であるが、この場合においても部材との接合については同様の破壊が生じないよう接合強度に気をつけなければならない。

- 1) 石川県農林総合研究センター林業試験場：よくわかる石川の森林・林業技術 No.15 能登のアテ（能登ヒバ）、平成 28 年 3 月

4) 水平構面 増築部、下屋との接合不十分による部分破壊

a. 被災度区分判定における留意事項

下屋の水平構面の剛性不足によって写真 4-1-1 や写真 4-1-2 のように局所的な被害が生じる。外壁側に耐震壁がなければ主屋側の耐震壁に力を伝えなければならず、それだけの剛性が水平構面に必要である（写真 4-1-1 はこれによる被害）。一方、外壁側に耐震壁が存在すれば下屋と主屋の境界部の変形が増大し、被害が集中する（写真 4-1-2）。いずれの場合も、水平構面の剛性だけでなく、境界部の接合強度も重要である。被害事例では、接合にコーチスクリューなどを用いており、引抜力に対する検討が不足している可能性が考えられる。



写真 4-1-1 下屋の被害事例



写真 4-1-2 下屋と主屋の境界部での被害事例

また、能登半島の古い町並みでは、写真 4-1-3 に示すような部分二階建てが多く見られる。このような建物では、耐震設計を建物全体で一体的に解いているのか、ゾーニングによる設計としているのかで考え方は異なる。平面計画上、ゾーニングによる構造計画は難しく、建物全体を一体化した事例が多いと考えられるが、この場合に水平構面の剛性だけでなく平屋部分と二階建ての接続部の接合強度も重要である。平屋部分の棟や母屋、軒桁が必ずしも二階建て部分の梁や柱通りと揃っている訳ではなく、接合が不十分な可能性が高い。写真 4-1-4 は倒壊した建物事例であるが、二階建て部分が倒壊した一方で平屋部分だけが残っており、接続部から建物が分離している様子がわかる。



写真 4-1-3 部分二階建ての事例



写真 4-1-4 部分二階建ての倒壊事例

b. 復旧における留意事項

上述したように、水平構面の剛性の検討に加え、下屋と主屋や平屋と二階建ての接続部の接合強度の検討が重要である。ゾーニングによる構造計画が可能であれば、できる限り各エリアで耐震設計が完結することが望ましいが、それが難しい場合には、接続部の接合（特に引張接合）に対する検討が必要である。

5) 屋根の被害

a. 被災度区分判定における留意事項

被災度区分判定基準では、「被災度区分を経験最大層間変形角から求める方法」と「被災度区分を損傷率、損傷状況から求める方法」の2つのルートが用意されている。

後者の「被災度区分を損傷率、損傷状況から求める方法」では、各部位の調査として屋根においては、屋根の不陸、小屋組、瓦、葺材、棟について損傷状況を確認し、さらに、屋根（最上階の屋根）の損傷率（損傷屋根面積／屋根面積×100（%））によって被災度のランクを示し、全部位のランクの平均値をもって建築物の被災度を判定することとしている。

一方、「被災度区分を経験最大層間変形角から判定する方法」では、屋根の被害について直接的に調査・判定する項目がなく、本来であれば、地盤や基礎の項目と同様に、屋根の損傷率、損傷状況から決まるランクの項目を設け、建築物の被災度を総合的に判定することが適当と考えられるが、この導入については次回改訂の課題である。

現行版（2015 年改訂版）の「被災度区分を経験最大層間変形角から判定する方法」においては、「4. 気づいた点」の欄を活用し、屋根の損傷が認められた場合にはこの欄に屋根の損傷率、損傷状況を記述し、上部構造の被災度を判定するにあたって屋根の損傷を適切に考慮いただきたい。

屋根については、平成 13 年に瓦屋根の業界団体が制定した「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」に定められた工法（以下、ガイドライン工法）が過去の地震に対しても構造耐力上有効であることが確認されている。そして、令和 2 年 12 月に改正された昭和 46 年建設省告示第 109 号では、ガイドライン工法の詳細も反映する形で全ての瓦の下地への緊結（全数緊結）が求められることとなった。したがって、ガイドライン工法に従って適切に設計・施工された瓦屋根は、一般に地震後に大きな損傷がないことが想定される。なお、同ガイドラインは上記告示の改正に伴い、令和 3 年に改訂されている。

以上より、瓦屋根を調査する場合にはガイドライン工法に該当するか否かがポイントとなるが、それを外観目視によって判断するためには以下の手順①～②によることができる²⁾。

手順①（推定される建築年からの判断）

外観から推定される建築年が平成 13 年以降（ガイドラインの制定後）の場合には、以下の手順②に進む。外観から推定される建築年が概ね平成 13 年より前（ガイドラインの制定前）の場合には、ガイドライン工法に該当しない工法（以下、旧工法）と判断する。

手順②（瓦の緊結方法からの判断）

無被害の棧瓦からは、ガイドライン工法であるか否かの判断ができないので、袖瓦、軒瓦及び棟瓦の下記の状況から総合的に判断する。

イ 袖瓦の側面がパッキン付きステンレスねじ又は緊結線で全数緊結されている場合には、ガイドライン工法の可能性が高い。

ロ 軒瓦がパッキン付きステンレスねじ又は緊結線で全数緊結されている場合には、ガイドライン工法の可能性が高い。

ハ 棟瓦が緊結線で緊結（大回し・千鳥）されている場合には、旧方法と判断する。緊結線が確認されない場合には、ガイドライン工法と旧工法の場合がある。

以上の手順にしたがって調査対象の瓦屋根が旧工法と判断される場合には、地震後に損傷を受けている可能性がある。しかし、能登地方では**b**の調査結果に示すように、従来から瓦を全数留め付ける工法が比較的普及していたものと考えられる。したがって、建築年が古く旧工法と判断される場合であっても全数の瓦が留め付けられていれば、一定程度の耐震性を有している可能性もある点に留意が必要である。

b. 復旧における留意事項

今回の地震被害について、国土技術政策総合研究所と建築研究所が、令和5年5月の瓦屋根の地震被害調査³⁾と同様に、ガイドライン工法で施工されたと見られる住宅の瓦屋根を調査した⁴⁾。この調査の結果、震度6強の地震を2回経験した後であっても、ガイドライン工法で施工されたと見られる屋根瓦に被害は確認されなかったことから、被害を受けた屋根瓦は、ガイドライン工法による復旧が推奨される。以下に両研究所による調査結果を引用する。

能登地方では古くから平部の瓦を緊結線などで全数留付ける工法が採用されていたことから、上部構造が倒壊した住宅であっても、その多くの屋根で平部の瓦が脱落していないことが確認された。

今回調査した範囲では、比較的古いと見られる瓦屋根であっても、平部の瓦に通常の釘より大きな引き抜き抵抗力が期待できるスクリュ形状又はリング形状の軸部を有する釘で全数緊結されている事例も確認することができた。

珠州市正院町では、令和5年5月5日の地震時にも最大震度6強を観測したが、同年5月12日に実施した調査では、ガイドライン工法による瓦屋根に被害が生じていないことを確認した³⁾。今回もこれらの瓦屋根の状況を再度調査し、震度6強の地震を2回経験した後のガイドライン工法の有効性が確認できた。

写真 5-1 は正院公民館付近の J 形瓦のガイドライン工法と見られる住宅であり、**写真 5-2** は同じ屋根の令和5年5月調査時の状況である。今回の調査では、コンクリートの電柱が衝突したことによるけらば部で瓦の損傷が見られたが、その他の範囲では外観から瓦の配置に乱れは確認できず、地震による脱落や損傷はないものと考えられる。**写真 5-3** は正院町川尻にある F 形瓦のガイドライン工法と見られる住宅である。この瓦も令和5年5月の調査時（**写真 5-4**）と外観は変わらず、脱落や損傷はないものと考えられる。しかし、玄関の床の損傷や門の倒壊が発生していた（**写真 5-5**）。



写真 5-1 ガイドライン工法による住宅
(J 形瓦)



写真 5-2 令和 5 年 5 月の地震後の状況³⁾



写真 5-3 ガイドライン工法による住宅
(F 形瓦)



写真 5-4 令和 5 年 5 月の地震後の状況³⁾



写真 5-5 住宅に隣接した門の倒壊

珠洲市宝立町鵜飼では、写真 5-6 のように倒壊した建築物で比較的古いと見られる瓦屋根において、スクリー形状又はリング形状の軸部を有する釘によって全数緊結されているものも確認した(写真 5-7)。屋根瓦を葺き替えた建築物が多く存在する

可能性も考えられるが、この地区における倒壊した比較的古い建築物を確認すると、その多くは平部の瓦を釘または緊結線によって全数緊結されていたため、確認した範囲では平部の瓦の脱落やズレはほとんど見られなかった。



写真 5-6 倒壊した建築物の瓦屋根



写真 5-7 緊結材（釘）

- 1) 一般社団法人全日本瓦工事業連盟・全国陶器瓦工業組合連合会・全国 PC がわら組合連合会・一般財団法人日本建築防災協会：2021 年改訂版 瓦屋根標準設計・施工ガイドライン、2021
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所：福島県沖を震源とする地震による建築物の瓦屋根等の被害 現地調査報告、
<https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R2/fukushimajishin.pdf>、2021（閲覧日：2024 年 3 月 14 日）
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所：2023(令和 5)年 5 月 5 日石川県能登地方を震源とする地震による木造建築物、瓦屋根等の被災建築物調査報告、
https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2023/R5_5_5_noto.pdf、2023（閲覧日：2024 年 3 月 14 日）
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所：令和 6 年能登半島地震による建築物の津波被害及び瓦屋根の地震被害 現地調査報告(速報)、
<https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R5/notojishin03.pdf>、2024（閲覧日：2024 年 3 月 14 日）

6) 耐震性能残存率 R の推定

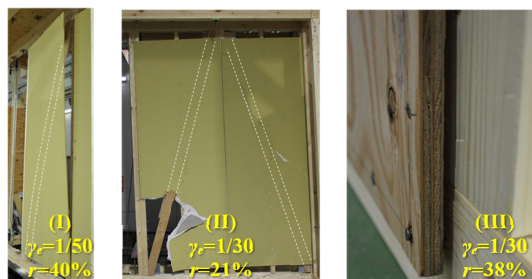
a. 被災度区分判定における留意事項

耐震性能残存率 R は、経験最大変形角 γ_e に基づいて表Ⅳ. 2. 4-1 から求められる。この数値は、式解 (Ⅳ. 2. 4-1) のように、経験最大変形で失われたエネルギー E_h と終局状態までの保有エネルギー E_d の比から推定されるため、終局変形角が小さい要素が多く用いられた建物ほど、同じ経験最大変形でも R が低下しやすい。例えば、表Ⅳ. 2. 4-1 で $\gamma_e=1/45\text{rad}$ (中破) のときに $R=50\%$ とされているが、 $1/45\text{rad}$ で座屈が生じ始める筋かい壁と、 $1/45\text{rad}$ では釘が抜け始める程度の合板壁では、同じ $1/45\text{rad}$ でも前者の方が耐震性能の低下は著しいと考えられ、図 6-1 に示すように、解表Ⅳ. 3. 2-1 の耐震要素ごとの r 値は、合板壁より筋かい壁の方が低めになる。このように、耐震要素の変形性能が小さいほど R を低めに評価する必要がある。柱頭柱脚の接合金物が不十分で、接合部破壊が先行する可能性がある場合も、結果的に耐力壁としての変形性能が低下することから、同様に R を低めに考えた方がよい。

式解 (Ⅳ. 2. 4-1) は諸々の影響によるばらつきを概ね安全側に包含するように、指数が 0.6 に設定されている。図 6-2 は筋かい壁 (終局変形角 $\gamma_u=1/38\text{rad}$)、9mm 合板壁 (終局変形角 $\gamma_u=1/22\text{rad}$)、12mm 合板壁 (終局変形角 $\gamma_u=1/15\text{rad}$) の 3 種の耐力壁について、指針第 2 章付録 1 と同じ方法により、経験最大変形角 γ_e と耐震性能低下率 R の関係を時刻歴応答解析により求めた結果である。3 種の中で γ_u が小さい筋かい壁は、同じ経験最大変形に対する R が小さめとなる。表Ⅳ. 2. 4-1 に示される R 値も、概ね安全側に評価できている。

b. 復旧における留意事項

耐震性能残存率 R とは、地震を経験する前の状態を基準として、大地震時の倒壊可能性を判断するための指標である。経験最大変形角 γ_e が小さいと R は 100% に近く、これまで経験した地震の損傷によって倒壊可能性がそれほど高まることはない と判定されるが、また同程度の地震が発生したときに、倒壊には至らなくても、内外装材や構造材に対してより大きな被害が生じる可能性は高まる。よって、何らかの損傷が見られる場合には、適切な補修・補強を行うことが重要であり、第 3 章復旧技術指針に基づいて計画を立案する。



- (I) 筋かいの座屈によるボードの外れ
(II) 筋かいの座屈によるボードの割れ
(III) 釘の抜けと合板の浮き上がり

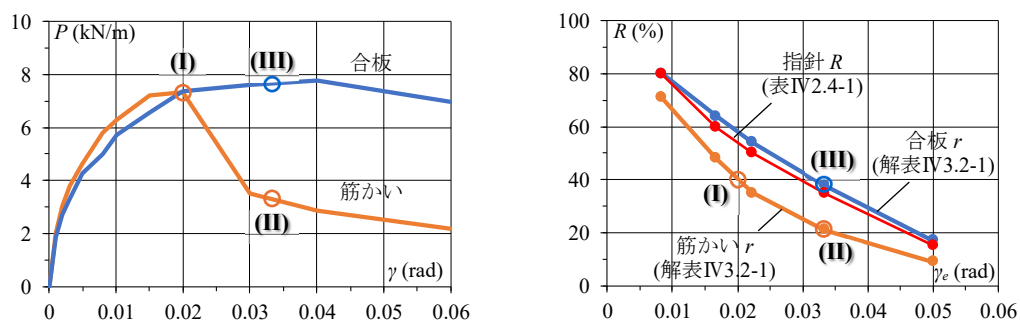


図 6-1 耐力壁の荷重—変形角関係と耐震性能残存率 R
及び対応する損傷状態

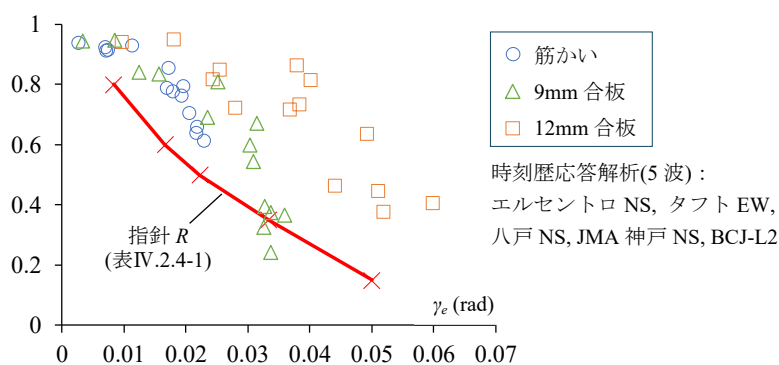


図 6-2 耐震性能残存率 R
(安全限界変形角を耐力壁の終局変形角と設定)

土倉涼輔, 川原明洋, 山崎義弘, 松田和浩, 坂田弘安: 木造住宅における繰り返し地震に対する性能評価法の提案 その1:木造耐力壁の繰り返し変形による耐力劣化を考慮した応答スペクトル法, 日本建築学会大会学術講演(近畿), 構造 II, pp.25-26, 2023.9

7) 大規模木造建築の被害

a. 被災度区分判定における留意事項

これまで、木造建築の被災度区分判定は、主に小規模な戸建ての木造住宅への適用を目的として整備されてきた。木造建築は、これまでも共同住宅、公民館、学校校舎、体育館などの非住宅の大規模建築も建設されてきた。こうした建物への被災度区分判定にあたっては、戸建て木造住宅での注意点はもちろん大規模木造建築特有の問題にも留意する必要がある、個別の構造形式にあった調査、評価が必要である。

共同住宅や公民館でも小規模な空間の集合体として計画されている場合には、戸建て木造住宅と同様の構法が用いられることが多いため、耐震要素、接合部の設計については同様であるが、建物規模が大きくなったり、細長い建物、不整形な建物では、屋根や床の水平構面の性能不足による建物の一体性の不足、耐力要素の偏りによる偏心を起因とする地震被害が多くみられる。また、基礎や1階床も水平構面であり、地盤変状への対応として評価する必要がある。

体育館や講堂などの大空間建築では、通常の壁以外に、方杖やバットレスといった近代建築の耐震要素や山型ラーメン、ブレースといった大断面集成材を用いた耐震要素があり、構造計算によって設計されている建物が多くある。こうした木造建築では、構造形式に応じて固有の問題があり、構造力学に基づいた評価が必要となる。また、建物の構造形式が方向別に異なる場合が多く、方向ごとに検討する必要がある。大断面の構造部材では、上部構造と基礎との緊結部でのアンカーボルト周辺の被害も多くみられた。また、体育館、講堂など妻面の大きな壁面では、通常の面内せん断による被害だけでなく、自重による面外方向への被害もみられるほか、それに伴う造り付けの家具の被害もみられた。

b. 復旧における留意事項

大規模木造建築においても、基本的には壁の増強とつり合いの良い配置、接合部の補強、壁の耐力に見合った基礎の補強、水平構面の補強が必要である。特に、水平構面の検討を行い、剛床仮定が成立し、各部が損傷しないことを前提とした建物全体の耐震性能評価という点を意識して検討を行う必要がある。

大規模な建物では、固有の構造形式になっている場合が多く、個々に構造的課題を理解し、その対策をする必要がある。特に、上部構造と基礎との緊結方法には注意が必要である。

また、地震後の建物利用を想定する場合には、仕上げ材や家具の転倒防止、瓦屋根の留め付けなど非構造部材を含めた要求性能を考慮する必要がある。



写真 7-1 地盤変状に伴う基礎の移動による上部構造の被害

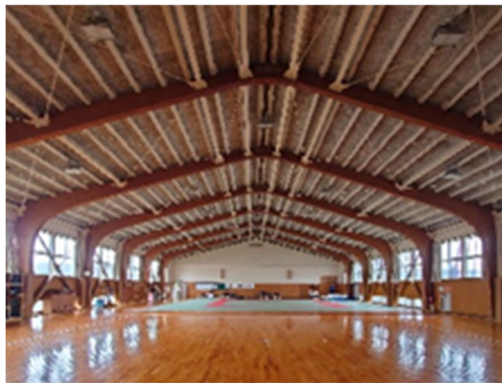


写真 7-2 集成材建築柱脚部の被害



写真 7-3 妻壁の被害、アンカーボルトの被害

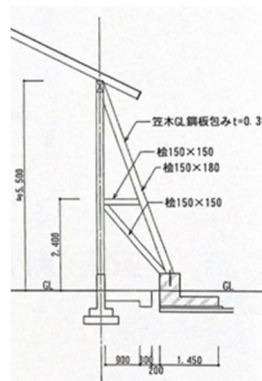


写真 7-4 バットレス脚部の基礎被害

2. 一般向けパンフレット

～木造住宅の地震後の安全チェック～ この家、住み続けていいのかな？

令和6年能登半島地震により被害を受けた住まいに、そのまま住み続けてよいか一般の方が判断することは困難である。

国土交通省では、地震により大きな揺れを受けた住まいについて、簡単なチェックにより、住み続けることができるか、あるいは自治体や専門家に相談した方がよいかを判定できるパンフレットを作成した。

なお、（一財）日本建築防災協会では従前より、被災度区分判定基準および復旧技術指針講習会を開催しているところであり、本講習会の修了者で掲載を希望する事務所に「被災度区分判定・復旧技術事務所名簿」※1として公開しているところである。今回作成したパンフレットは地域限定版ではなく、全国版として作成しているが、「（判定B）お住まいの市町村や専門家へご相談ください。」と判定され、この名簿を元に所有者等から被災度区分判定の相談があった場合には、誠意を持って対応いただきたい。

また、本パンフレットは、国土交通省のホームページ※2の他、石川県のホームページ※3及び日本建築防災協会のホームページ※4にも公開されているので活用いただきたい。

※1 URL : www.kenchiku-bosai.or.jp/hisaidokubun/hisaido-list/

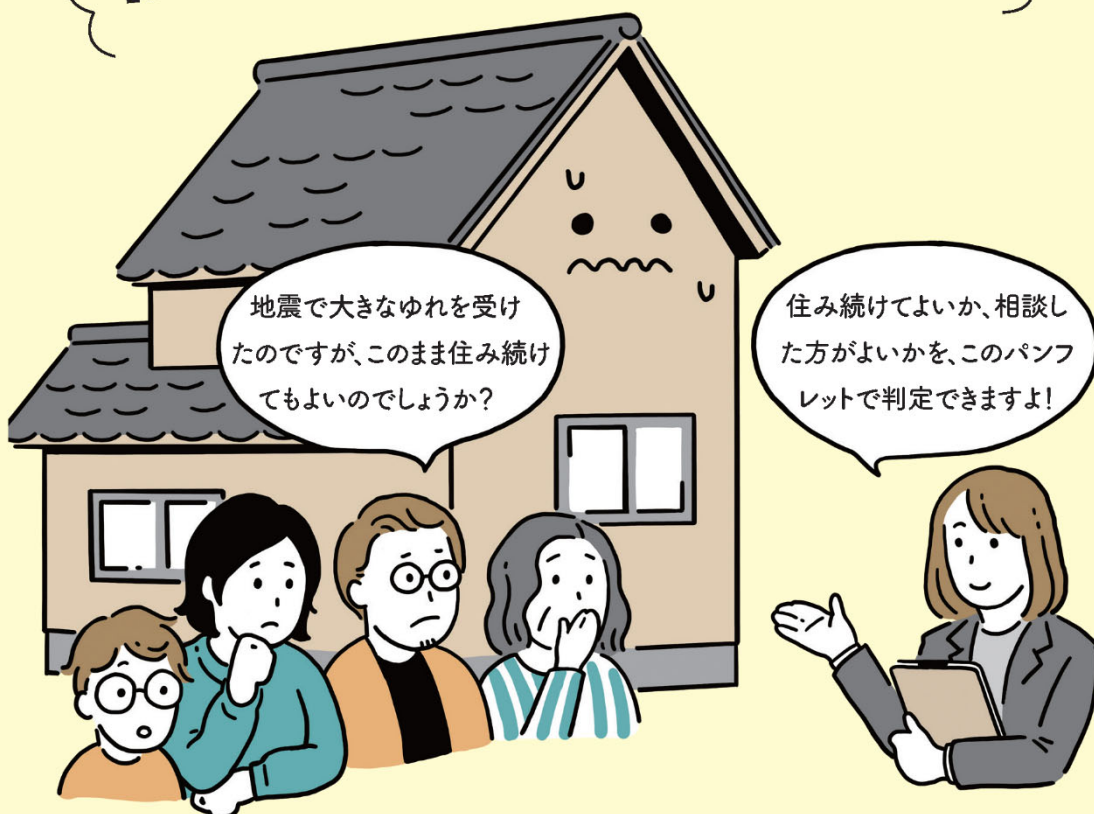
※2 URL : www.mlit.go.jp/report/press/house05_hh_001016.html

※3 URL : www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/ankencheck.html

※4 URL : www.kenchiku-bosai.or.jp/srportal/srknow/ankencheck/

木造住宅の地震後の安全チェック

この家、 住み続けていいのかな？



判定できる住まいの要件

このパンフレットで判定できる住まいは、右の4つの要件のすべてに当てはまる木造住宅※¹です。

要件に当てはまらない場合で住み続けることに不安がある場合には、お住まいの市町村や専門家（4ページ）へご相談ください。

※¹ 店舗併用住宅を含みます。軸組構法または枠組壁工法（ツーバイフォー）の住宅が対象です。

- ☐ 震度5強以上のゆれを受けた
- ☐ 大きな被害※²はない
 - ※² 家全体が傾く、柱が折れる、外壁が外れるなど
- ☐ 平屋、2階建て、3階建てのいずれか
- ☐ 1981年（昭和56年）6月以降に建てた



国土交通省

チェック

1

敷地や住まいの状況を確認します

①敷地内に液状化や
ひび割れがある

☐ はい ☐ いいえ



液状化で砂がふき出した例

②床をもの※3が転がる

☐ はい ☐ いいえ

※3 野球・硬式テニスのボール、
サッカーボール等



③窓の開閉がしづらくなった

☐ はい ☐ いいえ



結果

☐ すべて「いいえ」 → チェック 2 へ進みます

☐ ひとつでも「はい」 → 4 ページ 判定B へ

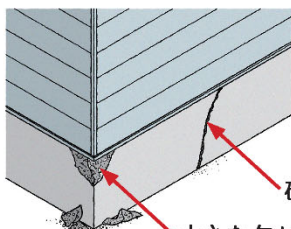
チェック

2

基礎の状況を確認します

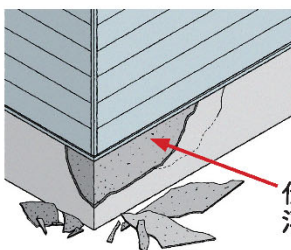
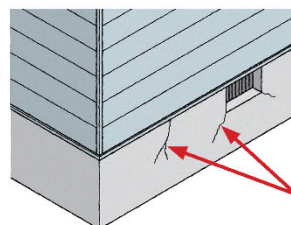
①基礎に大きな損傷がある

☐ はい ☐ いいえ

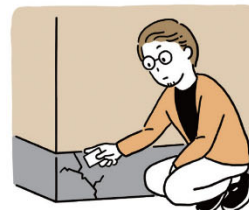


②基礎にひび割れ※4が3か所以上ある

☐ はい ☐ いいえ



※4 幅0.3mm以上が
目安です。(厚手
のはがき・ポストカ
ード・名刺の厚み)



結果

☐ すべて「いいえ」 → チェック 3 へ進みます

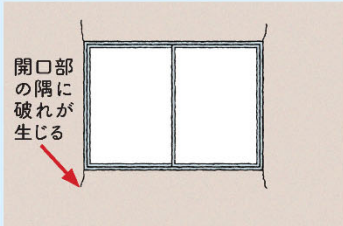
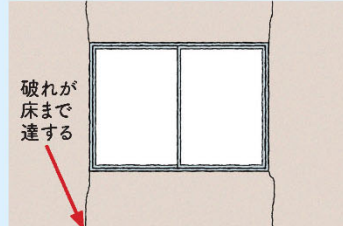
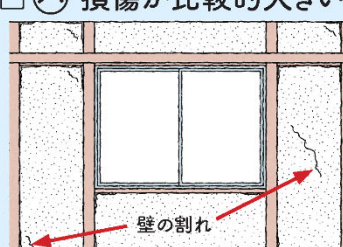
☐ ひとつでも「はい」 → 4 ページ 判定B へ

チェック

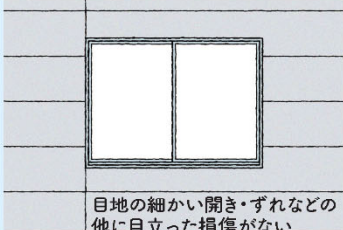
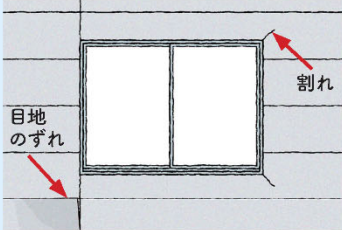
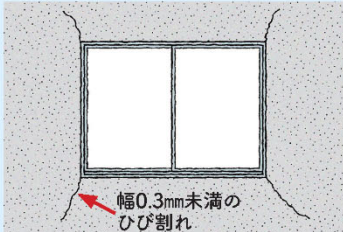
3

内壁と外壁で最も損傷している部分の状況を確認します

内壁（該当する仕上げが表にない場合は、欄外の※5を参照してください）

仕上	損傷の程度		
① 壁紙 (クロス)	☐ ① 目立つ 損傷が ない	☐ ② 損傷が比較的小さい  開口部の隅に 破れが生じる	☐ ③ 損傷が比較的大きい  破れが 床まで 達する
	☐ ① 目立つ 損傷が ない	☐ ② 損傷が比較的小さい  木部沿いの隙間	☐ ③ 損傷が比較的大きい  壁の割れ

外壁（該当する仕上げが表にない場合は、欄外の※5を参照してください）

仕 上 げ	損 傷 の 程 度		
㉔ サイディング (横張り)	☐ ㊦ 目立つ 損傷が ない	☐ ㊧ 損傷が比較的小さい 	☐ ㊨ 損傷が比較的大きい 
	㉕ 塗り壁 (モルタル等)	☐ ㊦ 目立つ 損傷が ない	☐ ㊧ 損傷が比較的小さい 

結果

☐ ①または②のみ → チェック 4 へ進みます
☐ ひとつでも③がある → 4ページ 判定B へ

※5 ①～④の仕上げに該当するものがひとつでもあれば、その損傷の程度で結果を判断します。
 ①～④の仕上げに該当するものがひとつもない場合、4ページ 判定B へ

チェック

4

お住まいの地域の震度を確認します

チェック④は、チェック③の結果が「☒ ①または $\odot$ のみ」の場合に行います。

- ☐ 震度7
- ☐ 震度6強
- ☐ 震度6弱

判定A

- ☐ 震度5強

すべて①

チェック③の結果

$\odot$ がある

判定A

判定B

総合判定

判定A

このまま住み続けて大丈夫です。

ただし、瓦屋根など被害を受けた部分は補修しましょう。

判定B

お住まいの市町村や専門家へご相談ください。

あなたの住まいは地震により耐震性が低下している可能性があります。

参考情報

▼お住まいの地域の専門家を知りたいとき

⇒被災度区分判定・復旧技術事務所名簿



▼お住まいの地域の震度を知りたいとき

⇒日本建築防災協会



▼液状化について詳しく知りたいとき

⇒日本建築防災協会
液状化の関連サイト



▼被災度区分判定について詳しく知りたいとき

⇒日本建築防災協会
被災度区分判定とは



住所

氏名

建築年

再使用の可能性を判定し、復旧するための

震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（木造建築物）

令和6年能登半島地震の被害を踏まえた留意事項

2024年10月 初版発行

協力 一般財団法人 日本建築防災協会
