

# 平成28年熊本地震の建築物被害調査と原因分析を踏まえた課題について

(問い合わせ)

構造研究グループ 井上 波彦

Tel 029-879-0673

E-mail [inoue\\_n@kenken.go.jp](mailto:inoue_n@kenken.go.jp)

# 平成28年熊本地震の建築物被害調査と原因分析を踏まえた課題について

- 震災発生後、建築研究所は、国土技術政策総合研究所と連携して、主として構造・防火・建築設備の各分野ごとに現行の建築基準法に基づく耐震基準が建築物に必要な安全性・信頼性を確保できているか、また、今後解決していくべき課題は何かについて、検討を行っています。
- 検討にあたっては、「建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会」の助言を受けつつ分析等を行っています。
- 今回は、この速報の内容のうち構造分野の話題を中心に、被害状況及び原因分析結果とそれらを受けた検討の方向性について紹介します。



# 調査の目的と概要

◆ **建築基準**は建築物(人命)の安全を確保できているか

◆ 被害の特徴の抽出と原因分析

★ 年代別

- 旧耐震基準・1981年以前
- 新耐震基準・1981年以降
- 現行規定・・・1995-97年以降(木造以外)  
2000年以降(木造)  
昭和56年に導入された「新耐震基準」に、1995年兵庫県南部地震などの震害による経験と被害分析を踏まえて改善を加えた、現在建築物を新築する際に適用される基準等

★ 構造別

- 木造
- 鉄骨造
- 鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造
- 免震建築物
- 内装材・外装材

◆ その他の課題の把握

★ 被災後の継続使用性の確保

□・・・「建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会」と、国土技術政策総合研究所に設置された「建築構造基準委員会」との合同開催

## 国土交通省等との連携による調査概要

月日	回数	内容
4/14		地震(前震)発生(M6.5)
4/15	第1次	初動調査(熊本市・益城町・南阿蘇村・西原村・山都町)
4/16		地震(本震)発生(M7.3)
4/16	第2次	木造(熊本市・益城町・南阿蘇村)、RC造(熊本市・益城町・宇土市・宇城市)
4/19	第3次	鉄骨造・非構造・設備(熊本市・益城町・西原村)
4/22	第4次	基礎・地盤(熊本市・益城町)
4/26	第5次	火災(熊本市・益城町・大津町・御船町)
4/26	第6次	木造(益城町・南阿蘇村)
4/28	第7次	RC造(熊本市・益城町・宇土市)
4/28	第8次	鉄骨造(益城町)
4/29	第9次	免震(熊本市・阿蘇市・山鹿市・大津町)
5/19	第10次	木造・基礎・地盤(益城町)
5/23	第11次	非構造(熊本市・益城町)
5/26	第1回 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会*	
6/6	第12次	RC造(熊本市)
6/8	第13次	鉄骨・非構造(熊本市・宇城市・山都町)(体育館)
6/30	第2回 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会*	
8/3	第14次	非構造(熊本市・大津町・菊陽町・合志市)
9/12	第3回 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会*	
10/14	平成28年熊本地震 建築物被害調査報告(速報)公表	

これらのほか、地震後継続使用に関する自主調査などを随時実施



# 調査結果の公表

## ◆ 平成28年熊本地震 建築物被害調査報告(速報)

✿ <http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/173/index.html> (建築研究資料 No.173)

- 第1章 はじめに
- 第2章 調査研究の概要
- 第3章 被害一般
- 第4章 地震および地震動
- 第5章 地震動による建築物等の被害
- 第6章 火災による建物被害
- 第7章 おわりに

## ◆ 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

✿ <http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/0930/report.htm>

- 1. 委員会設置の目的・経緯
- 2. 地震及び地震動の特徴
- 3. 被害状況・被害要因等の分析
- 4. 調査結果を踏まえた総括

# 今後の検討の方向性について

## ◆ 全体的な被害の傾向について

- 現行規定による、あるいは耐震改修を行った建築物は、適切に倒壊防止性能を確保することができた。
- 新耐震基準より前の建築物、あるいは現行規定の主旨が徹底できていない建築物については、倒壊・崩壊等の甚大な被害につながったものがあった。
  - 鉄骨造における接合部
  - R C造等のピロティ構造における設計

引き続き現状の研究活動を継続し、解説書等を通じて適切な設計の周知・普及に努める。  
(新築・改修・補強の各段階)



- 基準解説書
- 運営費交付金課題
- 国交省・国総研課題
- 建築基準整備促進事業

etc.

## ◆ 木造建築物について

- 旧耐震基準では多数が倒壊するなど大きな被害を受けた。
- 新耐震基準以降であっても2000年改正（現行規定）を境に被害状況に差が見られた。
- 悉皆調査の結果、現行規定によるもので倒壊・崩壊に至った建築物が7棟あり、被害の拡大につながる要因を検討した。
  - 柱頭・柱脚・筋かい端部の不適切な金物等
  - 重量の重い仕様（？）
  - 平面不整形・立面不整形・増改築（？）
  - 地震動そのものの大きさ（？）

安全性に及ぼす影響を評価し、適切なルール(仕様規定・計算規定)を検討の上、周知・普及に努める。

現時点では必ずしも今回の倒壊被害に直接影響があったかどうかは不明であり、詳細検討中。

益城町内において詳細な地盤調査を行って地震動を精査し、倒壊解析など詳細な検討につなげる。



# 今後の検討の方向性について

## ◆ 木造以外の分野について

- (鉄骨造・非構造) これまでの震災では報告されなかった被害として、体育館における鉄骨造屋根(支承部を含む)や大判ガラスによる外装パネルの脱落など、場合によって大きな被害につながるものが考えられるものが見られた。



脱落を生じた要因の分析を行い、被害防止に必要な適切なルールについて検討する。  
既存対策(改修・補強・除去)も検討する。

## ◆ 建築物の機能継続について

- 避難所や共同住宅において、構造安全性は確保されたが、被害の影響で地震後に想定した使用の継続が困難となる事例が見られた。
  - 構造体の被害
  - 内装材・外装材・非構造壁等の被害
  - 傾斜等の被害
- (RC造等)耐震補強を行ったものでも、大破に至ったものが見られた。



被害分析に基づく被災後の継続利用の阻害要因の分析を通して、

- 災害時の要求性能
- その確保に必要な留意事項
- 留意事項を満足するための適切なルール

これらについて検討する。

ここで示した主要な項目以外にも、各分野において、被害要因分析及び被害防止に必要な各種の検討を実施・計画している。

こうした方向性に沿って、調査研究の実施、国土交通省の取組への参画、関係機関への技術指導等の活動を積極的に推進する。

# 国交省における主な取組方針

(社会資本整備審議会 第23回建築物等事故・災害対策部会2016/10/05)

## 熊本地震における建築物被害の原因分析を踏まえた主な取組方針

資料1-2

### 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。

# 被害の特徴 (悉皆調査)

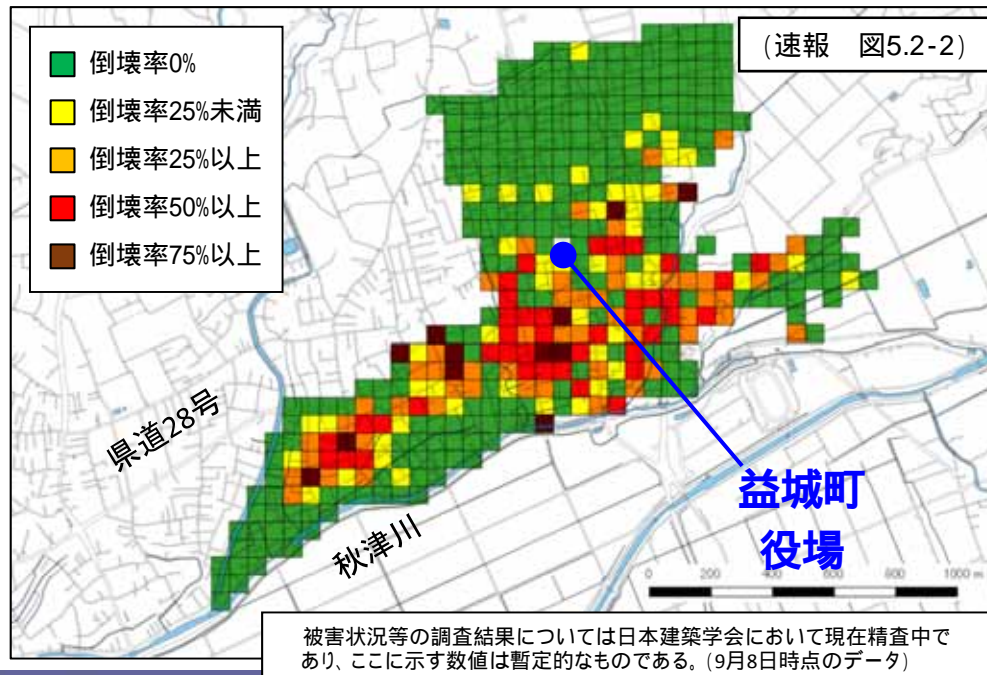
## ◆ 日本建築学会による益城町の「悉皆調査」(区域内の全数調査)と連携

- ✿ 航空写真等を併用した年代特定の精度向上
- ✿ 学会による判定結果の精査 等を担当

## ◆ 被害分布(倒壊率(=エリア内の倒壊建物数/エリア内建物数))の特徴

- ✿ 県道28号から北側に500mほど離れると被害が少ない
- ✿ 安永地区では県道28号から南側の被害が大きい
- ✿ 秋津川に近いエリアでは被害が少ない

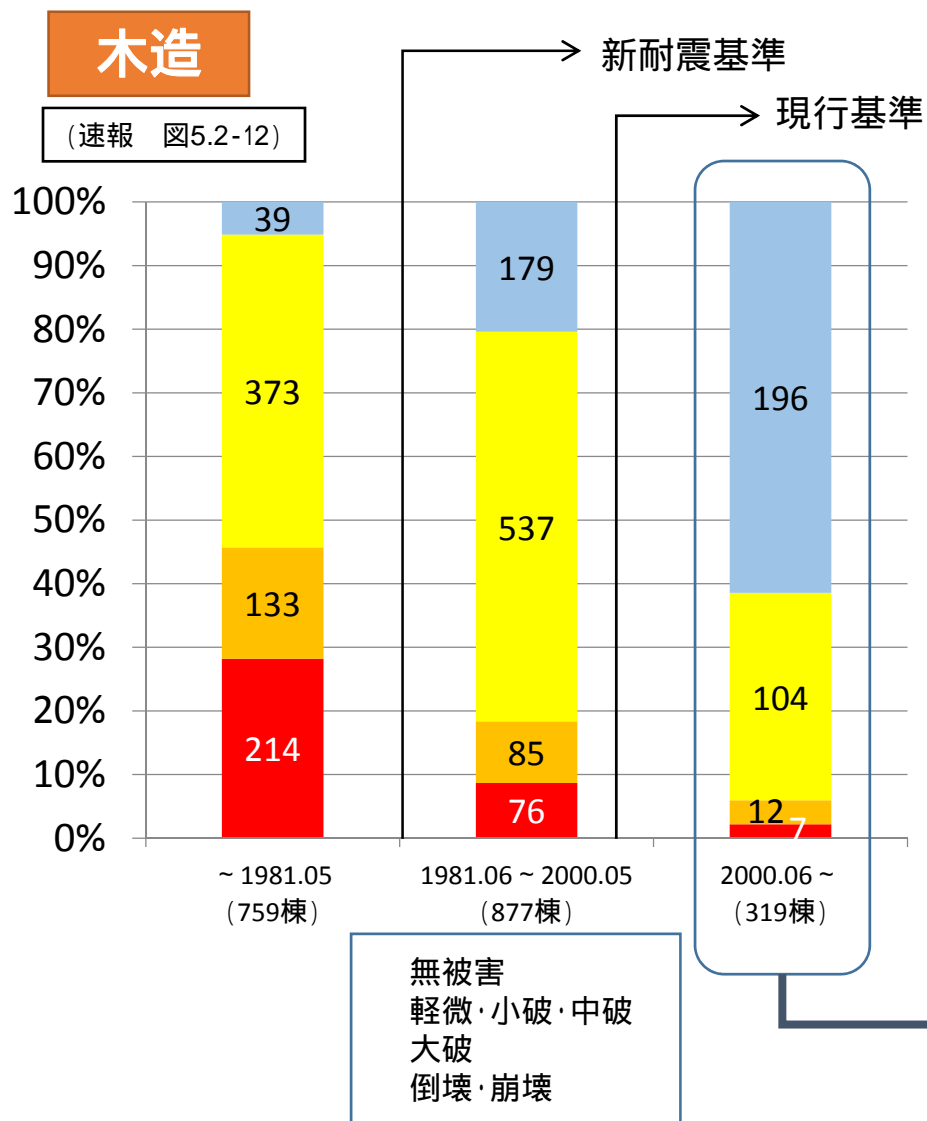
地盤条件等による地震動の特性の違い(?)





# 益城町の悉皆調査における年代別被害率

(日本建築学会による調査と連携)



- ◆ 木造の新耐震基準は一定の効果を発揮した
  - ✿ 2000年改正以前のものは改正後に比べて倒壊・崩壊の被害の割合が高く、改善が必要
- ◆ 鉄骨造及び鉄筋コンクリート造は、熊本市内の調査結果も含め新耐震基準は有効
  - ✿ 現行規定の主旨を反映していない不十分な性能の溶接等の接合部の適正化や、層崩壊などの甚大な被害を防止する設計の周知が必要

2000年改正

- 接合金具
- 耐力壁配置(1/4ルール)等々



# 被害の特徴 (木造)

- ◆ 益城町(震度7を観測)や南阿蘇などで、新耐震基準以前(築年数40年超)の古い住宅に甚大な被害
- ◆ 倒壊等の被害を受けた建物では、接合金具が無かったり、釘打ちなど軽微な接合としたものが多い
- ◆ 現行規定でも倒壊した7棟については原因を精査中
  - ✿ うち4棟では、他の倒壊木造と同様の軽微な接合など、被害の拡大要因を確認
  - ✿ 残る3棟について、近隣の無被害の1棟と合わせて、図面の入手・時刻歴応答解析などによる詳細検討を実施



益城町(戸建住宅)  
1階が崩壊

(速報 写真5.3-14及び15)



柱端部に金具なし



南阿蘇(共同住宅)  
1階が崩壊

(速報 写真5.3-54及び55)

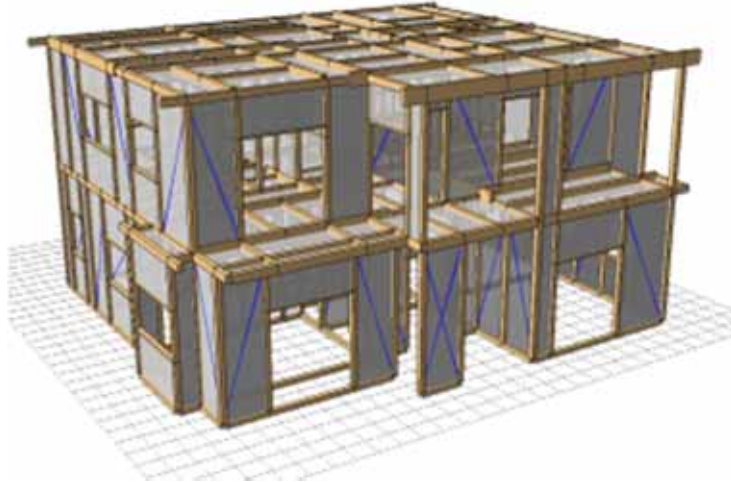


筋かいの軽微な接合

# 2000年以降倒壊木造建築物に関する検討(例)

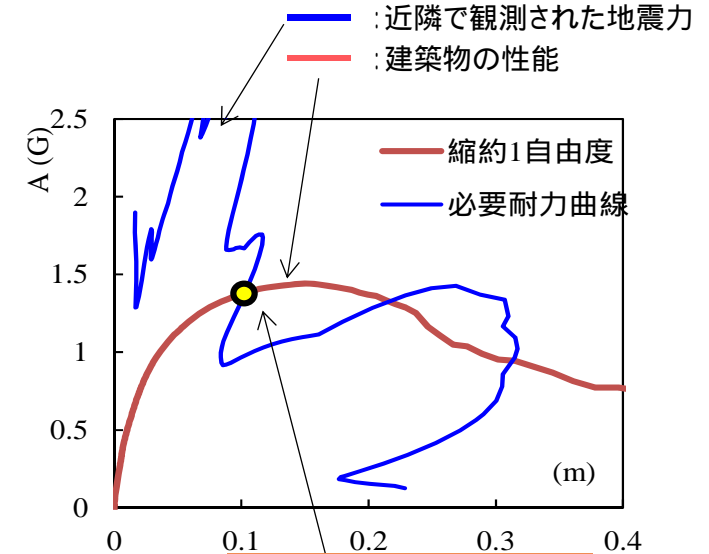
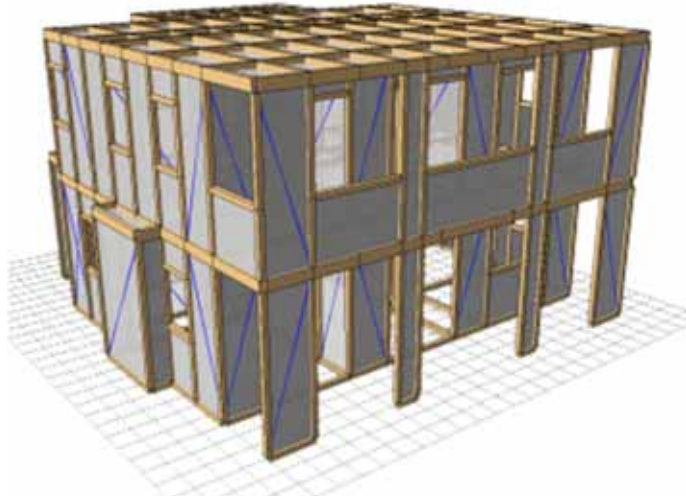
## 建物モデル

(接合部等の状況は図面や現地調査結果を反映)



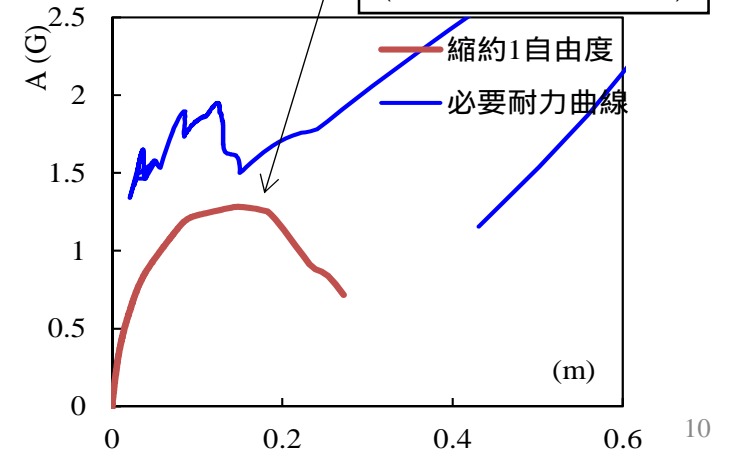
## 建物モデル

(接合部等の状況は図面や現地調査結果を反映)



交点があれば倒壊を避けることが可能(計算上)

(速報 図5.3-14及び15)



# 被害の特徴 (鉄骨造)

- ◆ 益城町では、倒壊した1棟が新耐震基準であったが、性能の不十分な溶接部の破断が原因と見られる
- ◆ 他に大破した15棟についても、同様の接合や隣棟の倒壊など、設計基準以外の被害要因と推定
- ◆ 中～大規模な鉄骨造については、体育館などで(特に継続使用に支障のある)被害



益城町(店舗併用住宅)

2階が崩壊

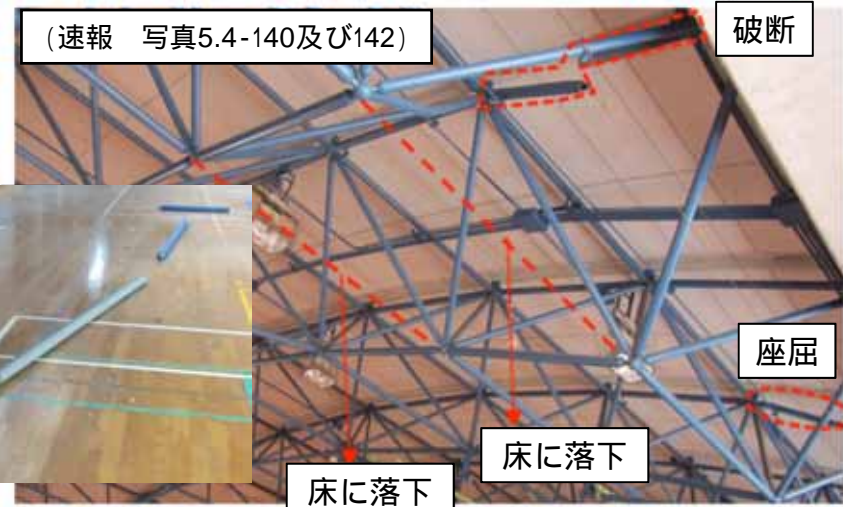
(速報 写真5.4-1及び3)



(速報 写真5.4-56)

熊本市内  
(体育館)

鉄骨屋根  
支承部の  
コンクリ破  
損・脱落



(速報 写真5.4-140及び142)

破断

座屈

床に落下

床に落下

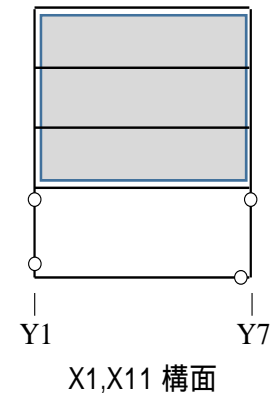
# 被害の特徴 (RC造)

- ◆ 新耐震基準以前の古い共同住宅等で、1階の層崩壊など甚大な被害
- ◆ 新耐震基準で大破したものの多くはピロティ的な構造で、現行基準を満たしていない設計であった
- ◆ 構造体以外の外壁等の被害も多く、継続使用上の支障を生じた
- ◆ 地下部分の損傷などで全体が傾斜(1/50超)した可能性のある被害も報告されている

熊本市内(共同住宅)  
非耐力壁の破壊



宇土市内(共同住宅) 1階柱頭の破壊



### 問題点

- ・スリットを有する壁のモデル化
- ・部分崩壊形



$F_{es}$ に関する告示改正(1995年12月11日)  
1997年版建築物の構造規定(層崩壊防止)

# 被害の特徴 (内装材・外装材)

- ◆ 吊り天井や内壁等の様々な内装材・外装材の落下や、被害に伴う使用禁止措置が講じられていた
- ◆ その他、過去の震災と同様に外装材やタイルの落下、大判ガラスの破損、窓サッシなどの被害が多く見られた



熊本市内(体育施設)  
吊り天井部材の落下



熊本市内(商業施設)  
大判ガラス(DPG工法)の落下