

「熊本地震における建築物被害の原因 分析を行う委員会」報告書のポイント

国土交通省 住宅局

- 熊本地震における建築物被害の原因を分析するため、国土交通省は建築研究所と連携して「熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会」を設置。
 - ※ 国土技術政策総合研究所「建築構造基準委員会」（委員長：久保 哲夫 東京大学名誉教授）と建築研究所「建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会」（委員長：塩原 等 東京大学教授）の合同開催
- 5月26日に第1回委員会、6月30日に第2回委員会、9月12日に第3回委員会を開催し、9月30日に報告書を取りまとめ。

○委員会の構成 委員会は、国土技術政策総合研究所に設置されている「建築構造基準委員会」と国立研究開発法人建築研究所に設置されている「建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会」の合同開催。

・建築構造基準委員会

委員長	久保 哲夫	東京大学 名誉教授
委員長代理	平石 久廣	明治大学理工学部建築学科 教授
	丑場 英温	(一社)日本建設業連合会設計委員会 構造設計部会長
	遠藤 正幸	(一社)日本建築士事務所協会連合会 副会長
	大熊 久理子	日本建築行政会議 構造部会長
	奥田 泰雄	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ長
	金岡 宏幸	日本建築行政会議 適判部会長
	河合 直人	工学院大学建築学部 教授
	北村 春幸	東京理科大学理工学部建築学科 教授
	田中 仁史	京都大学 名誉教授
	棚野 博之	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ長
	中井 正一	千葉大学 名誉教授
	中島 正愛	京都大学防災研究所 教授
	中埜 良昭	東京大学生産技術研究所 教授
	榊田 佳寛	宇都宮大学 名誉教授
	緑川 光正	北海道大学 名誉教授
	森高 英夫	(一社)日本建築構造技術者協会 会長
	安村 基	静岡大学学術院農学領域 教授

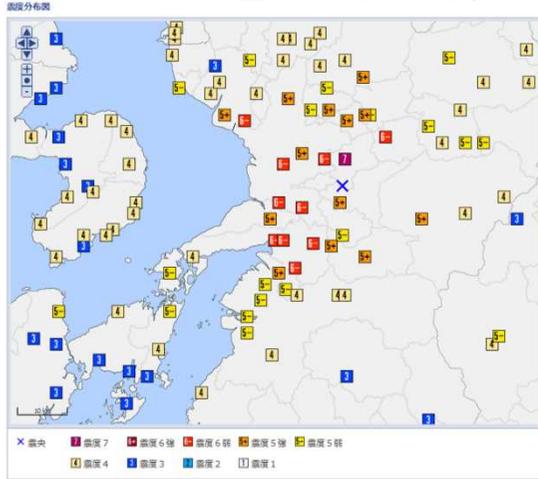
・建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会

委員長	塩原 等	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授
委員長代理	飯場 正紀	北海道大学大学院工学研究院教授
	五十田 博	京大大学生存圏研究所教授
	楠 浩一	東京大学地震研究所災害科学系研究部門准教授
	清家 剛	東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授
	福山 洋	国土交通省国土技術政策総合研究所住宅研究部長
	山田 哲	東京工業大学科学技術創生研究院未来産業技術研究所教授

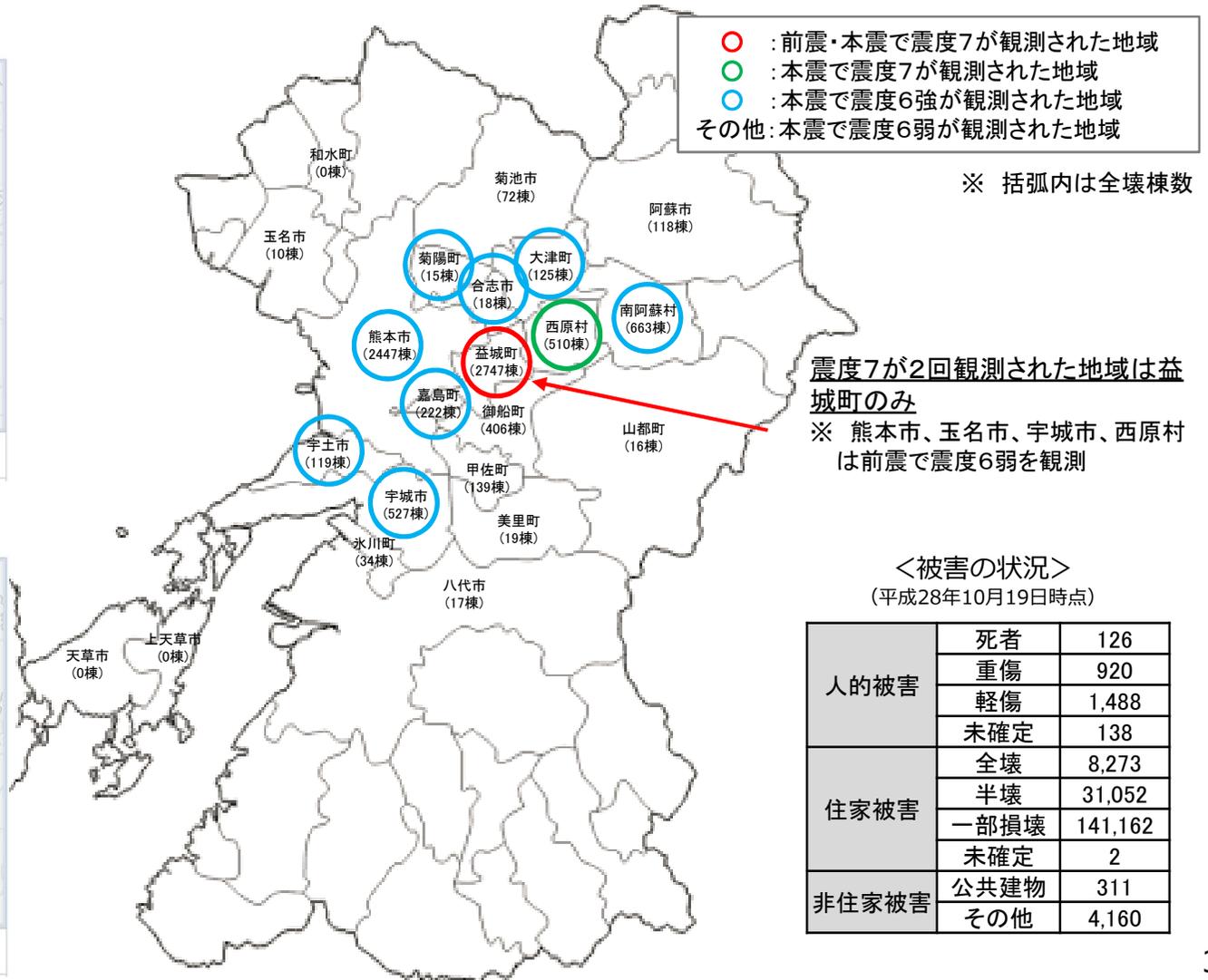
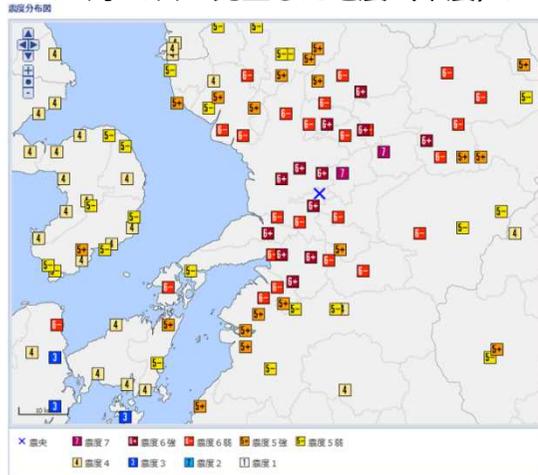
建築物の被害の状況

- 平成28年4月14日及び16日に発生した熊本地震においては、益城町中心部で震度7が2回観測されるなど、過去に例を見ない大きな地震により、建築物に甚大な被害が発生。
- 本委員会においては、大地震が2回発生したことを前提として被害原因の分析を行った。

< 4月14日に発生した地震（前震） >



< 4月16日に発生した地震（本震） >



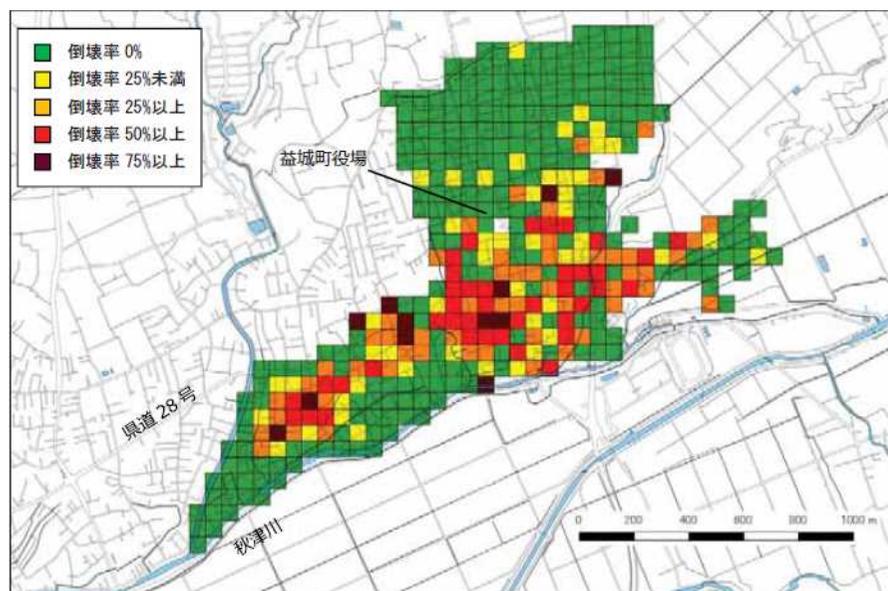
<被害の状況>
(平成28年10月19日時点)

人的被害	死者	126
	重傷	920
	軽傷	1,488
	未確定	138
住家被害	全壊	8,273
	半壊	31,052
	一部損壊	141,162
	未確定	2
非住家被害	公共建物	311
	その他	4,160

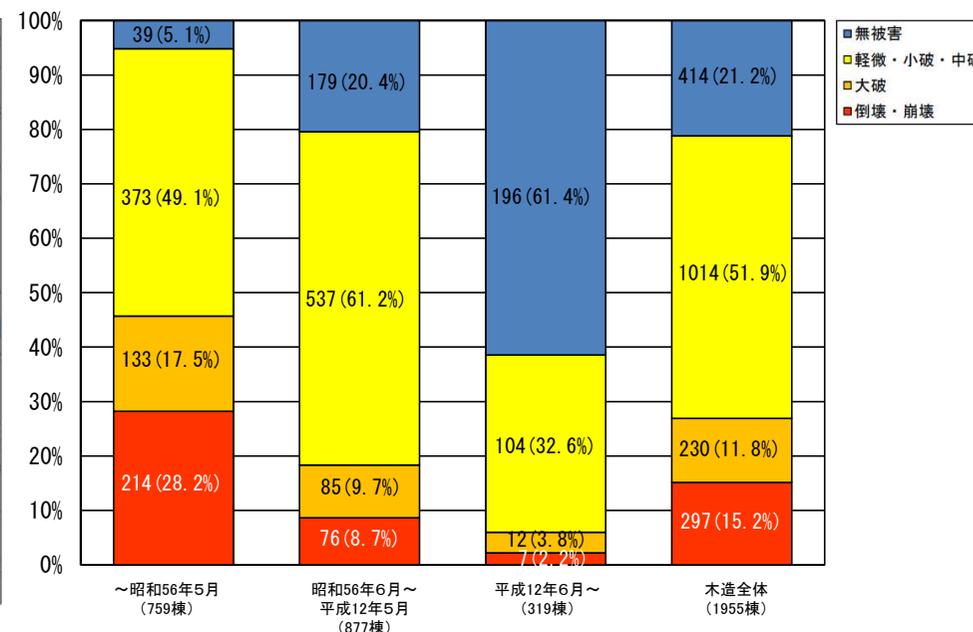
木造建築物の被害の状況

- 日本建築学会が、益城町中心部で地震動が大きく建築物の被害が著しい地域※において悉皆調査を実施しており、その結果を分析。
 - ※ 益城町で震度6強又は7が2回計測された地震計の周辺地域及び当該地域と接続して大きな被害が連担している地域を調査
 - ※ 旧耐震基準の昭和56年5月以前、新耐震基準（必要壁量の強化）が導入された昭和56年6月以降及び現行規定（接合部の仕様等の明確化）が適用された平成12年6月以降に区分して分析
- 旧耐震基準（昭和56年5月以前）の木造建築物の倒壊率は28.2%（214棟）に上っており、新耐震基準の木造建築物の倒壊率（昭和56年6月～平成12年5月：8.7%（76棟）、平成12年以降：2.2%（7棟））と比較して顕著に高かった。

<建築物の倒壊率の分布>



<木造の建築時期別の被害状況>



木造建築物の倒壊の原因分析(新耐震基準)

- 新耐震基準導入以降で倒壊した建築物（83棟）のうち、建築物の状況が把握できなかったもの（6棟）を除いた77棟について、被害要因分析を行った。
- 分析の結果、被害要因として、著しい地盤変状の影響（2棟）、隣接建物の衝突による影響（1棟）、蟻害（2棟）、現行規定の仕様となっていない接合部（73棟）が確認できた。また、震源や地盤の特性に起因して局所的に大きな地震動が建築物に作用した可能性があるもの*も一定数あった。（被害要因の重複含む）
- また、接合部の仕様を明確化した平成12年6月以降に建築されたもので倒壊したものの（7棟）のみで見ると、被害要因は、現行規定の仕様となっていない接合部（3棟）、著しい地盤変状の影響（1棟）、震源や地盤の特性に起因して局所的に大きな地震動が建築物に作用した可能性があるもの*（3棟）であった。

※ 引き続き、特定の地盤が地震動に与える影響を詳細に調査・分析。

<著しい地盤変状>



<隣棟建物の衝突>

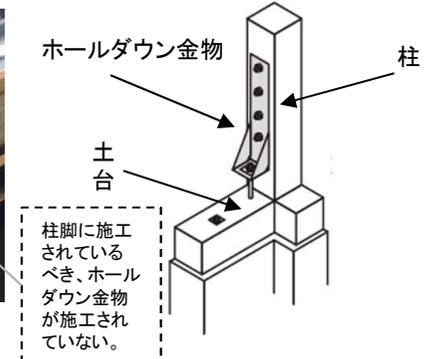
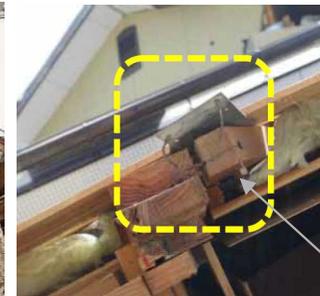


<蟻害>



<現行規定の仕様となっていない接合部>

<接合部の現行規定のイメージ>



⇒ 新耐震基準導入以降のものについては、接合部の仕様が不十分であったものに倒壊が多く見られたことから、こうしたものの被害の抑制に向けた取り組みが必要。なお、地盤の影響については、引き続き調査を行う。

木造以外の建築物の倒壊の状況と原因分析

- 新耐震基準導入以降に建築された鉄骨造建築物で倒壊したものは、地盤・擁壁の崩壊（2棟）によるもの、隣接建築物の衝突（2棟）によるもの、接合部の溶接不良など新耐震基準を満たしていないものであった。
- 鉄筋コンクリート造建築物は、新耐震基準導入以降で倒壊が確認されたものはなかった。

※ 地震地域係数は鉄骨造、鉄筋コンクリート造などの構造計算に用いられるが、上記の原因分析の結果から、倒壊したか否かに当該係数が影響を与えたものではないと考えられる。

<S造：地盤の崩壊>



<S造：隣接建物の衝突>



<S造：新耐震基準を満たしていないもの>
(柱はり接合部の溶接不良)



<S造：旧耐震建築物>



<RC造：旧耐震建築物①>



<RC造：旧耐震建築物②>



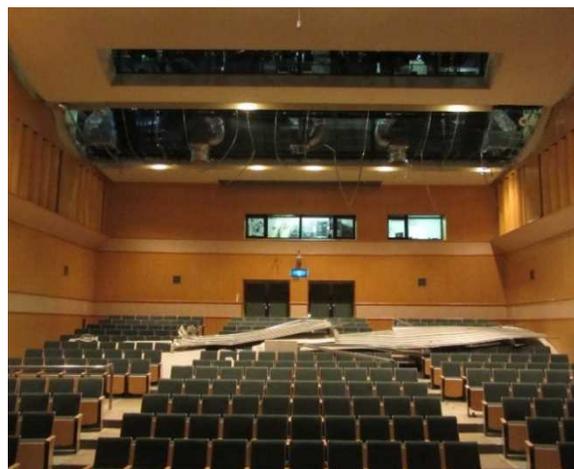
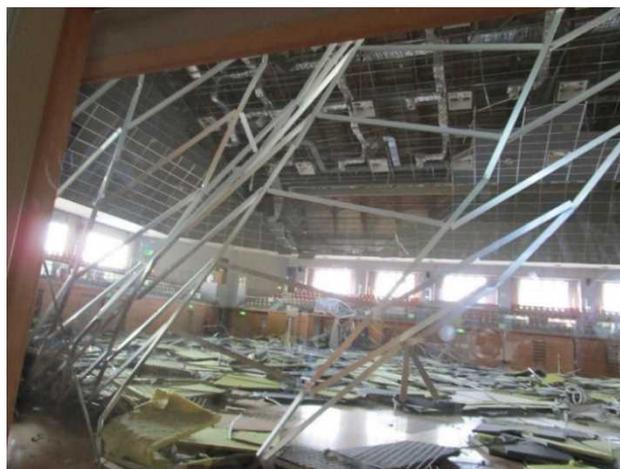
⇒ 旧耐震基準の鉄骨造・鉄筋コンクリート造建築物について、耐震化の一層の促進を図ることが必要。

特定天井の被害の原因分析

○ 現行基準に適合していない特定天井について、接合部の耐力不足等による落下が見られた。

※ 建築基準法において、平成26年4月以降、落下した場合に危険性の高い6メートル超の高さにある200㎡超の吊り天井については、壁との隙間の確保、接合部の緊結など、地震に対して安全な構造とすることを義務付け。

<吊り天井の落下>



<吊り天井を撤去した体育館>



※ 被害の報告があり、調査対象としたものについて、撤去したものを除き、対策を実施しているものはなかった。

⇒ 基準義務付け前に設置された特定天井について、引き続き耐震化の促進を図ることが必要。

避難所等の被害の状況

○ 倒壊に至らないまでも、構造部材の部分的な損傷、非構造部材（天井材、内外装材、ガラス開口部、防煙垂れ壁等）の落下等により、地震後の機能継続が困難となった事例が多く見られた。

※ 建築基準法では、中規模地震に対して損傷しないこと、大規模地震に対して倒壊しないことを求めているが、大規模地震に対して損傷しないことは求めている。

構造部材の被害による耐震性の低下

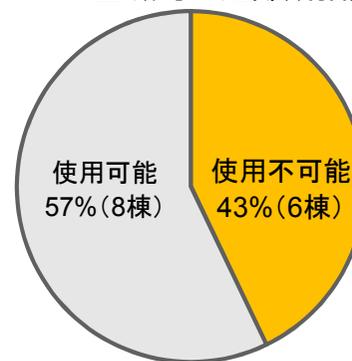
<屋根支承部の破壊（熊本市）>



<鉛直ブレースの破断（熊本市）>



<益城町の避難所指定された建築物の機能継続の状況>



※ 益城町において避難所指定された建築物は、新耐震基準又は耐震改修済のものであったが、非構造部材（天井材、内装材）や構造部材の損傷・落下等により、避難所としての使用を検討した14棟のうち6棟が使用不可能となった。

非構造部材の被害

<天井材の落下（合志市）>



<外装材の脱落（熊本市）>



<ガラス開口部の損傷（宇城市）>



<防煙垂れ壁の被害（益城町）>



⇒ 防災拠点となる建築物については、機能継続に係る対策が必要。

1. 倒壊等防止のための取組方針

- 現行の耐震基準※については、有効性を確認。
これをさらに強化するのではなく、既存ストックを含め、現行基準が求める耐震性能の確保を目指す。
※昭和56年に導入された新耐震基準（木造は平成12年に接合部等の仕様を明確化）
 - ① 旧耐震基準の建築物について、耐震改修、建替え等の促進。
 - ② 新耐震基準の建築物について、接合部の重要性を踏まえ、以下の対策を実施。
 - ・ 既存の木造住宅について、平成12年以前のものを中心に、リフォーム等の機会をとらえ、同年に明確化した仕様に照らして、接合部等の状況を確認することを推奨（効率的な確認方法を年度内目途にとりまとめ）。
 - ・ 接合部について、適切な設計・施工がなされるよう、関係主体に注意喚起。
 - ③ 平成26年に新たに基準を設けた特定天井について、耐震改修等の促進。

2. 機能継続（使用し続ける、住み続ける）のための取組方針

- 建築基準法の遵守に加え、建築物に対するニーズに応じて、より高い性能の確保を目指す。
 - ① 防災拠点の機能継続にかかるガイドラインをとりまとめ、必要な対策が講じられるよう周知・支援。
 - ② 消費者がより高い耐震性能の住宅を選択できるよう、住宅性能表示制度の普及を推進。

平成12年改正の概要

- 木造建築物の耐震基準について、昭和56年に壁量を約1.4倍に強化。
- その後、平成12年に接合部の仕様及び壁の配置方法を明確化。

接合部の仕様の明確化(平成12年)

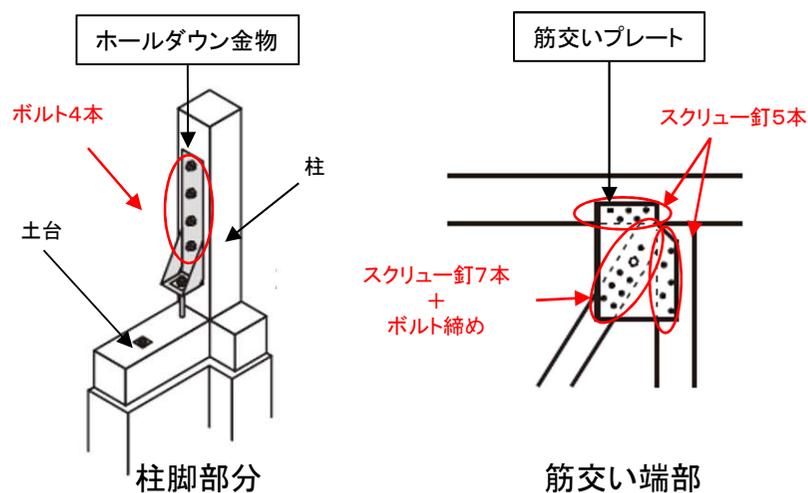
改正前

- 木造建築物の接合部(継手又は仕口)は、存在応力を伝えるように緊結しなければならない。(具体的な接合部の仕様が規定されていない)。

改正後

- 筋交い端部と柱・梁との留め付け部及び柱と主要な横架材との接合部について、具体的な金物、釘の本数、打ち付け方等を明確に規定。

■平成12年に明確化した接合部の仕様の例



壁の配置方法の明確化(平成12年)

改正前

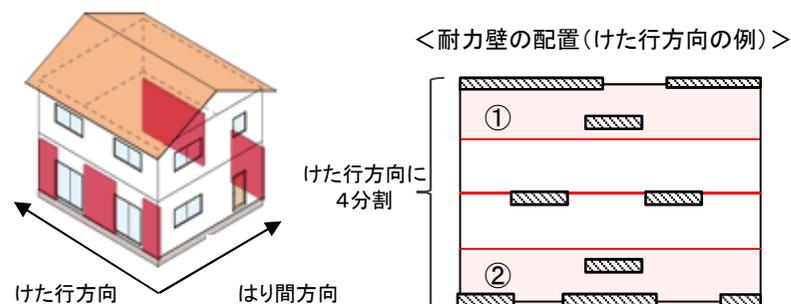
- 木造建築物の壁は、釣り合い良く配置しなければならない。(どのような配置が釣り合いの良いものか具体的に規定されていない)。

改正後

- 四分割法等により確認することを規定。

■四分割法について

けた行方向、はり間方向それぞれについて①と②のエリアの一方の壁量が他方の1/2以上であることを確認。

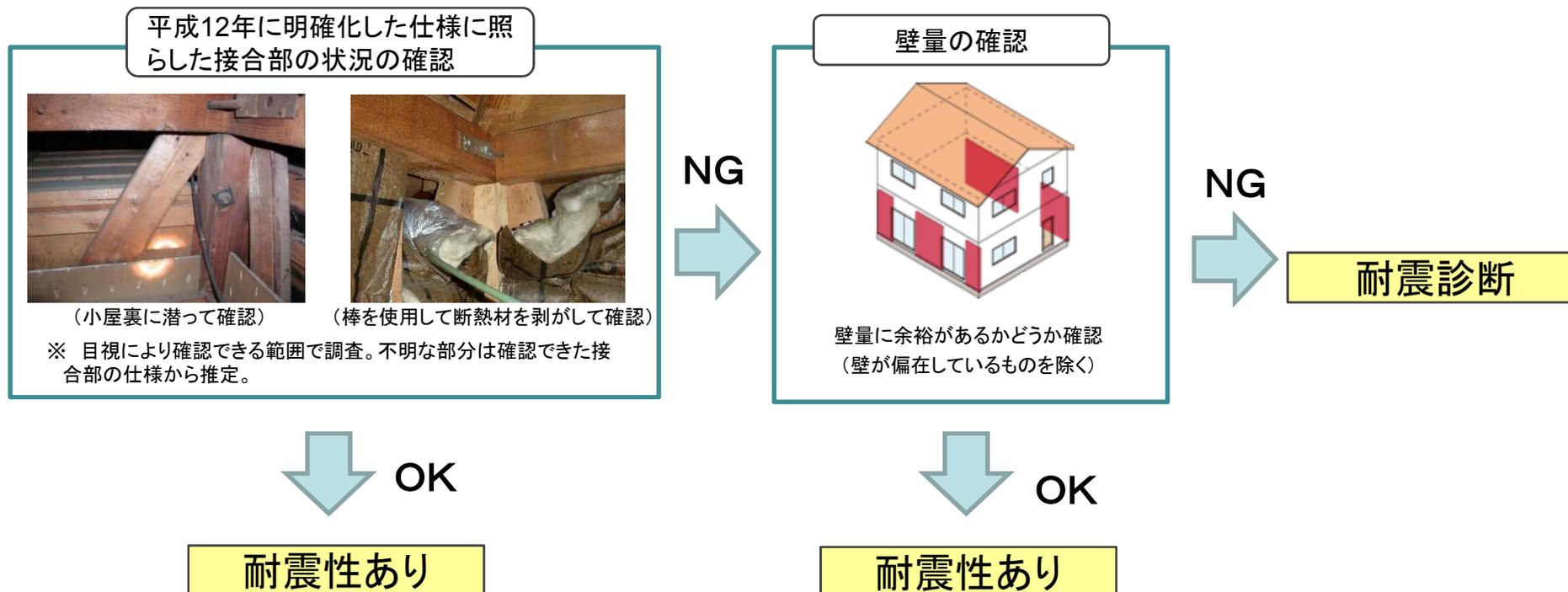


新耐震基準の木造住宅の耐震性能を確認する方法

- 新耐震基準導入以降の木造住宅については、接合部が平成12年に明確化した仕様に適合しない場合には、現行基準が求める耐震性能を有していない可能性がある。
- このため、まずは、平成12年に明確化した仕様に照らして接合部の状況を確認し、接合部が不十分な場合には、その仕様に応じて壁量の余裕を確認するといった、耐震性能を効率的に確認する方法を検討※し、年度内を目途にとりまとめることとする。

※耐震改修促進法に基づき耐震改修支援センターとして指定された日本建築防災協会において検討

<新耐震基準導入以降の木造住宅の耐震性能を確認する方法のイメージ>



防災拠点となる建築物の機能継続に係るガイドラインについて

- 防災拠点となる建築物について、地震後も機能を継続するために必要な事項についてガイドラインとしてとりまとめ、必要な対策が講じられるよう周知・支援。（H28年度中に現在の知見を整理、H29年度中を目途にとりまとめ）

（仮称）防災拠点建築物の機能継続ガイドライン イメージ

※ 建物所有者・管理者が、個々の施設の機能や重要度に応じて、機能継続のための水準や、個別の対策事項を選択できるように示す。

目次	主な内容(案)
1. 建築上の留意事項  <プレースの破断>  <設備の転倒>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 構造躯体の損傷の防止 例)地震により構造躯体の各部材に作用する力が部材を損傷させる限度を超えないこと 等 ○ 非構造部材の脱落等の防止 例)地震により構造躯体が変形しても、外装材に脱落等を生じないこと 等 ○ 設備の継続稼働の確保 例)設備・配管の脱落・転倒防止のための固定、非常用発電設備の設置 等
2. 計画上の留意事項	例)・避難者受け入れを想定したスペース確保 一時滞留、宿泊、トイレ、応急救護 等
3. 管理上の留意事項	例)・建築物の安全確認・点検・復旧フローの整備 ・室内家具等の固定 ・物資の事前確保・備蓄(避難者・利用者の生活支援物資、設備等の交換部品、燃料・水等) ・情報伝達体制の構築 等  <物資の備蓄>