

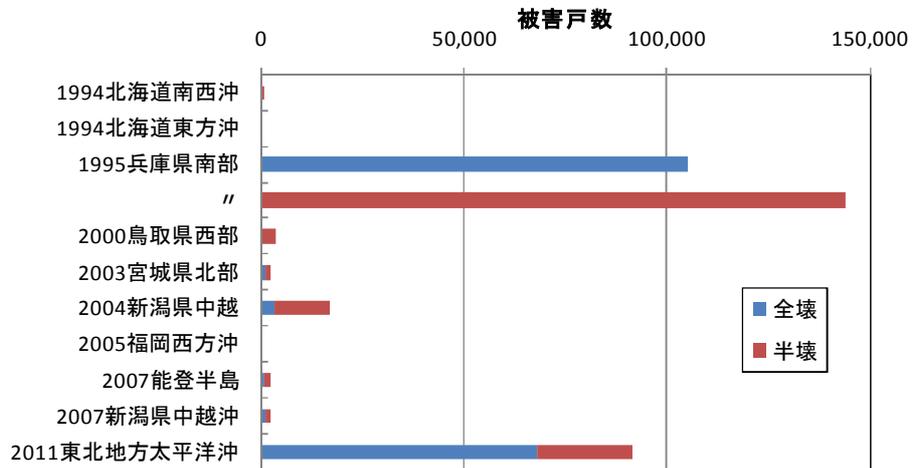
建築物の地震動による被害

国土交通省国土技術政策総合研究所
総合技術政策研究センター
評価システム研究室 榎本敬大

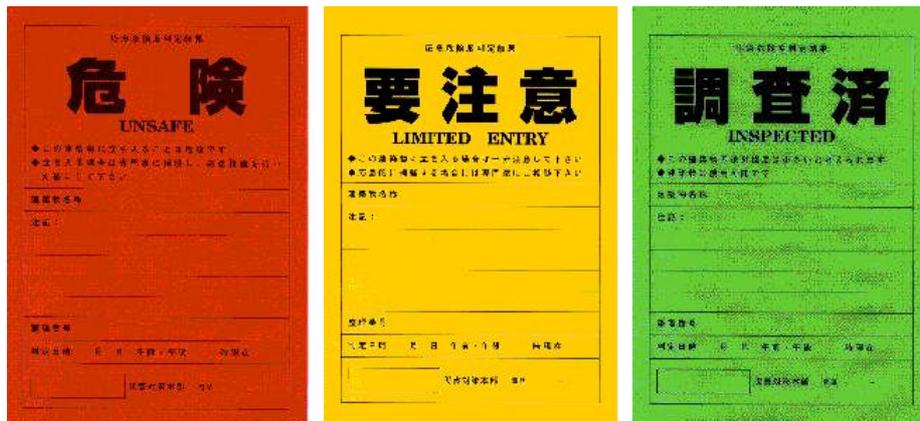
建築物の地震動による被害

- 建築物の被害に関する統計データ
- 被災建築物の応急危険度判定
- 被害調査の概要
- 木造建築物の被害
- RC造建築物の被害
- 鉄骨造建築物の被害
- 非構造部材の被害
- 宅地・地盤の液状化

最近の主な被害地震と建築物被害



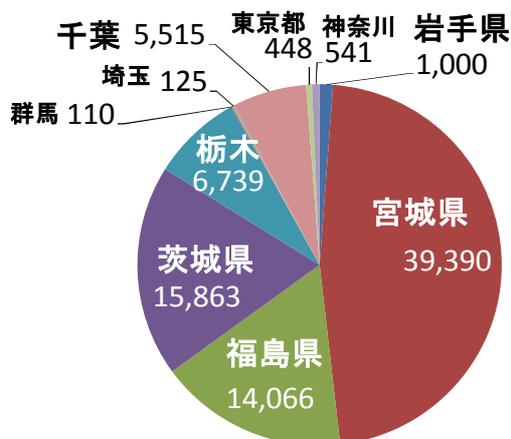
被災建築物の応急危険度判定



被災建築物の応急危険度判定

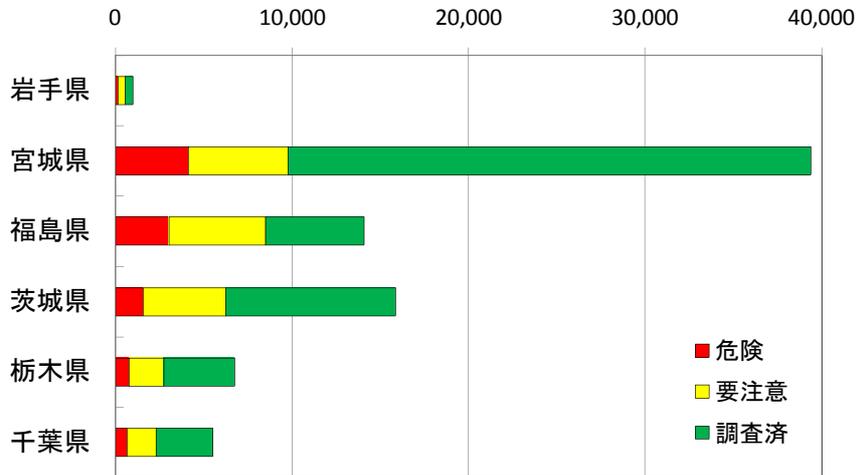
- 応急危険度判定の目的:
余震等による被災建築物の倒壊、部材の落下等から生ずる二次災害を防止し、住民の安全の確保を図る。
- 判定者: 応急危険度判定士(都道府県知事、UR理事長、又は全国被災建築物応急危険度判定協議会が認めた者＝講習会受講者)
- 応急危険度判定マニュアル: 建設省建築研究所が中心となって、とりまとめた。

建築物の応急危険度判定実施件数



- 津波被害地域はほとんど実施していない
- 被災地域が広域、被災棟数が多いため、網羅的には実施していない。
- 構造の被害以外を含む

応急危険度判定結果



平成23年4月21日現在、国土交通省

建築物の被害調査の概要

- 3/14開始
- のべ建研 66人・回
- 国総研33人・回
- 現在も継続中

	調査日	調査内容	調査地	建研 (人)	国総研 (人)
1	3月12日	茨城空港天井調査	茨城空港	1	1
2	3月14日	茨城県営住宅倒壊危険性調査	茨城県神栖市、千葉県佐原市	1	
3	3月14日	津波被害調査	茨城県大洗町ほか	2	
4	3/14~16	木造を中心とした建築物の1次被害調査	宮城県仙台市、栗原市	3	1
5	3/14~15	RC造を中心とした建築物の1次被害調査	福島県須賀川市ほか	2	2
6	3月15日	建築物被害調査(建築物全般)	茨城県	2	1
7	3月16日	建築物被害調査(建築物全般)	茨城県	3	1
8	3月23日	木造を中心とした建築物の1次被害調査	茨城県龍ヶ崎市、常総市	2	1
9	3/24~26	RC造を中心とした建築物の1次被害調査	福島、宮城、岩手	3	2
10	3/24~25	木造を中心とした建築物の1次被害調査	栃木県那須町、福島県須賀川市ほか	1	1
11	3月25日	木造を中心とした建築物の1次被害調査	茨城県那珂市、常陸太田市	4	
12	3月24日	建築物被害調査(地盤)	千葉県佐原市、茨城県神栖市	2	1
13	3月25日	建物被害調査(木造)	茨城県那珂市、常陸太田市	4	
14	3/30~31	S造建築物被害調査	茨城県	1	1
15	3/30~31	S造建築物被害調査	茨城県	3	
16	3/30~4/2	建築物の津波被害1次調査	岩手県、宮城県	3	2
17	3月31日	液状化による一般住宅の復旧調査	千葉県浦安市	1	1
18	3/30~4/3	国交省・被災状況把握及び緊急復旧のための現地調査	岩手県、宮城県		1
19	4/6~9	建築物の津波被害2次調査	岩手県	4	1
20	4月6日	木造建築物の津波被害1次調査	宮城県仙台市、亶理町ほか	3	3
21	4月8日	建築物の火災による被害調査	宮城県	1	
22	4/11~12	S造建築物被害調査	茨城県	2	1
23	4月12日	S造建築物被害調査	茨城県	2	
24	4/15~16	建築物被害調査(地盤)	宮城県、福島県	1	2
25	4/20~22	建築物の火災による被害調査	宮城県、岩手県		3
26	4月21日	津波・地震被害調査	茨城県	3	0
27	4/21~22	国交省・建築物被害調査	宮城県、福島県	2	3
28	4月21日	木造建築物の被害2次調査	茨城県那珂市、常陸太田市	4	1
29	4/24~26	建築物の火災による被害調査	宮城県	2	0
30	4/26~28	建築物の火災による被害調査	宮城県、栃木県	0	2
31	4/27~29	木造建築物の被害2次調査		4	1
		合計(人・回)		66	33

木造建築物の被害状況

- 調査地:

宮城県(仙台市青葉区、栗原市)

福島県南部(須賀川市)

栃木県北部(那須町、矢板市、さくら市)

茨城県北部(龍ヶ崎市、常総市)

-----<津波被害>-----

- 宮城県(仙台市若林区、岩沼市、亶理町、山元町)

仙台市の被害



被害の集中した地区の多くは造成宅地

地盤変状に伴う被害 (仙台市青葉区折立5丁目)



基礎が90cm程度沈下、破壊



大きく傾斜

店舗併用住宅の被害 (仙台市青葉区小松島)



残留変形が大きい



モルタル外壁の剥落

木ずり下地が
生物劣化

仙台市太白区の旅館



裏山の崩落により、倒壊・転落



被災前の様子
Google マップ ストリートビューより

中尊寺(岩手県平泉市)



本堂



漆喰塗りの一部が剥落

栗原市の被害

- ・被害の集中した地区の多くは低地、河川沿い
- ・K-NET築館：計測震度6.6



左側に約3mの段差あり



栗原市若柳地区



液状化による噴砂痕



地盤変状に伴う住宅の被害

栗原市若柳地区



店舗併用住宅の被害



倒壊した家屋

大規模木造の被害



古い映画館を改装した工場



工場内部

非住家の被害



倒壊した木材小屋



大きく傾いた土蔵

福島県須賀川市の被害

応急危険度判定結果(3/24時点)

構造種別	調査数	危険	要注意	調査済
木造	1,023	245	315	463
鉄骨造	188	51	44	93
RC造	73	25	16	32
合計	1,284	321	375	588
割合	100%	25.0%	29.2%	45.8%

福島県須賀川市(加治町)の被害



ほぼ全面的に外壁モルタルが剥落した店舗併用住宅
(倒壊したRC造の向かい)



部分的に崩壊した木造

福島県須賀川市(加治町)の被害



応急危険度“危険”判定の店舗併用住宅



柱の腐朽とシロアリの食害

福島県須賀川市(南町)の被害



倒壊家屋
(須賀川市ホームページより)



倒壊家屋(構造種別不明)

栃木県那須町の被害

- 那須町役場付近の低地(西大久保、塩阿久津、茶臼地区)と豊原乙の別荘地(傾斜地)に被害が集中



栃木県那須町豊原乙の被害



大きく傾斜した木造



外壁モルタルの剥落

栃木県那須町役場付近の被害



残留変形が残る木造住宅



地盤変状に伴って大きく傾斜した木造住宅

茨城県那珂市、常陸太田市の被害



余震で倒壊した家屋(那珂市)



店舗併用住宅
(那珂市門部:3/25)



4/11の余震で倒壊
(調査は4/21)

残留変形が大きい伝統的構法住宅 (那珂市)



1階: 南へ17/1000 rad,
2階: 南へ30/1000 rad傾斜

床の間のラスボードの目地にひび割れ

築年数が古い住宅の被害(常陸大宮市)



築100年の木造平屋建て



内観(最大で1/3.5 rad傾斜)



柱の折損(足固め部)



柱の折損(差鴨居)

比較的新しい住宅(築14年)の被害 (常陸太田市松栄)



外壁モルタルの剥落

残留変形: 1階 - $1/500 \text{ rad}$
2階 - $1/300 \text{ rad}$



内装ボードの剥落

RC造建築物の被害調査

- 震度6弱以上が観測された地点の都市部を主体に調査を行う

宮城県: 仙台市青葉区、宮城野区、若林区

福島県: 二本松市、郡山市、須賀川市、白河市

茨城県: 日立市、笠間市、鉾田市

多くの観測点の加速度応答スペクトルが、短周期側で応答加速度が大きくなる特徴を有する

→類似した加速度応答スペクトルであれば、他の地点でも同様な被害程度であると予測

RC造建築物の被害の特徴(1)

- ① 旧基準により設計された建築物の構造被害の程度は、震度の割には概して大きくない。ただし、大破や層崩壊などの被害も一部には見られる。主たる要因は柱のせん断破壊。



RC造建築物の被害の特徴(2)

- ② 機能を継続すべき公共建築物(市役所など)に、大きな構造被害が見られた。主たる要因は、短柱のせん断破壊による軸力支持能力の喪失。



RC造建築物の被害の特徴(3)

- ③ 新耐震基準に基づき設計されたRC造建築物の構造被害はほとんど見られない。



<構造被害が見られた例>

縦開口を有する階段室の連層壁に開口隅角部を結ぶせん断ひび割れが発生

RC造建築物の被害の特徴(4)

- ④ 耐震補強された建築物の構造被害が、一部の建築物に見られた。



RC造建築物の被害の特徴(5)

- ⑤ 非構造部材の被害(特に外装材の損傷)は多く見られた。
また、マンションの玄関回りの非構造壁の損傷も比較的多く見られた。



RC造建築物の被害の分類(1)

<構造部材の被害>

- ① 1階の層崩壊
- ② 中間階の層崩壊
- ③ 柱のせん断破壊
- ④ RC柱脚部や連層耐力壁側柱脚部の曲げ破壊



①



②



③



④

RC造建築物の被害の分類(2)

<構造部材の被害>

- ⑤ SRC露出柱脚のアンカーボルトの
抜けだしや主筋の座屈
- ⑥ 境界梁のせん断破壊や付着割裂破壊
- ⑦ 建築物の傾斜
- ⑧ 塔屋の損傷・傾斜
- ⑨ 耐震補強された建築物の損傷



⑤



⑥



⑦



⑧

RC造建築物の被害の分類(3)

<非構造部材の被害>

- ① 袖壁付き柱の袖壁脚部の曲げ破壊
- ② 集合住宅の非構造壁の損傷
- ③ 外装材の損傷・落下
- ④ 屋上突出物の傾斜や脱落
- ⑤ ブロック塀・石積み塀の倒壊

①



②



③



④



⑤



RC造建築物の被害の分類(4)

これまで紹介した被害は、1995年兵庫県南部地震の際にも見られたが、兵庫県南部地震で見られた下記のような構造被害は今回の震災では今のところ確認されていない

- 新耐震基準により設計されたピロティ建築物の1階の崩壊
- 中高層建築物の中間層の崩壊
- 転倒
- 新耐震基準により設計された建築物の柱梁接合部の破壊
- 鉄筋圧接部の破断
- 体育館におけるプレキャスト屋根の落下、など

鉄骨造建築物の被害調査

■旧基準の体育館（震度6地域）を中心にした内観も含めた被害調査

- 1) 茨城県の高校体育館44棟（3月30日～31日）
- 2) 水戸市の小中学校体育館22棟（4月11日～12日）

■外観による一般の鉄骨造建築物の被害調査

- 1) 二本松市，郡山市，福島市（3月14日～15日）
- 2) 日立市，鉾田市，笠間市（3月15日～16日）
- 3) 白河市，須賀川市，仙台市（3月24日～26日）

体育館の被害概要（被害の形態、特徴）

- 1) 鉛直ブレース材の座屈と接合部の降伏、破断
- 2) RC柱と屋根の接続部（支承部）のコンクリート剥落
- 3) 屋根面水平ブレースのたわみ、座屈、破断
- 4) 張間方向の梁材の塗装の剥がれ
- 5) 柱脚のコンクリートのひび割れ、亀裂等の軽微な損傷
- 6) 天井や外壁の脱落、窓ガラスの破壊等の非構造材の被害

・大きな被害である1)の被害率は5%程度であり、構造的な被害の被害率は新潟県中越地震に比べ、全体的に少ない印象。
・2)と4)の被害は、新潟県中越地震ではほとんど見られなかったもの。

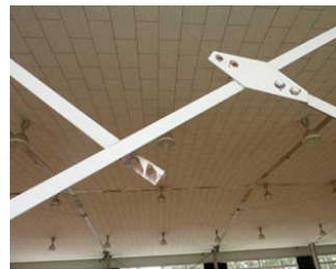
1) 鉛直ブレース材の座屈と接合部の降伏、破断



ブレース材の座屈



接合部溶接部破断



ボルトの破断



ボルト穴欠損部破断



ボルトの破断

2) RC柱と屋根の接続部（支承部）のコンクリート剥落



コンクリート剥落



コンクリート剥落



ホールインアンカー抜け出し

3) 屋根面水平ブレースのたわみ、座屈、破断



ブレース破断



ブレース破断



ブレースのたわみ

4) 張間方向の梁材の塗装の剥がれ



アーチ梁フランジ塗装剥がれ



山形ラーメンウェブ塗装剥がれ



山形ラーメンウェブ塗装剥がれ

5) 柱脚のコンクリートのひび割れ、亀裂等の軽微な損傷



6) 天井、外壁の脱落、窓ガラス破壊等の非構造材の被害



天井材の脱落



天井材の脱落



天井材の脱落



外壁の脱落



内壁の脱落



軒天の脱落



窓ガラスの破損

一般の鉄骨造建築物の被害



ショッピングセンタースロープのブレースの座屈



駐車場ブレースの座屈



駐車場露出柱脚の損傷



駐車場の外装材の脱落



事務所の外装材の脱落



事務所の外装材の脱落

・ 外観調査では柱、梁部材等の破断や座屈等の大きな被害は観察されていない

非構造部材の被害(外壁2)



ALCパネルの脱落(郡山市)



ALCパネルの脱落(仙台市)



ALCパネルの脱落(白河市)



ALCパネルの脱落(仙台市)

非構造部材の被害(開口部)



建物地上階でのガラスの破損
(仙台市)



体育館のガラス破損
(郡山市)

サッシ枠の脱落



ガラスの破損およびサッシ枠
の脱落(郡山市)



鋼製のはめ殺し窓に硬化性パテで留め付けられたガラスの破損(銚田市)

非構造部材の被害(天井)



在来工法による天井の脱落(銚田市)



勾配箇所での在来工法による天井の破損。
水平部分(赤点線箇所)に内装材として用いられた波形の折板も脱落(水戸市)



在来工法による天井面の垂れ下がり(水戸市)



ガソリン
スタンドの
天井脱落
(仙台市)

非構造部材の被害(内壁)



構造体との取り付け箇所で内壁が破損
(水戸市)



体育館の外周壁の内壁仕上材の脱落(銚田市)



舞台上部の内壁がはらみ出している
(水戸市)



天井の下面に設置された内壁の上部において天井が破損(笠間市)

地盤変状による建物被害

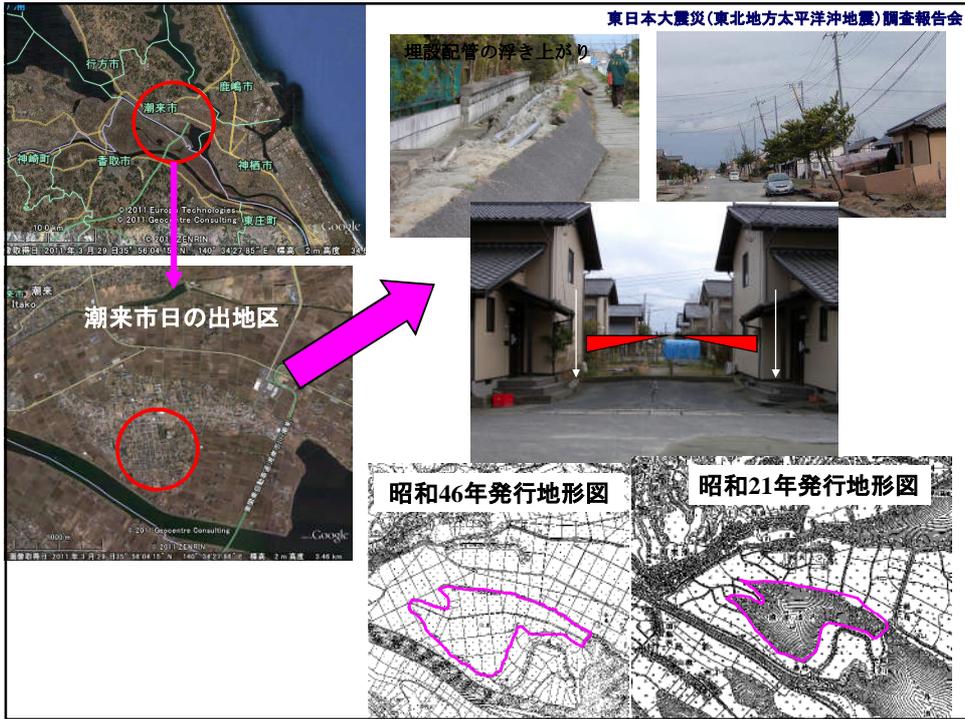






液状化による建物被害







まとめ(1/2)

- 地震動被害のみに限れば、1995兵庫県南部地震より被害の総数は多くない可能性がある。
- 応急危険度判定は網羅的に実施していない。よって、“危険”判定の割合の多少は不明。
- 木造の地震動被害はさほど多くないという印象で、被害パターンも従来のものと大差ない。
- RC造の地震動被害は新耐震基準施行前後で大きく変わり、従来の被害地震と同傾向であるが、従来の被害パターン全てが確認されているわけではない。

まとめ(2/2)

- 鉄骨造では、鉛直・水平ブレース、接合部、躯体の塗装の剥落、柱脚の軽微な損傷などが確認された。
- RC造、S造の非構造部材において、ラスモルタル外壁の剥落、挿入筋構法のALCパネルの脱落、大規模空間の天井脱落、内壁の仕上材の破損など従来と同様の被害が確認された。
- 造成宅地や傾斜地を中心に各地で地盤の被害が確認された。
- 茨城県稲敷市、潮来市、千葉県浦安市などで、地盤の液状化による大きな被害が確認された。