

熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会（第1回）

第11回 建築構造基準委員会

・第1回 建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会

経済産業省別館 11階 1111 各省庁共用会議室

平成28年5月26日(木) 1700～19:00

議事次第

1 開会

2 議事 「熊本地震の被害の状況について」

(1) 熊本地震及び建築物の被害の概要

(2) 現時点における現地調査等に基づく被害状況報告等

- ① 建研、国総研による調査概要
- ② 学会等における主な調査一覧
- ③ 地震動の概要
- ④ 木造の被害状況報告
- ⑤ 鉄骨造の被害状況報告
- ⑥ 鉄筋コンクリート造の被害状況報告
- ⑦ その他の被害状況報告

(3) 質疑応答

(4) 今後の方針等

3 閉会

建築構造基準委員会 委員名簿

◎委員長 ○委員長代理

委員

◎久保	哲夫	東京大学名誉教授
○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
	大熊	久理子 日本建築行政会議 構造部会長
	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建築学科教授
	北村	春幸 東京理科大学理工学部建築学科教授
	五條	涉 国立研究開発法人 建築研究所構造研究グループ長
	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
	田端	隆 (一社) 日本建築士事務所協会連合会副会長
	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
	柘田	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

事務局

国土技術政策総合研究所 建築研究部

(平成28年5月26日現在)

建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会 委員名簿

◎委員長 ○委員長代理

委員

- | | | | |
|-----|----|--------------------------|--------|
| ◎塩原 | 等 | 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 | 教授 |
| ○飯場 | 正紀 | 北海道大学大学院工学研究院 | 教授 |
| 五十田 | 博 | 京都大学生存圏研究所 | 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 |

事務局

国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ

(平成28年5月26日現在)

資料配付の場所

1. 国土交通記者会
 2. 国土交通省建設専門誌記者会
 3. 国土交通省交通運輸記者会
 4. 筑波研究学園都市記者会
- 平成28年5月23日同時配布

平成28年5月23日
国土交通省住宅局建築指導課
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

熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会の開催について

国土交通省及び国立研究開発法人建築研究所は、平成28年5月26日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（第1回）を開催します。

同委員会は、建築構造の専門家、建築設計や建築審査の実務者を委員とし、国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所及び一般社団法人日本建築学会等が実施している建築物被害調査内容について、幅広く収集・整理するとともに、調査結果や関連データ等により、専門的、実務的知見を活かして、建築物被害の原因分析を行うことを目的としています。

なお、国土交通省としては、同委員会における分析のとりまとめを踏まえて、建築基準のあり方を含め、建築物における耐震性の確保・向上方策について、検討して参ります。

1. 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」の合同開催の形で行います。

・ 建築構造基準委員会メンバー

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
	大熊 久理子	日本建築行政会議 構造部会長
	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
	五條 涉	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ長
	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
	田端 隆	(一社)日本建築士事務所協会連合会 副会長
	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メンバー

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	京都大学生存圏研究所	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

2. 委員会の開催日時・場所

日時 : 平成 28 年 5 月 26 日 (木) 17 時～

場所 : 経済産業省総合庁舎別館 11 階 1111 各省庁共用会議室

3. 取材等

- ・ 会議については傍聴不可、カメラ撮りは冒頭のみとします。カメラ撮りを希望される場合は、16 時 50 分までに上記会議室の前にお集まり下さい。

【お問い合わせ先】

国土交通省住宅局建築指導課企画専門官

高木 電話 : 03-5253-8111 (内線 39-532)

国土技術政策総合研究所建築研究部基準認証システム研究室長

眞 電話 : 029-864-2211 (内線 4324)

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

井上 電話 : 029-864-2151 (内線 4334)

熊本地震と過去の地震との被害比較

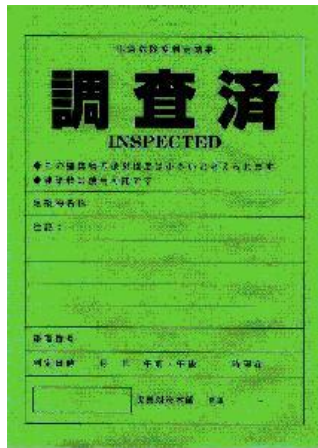
		熊本地震(前震)	熊本地震(本震)	東北地方 太平洋沖地震	新潟県中越地震	兵庫県南部地震
発生日時		平成28年4月14日 21時26分頃	平成28年4月16日 1時25分頃	平成23年3月11日 14時46分	平成16年10月23日 17時56分頃	平成7年1月17日 5時46分
震源の深さ		約11km(暫定値)	約12km(暫定値)	24km	13km	16km
マグニチュード		6.5(暫定値)	7.3(暫定値)	9.0	6.8	7.3
最大震度		7 (熊本県益城町)	7 (熊本県益城町、西原村)	7 (宮城県栗原市)	7 (新潟県川口町)	7 (神戸市須磨区鷹取・長田区大橋・兵庫区大開・中央区三宮・灘区六甲道・東灘区住吉、芦屋市芦屋駅付近、西宮市夙川等、宝塚市の一部、淡路島北部の北淡町、一宮町、津名町の一部)
被害状況	人的被害	死者	69	19,418	68	6,434
		重傷	372	698	633	10,683
		軽傷	1,312	5,337	4,172	33,109
		程度不明	58	185	-	-
		行方不明	-	2,592	-	3
	住家被害	全壊	7,996	121,809	3,175	104,906
		半壊	17,866	278,496	13,810	144,274
		一部損壊	73,035	744,190	105,682	390,506
		程度不明	-	-	-	-
	非住家被害	公共建物	248	14,322	41,737	1,579
その他		671	88,883	-	40,917	
火災		16	330	9	293	
参考資料		消防庁 第55報 (H28.5.24 8:00)	消防庁 第153報 (H28.3.8 14:00)	消防庁 確定報 (H21.10.21 10:00)	消防庁 確定報 (H18.5.19)	

被災建築物応急危険度判定について

○ 被災建築物応急危険度判定

応急危険度判定は、余震などによる二次災害を防止するため、市町村が大地震により被災した建築物を調査し、倒壊の危険性や外壁・窓ガラスの落下などの危険性を判定するものである。

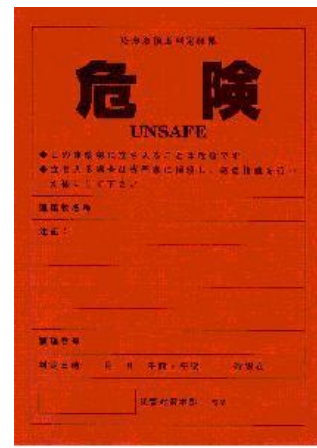
判定結果は、建築物の見やすい場所に『判定ステッカー』を表示し、居住者はもとより付近を通行する歩行者などに対してもその建築物の危険性について情報提供することとしている。



この建築物は
使用可能



この建築物に
立ち入るときは十分注意



この建築物に
立ち入ることは危険

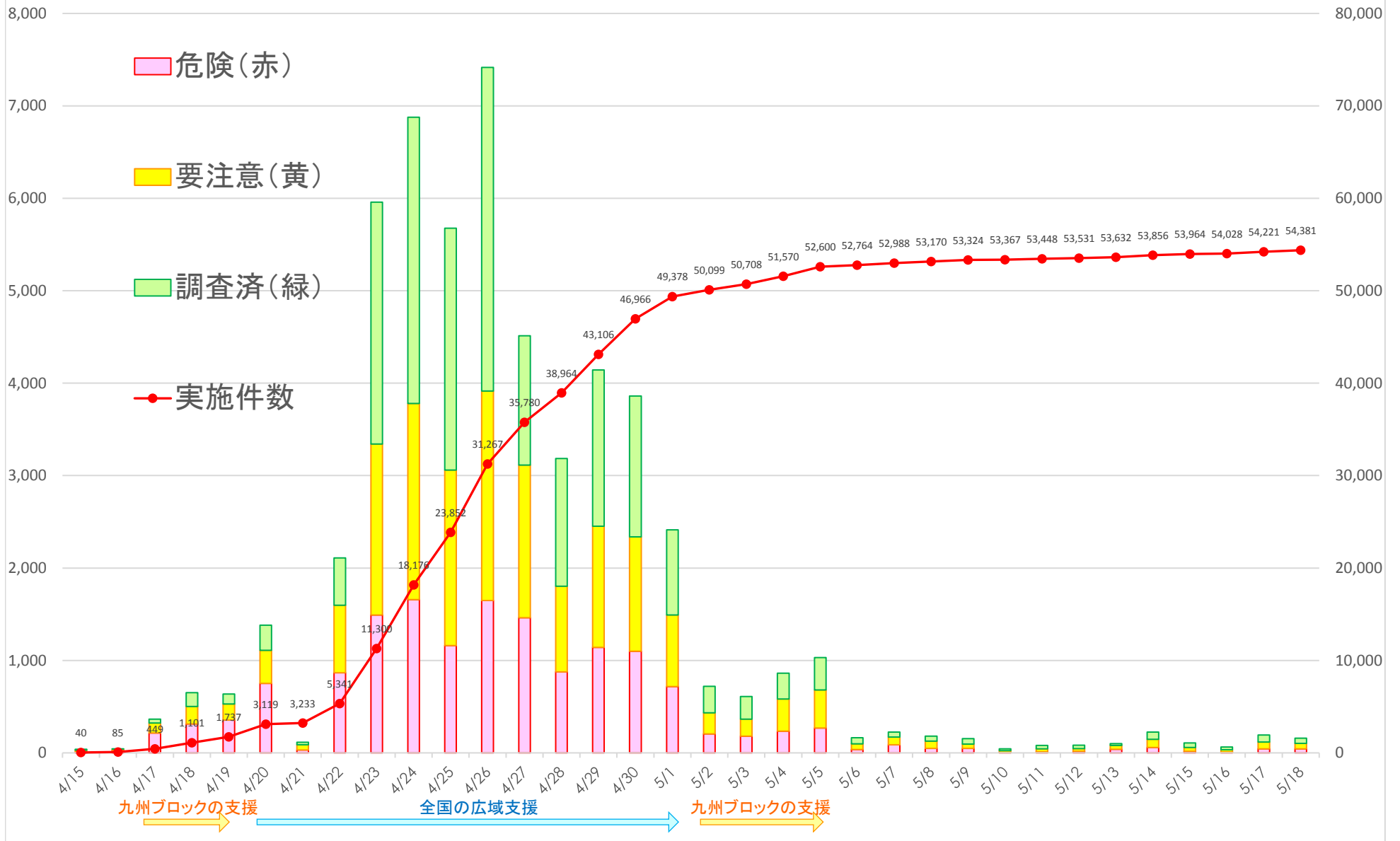
○ 平成 28 年熊本地震における実施状況 (H28.5.18 の作業終了時点)

- 熊本県内の 18 市町村において、延べ 6,541 人の対応人数で、54,381 件(危険：15,189 件、要注意：17,529 件、調査済 21,663 件)について応急危険度判定を実施。

対応人数 (延べ)	県内		県外		
	行政	民間	行政		民間
			九州	九州以外	
6,541 人・日	502 人・日	435 人・日	1,143 人・日	3,371 人・日	1,090 人・日
	937 人・日 (14%)		5,604 人・日 (86%)		

※行政：5,016 人・日 (77%)、民間：1,525 人・日 (23%)

被災建築物の応急危険度判定の状況（5/18終了時点）



1. 現時点における現地調査に基づく被害状況報告等

国総研・建研による調査概要

1. 国土交通省住宅局の要請を踏まえて実施した国総研・建研の合同調査一覧

これまで、国総研及び建研は、国土交通省住宅局の要請を踏まえ、表1に示す通り平成28年(2016年)熊本地震の被災地域における現地調査を行っている。本資料では、これらの概要について示す。

表1 国総研・建研合同調査一覧

項目	派遣期間	調査地域	目的	備考
第一次調査 (2名)	4/15 -4/17	熊本市、益城町、南阿蘇村、 西原村、山都町	基本的情報収集、追加的調査の必要性 検討などのための初動調査	速報 公開済
第二次調査 (4名)	4/16 -4/19	【木造】益城町、西原村、 南阿蘇村	木造住宅の倒壊等の被害が多いとの情 報があった地域の被害状況を調査	速報 公開済
		【RC造等】熊本市、益城町、 宇土市、宇城市	RC造・SRC造建築物の被害情報があつ た地域の被害状況を調査	
第三次調査 (3名)	4/19 -4/21	熊本市、益城町、西原村	多数の建築物被害が発生している地域 のS造建築物、非構造部材及び設備の 被害状況調査	速報 公開済
第四次調査 (2名)	4/22 -4/24	熊本市、益城町	益城町における地盤・基礎に着目した 建築物の被害状況調査 熊本市南区における液状化の状況調査	速報 公開済
第五次調査 (3名)	4/26 -4/28	熊本市、益城町、大津町、 御船町	建築物の火災被害(設備を含む)につ いて、消防当局、火災現場周辺住民か らのヒアリング及び現地調査	
第六次調査 (4名)	4/26 -4/28	益城町、南阿蘇村	一部地域において比較的築年数の浅い 木造住宅の被害状況を悉皆的に調査	
第七次調査 (2名)	4/28 -4/29	熊本市、益城町、宇土市	新耐震基準によるRC建築物の被害状況 調査	
第八次調査 (3名)	4/28 -4/29	益城町	益城町の一部地域におけるS造建築物 の被害状況と、そのうち倒壊・大破し ている建築物の被害状況詳細調査	速報 公開済
第九次調査 (3名)	4/29 -4/30	熊本市、阿蘇市、山鹿市、 菊池郡	免震建築物の被害状況調査	
第十次調査 (4名)	5/19 -5/20	益城町	益城町の一部地域における木造建築物 及び基礎・地盤を中心とした調査	
第十一次調査 (2名)	5/23 -5/25	熊本市、益城町	非構造部材を中心とした被害状況調査	

2. 各調査の対象地域等

以下では、表1に示す各調査のそれぞれについて、目的、時期、その対象とする地域等について示す。なお、建築研究所ではこれ以外に独自調査も実施しており、これも末尾に追記して示した。

(1) 第一次調査（本震に対する初動調査）※速報公開済み

目 的： 4月14日発生地震（前震）による建築物被害について、被災原因等の検討に資する情報入手、追加調査の必要性の検討（当初）、4月16日発生地震（本震）による建築物の被害調査（追加）

調 査 者： （国総研） 柏主任研究官
（建 研） 槌本上席研究員

調査地域： 4月15日（金） 熊本県庁周辺、益城町役場周辺
4月16日（土） 南阿蘇村宿泊施設周辺、山都町、西原村、益城町役場周辺

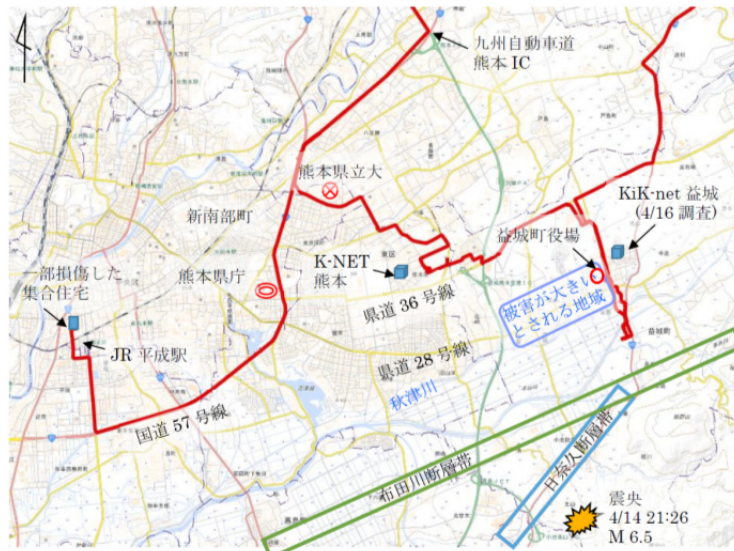


図 1.1 第一次調査 初日（4/15）調査地域



図 1.2 第一次調査 二日目（4/16）調査地域

(2) 第二次調査 (木+RC) ※速報公開済み

(2-1) 木造

目的： 4月16日発生の地震(本震)による建築物被害について、被災原因等の検討に資する情報入手、追加調査の必要性の検討、南阿蘇村の学生アパートの詳細調査

調査者： (国総研) 中川主任研究官、宮村主任研究官

調査地域： 4月17日(日) 益城町宮園・木山・安永・馬水・惣領地区

4月18日(月) 西原村畑・風当・古閑・布田・大切畑地区

南阿蘇村河陽黒川地区



図 2.1 第二次調査 (木造) 調査地域全体



図 2.2 第二次調査 (木造) 益城町



図 2.3 第二次調査 (木造) 西原村



図 2.4 第二次調査 (木造) 南阿蘇村

(2-2) RC造

目的： 4月16日発生の地震（本震）に対する初動調査、

調査者： （建研）向井主任研究員、田沼主任研究員

調査地域： 4月17日（日）熊本市中央区、南区、西区

4月18日（月）熊本市西区、東区、宇土市、宇城市、益城町



図 2.4 第二次調査（RC）熊本市



図 2.5 第二次調査（RC）
宇土市・宇城市



図 2.6 第二次調査（RC）益城町

(3) 第三次調査（鉄骨造・非構造部材）※速報公開済み

目的： 鉄骨造建築物の構造被害並びに建築物の非構造部材及び設備の被害についての概要把握及び詳細調査の必要性に関する情報収集、報道等で被害情報のあった建築物3棟（美術館、国内線旅客ターミナルビル及び運動施設）の内部調査

調査者：（国総研）脇山主任研究官、山口主任研究官
（建 研）長谷川主任研究員

調査地域： 4月20日（水）熊本市東区健軍地区（①）、熊本県庁周辺（②）、熊本市役所周辺（③）、国道57号線沿線（④：新南部交差点～熊本インターチェンジ付近）
4月21日（木）上益城郡益城町（⑤⑥⑦）、阿蘇郡西原村（⑧）

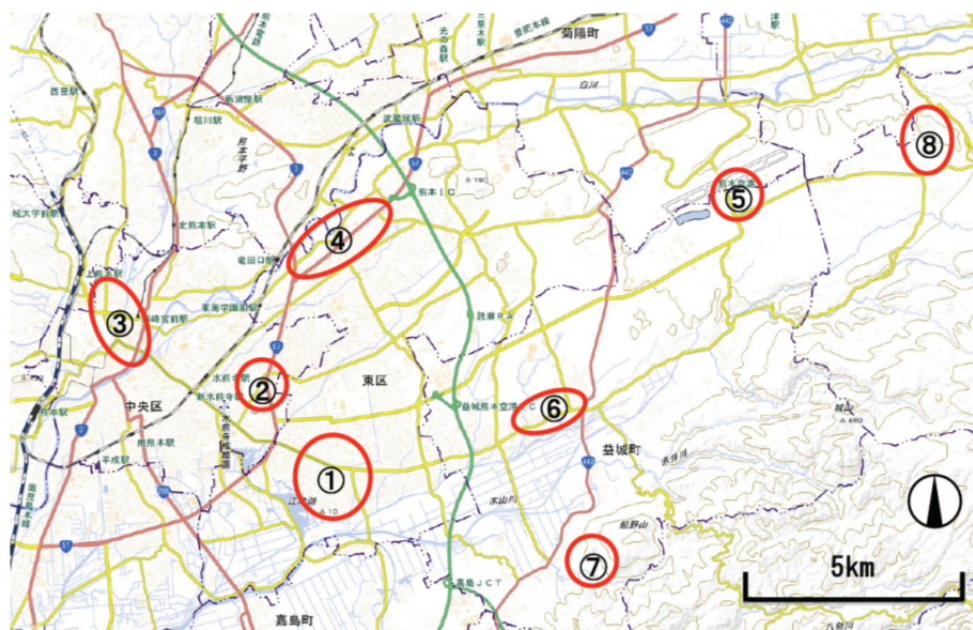


図 3.1 第三次調査（鉄骨造・非構造部材）調査地域

(4) 第四次調査（基礎・地盤）

目的： 建築物の被害原因になりうる基礎の損傷及び敷地地盤の変状の状況を確認するた及び液状化被害が見られている地域の被害状況の把握

調査者：（国総研）柏主任研究官
（建 研）新井主任研究員

調査地域： 4月23日（土）益城町安永地区、熊本市南区（近見地区、刈草地区）
4月24日（日）熊本市南区、益城町宮園地区



図 4.1 第四次調査（基礎・地盤）調査地域

(5) 第五次調査（火災）

（※火災関連の調査のため省略）

(6) 第六次調査（築浅木造調査）

目 的： 比較的築年数の浅いと思われる被害の大きい木造住宅について、区域を限定して
悉皆的に搜索し被害状況の把握と構造仕様の特定を実施

調 査 者： （国総研）中川主任研究官
（建 研）槌本上席研究員、荒木主任研究員、福波交流研究員

調査地域： 4月26日（火）益城町宮園・木山・安永・寺迫・辻の城・馬水・惣領地区
4月27日（水）南阿蘇村河陽黒川地区、益城町宮園・木山地区

（※調査地域は第二次調査（木造）と同様のため省略）

(7) 第七次調査（RC造詳細調査）

目 的： 初動調査結果に基づく詳細調査（1981年以降のRC造）

調 査 者： （国総研）諏訪田主任研究官
（建 研）中村研究員

調査地域： 4月28日（木）益城町、熊本市
4月29日（金）宇土市、熊本市、益城町

（※調査地域は第二次調査（RC造）と同様のため省略）

(8) 第八次調査（鉄骨造詳細調査）※速報公開済み

目的： 初動調査結果に基づく詳細調査（被害状況及び倒壊または大破した鉄骨造建築物の被害要因の把握）

調査者： （国総研）岩田主任研究官
 （建 研）石原主任研究員、三木研究員

調査地域： 4月28日（木）益城町（安永地区、宮園地区、木山地区、辻の城地区）
 4月29日（金）益城町（安永地区、宮園地区、木山地区、寺迫地区）



図 8.1 第八次調査（鉄骨造）調査地域

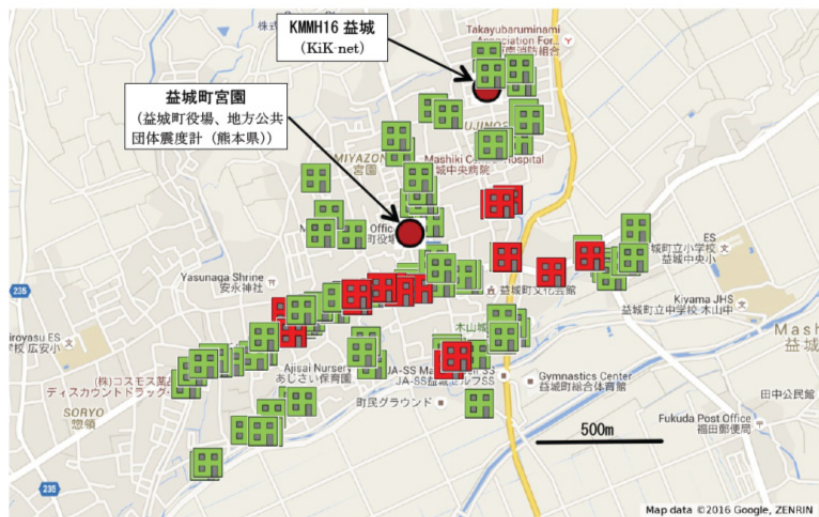


図 8.2 第八次調査（鉄骨造）調査結果

(■は倒壊・大破、■はそれ以下又は無被害の鉄骨造建築物を表す)

(9) 第九次調査 (免震建築物)

目的： 熊本県内における免震建築物の状況 (地震時挙動、免震層内外の変状等の把握)

調査者： (国総研) 森田室長

(建 研) 小豆畑上席研究員、井上上席研究員

調査地域： 4月29日 (金) 菊池郡、阿蘇市、熊本市

4月30日 (土) 山鹿市、熊本市

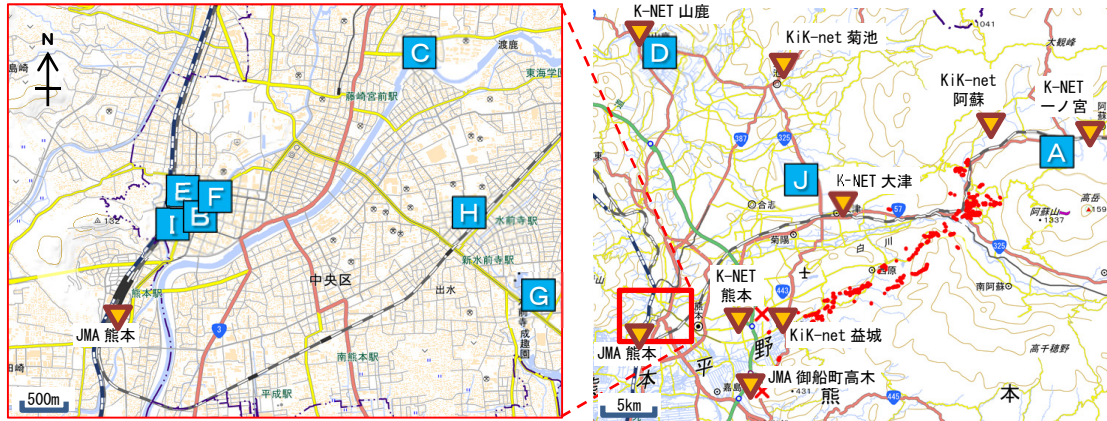


図 9.1 第九次調査 (免震) 調査地域 (A~J は調査建築物、▼ は地震観測点)

(左図は右図の熊本市内を拡大) 背景地図： 国土地理院電子地形図 (タイル)

表 9.1 調査建築物一覧 (建築物 A~J は図 9.1 と対応)

建築物 (*は告示免震 ^a)	クリア ランス ^b	上部構造		免震材料 ^d	評定年 (建設年)	罫書き 記録	最寄りの 震度 (本震)
		形式 ^c	階数				
A 医療施設*	620mm	RC	4	RB, LRB	(2014)	○	6 弱
B 事務所*	650mm	S+SRC	8	RB, SnRB, USD	(2015)	○	6 強
C 共同住宅*	(未確認)	RC	13	RB, USD, LD	2007		6 強
D 事務所	600mm	S	5+B1	RB, ESD, USD	2012	○	5 弱
E 事務所	(未確認)	S	5+B1	RB, LRB, LSB, OD	2014		6 強
F 宿泊施設	450mm	RC	12	HRB, OD	2001		6 強
G 共同住宅 A 棟	430mm	RC	14	HRB	1996		6 強
B 棟	430mm	RC	11	HRB	1996		
H 共同住宅 E 棟	600mm	RC	14	HRB	2000		6 強
W 棟	600mm	RC	14	HRB	2000		
I 共同住宅*	600mm	RC	15	RB, USD, LD	2006		6 強
J 倉庫	580mm	S+SRC	2	RB, LRB, ESD	2011	○	6 強

a …平成 12 年建設省告示第 2009 号を満たすものとして設計された免震建築物をいう。
b …免震建築物と周囲に設けられた擁壁等との間の距離。免震建築物の地震時の動きを損なわないように設けられる。
c …RC：鉄筋コンクリート造、S：鉄骨造、SRC：鉄骨鉄筋コンクリート造
d …RB：天然ゴム系積層ゴム、HRB：高減衰積層ゴム、LRB：鉛プラグ入り積層ゴム、SnRB：錫プラグ入り積層ゴム、ESD：弾性すべり支承、LSB：直動転がり支承、USD：U形鋼材ダンパー、LD：鉛ダンパー、OD：オイルダンパー
e …時刻歴応答解析を行い、指定性能評価機関等において性能評価を取得した年を指す。
f …図 9.1 に示す観測点 (▼印) のうち、それぞれの建築物に最も近い地点。A は K-NET 一ノ宮、D は K-NET 山鹿、G は K-NET 熊本、J は K-NET 大津、その他はすべて JMA 熊本である。

(10) 第十次調査（木造・基礎：被害率算定のための追加調査）

目的： 応急危険度判定、建築学会悉皆調査結果と建築確認台帳の紐付けにより、新耐震以降と判明した被害の大きい木造住宅と、建築確認の図面等の情報に基づき、被害状況の把握、構造仕様の分析、施工状況の確認

調査者： （国総研）中川主任研究官、柏主任研究官
（建 研）荒木主任研究員、福波交流研究員

調査地域： 5月20日（金）益城町（宮園・木山・安永・寺迫・辻の城・馬水・惣領地区）

（※調査地域は第二次調査（木造）等と同様のため省略）

(11) 第十一次調査（非構造部材詳細調査）

目的： 非構造部材を中心とした被害状況調査

調査者： （国総研）脇山主任研究官
（建 研）石原主任研究員

調査地域： 5月24日（火）、25日（水）熊本市、益城町

(12) 建研課題に関する調査（RC造独自調査）

目的： 地震後継続使用性に関するヒアリング調査や被害事例収集に関する調査等

調査者： （建 研）坂下主任研究員、中村研究員

調査地域： 5月10日（火）、11日（水）熊本市，大津町，宇土市，八代市

資料3-2 現時点における現地調査に基づく被害状況報告等 建築学会等による調査概要

No	調査実施者 (敬称略)	区分 (主対象)	調査等の内容	調査対象地域	調査日 (公開日)	情報源 (URL)
1	大阪大学多田元英教授・桑原進准教授ら	S造	S造建物を中心とした調査(速報。写真とコメント)	熊本市, 益城町, 宇土市, 宇城市, 西原村, 嘉島町, 城南町	5/21-22	AIJ①
2	東京理科大学永野正行教授・東京大学肥田剛典助教授ら	木造	南阿蘇村の被害状況報告(写真のみ)	南阿蘇村	5/2	AIJ①
3	京都大学西山峰広教授・谷昌典准教授ら	RC造	PC造建築物, 耐震補強済RC造建築物, RC造雑壁に被害を受けた集合住宅等調査(写真とコメント)	熊本市, 菊陽町, 嘉島町, 宇土市, 宇城市	5/14-15	AIJ①
4	京都大学川瀬博教授ら	地震動	スペクトル分離で求めた震源特性とサイト特性の分析結果と考察		(5/14)	AIJ①
5	九州大学神野達夫教授ら	建物全般	本震前後の被害状況の比較(写真のみ)	益城町	4/15, 23-25	AIJ①
6	早稲田大学曾田五月也教授・広島大学宮津裕次助教授ら	建物全般	被害状況調査(写真とコメント)	益城町, 阿蘇市, 南阿蘇村, 西原村	5/3-5	AIJ①
7	東京工業大学瀬尾和ら名誉教授	建物全般、地震動等	印象記、被害状況(写真とコメント)、過去の震災との比較、地震動分析等	阿蘇市, 南阿蘇村, 益城町, 熊本市ほか	5/5-6	AIJ①
8	豊橋技術科学大学斉藤大樹教授ら	建物全般、避難所	被害状況報告、避難所の状況報告(写真とコメント)、ヒアリング記録	大津町, 南阿蘇村, 西原村, 益城町, 合志市, 熊本市, 宇土市, 御船町	5/5-8	AIJ①
9	東京工業大学河野進教授ら	RC造	RC造建物の被害状況の把握(写真とコメント)	M町, K市, O町, N村, U市	5/1-3	AIJ①
10	京都大学川瀬博教授ら	地震動	被害状況報告(写真とコメント)、微動観測と地震観測データの分析とそれに基づく考察	益城町, 西原村	4/29-5/1	AIJ①
11	京都大学建築保全再生学講座	地震動、建物全般	地震記録分析、墓石転倒状況調査、微動計測結果、被害状況報告(写真とコメント)	阿蘇市, 西原村, 益城町, 熊本市	4/29-30	AIJ①
12	三重大学富岡義人教授・田端千夏子助教・川口淳准教授・水木千春特任助教	建物全般	被害調査(写真と被害状況分析)	熊本市	4/24-5/2	AIJ①
13	東京大学地震研究所壁谷澤寿海教授ら	RC造	耐震補強建物の被害状況(写真と被害状況分析)	熊本市, 益城町, 宇土市	4/25	AIJ①
14	三重大学田端千夏子助教・富岡義人教授	木造	木造の被害状況調査(写真とコメント)	益城町	4/23, 25	AIJ①
15	東京大学地震研究所楠浩一准教授ら	RC造	RC造建物等の被害状況(写真、被害状況分析、簡易耐震診断等)	益城町, 熊本市, 宇土市	4/23-24	AIJ①
16	大阪大学真田靖土准教授ら	RC造	RC壁式構造の被害状況(写真、被害状況分析)	益城町, 宇土市	4/24	AIJ①

17	筑波大学・境研究室	地震動	地震動記録とその特性の分析、観測点付近の被害状況等	大津町, 西原村, 合志市, 益城町, 熊本市, 天草市, 宇土市, 宇城市	(4/19)	AIJ①
18	三重大学富岡義人教授・川口淳准教授ら	建物全般	被害状況報告(写真とコメント)、ヒアリング記録	西原村	4/26	AIJ①
19	広島工業大学荒木秀夫研究室	RC造	RC造建物等の被害状況(写真とコメント)	熊本市, 益城町, 八代市	4/23-24	AIJ①
20	東京大学田尻清太郎准教授ら	RC造	RC造建物等の被害状況(写真とコメント)	熊本市, 益城町, 八代市	4/16-17	AIJ①
21	京都大学建築保全再生学講座	地震動	地震記録分析、観測点の状況・被害状況(写真)、墓石転倒状況調査	益城町, 熊本市, 八代市, 宇土市, 大津町, 菊池市, 山鹿市, 八女市	4/16-17	AIJ①
22	九州大学大学院佐藤利昭准教授	建物全般	本震前の益城町の被害状況(写真とコメント)	益城町	4/15	AIJ①
23	高山峯夫(福岡大学)		建築学会の取り組み、地震記録、被害状況、今後の課題等		(5/14)	AIJ②
24	神野達夫・重藤迪子(九州大学)	地震動	地震記録とその分析、余震観測等の説明		(5/14)	AIJ②
25	菊池健児(大分大学)・黒木正幸(崇城大学)	建物全般	益城町の本震前後の状況、益城町の悉皆調査の概要、大分県内の被害状況	益城町(悉皆調査) 由布市, 別府市(大分県内)	5/3-8(悉皆調査) 4/25-30, 5/6(大分県内)	AIJ②
26	五十田博(京都大学)	木造	木質構造災害WGによる調査概要と被害状況分析			AIJ②
27	田中圭(大分大学)	木造	木質構造建物、文化財等の被害状況(写真とコメント)	熊本市, 阿蘇市, 益城町, 南阿蘇村		AIJ②
28	花井伸明(九州産業大学)・向井智久(建築研究所)・田尻清太郎(東京大学)	RC造	RC造建物の被害状況(写真とコメント)	熊本市, 益城町, 大津町, 宇土市, 八代市, 人吉市, 御船町	4/16-5/8	AIJ②
29	松尾真太郎(九州大学)	S造	S造建物の被害状況(写真とコメント)	益城町, 熊本市等	5/7他	AIJ②
30	清家剛(東京大学)	非構造	木造・ガラス・その他の非構造部材の被害状況(写真とコメント、分析)、学校建築の非構造部材の被害状況(写真とコメント、分析)	熊本市, 宇城市, 宇土市, 八代市, 由布市, 大分市, 別府市		AIJ②

AIJ①：日本建築学会災害委平成28年(2016年)熊本地震サイト

AIJ②：日本建築学会「2016年熊本地震」地震被害調査速報会

平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第一次調査報告 （その 1 4 月 15 日（本震前）調査結果速報）

1. 調査の目的及び概要

熊本県熊本地方において、平成 28 年 4 月 14 日 21 時 26 分頃に最大震度 7 を観測する地震（マグニチュード（M_j）6.5（暫定値））が、16 日 1 時 25 分頃にも同じく最大震度 7¹⁾を観測する地震（本震。M_j7.3（暫定値））が発生し、甚大な被害がもたらされるとともに、活発な地震活動が続いている。国土交通省住宅局の要請を踏まえて、これらの地震のうち 4 月 14 日の M_j6.5 の地震による建築物の被害について、その被災原因等の検討に資する基本的な情報を得ること、並びに各分野の追加的な調査の必要性検討に資する情報を得るために、第一次調査を行った。

本報告（その 1）は、同調査のうち、4 月 15 日（金）に実施した内容²⁾についての速報である。調査は、熊本県庁、益城町役場から建築物等の被害情報をご提供頂き、移動する車中から被害の有無を観察するとともに、提供して頂いた情報により被害が大きな地区について徒歩で被災建築物の特徴や損傷の程度について把握した。

今後、できるだけ早期に 4 月 16 日（土）（本震後）に行った調査結果を取りまとめて報告する³⁾ほか、第二次以降の調査結果についても、順次報告を行う予定である。

2. 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部構造基準研究室 主任研究官 柏 尚稔
国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ 上席研究員 槌本敬大

3. 調査行程（図 3.1 参照）

4 月 15 日（金）7:06 つくば市を出発
9:35 福岡空港着
13:00 熊本県庁着～情報収集、打合せ
14:50 一部損傷した集合住宅着～概要調査
16:15 K-NET 熊本着
17:25 益城町役場着～情報収集、打合せ、屋上から被害概況調査
18:15 益城町計測震度計調査～近隣被害概況調査

¹⁾ 当初は震度 6 強とされていたが、平成 28 年 4 月 20 日に震度 7 に変更された。気象庁 HP（<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/20c/kaisetsu201604201800.html>）参照。

²⁾ 「5.6 強震観測点等の調査」の KiK-net 益城の部分は 4 月 16 日（土）に調査した内容を記載している。

³⁾ 「平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第一次調査報告（その 2 4 月 16 日（本震後）調査結果速報）」として 4 月 22 日に公表済み：国土交通省国土技術政策総合研究所ホームページ（<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/index.html>）、国立研究開発法人建築研究所ホームページ（<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/index.html>）

19:30 調査終了
22:00 宿泊施設着



図 3.1 調査行程 (4/15) (国土地理院地図を活用)

4. 地震の概要

気象庁によると⁴⁾、平成 28 年 4 月 14 日 21 時 26 分頃、熊本県熊本地方を震源とする(北緯 32.4 度、東経 130.5 度) Mj6.5 (暫定値) の地震が発生した。震源深さは約 11km (暫定値) と浅く、地震規模に対して観測された計測震度が大きい地震となった。熊本県益城町の計測震度計では、震度 7 を記録した。

図 4.1 に益城町役場近くの KiK-net 益城 (KMMH16) (震度 6 強 (計測震度 6.4))、図 4.2 に K-NET 熊本 (KMM006) (震度 6 弱 (計測震度 5.9)) の加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトルを示す。主要動の継続時間は 15 秒程度で短い。KiK-net 観測波では、EW 方向で周期領域 1~2 秒の成分が大きな値となっている。

⁴⁾ 気象庁 HP (<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/14a/201604142330.html>)

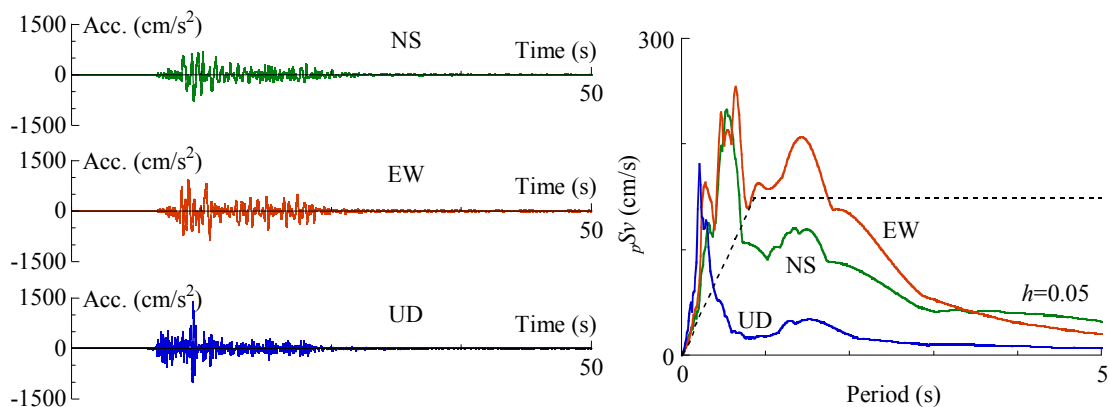


図 4.1 KiK-net 益城で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル
(2016 年 4 月 14 日 21 時 26 分発生地震)

* 点線は建築基準法の第 2 種地盤の極稀地震 (Z=0.9) に対応する応答スペクトル (参考)

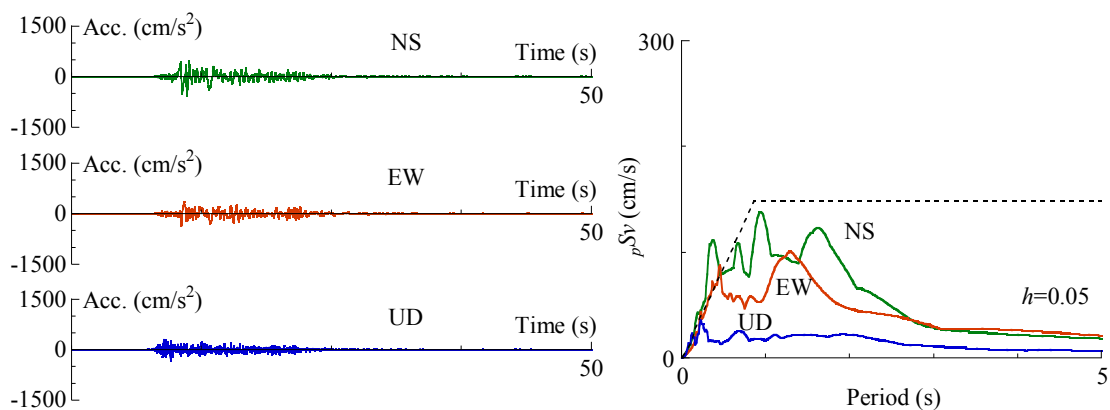


図 4.2 K-NET 熊本で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル
(2016 年 4 月 14 日 21 時 26 分発生地震)

* 点線は建築基準法の第 2 種地盤の極稀地震 (Z=0.9) に対応する応答スペクトル (参考)

5. 調査結果の概要

5.1 熊本県庁における情報収集

熊本県庁（熊本市中央区水前寺）にて、熊本県土木部建築住宅局長以下 3 名にご対応頂き、資料収集、情報収集を行った。

県庁本館（地下 2 階、地上 13 階建て）12 階では、多くの書類のキャビネットが倒れ、復旧作業に時間を要したそうである。被害は報道等でもあるとおり、益城町に集中しているとのこと。損傷した建築物に戻ってよいかどうかの問い合わせが多いことから、早急に応急危険度判定を実施するよう取り組んでいるところであり、15 日は午前中に県職員への説明会を実施し、午後から 2 人×6、7 班体制で益城町宮園地区、安永地区について応急危険度判定を実施する予定であるとのことであった。応急危険度判定実施予定地区を含む益城町全域について住宅地図のご提供を頂いた。

5.2 熊本市内（中央区、東区）の被害

九州自動車道熊本 IC から熊本県庁にかけての熊本市中心部の国道 57 号線熊本東バイパス沿いには、車窓から見た限り、建築物の被害等は確認されなかった。また、県庁から国道 57 号線熊本東バイパスを 5～6 km 南下してから JR 平成駅へ北上するルート上も、車窓から見た限り、特に建築物の被害は認められなかった。

熊本市中央区世安町に一部損傷した鉄骨鉄筋コンクリート造集合住宅（写真 5.2.1）があり、外観から概要を調査した。写真 5.2.2 に示すとおり、当該建築物には渡り廊下部分のエキスパンションジョイントに損傷が見られ、別の部位では、非構造壁にひび割れが見られた。構造躯体については、外観からは損傷は確認できなかった。なお、周辺地盤に特に大きな変状は認められなかったが、集合住宅入り口付近のタイルの割れ（写真 5.2.3）は確認された。

また、国道 57 号熊本東バイパス新南部町周辺では、車窓から見た限り、ブロック塀の損壊が 1 件確認されたのみである。この新南部町付近から南東に進み、益城町に近づいた熊本県立大学付近では、車窓から見る限り、屋根をブルーシートで覆った木造家屋が 2, 3 棟確認された。そこから約 2 km 南方の熊本市役所都市建設局東部土木センター内に K-NET 熊本が設置されていたが、そこまでの道程も同センター周辺にも特に建築物の目立った被害は無かった。



写真 5.2.1 集合住宅の全景

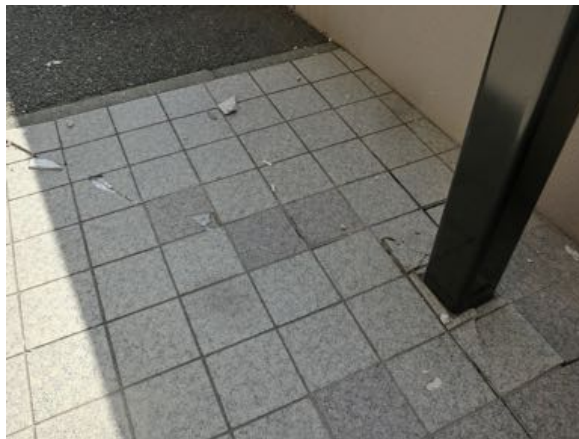


写真 5.2.3 入り口付近のタイルの割れ



写真 5.2.2 渡り廊下部分と非構造壁の被害

5.3 益城町役場における情報収集

益城町役場では、益城町都市計画課長にご対応頂き、情報提供して頂いた。

建築物の被害は、県道熊本高森（28号）線を挟んだ両側の帯状の地帯で、木山地区から惣領地区あたりまでに被害が集中しているとのことであった。その地域は、古くは南側の船野山などの火山性堆積物を通して水が湧き出る湧水池であり、昭和50年代に住居等を建設するために深さ2～3mの泥土を搬出して土を入れた造成地である。なお、木山の集落は、熊本高森街道の宿場町として栄え、その後、宮園、安永地区に建築物が建っていったとのことであった。

被害家屋の棟数、程度など被害の全容は把握できていないが、役場に入っている情報では、34件の救助要請があったのに対し、住宅の倒壊は2棟のみであることから、ほとんどが家具の転倒による救助要請であると考えているとのことであった。報道で倒壊棟数が10以上などとされているが、住宅は2棟のみで、残りは納屋、倉庫、空き家などであり、また、必要な人命救助作業は、4月15日午前4時をもって終了しているとのことであった。

布田川断層と街道に挟まれた部分が最も大きく揺れると予想され、地震ハザードマップが平成24年3月に作成されていた。震度6弱と予想された県道28号の北側のエリアは震度6弱の揺れが観測され、震度6強と予想された南側のエリアで震度7が観測されたので、ハザードマップが有効であることが証明されたと考えているとのことであった。

5.4 益城町役場庁舎の被害

写真 5.4.1 に益城町役場庁舎の外観を示す。同庁舎は鉄筋コンクリート造3階建てであり、外付けフレームによる耐震補強がなされていた。構造躯体の損傷は確認できないものの、周辺地盤の亀裂、移動などが多く見られた。写真 5.4.2 に玄関前の基礎版と周辺地盤の隙間の様子を示す。建築物が地震を受けて周辺地盤を押しのけた痕跡と考えられる。写真 5.4.3 に屋上に設置されて

いる設備の損傷の様子を示す。屋上の設備は通信設備と思われるが、ゴム製の土台から外れて移動している。写真 5.4.4 に敷地内の舗装のひび割れを示す。この庁舎の敷地地盤は造成されていると思われる、地震により擁壁が移動し、表面の舗装に亀裂が生じたと考えられる。写真 5.4.5 に渡り廊下の非構造壁の地震によるものと考えられるひび割れを示す。



写真 5.4.1 益城町役場庁舎の全景



写真 5.4.2 玄関前の基礎版と周辺地盤の隙間



写真 5.4.3 屋上の設備の損傷（脚部）



写真 5.4.4 敷地内の舗装のひび割れ



写真 5.4.5 渡り廊下の損傷

5.5 益城町役場周辺の木造家屋の被害

3階建ての益城町役場屋上から市街地を眺めたところ、ほとんどの建築物の土葺き瓦屋根が損傷を受けていた（写真 5.5.1）。ブルーシートの割合が低いのは、行き渡っていないためであり、損傷を受けている割合はかなり高いと推測される。

付近には、比較的建設年代が古いと思われる木造家屋を中心に以下の被害例が見られ、無被害の家屋はほとんど無いように感じられた。

- ・ 建具が外れた住宅（写真 5.5.2）
- ・ モルタル外壁が剥落した住宅（写真 5.5.3）
- ・ 壁が外れた平屋の木造住宅（写真 5.5.4）
- ・ 残留変形が大きな住宅（写真 5.5.5）
- ・ 1階前面に大きな開口を有する建築物の甚大な被害例：モルタル外壁を有する一般的な軸組構法（写真 5.5.6）及び土壁による伝統的な構法（写真 5.5.7）
- ・ 比較的建設年代が新しい伝統的な構法を採用して建てられている家屋で、大きな被害を受けたもの（写真 5.5.8）
- ・ 同様の家屋で屋根瓦の損傷で済んだもの（写真 5.5.9）
- ・ 納屋の倒壊（写真 5.5.10）
- ・ 比較的建設年代が新しい建築物で、被害が軽微なもの（写真 5.5.11）

また、無筋コンクリートやコンクリートブロック等の擁壁（写真 5.5.12：増し積み擁壁）や石積み擁壁の被害（写真 5.5.13）、組積造の塀の被害（写真 5.5.14）も多く見られた。また、写真 5.5.12 の擁壁によって支えられた敷地に建ち、擁壁の被害に伴う宅地変状の影響で被害が甚大になったと思われる家屋（写真 5.5.15）もあった。



写真 5.5.1 町役場屋上から見た市街地の概況



写真 5.5.2 建具が外れた家屋



写真 5.5.3 モルタル外壁が剥落した平屋の家屋



写真 5.5.4 壁が外れた家屋



写真 5.5.5 残留変形が大きな家屋



写真 5.5.6 軸組構法の店舗併用住宅の被害



写真 5.5.7 土壁を有する伝統的な町屋の被害



写真 5.5.8 比較的新しい伝統的構法の被害



写真 5.5.9 土葺きの屋根瓦のみの被害



写真 5.5.10 納屋の倒壊



写真 5.5.11 被害軽微な比較的新しい家屋(左)



写真 5.5.12 増し積み擁壁の被害



写真 5.5.13 石積み擁壁の被害



写真 5.5.14 組積造の塀の被害



写真 5.5.15 写真 5.5.12 の擁壁に支えられ、宅地変状により被害が甚大な家屋

5.6 強震観測点等の調査

K-NET 熊本 (KMM006、計測震度 5.9、調査日：4/15) 並びに KiK-net 益城 (KMMH16、計測震度 6.4、調査日：4/16) の地震観測点における地震計の設置状況を調査した。K-NET 熊本の設置箇所は、緩やかな傾斜地の上方 (写真 5.6.1(a)) であり、KiK-net 益城の設置箇所は益城町役場近くの公園内 (写真 5.6.1(b)) であった。両観測点共に、周辺には計測結果に影響を及ぼすような変状は見られなかった。

また、震度 7 を観測した「益城町宮園」の計測震度計は、庁舎の南側のどこかに設置しているとの情報があったが、庁舎の周囲からは発見できなかった (写真 5.6.2：記録盤)。



(a) K-NET 熊本



(b) KiK-net 益城

写真 5.6.1 K-NET 熊本と KiK-net 益城の観測点の様子



写真 5.6.2 益城町の計測震度計の記録盤

おわりに

本地震で亡くなられた方及びそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表します。また、被災された方々に心からお見舞いを申し上げるとともに、一刻も早い復興を祈念いたします。

本調査を実施するにあたり、住宅金融支援機構九州支店、熊本県土木部建築住宅局、並びに益城町都市計画課の関係者の皆様には情報提供など大変お世話になりました。また、本稿では、国立研究開発法人防災科学技術研究所が公開している K-NET 及び KiK-net の観測記録を利用させていただきました。ここに深謝申し上げます。

<更新履歴>

- 1) 4月20日に「4.地震の概要」、「5.3 益城町役場における情報収集」及び「5.6 強震観測点等の調査」の一部の記述の訂正を行いました。
- 2) 4月22日に「1.調査の目的及び概要」の4月16日の地震の震度の訂正、「平成28年(2016年)熊本地震による建築物等被害第一次調査報告(その2 4月16日(本震後)調査結果速報)」の公開についての脚注の追加などを行いました。

平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害第一次調査報告 (その 2 4 月 16 日(本震後)調査結果速報)

1. 調査の目的と概要

本報告(その 2)は、国土交通省住宅局の要請により実施した第一次調査のうち、平成 28 年 4 月 16 日 1 時 25 分頃に発生した最大震度 7 を観測する地震(本震。Mj7.3(暫定値))以後に実施した内容についての速報である(4 月 15 日に実施した調査内容については、報告(その 1)¹⁾参照)。調査は、南阿蘇村、山都町、西原村、そして益城町東部及び中心部について実施した。なお、益城町中心部の調査では、4 月 15 日の調査内容と合わせて、本震の前後での被害の拡大状況について把握している。

本調査の目的は、平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害の原因等の検討に資する基本的な情報を得ること、並びに各分野の追加的な調査の必要性検討に資する情報を得ることなどである。

2. 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部構造基準研究室 主任研究官 柏 尚稔
国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ 上席研究員 槌本敬大

3. 調査行程(図 3.1 参照)

4 月 16 日(土) 1:25 本震の発生(南阿蘇村に宿泊中)
1:35 宿泊施設従業員の誘導に基づいて戸外へ避難
6:00 頃 宿泊施設周辺の建築物等の被害状況を調査
14:00 頃 宿泊施設を出発(通行止めの道路を避け裏道を経由)
14:20 頃 近隣集落(乙ヶ瀬地区)の被害状況調査
14:40 頃 国道 325 号線通行止め箇所付近の調査～高森町方向へ出発
16:00 頃 山都町の被害概況調査
17:00 頃 西原村の被害概況調査
17:30 益城町東部の被害概況調査
18:05 益城町中心部の被害概況の再調査
19:00 調査終了
22:30 宿泊施設(大牟田市)着

1) 「平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害第一次調査報告(その 1 4 月 15 日(本震前)調査結果速報)」: 国土交通省国土技術政策総合研究所ホームページ
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/index.html>)、国立研究開発法人建築研究所ホームページ
(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/index.html>)

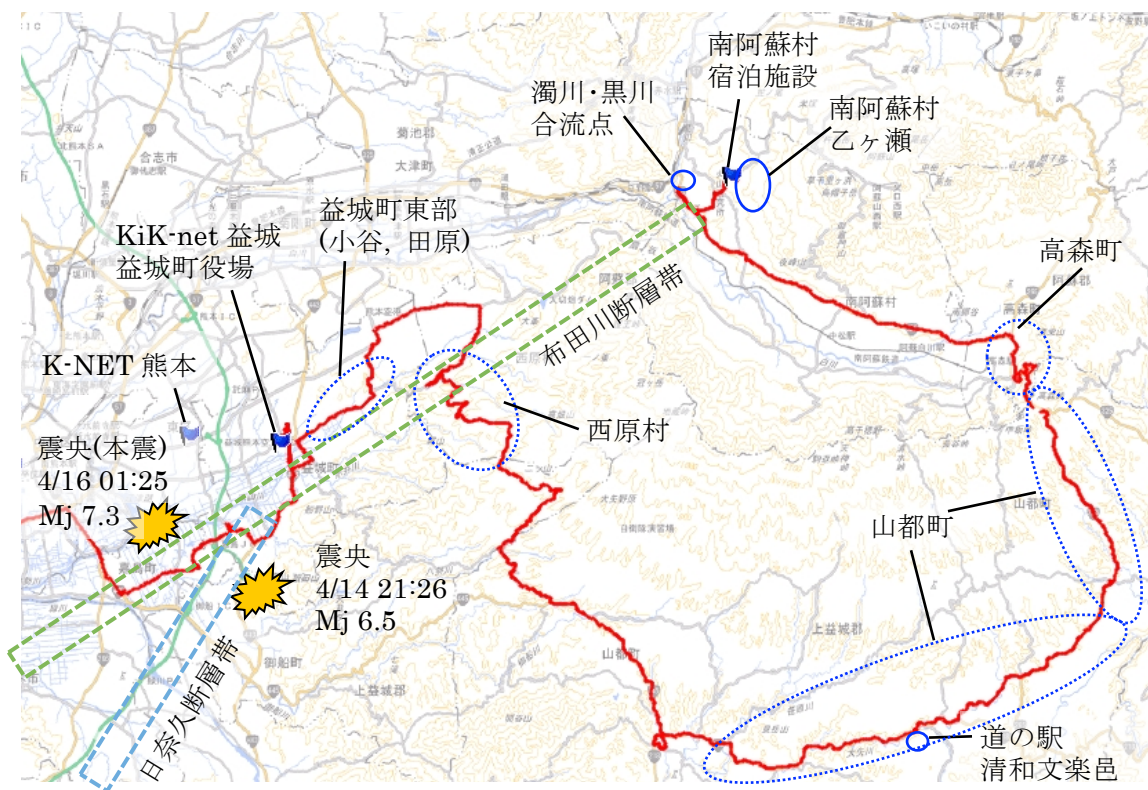


図 3.1 調査行程 (4/16) (国土地理院地図を活用)

4. 地震動の概要

気象庁によると²⁾、平成 28 年 4 月 16 日 1 時 25 分頃、熊本県熊本地方を震源とする（北緯 32.8 度、東経 130.8 度）Mj7.3（暫定値）の地震（本震）が発生した。震源深さは約 12km（暫定値）であった。熊本県益城町宮園及び西原村子森の震度計では、震度 7（計測震度はそれぞれ 6.7 及び 6.6）を記録した³⁾。

図 4.1 に KiK-net 益城(KMMH16)（震度 6 強（計測震度 6.4））、図 4.2 に K-NET 熊本(KMM006)（震度 6 強（計測震度 6.0））の加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトルを示す。KiK-net 益城では、4/14 に発生した地震と同様に EW 方向で周期領域 1~2 秒の成分が大きな値となっている。

調査者は、本震の発生時に、南阿蘇村で被害の大きかった黒川地区に近い河陽に宿泊していたが、身の危険を感じるほどの非常に強い揺れを受けた。

²⁾ 気象庁 HP (<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/16a/201604160330.html>)

³⁾ 気象庁 HP (<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/20c/kaisetsu201604201800.html>)

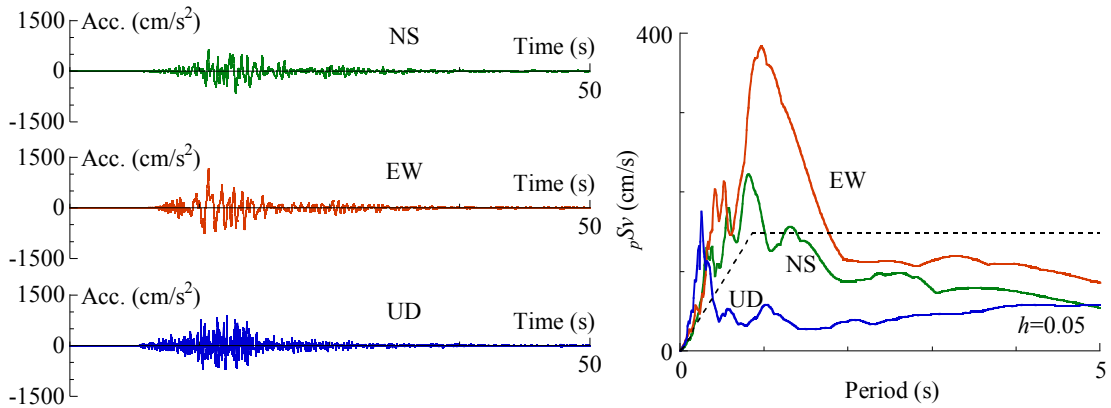


図 4.1 KiK-net 益城で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル
(4月16日1時25分発生の地震)

* 点線は建築基準法の第2種地盤の極稀地震 (Z=0.9) に対応する応答スペクトル (参考)

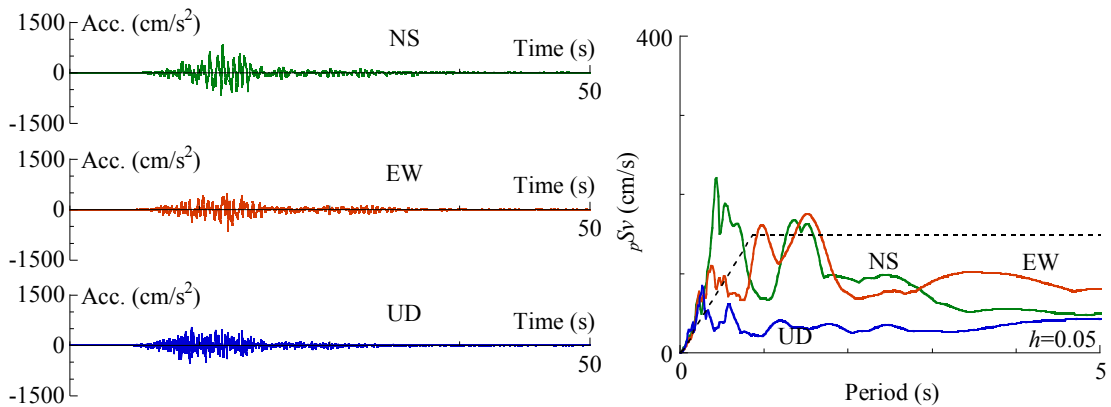


図 4.2 K-NET 熊本で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル
(4月16日1時25分発生の地震)

* 点線は建築基準法の第2種地盤の極稀地震 (Z=0.9) に対応する応答スペクトル (参考)

5. 調査結果の概要

5.1 宿泊施設の被害

調査者が宿泊した施設は、中央の鉄筋コンクリート造の食堂棟 (写真 5.1.1) とその東側の木造2階建ての宿泊棟 (写真 5.1.2)、並びに西側のログハウス (丸太組構法) の別棟 (写真 5.1.3) 及びそれらを繋ぐ木造建屋で構成されている。

食堂棟はもともと美術館として建設されたもので、構造的には無被害であったが、内部は物が散乱 (写真 5.1.4) しており、歩くのがやっとであった。

これに対して木造の宿泊棟も上部構造に目立った被害は看取されなかったものの、内部の物が散乱 (写真 5.1.5) していることに加えて、無筋コンクリートによる基礎は所々でひび割れ (写真 5.1.6)、隅角部で破壊 (写真 5.1.7) していたため、相当のレベルの地震動の入力があったものと推測される。食堂棟との接続部も大きく損傷 (写真 5.1.8) しており、これに接する外壁のサイディングが大きく損傷 (写真 5.1.9) していた。宿泊棟の北側には浴室が増築されているが、地震により大きく損傷しており (写真 5.1.10)、一部の木部は腐朽 (写真 5.1.11) していた。また、接続

部北側は開口部が損傷し、ガスボンベなどが散乱（写真 5.1.12）していた。

RC 造食堂棟の西側に付属する建屋は大破（写真 5.1.13）し、FRP 製の貯水タンクも転倒して破壊していた（写真 5.1.14）。

一方、食堂棟に隣接するログハウスの南側地盤には大きな亀裂（写真 5.1.15）が確認されたが、ログハウスの被害としては、入り口付近右側の独立柱の脱落（写真 5.1.16）以外構造躯体の損傷は認められなかった（写真 5.1.17）。左側の独立柱は無被害であるので、右側の独立柱の脱落は脚部の腐朽（写真 5.1.18）の影響と想像された。組積した丸太を鉛直方向に締め付ける長軸ボルトはほぼ全てに緩みが見られた（写真 5.1.19）。有筋と思われる基礎コンクリートの一部が僅かに剝落（写真 5.1.20）していたものの、基礎は構造的にほぼ無被害であった。周辺地盤の亀裂から、地盤がある程度変位したと考えられるが、上部構造がほぼ無被害であったのは、ボルトの緩みがあったために鉛直ボルトやその留め付け部分に応力が集中しなかったことと、基礎の仕様が優れていたことが要因であった可能性があると考えられる。



写真 5.1.1 宿泊施設の RC 造食堂棟



写真 5.1.2 宿泊施設の木造 2 階建ての宿泊棟



写真 5.1.3 宿泊施設のログハウスの別棟



写真 5.1.4 RC 造食堂棟の内部の被害状況



写真 5.1.5 宿泊棟 2 階の地震後の状況



写真 5.1.6 宿泊棟の基礎の亀裂



写真 5.1.7 宿泊棟の基礎の破壊

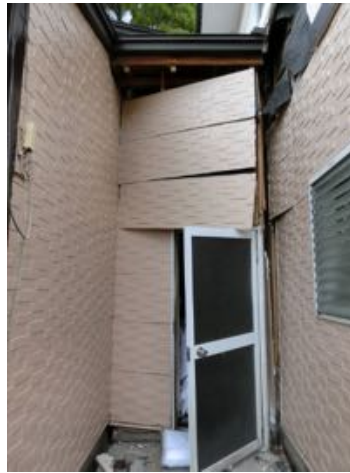


写真 5.1.8 食堂棟と宿泊棟の接続部の破壊

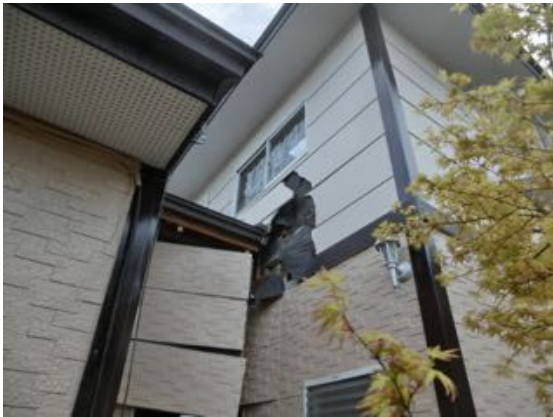


写真 5.1.9 宿泊棟の外壁の損傷



写真 5.1.10 宿泊棟北側の浴室の破壊



写真 5.1.11 写真 5.1.10 の木部の腐朽



写真 5.1.12 宿泊棟接続部北側の被害状況



写真 5.1.13 食堂棟東側の付属屋の大破



写真 5.1.14 貯水タンクの転倒・破壊



写真 5.1.15 ログハウスの南側地盤の亀裂



写真 5.1.16 ログハウス入り口付近の
独立柱の脱落



写真 5.1.17 ログハウスの内部



写真 5.1.18 写真 5.1.16 の独立柱脚部の腐朽



写真 5.1.19 ログハウス丸太の締め付けボルトの緩み



写真 5.1.20 ログハウスのコンクリート基礎の軽微な損傷

5.2 その他の南阿蘇村河陽地区ペンション集落の被害

南阿蘇村河陽地区の宿泊用ペンションで構成される小さな集落は、周辺より標高の高い丘の上に位置する。集落への進入路は路盤ごと崩落しており（写真 5.2.1）、本震後は小型の自動車 1 台がやっと通行できる裏道（写真 5.2.2）が唯一の進入路という状態であった。また、崩落した土砂が県道 299 号線を閉塞しており（写真 5.2.3）、孤立に近い状態となっていた。同地区内の道路には至る所で亀裂が確認された（写真 5.2.4）。給水塔のタンクは落下し（写真 5.2.5）、電柱は根元から折損（写真 5.2.6）していた。

集落北西部の駐車場には大きな亀裂が生じ（写真 5.2.7）、その北側の木造建築物の敷地は西側部分の地盤が抉り取られるように崩壊（写真 5.2.8）しており、塀や屋外用のチェア等が土砂に埋もれながら散乱していた（写真 5.2.9）。

写真 5.2.8 の南側に隣接する宿泊施設（写真 5.2.10）も西側の崖に向かって傾き、木造躯体の一部には腐朽なども確認された（写真 5.2.11）。構造躯体の一部に木材と複合して鋼材が使用されており、木部が腐朽で無くなっている状況が確認された（写真 5.2.12）。

その他、下屋が崩壊した建築物（写真 5.2.13）や壁が外れた建築物（写真 5.2.14）なども確認された。写真 5.2.14 の建築物の出窓下は外壁材が剥落し、下地板の腐朽が確認された（写真 5.2.15）。また、傾斜地に建ち、1 階脚部を支持する RC の支柱が傾いた例（写真 5.2.16）もあった。



写真 5.2.1 アクセス道路の路盤崩壊



写真 5.2.2 脱出に使用された裏道の出口 (Google マップから引用)



写真 5.2.3 写真 5.2.2 の側の道路閉塞



写真 5.2.4 エリア内の道路の亀裂



写真 5.2.5 給水タンクの落下



写真 5.2.6 エリア内の電柱の折損



写真 5.2.7 駐車場の地割れ



写真 5.2.8 敷地の西側が抉り取られた建築物



写真 5.2.9 写真 5.2.6 の眼下の地盤崩壊



写真 5.2.10 崖下へ傾斜した木造宿泊施設



写真 5.2.11 写真 5.2.10 の建築物の躯体の
腐朽



写真 5.2.12 写真 5.2.10 の建築物の一部に
使用された鋼材（木部が腐朽で喪失）



写真 5.2.13 下屋が崩壊した建築物



写真 5.2.14 壁が外れた建築物



写真 5.2.15 写真 5.2.14 の建築物の出窓下の
外壁下地の腐朽



写真 5.2.16 1階の RC 支柱が傾斜した建築
物

5.3 南阿蘇村長陽地区、及び同村から高森町への経路上の被害

ペンション集落の北から乙ヶ瀬集落内を迂回し、県道 299 号線を経由して国道 325 号線へ抜けるまで、車窓から 50 棟前後の木造家屋が見られたが、地盤の崩壊によって大破している家屋（写真 5.3.1）、大きく傾斜した納屋又は農機具小屋と思われる建築物（写真 5.3.2）、倒壊して擁壁上から落ちそうな家屋（写真 5.3.3）などが確認できた。また、国道 325 号線に出た交差点付近にも倒壊した住宅（写真 5.3.4）があった。

国道 325 号線を北西に進むと、濁川に架かる橋に段差があり前進を諦めたが、阿蘇大橋を落橋させた土砂崩れの痕（写真 5.3.5）や、濁川の土砂による河道閉塞（写真 5.3.6）などが確認できた。

また、濁川が黒川に合流する地点では西岸の崩落（写真 5.3.7）が激しく、キャンプ場の管理棟と思われる建築物が今にも土砂に押しつぶされそうな危険な状態（写真 5.3.8）であることが視認できた。



写真 5.3.1 地盤の影響により大破した家屋



写真 5.3.2 大きく傾斜した建築物



写真 5.3.3 倒壊して擁壁上から落ちそうな家屋



写真 5.3.4 国道 325 号沿いの倒壊家屋



写真 5.3.5 阿蘇大橋上部の土砂崩れ痕



写真 5.3.6 土砂崩落による濁川の河道閉塞



写真 5.3.7 黒川西岸の土砂崩落



写真 5.3.8 土砂につぶされそうな建築物

5.4 山都町の被害

高森町から国道 265 号線へ曲がるとすぐに山都町に入り、国道 218 号線を進んだが、建築物の被害はほとんど確認できなかった。道の駅清和文楽邑物産館（写真 5.4.1）は製材の合わせ梁構造による建築物であったが、通常営業しており、何の被害も見受けられなかった。

そこから約 10 km ほど国道 218 号線を西進したところに 2 階建ての店舗建築（写真 5.4.2）があり、屋根がブルーシートで覆われていたことから、屋根に被害を受けたものと推測された。その後、国道 445 号線へ進んでも、車窓から見る限り、他の建築物被害は見当たらなかった。



写真 5.4.1 無被害の道の駅清和文楽邑物産館

写真 5.4.2 屋根に被害を受けたと推測される 2 階建て店舗建築

5.5 西原村の被害

西原村西部の県道 28 号線沿いに、木造家屋の大きな被害が散見された。例えば、屋根の被害が大きな入母屋（写真 5.5.1）、残留変形が大きな民家（写真 5.5.2）、比較的最近の建築と思われる被害が大きい住宅（写真 5.5.3）、倒壊した家屋（写真 5.5.4）などが確認され、被害の割合は、調査した地域においては、益城町に次いで多いように感じられた。



写真 5.5.1 屋根の被害が大きな入母屋

写真 5.5.2 残留変形が大きな民家



写真 5.5.3 被害が大きい最近の建築と思われる住宅



写真 5.5.4 倒壊した家屋

5.6 益城町東部の被害

益城町東部の大字小谷^{おやづ}、田原などの地区は熊本空港の南に位置しており、県道 206 号線を走る車窓から見渡すと屋根の被害が極めて多い（写真 5.6.1, 5.6.2）ものの、傾斜したり倒壊したりした家屋は見当たらなかった。しかし、県道 28 号線まで降りると、納屋の倒壊（写真 5.6.3）、住宅の倒壊（写真 5.6.4）などが散見される。さらに、倒壊したかなり大規模な倉庫（写真 5.6.5）や残留変形の大きな事務所建築（写真 5.6.6）も確認された。県道沿いには木山川が流れ、その護岸が津森小学校付近で一部崩壊していた（写真 5.6.7）。また、2 階建ての店舗併用住宅の小屋組が寄せ棟で、その棟木の部分だけが崩壊するという過去に稀にしか発生していない破壊形態（写真 5.6.8）が見られた。



写真 5.6.1 屋根の被害が多い益城町小谷



写真 5.6.2 屋根の被害が多い益城町小谷



写真 5.6.3 納屋の倒壊



写真 5.6.4 住宅の倒壊



写真 5.6.5 倒壊した大規模な倉庫（左）と震災前の倉庫（右：Google マップから引用）



写真 5.6.6 残留変形の大きな事務所建築

写真 5.6.7 崩壊した木山川の護岸



写真 5.6.8 中央部のみが破壊した店舗併用住宅(左)と震災前の姿（右：Google マップから引用）

5.7 益城町中心部の被害状況に関する再調査

益城町寺迫地区、並びに町役場周辺の被害状況を確認した。本震前の4/15の調査では、寺迫地区の状況は確認していないものの、倒壊した住宅は町内で2棟との情報（その1）に基づけば、明らかに被害は大きくなっている。益城町寺迫は、秋津川から近く、秋津川へ流れる支流などもあり、地盤が軟弱であったと考えられ、町中の建築物の半数以上が倒壊しているように見受けられた（写真 5.7.1、5.7.2）。周囲では、路盤が波打つように破壊され（写真 5.7.3）、アスファルト舗装は大きく割れていた（写真 5.7.4）。さらに噴砂の痕（写真 5.7.5、5.7.6）が複数見受けられ、液状化が発生したものと見られる。最近の建築と思われる住宅でも、被害が大きいもの（写真 5.7.7）と被害が小さいもの（写真 5.7.8）が見られた。

寺迫より多少標高が高く、多少地盤が堅牢であると想像される木山地区でも、倒壊家屋が複数見受けられ（写真 5.7.9、5.7.10）たが、寺迫地区に比べてその割合は圧倒的に少ない。最近の建築と思われる建築物でも地盤変状の影響で被害が大きい集合住宅（写真 5.7.11）が確認された。

なお、RC造の寺社建築が大破している例も確認された（写真 5.7.12）。



写真 5.7.1 路盤崩壊と倒壊家屋



写真 5.7.2 複数の倒壊家屋



写真 5.7.3 破壊された路盤



写真 5.7.4 アスファルト舗装に生じた割れ



写真 5.7.5 噴砂のあと



写真 5.7.6 液状化により噴出した大量の砂



写真 5.7.7 最近の建築と思われる住宅で被害が大きい例



写真 5.7.8 最近の建築と思われる住宅で被害が小さい例



写真 5.7.9 木山地区の倒壊家屋



写真 5.7.10 木山地区の倒壊家屋



写真 5.7.11 地盤の影響を受け被害が大きな共同住宅



写真 5.7.12 大破した RC 造の社寺

6. 本震による益城町の被害の拡大

6.1 益城町役場の被害の拡大

鉄筋コンクリート造3階建ての町役場庁舎も本震の前後で、その状況が大きく変わっていた。まず、4/15には外観上無被害であったが、4/16には庁舎正面の塔状の部分の頂部がずれており、中間部分も一部損傷している（写真 6.1.1）。玄関前の基礎版と周辺地盤の隙間（写真 6.1.2）も本震の前後で拡大していることが分かる。さらに、庁舎西側の敷地内に駐車していた車両が、敷地

地盤の崩壊とともに転落していた（写真 6.1.3）。また、2 棟をつなぐ渡り廊下もエキスパンションジョイントで接続されているにもかかわらず、廊下の壁にはせん断のひび割れが 4/15 の時点で入っており、これが 4/16 には大きな亀裂に進展し、渡り廊下の躯体は落下しなくとも外壁材は落下の危険性が感じられた（写真 6.1.4）。



写真 6.1.1 益城町役場庁舎の全景（左：4/15、右：4/16）



写真 6.1.2 玄関前の基礎版と周辺地盤の隙間（左：4/15、右：4/16）



写真 6.1.3 敷地内の舗装のひび割れ（左：4/15）と地盤崩壊により転落した車両（右：4/16）



写真 6.1.4 渡り廊下の軽微な損傷（左：4/15）と大きなひび割れ（右：4/16）

6.2 益城町役場周辺の木造建築物に関する被害の拡大

4/15 の時点で建具が外れただけの住宅が本震により大きく変形し、残留変形が大きくなった例（写真 6.2.1）、4/15 の時点で壁が一部はずれただけの住宅が本震により倒壊した例（写真 6.2.2）が見られた。また、本震の前後で残留変形が大きくなった店舗併用住宅（写真 6.2.3）も確認された。



写真 6.2.1 建具が外れただけの住宅(左：4/15)が大きな傾斜になった(右：4/16)例



写真 6.2.2 壁が外れただけの家屋（左：4/15）が倒壊した（右：4/16）例



写真 6.2.3 残留変形が大きくなった店舗併用住宅（左：4/15、右：4/16）

7. まとめ

平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等の被害について第一次調査を行った結果、調査対象地域における本震発生前後の被害状況について様々な情報が得られたほか、以下の状況を把握することができた。

- ・本震前（4/15 調査）に確認できた被害は、益城町の限られた範囲で、地盤が軟弱と推測される地域や建築年代が古い木造家屋に集中していた。
- ・本震後（4/16 調査）は、益城町のほぼ全域で大きな被害が発生していた。また、西原村や南阿蘇村などでも相当の被害が見られ、特に敷地地盤の変状を伴う地域では極めて多くの家屋が倒壊に至っていた。
- ・比較的最近の建築と思われる木造建築物において、同様の地震動を受けたにもかかわらず被害の大小の差が生じていた。

今後は、引き続き実施している第二次以降の調査の結果も踏まえつつ、基本的な情報の収集を継続して行うとともに、建築物等の被害の原因や再発の防止対策などを検討するための調査研究を実施する必要があると考えている。

おわりに

今回の地震で亡くなられた方々及びそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表します。また、被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、一刻も早い復興を祈念いたします。

本調査を実施するにあたり、住宅金融支援機構九州支店、熊本県土木部建築住宅局、並びに益城町都市計画課の関係者の皆様には情報提供など大変お世話になりました。また、本稿では、国立研究開発法人防災科学技術研究所が公開している K-NET 及び KiK-net の観測記録を利用させていただきました。ここに深謝申し上げます。

<更新履歴>

- 1) 5月2日に「7.まとめ」の一部の記述の訂正を行いました。

平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害第二次調査報告 (速報)
(木造住宅及び鉄筋コンクリート造等建築物を中心とした調査)

1. 調査の目的

熊本県熊本地方において、平成 28 年 4 月 14 日 21 時 26 分頃に最大震度 7 を観測する地震 (マグニチュード (Mj) 6.5 (暫定値)) が、16 日 1 時 25 分頃に最大震度 7 を観測する地震 (本震。Mj7.3 (暫定値)) が発生し、甚大な被害がもたらされるとともに、活発な地震活動が続いている。本調査は、4 月 15 日及び 16 日に行った第一次調査^{1, 2)}に続いて、国土交通省住宅局の要請を踏まえて、4 月 16 日の Mj7.3 の本震後の木造住宅並びに鉄筋コンクリート造 (以下、RC 造という。) 及び鉄骨鉄筋コンクリート造 (以下、SRC 造という。) 建築物の被害状況の把握及びその被害原因等の検討に資する基本的な情報を得るために 4 月 17 ~18 日に実施したものであり、本報告はその結果の速報である。

2. 調査者

木造住宅調査 :

国土交通省 国土技術政策総合研究所

建築研究部 基準認証システム研究室 主任研究官 中川貴文
構造基準研究室 主任研究官 宮村雅史

RC 造・SRC 造建築物調査 :

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 向井智久
主任研究員 田沼毅彦

3. 調査工程

木造住宅調査 :

平成 28 年 4 月 17 日 (日)

11:00 熊本県庁訪問

14:00 ^{ましき みやぞの きやま やすなが} 益城町宮園・木山・安永地区調査

17:00 ^{まみず そうりょう} 益城町馬水・惣領地区調査

平成 28 年 4 月 18 日 (月)

10:00 ^{にしはら} 西原村役場訪問

10:30 ^{はた かざあて} 西原村畑・風当地区調査

- 11:20 西原村古閑・大切畑地区調査
- 12:10 西原村布田地区調査
- 13:40 南阿蘇村役場訪問
- 15:00 南阿蘇村河陽黒川地区調査

RC 造・SRC 造建築物調査：

平成 28 年 4 月 17 日（日）

- 11:00 熊本県庁訪問
- 12:00 熊本市役所訪問
- 13:00 熊本市中央区・南区調査
- 17:30 熊本市西区調査

平成 28 年 4 月 18 日（月）

- 10:00 熊本市西区調査
- 11:30 宇土市役所訪問
- 12:00 宇土市内・宇城市内調査
- 15:00 熊本市東区調査
- 19:00 上益城郡益城町調査

4. 熊本県庁における情報収集

4 月 17 日(日)午前に熊本県庁にて、木造住宅調査チーム及び RC 造・SRC 造建築物チームそれぞれに必要な資料収集、情報収集を行った。県庁本館では、エレベータが停止していたため、上階への移動は全て階段を利用した。庁舎内のキャビネットの転倒などはほぼ復旧されている様子であった。

熊本県においては、応急危険度判定が 4 月 15 日より益城町と熊本市内で開始されているとのことであり、今後他の地域にも拡大され、それらの情報が集約されると思われる。

引用文献

- 1) 「平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第一次調査報告(その 1 4 月 15 日（本震前）調査結果速報）：国土交通省 国土技術政策総合研究所 HP
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/20160415kumamotokentiku.pdf>)、国立研究開発法人 建築研究所 HP (http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/01kumamoto_1.pdf)
- 2) 「平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第一次調査報告(その 2 4 月 16 日（本震後）調査結果速報）：国土交通省 国土技術政策総合研究所 HP
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/20160416kumamotokentiku2.pdf>)、国立研究開発法人 建築研究所 HP (<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/02kumamoto.pdf>)

I 編 木造住宅の調査

1. 調査地域の概要

本震後の熊本県庁の情報等により、木造住宅の倒壊が多いとされる熊本県上益城郡益城町、阿蘇郡西原村及び阿蘇郡南阿蘇村（以下、益城町、西原村、南阿蘇村）において調査を行った。主な調査地域を図 1.1 に示した。

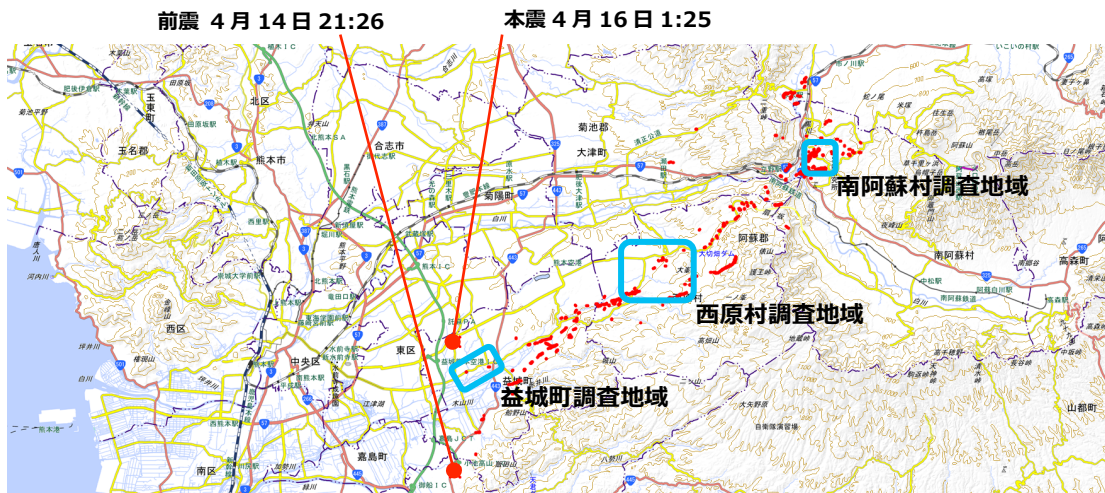


図 1.1 調査地域（青の枠線内が調査地域） 国土地理院電子国土 Web を編集
赤色のプロットは布田川断層帯周辺の地表の亀裂（国土地理院調査）

2. 益城町の被害状況

2.1. 調査地域

調査地域を図 2.1 に示した。調査は、このうち、県道 28 号（以後、県道）沿いと益城町役場周辺を中心に行った。木造住宅の倒壊は宮園・木山・安永地区の益城町役場より南に多い状況であった。



図 2.1 調査地域（赤の枠線内が調査地域） 国土地理院電子国土 Web を編集

2.2. 益城町宮園・木山・安永地区

- ・震度 7 を記録した震度計は宮園地区の益城町役場に位置する。
- ・築年数が概ね 40 年超と推測される木造住宅や、県道沿いの 1 階の開口が大きい木造又は鉄骨造の 2～3 階建て店舗併用住宅の倒壊・部分破壊が多数確認された（写真 2.1～2.10）。
- ・築年数が概ね 20～40 年と推測される軸組構法による 2 階建て木造住宅の倒壊・部分破壊が多く確認された（写真 2.11～2.24）。これらの住宅のうち、柱脚柱頭、筋かい端部を確認できたものの多くは釘打ち程度の比較的軽微な接合方法であった。
- ・木造住宅の被害が多いエリアで比較的最近の築年と推測される木造住宅が外観上無被害である例や、最近開発されたと推測される新興住宅地における外観上無被害の木造住宅が確認された（写真 2.25～26）。
- ・擁壁の崩壊が県道の北側で多く確認された（写真 2.27）。
- ・県道から北側に 500m ほど離れると被害が少ない印象だった。
- ・安永地区では県道から南側の被害が大きかったが、秋津川に近いエリアでは被害が少ない印象だった（写真 2.28 の奥が秋津川に近いエリア）。
- ・倒壊や大破した木造住宅等の位置を図 2.2 に示した。



写真 2.1 倒壊した木造住宅



写真 2.2 倒壊した木造住宅



写真 2.3 倒壊した木造住宅



写真 2.4 倒壊した木造住宅



写真 2.5 倒壊した店舗併用木造住宅



写真 2.6 大きく傾斜した店舗併用住宅



写真 2.7 2階が崩壊した鉄骨造の3階建て店舗併用住宅



写真 2.8 2階が大きく傾斜した1階鉄骨造+2階木造の店舗併用住宅



写真 2.9 大きく傾斜したS造店舗併用住宅
(隣のRC造の倒壊の影響の可能性あり)



写真 2.10 写真 2.9 の建物の柱脚部



写真 2.11 倒壊した木造住宅



写真 2.12 倒壊した木造住宅



写真 2.13 倒壊した木造住宅



写真 2.14 倒壊した木造住宅



写真 2.15 倒壊した木造住宅



写真 2.16 倒壊した木造住宅



写真 2.17 倒壊した木造住宅



写真 2.18 2階が破壊した木造住宅



写真 2.19 倒壊した木造住宅



写真 2.20 写真 2.19 の住宅の柱頭部
(柱脚柱頭金物確認できず)



写真 2.21 倒壊した木造住宅



写真 2.22 写真 2.21 の住宅の柱脚部
(柱脚柱頭金物確認できず、筋かい金物あり)



写真 2.23 大きく傾斜した木造アパート



写真 2.24 写真 2.23 の建物の破壊部分



写真 2.25 外観上無被害の木造住宅



写真 2.26 新興住宅地の木造住宅



写真 2.27 崩壊した擁壁



写真 2.28 安永地区の県道南側にて秋津川
方面を望む

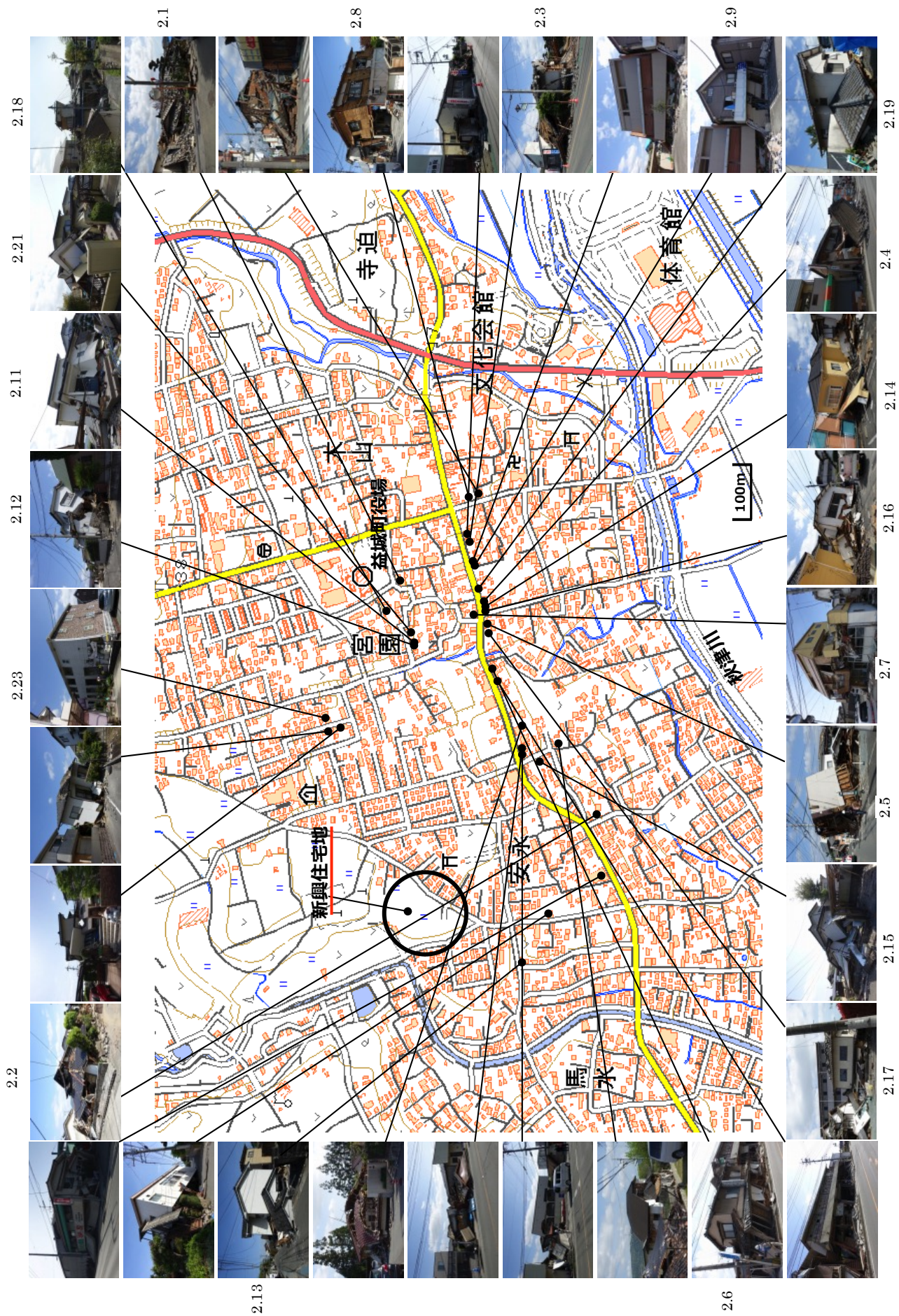


図 2.2 倒壊・大破した木造住宅等の位置 国土地理院電子国土 Web を編集
 写真の番号は本文中の写真番号を示す。

2.3. 益城町馬水・惣領地区

- ・木造住宅の倒壊の割合は 2.2 節の地区より少ない印象だったが、木造住宅の部分破壊や倒壊が県道沿いや、県道南側に見られた（写真 2.29～2.31）。
- ・駐車場において液状化と推測される痕跡が確認された（写真 2.32）。



写真 2.29 倒壊した木造住宅



写真 2.30 大きく傾斜した木造住宅



写真 2.31 部分破壊した木造住宅



写真 2.32 液状化と推測される痕跡

3. 西原村の被害状況

3.1. 西原村役場でのヒアリング結果、調査地域

- ・消防団の調べでは建物の全壊が 344 棟、半壊が 1087 棟との説明であった。棟数には倉庫等の非住家も含まれる。
- ・倒壊の棟数が多かった畑、風当、大切畑、古閑、布田地区において調査を行った。
- ・西原村役場の庁舎で震度計の位置を確認した（写真 3.1～3.2）。

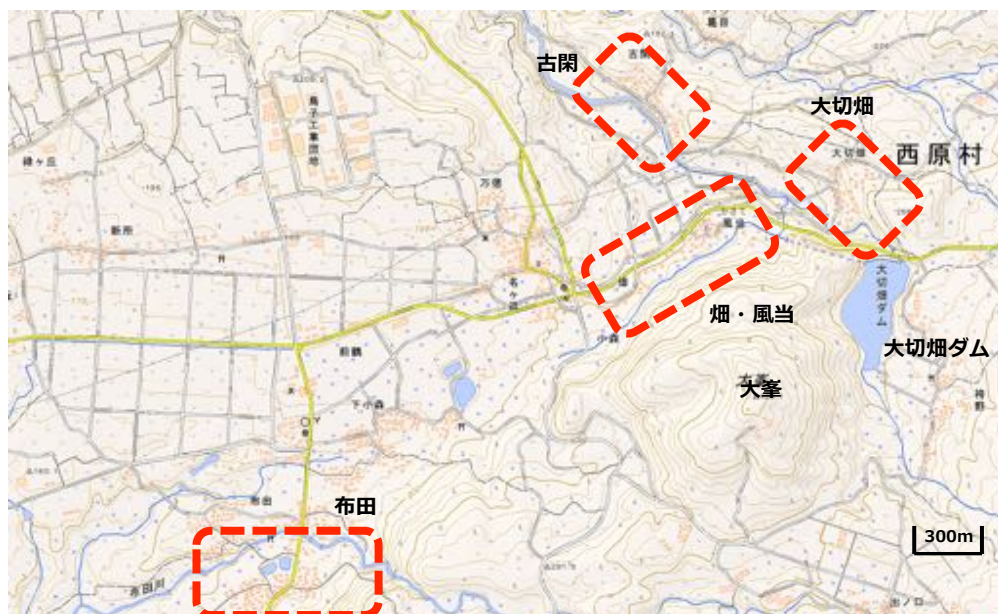


図 3.1 調査地域（赤の枠線内が調査地域） 国土地理院電子国土 Web を編集



写真 3.1 震度計の位置



写真 3.2 震度計の設置状況

3.2. 西原村畑・風当地区

- ・緩やかな傾斜地で盛土＋擁壁の敷地に建つ木造住宅が多い。
- ・築年数が概ね 40 年超と推測される木造住宅の倒壊が数棟確認された（写真 3.3～3.6）。
- ・敷地の被害や、擁壁の崩壊が多数確認された（写真 3.7～3.10）。
- ・納屋・倉庫の倒壊が、多数確認された。



写真 3.3 倒壊した木造住宅



写真 3.4 倒壊した木造住宅



写真 3.5 分離した木造住宅



写真 3.6 玄関部分が部分破壊した木造住宅



写真 3.7 敷地の被害を受けた住宅



写真 3.8 崩壊した擁壁



写真 3.9 崩壊した擁壁



写真 3.10 崩壊した擁壁

3.3. 西原村大切畑・古閑地区

- ・ 傾斜地で盛土+擁壁の敷地に建つ木造住宅が多い（写真 3.11）。
- ・ 急傾斜地崩壊危険区域に指定されているエリアがあり、地盤に亀裂が生じている箇所が見られた（写真 3.12～3.14）。
- ・ 建物被害の傾向は 3.2 節の調査地とほぼ同じだが、倒壊した木造住宅の比率は高い印象だった（写真 3.15～3.18）。
- ・ 擁壁の崩壊が多数確認された（写真 3.19～3.20）。
- ・ 比較的最近の築年と推測される木造住宅と推測される外観上無被害の住宅が確認された（写真 3.21～3.22）。



写真 3.11 古閑地区の遠景



写真 3.12 古閑地区の危険区域標識



写真 3.13 大切畑地区の危険区域標識



写真 3.14 地盤に生じた亀裂



写真 3.15 倒壊した木造住宅



写真 3.16 倒壊した木造住宅



写真 3.17 倒壊した木造住宅



写真 3.18 倒壊した木造住宅



写真 3.19 倒壊した木造住宅



写真 3.20 崩壊した擁壁



写真 3.21 外観上無被害の住宅



写真 3.22 外観上無被害の住宅

3.4. 西原村布田地区

- ・布田川のすぐ南の平地に位置する集落で、西原村では住宅が多い地域。溜池が隣接している（写真 3.23）。
- ・築年数が概ね 40 年超と推測される木造住宅の屋根の被害や、部分破壊、倒壊が確認された（写真 3.24～3.25）。
- ・納屋・倉庫の倒壊が多数確認された（写真 3.26）。



写真 3.23 布田地区の池



写真 3.24 大破した木造住宅



写真 3.25 倒壊した木造住宅



写真 3.26 倒壊した倉庫

4. 南阿蘇村の被害状況

4.1. 南阿蘇村役場でのヒアリング結果、調査地域

- ・東海大学阿蘇キャンパス周辺の河陽黒川地区（以下、黒川地区）に建物の被害が集中しているとの説明であった。
- ・情報に基づき図 4.1 の黒川地区の調査を行った。

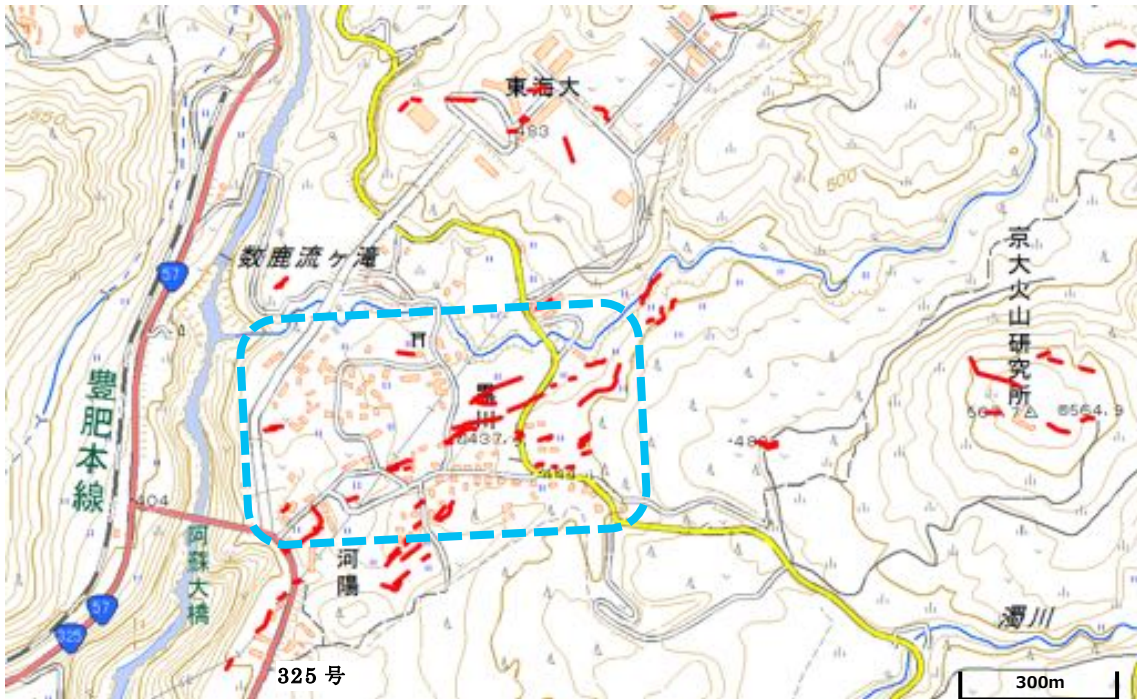


図 4.1 調査地域（青の枠線内が調査地域）国土地理院電子国土 Web を編集
赤色のプロットは布田川断層帯周辺の地表の亀裂（国土地理院調査）

4.2. 南阿蘇村黒川地区

- ・黒川地区には東海大学の学生用アパートが多数存在する。
- ・2階建て軸組構法による木造アパートが多く、そのうち7棟の倒壊を確認した。部分破壊や大破したアパートも多数確認された。これらの木造アパートのうち、柱脚・柱頭、筋かい端部が確認できたものの多くは接合方法が釘打ち程度の比較的軽微な接合方法であった（写真 4.1～4.10）。
- ・木造アパートの他、築年数が概ね40年超と推定される、戸建て木造住宅の倒壊が多数確認された（写真 4.11～4.14）。
- ・築年数が概ね20～40年程度と推測される木造住宅の倒壊が数棟確認された。木造アパートと同様に柱脚・柱頭、筋かい端部の接合方法が比較的軽微な建物が多かったが、中には金物により緊結されている建物も確認された（写真 4.15～4.18）。
- ・倒壊や大破した木造住宅等の位置を図 4.3 に示した。



写真 4.1 倒壊した木造アパート

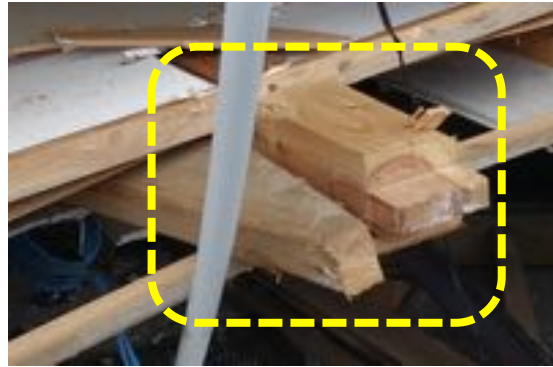


写真 4.2 写真 4.1 のアパートの柱頭部
(柱脚、筋かい端部は釘打ちのみ)



写真 4.3 倒壊した木造アパート



写真 4.4 写真 4.3 のアパートの柱頭部
(柱脚、筋かい端部は釘打ちのみ)



写真 4.5 倒壊した木造アパート



写真 4.6 横ずれした木造アパート



写真 4.7 傾斜した木造アパート



写真 4.8 傾斜した木造アパート



写真 4.9 大破した木造アパート



写真 4.10 倒壊した木造アパート



写真 4.11 倒壊した木造住宅



写真 4.12 倒壊した木造住宅



写真 4.13 倒壊した木造住宅



写真 4.14 倒壊した木造住宅



写真 4.15 倒壊した木造住宅（金物あり）



写真 4.16 写真 4.15 の住宅の柱頭部
（柱脚柱頭は金物あり）



写真 4.16 倒壊した木造住宅（金物あり）



写真 4.17 写真 4.16 の住宅の柱頭部
（壁倍率 2 倍用筋かい金物）

4.3. 倒壊した木造アパート 3 棟の主な構造的特徴と被害の概要

・ 図 4.2 に示した倒壊した木造アパート 3 棟について構造仕様等の調査を行った。



図 4.2 倒壊したアパートの位置（矢印は倒壊した方向）

国土地理院電子国土 Web の航空写真を編集

(1) アパート①の構造的特徴と被害の概要

- ・規模：28P（4P×7部屋）×10P（一階は一部下屋） ※1P=約 910mm
- ・木造軸組構法 2階建て（外壁：サイディング、内壁：せっこうボード）
- ・主な耐震要素は筋かい
- ・柱脚・柱頭、筋かい端部接合部は釘打ち程度の比較的軽微な接合方法
- ・無筋コンクリート造布基礎（浴室部はブロック基礎）
- ・長手方向に倒壊。階段側（妻面）の擁壁が崩壊



写真 4.17 倒壊したアパート①



写真 4.18 1層部分の破壊状況



写真 4.19 敷地のひび割れ



写真 4.20 筋かい端部
(N70 釘 1~2 本打ちによる接合)



写真 4.21 筋かい端部
(蟻害による著しい断面欠損)



写真 4.22 基礎の亀裂部
(無筋コンクリート基礎+アンカーボルト)

(2) アパート②の構造的特徴と被害の概要

- ・規模：28P（4P×7部屋）×7P
- ・木造軸組構法2階建て（外壁：サイディング、内壁せっこうボード）
- ・主な耐震要素は筋かい（35～40×90mm角）
- ・柱脚・柱頭・筋かい端部接合部は釘打ち程度の比較的軽微な接合方法
- ・長手方向に倒壊



写真 4.23 倒壊したアパート②



写真 4.24 倒壊したアパート②



写真 4.25 柱頭部（釘打ちによる接合）



写真 4.26 アパート①、②の位置関係



写真 4.27 柱脚部の生物劣化



写真 4.28 通し柱の曲げ破壊

(3) アパート③の構造的特徴と被害の概要

- ・木造軸組構法 2階建て（外壁：サイディング、内壁せっこうボード）
- ・主な耐震要素は筋かい
- ・柱脚・柱頭、筋かい端部接合部は釘打ち程度の比較的軽微な接合方法
- ・長手方向とベランダ側に倒壊。ベランダ側の側道の擁壁が崩壊



写真 4.29 倒壊したアパート③



写真 4.30 倒壊したアパート③



写真 4.31 鉄骨階段側



写真 4.32 鉄骨階段と木造部分の分離



写真 4.33 柱頭、筋かい端部接合部
(釘打ちによる接合)



写真 4.34 敷地のひび割れ



図 4.3 倒壊・大破した木造住宅等の位置 国土地理院電子国土 Web を編集

赤色のプロットは布田川断層帯周辺の地表の亀裂 (国土地理院調査) 写真の番号は本文中の写真番号を示す。

4.3

4.6

4.16

4.15

4.10

4.1

4.7

4.8

4.29

4.9

4.23

4.17

4.13

4.12

4.14

4.5

4.11

5. まとめと今後の課題

第一次調査で行った聞き取り調査では、益城町における前震による木造住宅の倒壊は数棟との情報があった。本調査は、4/16の本震が発生した後に実施しており、被害建物は前震と本震の影響を受けたものとなる。今回の益城町、西原村、南阿蘇村による調査地域では、築年数が概ね40年超と推定される木造住宅や店舗併用住宅の倒壊が多数確認されたことに加え、2階建ての木造アパートや築年数が概ね20～40年と推測される軸組構法による2階建て木造住宅の倒壊が多く確認された。前震で著しい被害を受けていた建物が本震で被害を拡大し倒壊したものが多くあっただけでなく、前震で著しい被害までは受けていなかった建物が本震により被害を著しく拡大し、倒壊したものもあると考えられる。

今後は、作用した地震動の大きさや周期等の特性と、木造住宅の構造上の特徴に応じた被害状況との関係について、特に新耐震基準の導入以降に建築された木造住宅を中心に、さらに詳細な調査による情報の把握と被害要因の分析等を進めることが必要である。

II 編 鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の調査

1. 調査の概要

熊本市役所、宇土市役所等の情報を参考として、熊本県熊本市中央区、西区、東区及び南区、宇土市街地南部から宇城市の北部並びに益城町の西部において 2 日間で調査を行った。主な調査地域と調査建築物を図 1.1～1.3 に示す。調査建築物の記号は、各調査地域（K：熊本市、UT：宇土市、UK：宇城市、M：益城町）における調査順序に従い通し番号を付け、3 章の被害調査結果における掲載順序となっている。また、調査建築物位置を示す丸印の色は、被害分類を示している（「4.まとめと今後の課題」参照）。

調査は、主として外部から目視による調査を行っている。また関係者の協力によって建築物内部から調査できた建築物は、K-2、K-4、K-13、K-14 及び K-16 である。構造種別及び建設年は現地を確認できた情報やウェブサイトの情報を基に記載している。その根拠を巻末の付録 1 に示す。なお、建設年が 1981 年以前で耐震補強が実施されてない建築物において、特記がない場合は耐震診断の実施の有無については不明である。



図 1.1 熊本市内

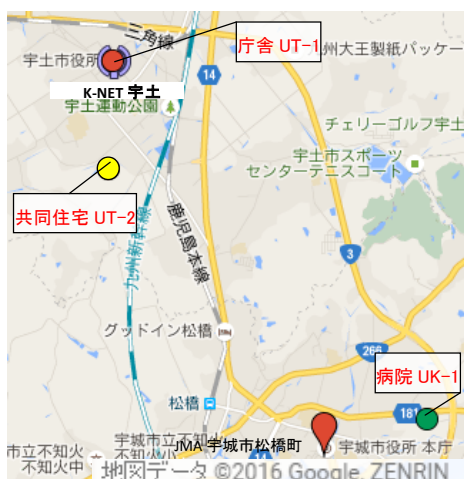


図 1.2 宇土市・宇城市内



図 1.3 益城町内

2. 調査地域付近の地震動の概要

図 2.1 及び図 2.2 に、今回調査したエリア付近の本震（2016 年 4 月 16 日 1 時 25 分発生の地震）で観測された JMA 熊本西区春日、K-NET 熊本（観測点の位置は図 1.1 参照）、K-NET 宇土（同じく図 1.2 参照）、KiK-net 益城（同じく図 1.3 参照）の強震動の加速度応答スペクトル（減衰定数 5%）及び速度応答スペクトル（減衰定数 5%）を、各方向成分に分けて示す。図 2.1 より、熊本市内は南北方向で 0.2~0.7 秒の帯域で、宇土や益城では東西方向で 0.3~0.8 秒の帯域で、いずれもおおよそ 1.5g を超える大きな加速度応答であることが分かる。図 2.2 より、熊本市内では周期 0.3 秒より長い帯域で概ね NS 方向の速度応答値が大きい一方、宇土や益城では周期 0.4 秒より長い帯域で概ね EW 成分の方が大きいことが分かる。

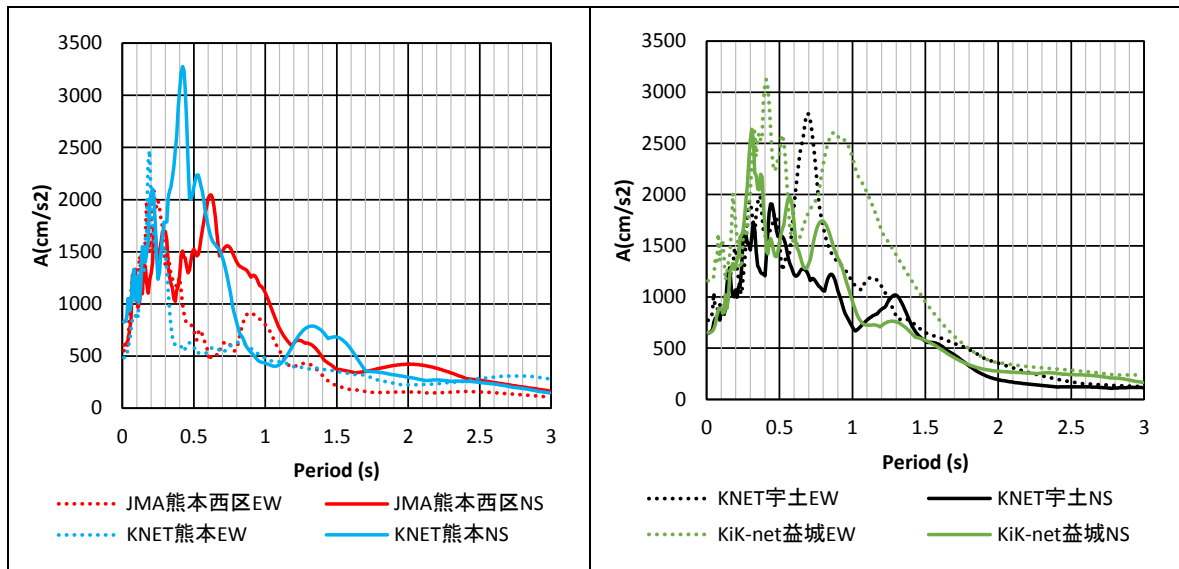


図 2.1 JMA 熊本西区春日、K-NET 熊本、K-NET 宇土、KiK-net 益城で観測された強震動の加速度応答スペクトル（本震）

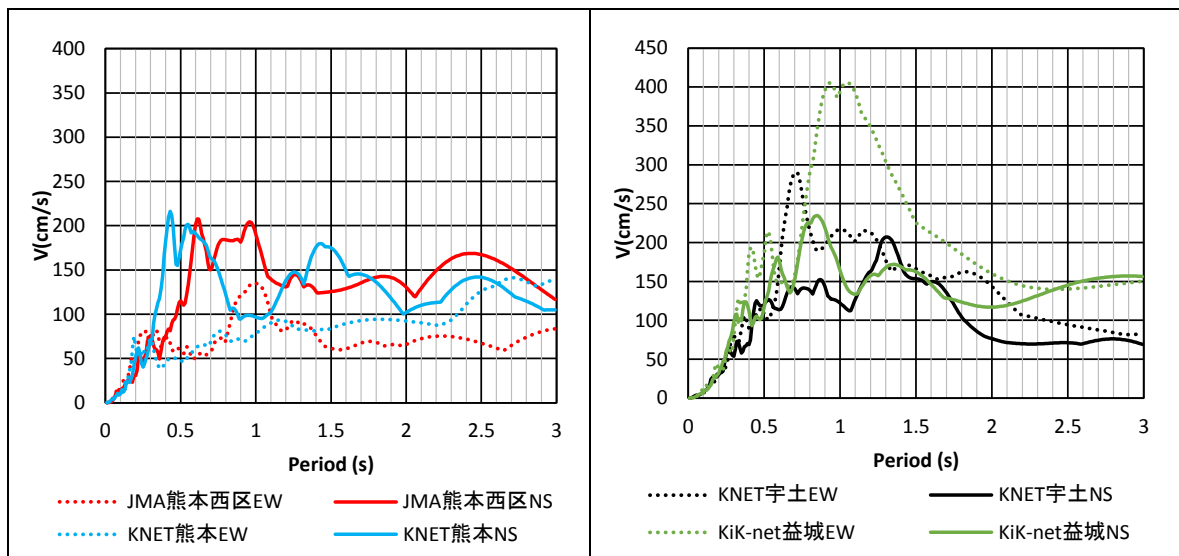


図 2.2 JMA 熊本西区春日、K-NET 熊本、K-NET 宇土、KiK-net 益城で観測された強震動の速度応答スペクトル（本震）

3 被害調査結果

3.1 熊本市内

1) 診療所 K-1 (熊本市中央区) 建設年：不明

本建築物は、3階建て RC 造診療所である。平面形状は長方形で、白川沿いに建設されている。

当該建築物は、1層が完全に崩壊している。南東構面には壁が少ない(写真 3.1.1-1) 一方、北構面には開口壁が多い(写真 3.1.1-2) ことから、ねじれ振動を伴って東西方向に大きく変形したものと考えられる。1階の柱は全て破壊されて軸方向に大きく縮んでいるが、南構面の柱の軸方向の変形がより大きい(写真 3.1.1-3、3.1.1-4)。なお、主筋は異形鉄筋であるが、せん断補強筋は丸鋼で、その間隔はおおよそ 200mm-300mm 程度である。よって建設年は建築基準法施行令の柱のせん断補強筋の間隔の規定が改正された 1971 年以前と推測される。

	
写真 3.1.1-1 外観 (南東側)	写真 3.1.1-2 外観 (北西側)
	
写真 3.1.1-3 破壊した南側の 1 階柱	写真 3.1.1-4 破壊した北側の 1 階柱

2) 学校 K-2 (熊本市中央区) 建設年：1959 年

本建築物は、3 階（一部 4 階）建て RC 造学校校舎で、既に耐震補強が実施されている。校舎は 2 棟あり、その平面形状はほぼ同規模の長方形であり、東西方向を桁行方向として、南北に平行配置されている。その 2 棟の校舎に渡り廊下が設けられている。

当該建築物では、1 階の校舎入り口からエキスパンションジョイントで分割された階段室回りの 1 階スラブにひび割れと段差（写真 3.1.2-2）が見られる。またエキスパンションジョイントで分割されたエリアにまたがって設けられた天井材が落下（写真 3.1.2-3）している。これらのことは、地盤の変状によって基礎構造で支えられていない上部構造物の一部が沈下したことで、それに追従できなかつた部位で損傷が発生したものと推察される。

2 階以上の渡り廊下の端部のエキスパンションジョイント部においても破壊（写真 3.1.2-4）が発生し、一部サッシの開閉が困難な状況であった。その他、廊下に部分的に水溜まりがあること、校舎敷地に入る車道下の地盤が崩れていることを確認した。

	
<p>写真 3.1.2-1 外観</p>	<p>写真 3.1.2-2 1 階スラブのひび割れと段差</p>
	
<p>写真 3.1.2-3 天井材の落下</p>	<p>写真 3.1.2-4 エキスパンションジョイント部の破壊</p>

3) 学校 K-3 (熊本市中央区) 建設年: 1974 年

本建築物は、4 階建て RC 造学校校舎で、既に耐震補強が実施されている。建築物外部から目視による調査を実施した。当該校舎は校門側から全 3 棟平行に配置されており、調査を行った中央に配置された校舎の平面形状は長方形で、渡り廊下が設けられている。

調査した校舎では、雑壁のせん断破壊 (写真 3.1.3-3)、基礎構造部分のひび割れ (写真 3.1.3-4)、エキスパンションジョイント部の破壊 (写真 3.1.3-5) が生じている。

	
<p>写真 3.1.3-1 校舎外観 (校門側)</p>	<p>写真 3.1.3-2 校舎外観 (奥 2 棟)</p>
	
<p>写真 3.1.3-3 雑壁のせん断破壊</p>	<p>写真 3.1.3-4 基礎部分に見られるひび割れ</p>
	
<p>写真 3.1.3-5 渡り廊下エキスパンションジョイント部の破壊</p>	

4) 学校 K-4 (熊本市中央区) 建設年：1979 年

本建築物は、2 階建て RC 造学校校舎である。調査を行った校舎は R 棟で、その平面形状は凸形である。

調査した R 棟では、室内で傾斜が生じている。具体的には室内の西側が高く、東側が低い状態であった。その他、校舎敷地及び周辺道路の地盤まで広く変状が発生 (写真 3.1.4-2 ~3.1.4-4) し、コンクリートブロック塀が倒壊している。

調査時点において、当該建築物は継続使用されていなかった。

	
<p>写真 3.1.4-1 校舎外観 (R 棟)</p>	<p>写真 3.1.4-2 傾斜校舎の外構周辺部</p>
	
<p>写真 3.1.4-3 校舎と外構の段差</p>	<p>写真 3.1.4-4 周辺道路の地盤沈下</p>

5) 店舗 K-5 (熊本市南区) 建設年：不明

本建築物は、3階建て RC 造店舗で、ほぼ南北方向に走る国道 3 号線に面して建設されている。平面形状は長方形であり、桁行方向は南北方向である。主要道路に面している側の構面には室内にある商品を展示するために一面にガラスが配置されていることから RC 壁はないが、それ以外の立面には比較的 RC 壁が配置されている。

当該建築物は、1層が崩壊 (写真 3.1.5-1) している。北構面に壁部材が配置 (写真 3.1.5-2) されているが、南構面の柱が完全に軸方向に変形している。よって 1)の建築物と同様、ねじれ変形を伴って、壁のない柱部材の変形が大きくなり破壊に至ったものと推察される。なお、柱の主筋及びせん断補強筋ともに丸鋼である。ちなみに、本建築物同様に一面ガラスが配置された隣接する店舗では、それらのガラスが破損 (写真 3.1.5-4) しているが、構造的な損傷は見られていない。これ以外にも近傍の一面ガラスが配置された店舗でガラスの破損を確認している。

	
<p>写真 3.1.5-1 外観 (西側)</p>	<p>写真 3.1.5-2 外観 (北側)</p>
	
<p>写真 3.1.5-3 柱の軸崩壊、鉄筋座屈</p>	<p>写真 3.1.5-4 隣接店舗はガラス破損のみ</p>

6) 共同住宅 K-6 (熊本市中央区) 建設年 : 1998 年

本建築物は、13 階建て SRC 造共同住宅である。平面形状は L 字形であり、2 棟の建築物が渡り廊下部分に設けられたエキスパンションジョイントを介して接続されている。

当該建築物では、エキスパンションジョイント部及びその周辺のコングリートの破壊 (写真 3.1.6-2) が見られる。エキスパンションジョイントで分割された 2 棟の建築物が地震時に衝突したものと推察される。



7) 共同住宅 K-7 (熊本市中央区) 建設年：1974 年

本建築物は、10 階建て (地下 1 階) RC 造共同住宅である。平面形状はおおよそ長方形で、桁行方向は南北方向である。

当該建築物では、5 階の張間方向南側妻構面の 1 スパン内にある袖壁付き柱部材が、大きくせん断破壊 (写真 3.1.7-2) している。また上記と同じ張間方向南側妻構面にある地下階につながる斜路に面した耐力壁に、せん断ひび割れ (写真 3.1.7-3) が生じている。なお、本建築物の周辺の地盤も変状し当該建築物床位置と地盤の間に段差 (写真 3.1.7-4) が発生している。

	
<p>写真 3.1.7-1 外観 (南西側)</p>	<p>写真 3.1.7-2 5 階張間方向南側妻構面の袖壁付き柱せん断破壊</p>
	
<p>写真 3.1.7-3 1 階張間方向の耐力壁のせん断ひび割れ</p>	<p>写真 3.1.7-4 地盤変状による建築物と地盤面の段差</p>

8) 共同住宅 K-8 (熊本市中央区) 建設年 : 1979 年

本建築物は、11 階建て SRC 造共同住宅である。平面形状は、くの字形であるが、折れ曲がり部にエキスパンションジョイントが設けられ、構造的には 2 棟に分割されている。1 棟は桁行方向が南北方向で、もう 1 棟は北東方向に建設されている。建築物所有者のウェブサイトで耐震診断の結果が公開され、耐震補強が必要であるものの未了であるとの情報が示されている。

当該建築物では、雑壁の損傷が見られた。具体的には桁行方向の共用廊下側の方立て壁のせん断破壊 (写真 3.1.8-2、3.1.8-3) である。一方で、バルコニー側の袖壁の損傷は小さい (写真 3.1.8-4)。エキスパンションジョイント部及びその周辺のホールのガラスが破損している。2 階以上に連層の壁があり 1 階はその壁がない柱 (以下「下階壁抜け柱」) を有する構造であるが、当該柱に被害は見られない。

調査時点において、当該建築物は継続使用されている様子であった。

	
<p>写真 3.1.8-1 外観 (西側)</p>	<p>写真 3.1.8-2 桁行き方向外廊下側玄関脇の方立て壁のせん断破壊</p>
	
<p>写真 3.1.8-3 桁行方向 1 階の方立て壁のせん断破壊</p>	<p>写真 3.1.8-4 バルコニー側の袖壁の損傷</p>

9) 共同住宅 K-9 (熊本市中央区) 建設年 : 1990 年

本建築物は、10 階建て SRC 造共同住宅である。当該建築物の平面形状は L 字形であるが、調査で確認できたのはそのうち桁行方向が南北方向の長方形平面部分である。

当該建築物では、桁行方向のバルコニー側の方立て壁について 1 階から 7 階までせん断破壊が生じている。一方で、同じくバルコニー側の袖壁の破壊は見られない(写真 3.1.9-2)。当該方立て壁は高さ方向に不規則に配置されており、壁のアスペクト比は 1 から 2 程度となっている。

調査時点において、当該建築物は継続使用されている様子であった。



写真 3.1.9-1 外観 (東側)



写真 3.1.9-2 桁行き方向バルコニー側の方立て壁のせん断破壊

10) 共同住宅兼店舗 K-10 (熊本市西区) 建設年：1974 年

本建築物は、9 階建て RC 造共同住宅兼店舗である。県道 303 号線に面しており平面形状は L 字形であるが、エキスパンションジョイントによる分割は見られない。用途は、1 階が店舗、2 階以上が住宅である。

当該建築物は、南北軸の住棟が層崩壊 (写真 3.1.10-2、3.1.10-4) しており、それに伴って東西軸の北東側の 1 階柱も大きく損傷 (写真 3.1.10-3) している。南北住棟の 1 階部分は主として駐車場として利用されており、その階に耐力壁がないことが層崩壊の原因と考えられる。

なお、当該建築物の東側の裏手には墓地が広がっており、半数以上の墓石が南北方向に転倒していた。



写真 3.1.10-1 外観 (南西側、県道側、東西軸住棟)



写真 3.1.10-2 L 字型平面形状の入り隅部



写真 3.1.10-3 東西軸住棟の北側



写真 3.1.10-4 南北軸住棟の西側柱

11) 共同住宅兼店舗 K-11 (熊本市西区) 建設年：1973 年

本建築物は、7階建て RC造共同住宅兼店舗である。共同住宅兼店舗 K-10 と同じ県道に面しており、平面形状もほぼ同様の L字形である。1階部分は店舗及び駐車場で利用され、K-10 と同様に下階壁抜け柱を有する構造であるが、店舗側に多少の耐力壁がある。

当該建築物で確認された被害の特徴は、1階柱のせん断ひび割れ (写真 3.1.11-3) であり、層崩壊している前述の K-10 とは異なる損傷性状である。なお隣接する共同住宅 (写真 3.1.11-4) も 1階部分の壁がない下階壁抜け柱を有する構造であったが、損傷は軽微であった。

調査時点において、当該建築物は継続使用されている様子であった。

	
写真 3.1.11-1 外観 (南西側)	写真 3.1.11-2 外観 (北西側)
	
写真 3.1.11-3 1階柱のせん断ひび割れ	写真 3.1.11-4 隣接する共同住宅

12) 共同住宅兼店舗 K-12 (熊本市西区) 建設年：1977 年

本建築物は、10 階建て RC 造共同住宅兼店舗である。共同住宅兼店舗 K-10 と同じ県道に面しており、平面形状もほぼ同様の L 字形である。1 階部分は店舗 (西側) 及び駐車場 (東側、写真 3.1.12-2) で利用されているが、店舗側と駐車場側に耐力壁がある。

当該建築物では、2 階張間方向妻構面の耐力壁と思われる RC 壁にせん断ひび割れ (写真 3.1.12-3) が、2 階の梁にもせん断ひび割れ (写真 3.1.12-4) が生じている。1 階の耐力壁が隣接する K-10 に比べて比較的多く配置されていることから、層崩壊を免れたものと推察される。

調査時点において、当該建築物の 1 階店舗は継続使用されていた。

	
写真 3.1.12-1 外観 (北側)	写真 3.1.12-2 外観 (東側)
	
写真 3.1.12-3 張間方向 2 階の耐力壁と思われる RC 壁のせん断ひび割れ	写真 3.1.12-4 桁行方向の梁端のせん断ひび割れ

13) 庁舎 K-13 (熊本市西区) 建設年：2012 年

本建築物は、3 階建て RC 造庁舎である。南北に並ぶ 2 棟の庁舎がエキスパンションジョイントで接続されており、調査は主として北側の庁舎を対象として行った。

当該建築物では、外周部分の床に周辺地盤の変状によるものと推察されるひび割れ（写真 3.1.13-2、3.1.13-3）が生じている。また 2 棟をつなぐ 1 階廊下に設置された自動扉が開閉障害を起こしていた。構造体には目立った被害は見られない。

調査時点において、当該建築物は庁舎として機能していた。

	
写真 3.1.13-1 外観（北側）	写真 3.1.13-2 エントランス部分の床ひび割れ
	
写真 3.1.13-3 南側外構のひび割れ	写真 3.1.13-4 建築物に接する地盤のひび割れ

14) 病院 K-14 (熊本市東区) 建設年：1979 年 (南側病棟)、1984 年 (北側病棟)、2001 年 (管理棟)

本建築物は、国道 57 号線に面した 8 階建て (地下 1 階) の病棟 2 棟及び 7 階建ての管理棟 1 棟からなる SRC 造病院建築物 (写真 3.1.14-1) である。病棟は低層部分がエキスパンションジョイントで分割された南側病棟と北側病棟の 2 棟からなっており、内部が調査ができたのは南側病棟である。北側病棟は現行の耐震基準を満足しているが、南側病棟は満足していないと関係者から情報が得られている。

当該建築物では、管理棟や南側病棟の外壁タイルの剥落 (写真 3.1.14-2)、渡り廊下のガラス破損並びに南側病棟の中間階の廊下に面する雑壁のせん断破壊 (写真 3.1.14-3)、柱の軽微な曲げひび割れ及び 1 階天井仕上げ材の脱落 (写真 3.1.14-4) が確認された。その他、南側病棟の病床ベッド等内容物の移動・散乱によって病院機能が喪失したことから、入院患者を移動したとのことである。

調査時点において、当該建築物は 1 階のロータリーエリアで外来患者への対応がなされていた。

	
<p>写真 3.1.14-1 外観 (写真奥から北側病棟、南側病棟、管理棟)</p>	<p>写真 3.1.14-2 外壁タイルの剥落 (管理棟南側)</p>
	
<p>写真 3.1.14-3 中間階の雑壁のせん断破壊 (南側病棟)</p>	<p>写真 3.1.14-4 天井仕上げ材の脱落 (南側病棟)</p>

15) 研修施設 K-15 (熊本市東区) 建設年 : 1969 年

本建築物は、4 階建て RC 造研修施設である。平面形状は長方形であり、東西方向が桁行方向である。耐震補強は桁行方向に実施されており、南面は外フレーム付きの鉄骨ブレース補強が 1、2 階に実施されている (写真 3.1.15-1)。

当該建築物では、1 階床スラブを支持する 1 階梁とその下に配されている基礎柱部分での破壊 (写真 3.1.15-2、3.1.15-3) が南側構面と北側構面の両方で確認された。その破壊によって、その上部構造が軸方向に変形している。また北側の柱でせん断破壊 (写真 3.1.15-4) が生じている。

	
<p>写真 3.1.15-1 外観 (南側)</p>	<p>写真 3.1.15-2 1 階スラブを支持する梁と基礎柱の破壊</p>
	
<p>写真 3.1.15-3 1 階梁下と地面の隙間に設けられたコンクリートブロック</p>	<p>写真 3.1.15-4 柱のせん断破壊 (北側)</p>

16) 庁舎 K-16 (熊本市東区) 建設年：2012 年

本建築物は、3 階建て SRC 造庁舎である。平面形状は長方形で、桁行方向が東西方向である。

当該建築物では、1 階から 2 階にかかる階段底面にひび割れ及び被りコンクリートの剥落 (写真 3.1.16-2) が確認された。また構造体に目立った被害はなかったが、1 階の RC 壁脚部のかぶりコンクリートが一部剥落 (写真 3.1.16-3) し、内部の鉄筋が見える状態となっていた。

調査時点において、当該建築物は庁舎として機能していた。



写真 3.1.16-1 外観 (南側)



写真 3.1.16-2 階段底面に見られたひび割れ



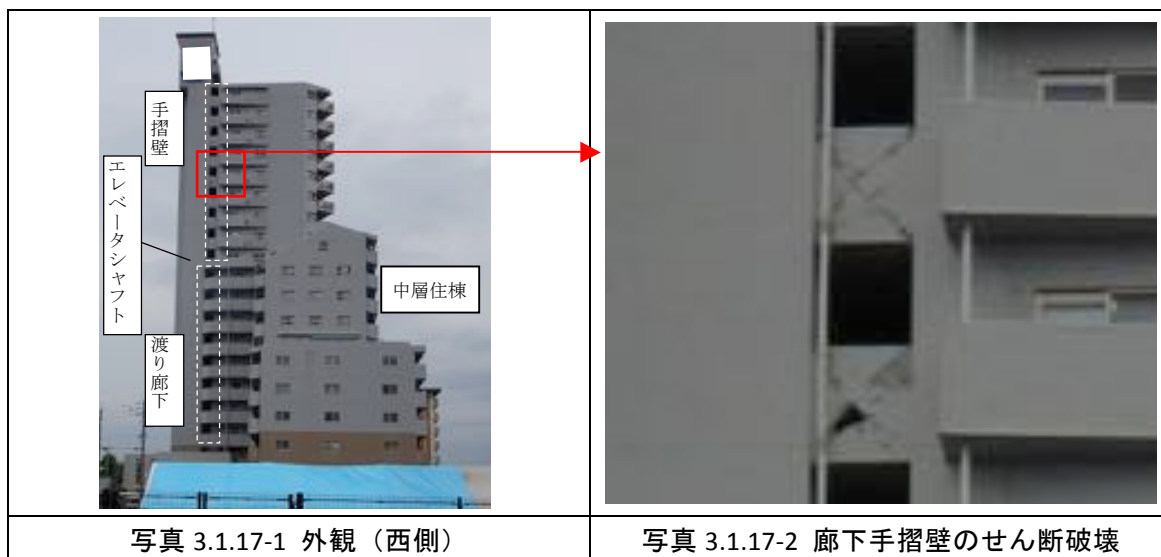
写真 3.1.16-3 外壁端部のひび割れ

17) 共同住宅 K-17 (熊本市東区) 建設年: 2003 年

本建築物は、20 階建て SRC 造共同住宅である。当該建築物の平面形状はおおよそ長方形である。本建築物と隣接する 10 階建て中層住棟は、渡り廊下部分に設けられたエキスパンションジョイントを介して接続されているが、11 階以上の当該部分には RC 造手摺壁がある。

当該建築物では、その手摺壁にせん断破壊 (写真 3.1.17-2) が生じている。

調査時点において、当該建築物は継続使用されていた。



18) 店舗 K-18 (熊本市東区) 建設年：不明

本建築物は、3階建て RC 造店舗である。平面形状は長方形で、桁行方向は東西方向である。またエキスパンションジョイントによって東側と西側とに分離されている。

当該建築物では、エキスパンションジョイントで分割された西側の RC 造建築物が西側へ層崩壊 (写真 3.1.18-2、3.1.18-3) している。エキスパンションジョイント部 (写真 3.1.18-4) 近くに配置された柱頭部が大きく変形し、鉄筋がむき出し (写真 3.1.18-5) になっている。

写真 3.1.18-1 外観 (北東面)	写真 3.1.18-2 外観 (北西面)
写真 3.1.18-3 外観 (南西面)	
写真 3.1.18-4 エキスパンションジョイント部 (南面)	写真 3.1.18-5 柱頭部の破壊 (南面)

19) 店舗 K-19 (熊本市東区) 建設年: 1976 年

本建築物は、4 階建て RC 造店舗兼事務所である。平面形状は長方形で桁行方向は東西方向である。桁行構面の南側はラーメン構造であるが、北側は耐力壁付きのラーメン構造である。一方、張間方向は下階壁抜け柱を有する構造である。

当該建築物は、南東部にある 2 本の 1 階柱頭部がいずれも大破(写真 3.1.19-3)している。また北東側の 1 階柱に付着割裂ひび割れ及び 2 階梁端部に破壊(写真 3.1.19-4)が生じている。南東側にある 1 階柱頭部が大破した理由として、当該部分が下階壁抜けになっていること、及び北構面に耐力壁が配置されたことでねじれ挙動により大きく変形したためであると思われる。また 1 階の南西部に元の位置から移動したと思われる自動販売機があり、その脚部はコンクリートブロックに固定されていたが、そのブロックそのものが移動していた。



写真 3.1.19-1 外観(南東側)と大破した 2 本の柱



写真 3.1.19-2 耐力壁のせん断ひび割れ(東側)



写真 3.1.19-3 1 階柱の大破(南東側)



写真 3.1.19-4 1 階柱(北東側)の主筋付着割裂ひび割れと 2 階梁端部の破壊

20) 共同住宅兼店舗 K-20 (熊本市東区) 建設年：1971 年

本建築物は、6 階建て RC 造共同住宅兼店舗である。平面形状はほぼ長方形であり、桁行方向は東西方向である。

当該建築物では、南側外観を見ると向かって左手(西側)の損傷が激しい(写真 3.1.20-1)。西側からみると 2 階部分で局所的に崩壊している(写真 3.1.20-3)。桁行方向の梁端部は曲げ破壊が生じ、また局部崩壊した部分に近い柱及び方立壁にせん断破壊を生じている。また北東側の店舗の 2 階以上にバルコニーがあり、その端部にひび割れ(写真 3.1.20-2)が発生している。これはバルコニーの一边が住宅側にも固定されていることから、前述の住宅の局所的な崩壊に伴ってバルコニーも強制的に変形したためと思われる。



写真 3.1.20-1 外観 (南側)



写真 3.1.20-2 外観 (北東側)
バルコニー端部のひび割れ

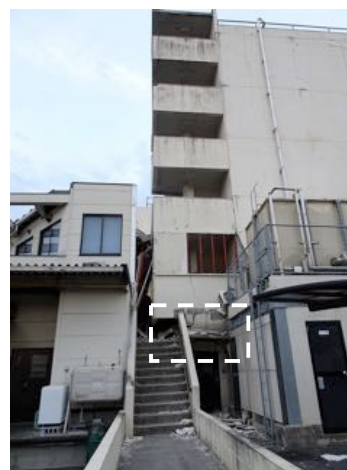






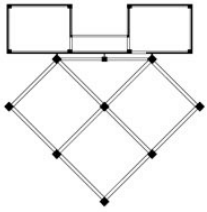

写真 3.1.20-3 外観 (西側)
2 階部分の局部的崩壊

3.2 宇土市内及び宇城市内

1) 庁舎 UT-1 (宇土市浦田町) 建設年：1965 年

本建築物は、5 階建ての RC 造庁舎である。平面形状は五角形の庁舎棟と長方形のコア棟（階段室、エレベーター、トイレ）から構成（図 3.2.1-1）される。前者は主としてラーメン架構（上階ほど柱の断面が小さい）、後者は連層耐震壁架構である。なお耐震診断は実施されていたが耐震補強は未了であるとの情報を関係者から得ている。

当該建築物の庁舎棟は 4、5 階の内柱及び十字形柱梁接合部の大破により局部崩壊（写真 3.2.1-1～3.2.1-3）している。また当該柱に接続されている梁も大きく大破している。さらに、コア棟の北構面では 2 階脚部で曲げ圧縮破壊（写真 3.2.1-4）を起し、一部は鉄筋座屈が生じている。庁舎棟とコア棟とは厚さ 110mm の床スラブで接続されているが、その接続部には大きなひび割れが発生しており、それらの一体性がどの程度確保されているかは不明である。

	
<p>写真 3.2.1-1 外観（南西側）</p>	<p>写真 3.2.1-2 外観（南東側）</p>
	
<p>写真 3.2.1-3 南西側 5 階柱頭部</p>	<p>写真 3.2.1-4 北東側 2 階脚部</p>
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>コア棟</p>  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	
<p>図 3.2.1-1 基準階の概略伏図</p>	

2) 共同住宅 UT-2 (宇土市入地町) 建設年：1998 年

本建築物は、4 階建て RC 造共同住宅である。平面形状は長方形であり、桁行方向は北西-南東方向である。

当該建築物では、1 階柱、特に柱頭部に損傷が集中している。また一部の主筋の破断 (写真 3.2.2-2) が生じている。現地で実測したところ、1 階柱の断面寸法は 700mm×700mm で、主筋は 8-D22、せん断補強筋は D13@100mm である。1 階柱頭部の破壊箇所には梁主筋または 2 階柱主筋の定着部が確認 (写真 3.2.2-3) された。なお、団地内では地盤変状を確認している。

調査時点において、当該建築物の住民の方は避難されている様子であった。一方で、同団地内に同時期に建設された 3 階建てないし 4 階建ての壁式 RC 造共同住宅 15 棟の外部からの調査では、構造部材に対する被害は見られない。

	
写真 3.2.2-1 外観 (南西側)	写真 3.2.2-2 1 階柱頭部の鉄筋破断
	
写真 3.2.2-3 1 階柱頭部の破壊	

3) 病院 UK-1 (宇城市松橋町) 建設年：2012 年

本建築物は、4 階建て（地下 1 階）RC 造病院である。

当該建築物では、一部の RC 壁にせん断ひび割れと脚部のかぶりコンクリートの剥落（写真 3.2.3-2、3.2.3-3）が見られる他は、窓ガラスの破損（写真 3.2.3-4）・落下や外壁タイルの剥落など非構造部材の損傷が中心である。

調査時点において、破損した窓ガラス部分は木製パネルで応急的に養生がなされ（写真 3.2.3-4）、病院としては継続使用されていた。

	
<p>写真 3.2.3-1 外観（西側）</p>	<p>写真 3.2.3-2 RC 壁脚部の損傷</p>
	
<p>写真 3.2.3-3 RC 壁のせん断ひび割れ</p>	<p>写真 3.2.3-4 境界梁部分にある窓ガラスの破損・落下</p>

3.3 益城町内

1) 病院 M-1 (上益城郡益城町) 建設年：不明

本建築物は、4階建て RC造病院である。本病院は増築が行われたと見られ、既存部と増築部はエキスパンションジョイントによって接続されている。

当該建築物では、敷地周辺の地盤は大きく地割れ、沈下や隆起、液状化の噴砂現象の痕跡(写真 3.3.3-2、3.3.3-3)が確認され、コンクリートブロック塀は倒壊(写真 3.3.3-4)していた。また、敷地南西側の一部において斜面崩壊が確認された。構造部材についてはほとんど損傷が見られない。なお、東側に近接する木造家屋は半壊していたが、西側に近接する店舗は大きな損傷は見られない。

調査時点において、当該建築物は継続使用されていなかった。

	
写真 3.3.3-1 外観 (西側)	写真 3.3.3-2 地盤の亀裂
	
写真 3.3.3-3 地盤の亀裂と液状化噴砂現象の痕跡	写真 3.3.3-4 コンクリートブロック塀の倒壊

4. まとめと今後の課題

本報告は、2 日間にかけて熊本市内（中央区、東区、西区、南区）、宇土市、宇城市及び益城町の一部の鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造建築物全 24 棟について調査を行った結果をまとめたものである。確認できた特徴的な被害は以下の通り分類できる。

表 4. 1 にその結果をまとめて示す。

- ・被害分類 I：振動が主たる原因と考えられる層崩壊または局部崩壊が見られるもの
- ・被害分類 II：被害分類 I 以外で、振動が主たる原因と考えられる構造部材の損傷が見られるもの
- ・被害分類 III：被害分類 I 及び II 以外で、振動が主たる原因と考えられる非構造部材の破壊が見られるもの
- ・被害分類 IV：地盤変状が主たる原因と考えられる被害が見られるもの

表 4.1 調査建築物の被害分類一覧

層崩壊・局部崩壊 被害分類 I	構造部材の損傷 被害分類 II	非構造部材の破壊 被害分類 III	地盤変状による被害 被害分類 IV
K-1、K-5、K-10、K-15、 K-18、K-20、UT-1	K-7、K-11、K-12、K-16、 K-19、UT-2	K-3、K-6、K-8、K-9、 K-14、K-17、UK-1	K-2、K-4、K-13、M-1

今後は、被害を受けた鉄筋コンクリート造等の建築物のうち、特に新耐震基準の導入以降に建設されたものや耐震補強がなされたもので、かつ、大きな構造被害が生じたものを中心に、詳細な調査による情報の把握と被害要因の分析等を進めることが必要である。

おわりに

今回の地震で亡くなられた方及びそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表します。また、被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、一刻も早い復興を祈念いたします。本調査を実施するにあたり、国土交通省九州地方整備局建政部、熊本県土木部建築住宅局建築課、熊本市都市建設局都市政策部建築指導課、宇土市建設部都市整備課建築住宅係、益城町役場、西原村役場、南阿蘇村役場、その他被災建築物の調査にご協力頂きました関係者の皆様には大変お世話になりました。また、本稿では、国立研究開発法人防災科学技術研究所が公開している K-NET 及び KiK-net 並びに気象庁震度計の観測記録を利用させて頂きました。ここに深謝申し上げます。

付録 1 調査建築物の構造種別と建設年の根拠について

建築物 記号	主な用途	所在地	階数	構造 種別	根拠		
					根拠 ^{*1}	根拠 ^{*2}	
K-1	診療所	熊本市中央区	3	RC造	A2	不明	-
K-2	学校	熊本市中央区	3(4)	RC造	A4	1959(耐震補強済)	B3
K-3	学校	熊本市中央区	4	RC造	A4	1974(耐震補強済)	B1
K-4	学校	熊本市中央区	2	RC造	A4	1979	B1
K-5	店舗	熊本市南区	3	RC造	A2	不明	-
K-6	共同住宅	熊本市中央区	13	SRC造	A1	1998	B1
K-7	共同住宅	熊本市中央区	10+B1	RC造	A1	1974	B1
K-8	共同住宅	熊本市中央区	11	SRC造	A1	1979	B1
K-9	共同住宅	熊本市中央区	10	SRC造	A1	1990	B1
K-10	共同住宅 兼店舗	熊本市西区	9	RC造	A2	1974	B1
K-11	共同住宅 兼店舗	熊本市西区	7	RC造	A1	1973	B1
K-12	共同住宅 兼店舗	熊本市西区	10	RC造	A1	1978	B1,B2
K-13	庁舎	熊本市西区	3	RC造	A1	2012	B1,B2
K-14	病院	熊本市東区	8+B1 8+B1 7	SRC造	A1	1979(南側病棟) 1984(北側病棟) 2001(管理棟)	B1
K-15	研修施設	熊本市東区	4	RC造	A1	1969(耐震補強済)	B1
K-16	庁舎	熊本市東区	3	SRC造	A1	2012	B1,B2
K-17	共同住宅	熊本市東区	20	SRC造	A1	2003	B1
K-18	店舗	熊本市東区	3	RC造	A2	不明	B1
K-19	店舗	熊本市東区	4	RC造	A2	1976	B2
K-20	共同住宅 兼店舗	熊本市東区	6	RC造	A1	1971	B1
UT-1	庁舎	宇土市	5	RC造	A3	1965	B1,B3
UT-2	共同住宅	宇土市	4	RC造	A3	1998	B1,B3
UK-1	病院	宇城市	4+B1	RC造	A1	2012	B1,B2
M-1	病院	益城町	4	RC造	A4	不明	-

*1 構造種別の根拠

- A1：ウェブサイトの情報
- A2：現地で破壊部材断面を目視確認
- A3：建築物の関係者からの情報
- A4：同規模同用途の標準的建築物の構造種別から推定

*2 建設年の根拠

- B1：ウェブサイトの情報
- B2：建築物の定礎銘板などの現地で確認した情報
- B3：建築物の関係者からの情報

平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第三次調査報告（速報） （鉄骨造建築物並びに非構造部材及び設備を中心とした調査）

1. 調査の目的と概要

本調査は、国土交通省住宅局の要請を踏まえ、平成 28 年（2016 年）熊本地震による鉄骨造建築物の構造被害並びに建築物の非構造部材及び設備の被害について、その概要を把握するとともに、その被害原因及び今後の詳細調査の必要性等について検討するための情報収集を行うことを目的として実施したものである。この調査では、4 月 20 日及び 21 日の 2 日間、調査地域（熊本県熊本市東区健軍地区、熊本県庁周辺、熊本市役所周辺、国道 57 号線沿線（新南部交差点～熊本インターチェンジ付近）、熊本県上益城郡益城町、熊本県阿蘇郡西原村）において、主として建築物の外観から、鉄骨造建築物の構造被害並びに非構造部材及び設備の被害について調査を行うとともに、報道等で非構造部材に被害があるとの情報のあった建築物 3 棟（美術館、国内線旅客ターミナルビル及び運動施設）について内部の調査を実施した。本報告はその結果の速報である。

2. 調査者

国土交通省 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 主任研究官

脇山 善夫

設備基準研究室 主任研究官

山口 秀樹

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 長谷川 隆

3. 調査行程（図 3.1 参照）

4 月 20 日（水）

8:30 熊本市東区着 周辺建築物被害調査（図 3.1 の①）

11:00 熊本県庁着 情報収集 周辺建築物被害調査（図 3.1 の②）

11:50 熊本市役所着 情報収集 周辺建築物被害調査（図 3.1 の③）

13:30 美術館着 被害調査（図 3.1 の③）

15:30 国道 57 号線 新南部交差点～熊本 IC 間 建築物被害調査（図 3.1 の④）

16:30 国内線旅客ターミナルビル着 被害調査（図 3.1 の⑤）

18:00 調査終了

4 月 21 日（木）

8:30 益城町着 周辺建築物被害調査（図 3.1 の⑥）

11:10 運動施設着 被害調査（図 3.1 の⑦）

13:00 西原村着 周辺建築物被害調査 (図 3.1 の⑧)

14:00 調査終了

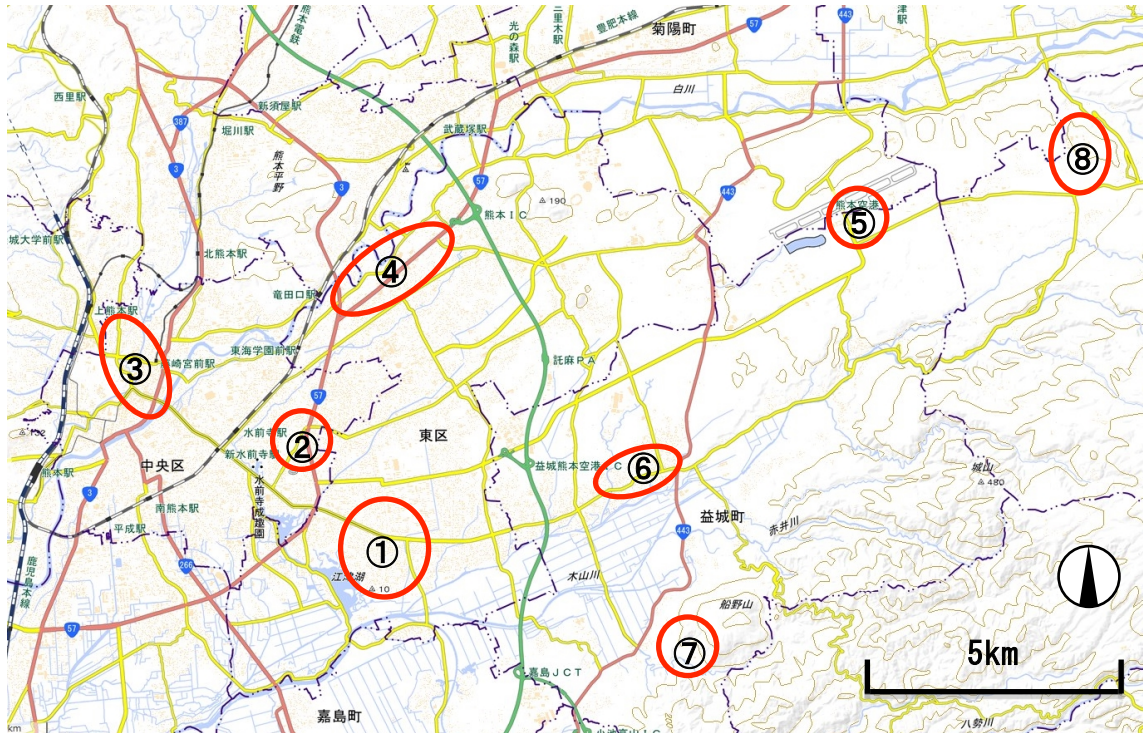


図 3.1 調査を行った建築物等の位置概要 (国土地理院電子国土 Web を編集)

4. 調査結果

4.1 熊本県庁及び熊本市役所が所有する建築物の被害調査結果

熊本県庁と熊本市役所を訪問し、情報収集を行った。熊本県庁では、被害に関する新聞報道の資料、県有施設の被害状況の資料及び県立学校の被害状況の資料を用いて、体育館の被害状況、非構造部材の被害、設備の被害状況等について説明を受けた。熊本市役所では、被害情報の収集状況及び特に市立学校施設における被害状況について説明を受けた。以下は、いずれも、調査日(4月20日)時点の状況である。

4.1.1 体育館の構造被害

県立学校(県立高校及び特別支援学校)の体育館71校中、42校が被災していた。これら71校の体育館は、1981年以降の現行耐震基準に基づいた設計か、以前のものの場合は耐震化を実施済み¹⁾である。構造的な被害として、屋根トラスのボールジョイント部分やRC架構と鉄骨屋根接続部での被害が観察されているとのことであった。

熊本市が所有する学校体育館は139棟であり、これらは1981年以降の現行耐震基準に基づいた設計か、以前のものの場合は1棟を除き耐震化を実施済み¹⁾である。被害の詳細は現在調査中であるが、ブレースを有する体育館においては、鉛直ブレースや水平ブレースに破断等の比較的大きな被害も見

られるとのことで、これらの体育館の被害調査を先行して行っているとのことであった。

4.1.2 非構造部材の被害

学校体育館は、県・市いずれも、文部科学省の通知²⁾を踏まえて特定天井³⁾に該当する既存の天井は撤去済であり落下は無かった。県立学校の既存の天井を撤去し改修した天井で、質量要件(2kg/m²超)のみ特定天井に非該当のものの中に、天井板が脱落したものとあるとのことである。県有施設のその他の非構造部材については、劇場でのプレキャストコンクリートによる外壁パネルの脱落、展示施設等での窓ガラスの損傷等、様々な被害報告があるとのことである。

4.1.3 設備の被害

設備については、県立高校に設置されているFRP(ガラス繊維強化プラスチック)製の高置水槽において、水槽本体パネルのフランジ接合部等の破損被害が2件確認されたが、水槽本体と架台との取り付け部の破損は確認されていないとのことであった。なお破損が見られた水槽の設置年は1975年及び1984年とのことである。また県立学校の体育館の照明器具で、器具本体の脱落は見られなかったが、水銀ランプがランプハウス内で反射板等に衝突し、破損、ランプ部品が落下する事例があった。その他、県保有の施設において給水配管の損傷等の被害報告があるとのことであった。

4.2 建築物の被害調査結果

4.2.1 鉄骨造建築物の被害

(1) 熊本市での調査

1) 立体駐車場(建設年不明)(図3.1の①)

4階建ての鉄骨造の立体駐車場である。構造形式はブレース付きラーメン構造であり、角形鋼管柱とH形鋼梁に、溝形鋼ブレースが用いられている。外観からは構造被害は観察されなかったが、内部の階段室コア部分を形成するブレースに座屈の被害が見られた。特に2階の階段室周りのブレースで比較的座屈が大きく、ブレース端部とブレース交差部のガセットプレートに座屈が生じていた。また、座屈が大きい部分ではブレースの耐火被覆が剥離していた。



写真4.2.1.1 建築物外観



写真4.2.1.2 建築物内のブレースの様子



写真 4. 2. 1. 3 ブレースの座屈



写真 4. 2. 1. 4 ブレースの耐火被覆の剥落



写真 4. 2. 1. 5 溝形鋼ブレースの座屈



写真 4. 2. 1. 6 溝形鋼ブレース端部の座屈



写真 4. 2. 1. 7 ブレース交差部のガセットプレート接続部の座屈

2) 立体駐車場（建設年不明）（図 3.1 の③）

6階建ての鉄骨造の立体駐車場である。構造形式はブレース付きラーメン構造であり、角形鋼管柱とH形鋼梁で、H形鋼ブレースが用いられている。塔屋で外装材が脱落していた。ブレース交差部やブレース端部では耐火被覆の亀裂や剥離が観察されたが、建築物の外側からは構造的な被害は観察されなかった。



写真 4.2.1.8 建築物外観



写真 4.2.1.9 塔屋の外装材の脱落



写真 4.2.1.10 ブレース端部の耐火被覆の亀裂



写真 4.2.1.11 ブレース交差部の耐火被覆の剥離

3) 立体駐車場（建設年不明）（図 3.1 の③）

3階建ての鉄骨造の立体駐車場である。構造形式は角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造である。塔屋で外装材が脱落し、ブレースが破断しているのが観察された。柱梁等の構造部材は、耐火被覆に覆われていることもあり、構造被害は観察されなかった。



写真 4. 2. 1. 12 建築物外観



写真 4. 2. 1. 13 塔屋のブレースの破断



写真 4. 2. 1. 14 塔屋のブレースの破断



写真 4. 2. 1. 15 建築物内観

(2) 益城町での調査

1) 店舗併用住宅（建設年不明）（図 3. 1 の⑥）

2 階建て鉄骨造の店舗併用住宅である。構造形式は角形鋼管柱と H 形鋼梁のラーメン構造である。1 階が大きく傾いているが、これは、左隣の RC 造建築物の衝突により生じた被害と考えられる。



写真 4. 2. 1. 16 建築物外観



写真 4. 2. 1. 17 柱脚部の損傷状況

2) 店舗併用住宅（建設年不明）（図 3.1 の⑥）

4階建て鉄骨造の店舗併用住宅である。構造形式は角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造である。2層部分が完全に層崩壊し、3層以上の部分が正面から見て左側に大きく移動している。接合部パネルとダイアフラム溶接部で破断しているのが観察された。



写真 4.2.1.18 建築物正面の外観



写真 4.2.1.19 建築物の裏側からの外観



写真 4.2.1.20 崩壊した2層部分



写真 4.2.1.21 柱梁接合部



写真 4.2.1.22 柱梁接合部のパネル溶接部の破断



写真 4.2.1.23 柱梁接合部のパネル溶接部の破断

3) 店舗（建設年不明）（図3.1の⑥）

2階建て鉄骨造の店舗である。構造形式は角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造である。1層部分が大きく傾斜している。柱部材の端部に座屈が観察された。柱脚部の詳細は不明。柱梁接合部の被害状況や変形の状態から、1階柱の柱頭部で破断が生じている可能性がある。



写真4.2.1.24 建築物外観（西面）



写真4.2.1.25 1層の大きな傾き（南面）



写真4.2.1.26 柱の座屈

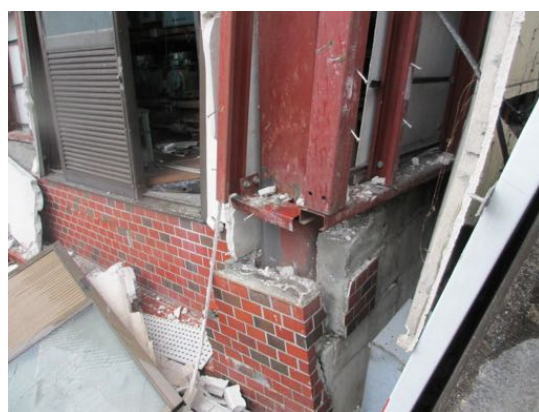


写真4.2.1.27 柱脚部



写真4.2.1.28 柱梁接合部

4) 共同住宅（建設年不明）（図3.1の⑥）

2階建て鉄骨造の共同住宅である。構造形式は日の字H柱とH形鋼梁のラーメン構造のようであるが、被災前のGoogle マップのストリートビューの映像(2013年12月撮影⁴⁾)では、1階にはコンクリートブロック造の壁が見られ、併用構造であった可能性がある。被害状況としては、1層部分が大きく傾斜している。



写真4.2.1.29 建築物外観



写真4.2.1.30 1層の層崩壊



写真4.2.1.31 1階柱頭部の破壊

(3) 西原村での調査

1) 工場（建設年不明）（図3.1の⑧）

西原村の工業団地内の2階建て鉄骨造の工場である。構造形式は角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造である。外壁が一部脱落し、柱梁接合部部分が露出している。露出した部材や接合部には構造的な被害は無いと思われる。なお、周辺では、このほかにも外装材の一部が落下している工場建築物がいくつか見られたが、これらの建築物でも、外観からは構造的な被害は確認されなかった。



写真4.2.1.32 建築物外観



写真4.2.1.33 外壁落下で露出した柱梁接合部

4.2.2 非構造部材の被害

非構造部材の被害については、建築物内部に立ち入って調査を行うとともに、管理者等からの情報収集を行うことができた3棟の被害について記述するとともに、被害調査の行程での外観調査から非構造部材に被害が確認された建築物について被害の概要を記述する。

1) 美術館 (図3.1の③)

隣接する鉄筋コンクリート造建築物2棟(1958年竣工の図書館(本館)と1967年に北側に増設された別館)に鉄骨造による増床など大幅な増改築・改修工事と用途変更を行い、1992年に1棟の美術館となった建築物である。後述する内装被害のあった展示室は、日本館部分の最上階4階に設けられたホールを改修・用途変更したものである。展示室の諸元は設計図書や現地を確認した内容から以下の通りである。展示室の規模は張り間(東西)方向約14m、桁行(南北)方向約26m、天井の高さ約7mであり、昇降式のパネルにより展示空間を分割できる。天井の水平投影面積は総計で約300㎡であり、特定天井³⁾に該当する。パネルは、高さ7m、幅2~4mで、桁行方向には展示室を平面的にほぼ二等分する線に沿って4枚が、張り間方向には4箇所につき2枚ずつ計8枚が設けられており、既存のラチス梁(張り間方向)の上に増設された鉄骨造屋根の内部の天井裏に吊り上げて格納することができる。天井は、ぶどう棚やぶどう棚に固定された軽量形鋼から吊られた鋼製下地材による吊り天井であり、せっこうボード9mmの下張りにロックウール化粧吸音板12mmで仕上げている。天井面は、張り間方向のパネルの格納部分に沿って設けられた4箇所の高窓を有する吹き抜け空間によって分割されており、その立ち上がり壁は鋼製下地材にせっこうボード9mmの2枚張りに塗装仕上げを施している。

同美術館は調査時には閉館していた。調査時点では構造体の被害は確認されていないとのことであり、部分的に増築した鉄骨と既存の鉄筋コンクリート造躯体の取合い部分で破損したコンクリート片が天井を破損して下階に落下する(写真4.2.2.4)などの被害が確認されている。また、前述の展示室で、天井、内壁、高窓への吹き抜け部分の立ち上がり壁等、内装がほぼ全面的に損傷・脱落していた(写真4.2.2.1、4.2.2.2、4.2.2.3)が、大きく損傷・脱落を生じたのは本震の際とのことである。その他の被害は、内装被害が生じた上記展示室の下階に位置する2階の展示室で展示ケースの板ガラス1枚が損傷・脱落しており、外装材では乾式工法による一部の石張りに脱落の危険性があるとのこと、

建築物の前面の歩道が一部立ち入り禁止となっていた。

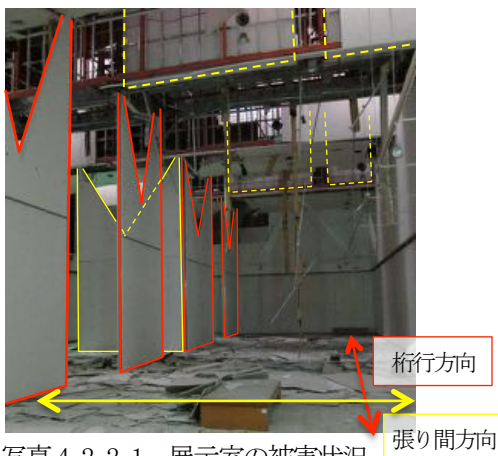


写真4.2.2.1 展示室の被害状況

※赤色：桁行方向の昇降式パネル
黄色：張り間方向の昇降式パネル

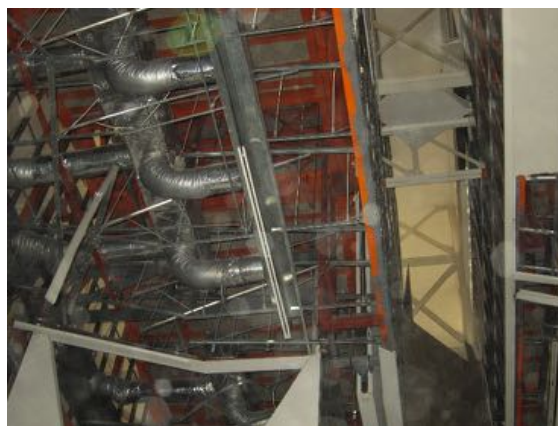


写真4.2.2.2 天井裏の状況 (天井脱落箇所)

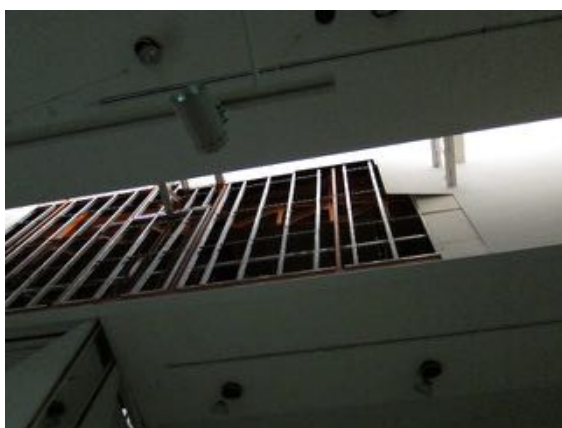


写真4.2.2.3 壁材が脱落した天井上部の吹き抜け空間の立ち上がり壁



写真4.2.2.4 破損したコンクリート片の落下

2) 国内線旅客ターミナルビル (図3.1の⑤)

1971年の竣工から2012年までの間、5期に渡る増改築・改修工事を経た、鉄筋コンクリート造と鉄骨造が平面的に混在する建築物である。本震により被災して施設が閉鎖されたものの、調査時には部分的に再開されていた。

脱落したとの情報があったチケットロビー上部の天井は、2012年までに実施された増改築・改修工事の際に設けられたものである。端部の折り上げ部分(高さ1m程度、写真4.2.2.5)が脱落したとのことで、調査時には、脱落した部分及び同様の折り上げ部分は撤去されてシートが張られていた。同天井については、壁際で損傷が見られたものの(写真4.2.2.6)、天井自体の脱落は確認されていない。なお、吹き抜け上部の天井の水平投影面積は約300㎡であり、一体の天井となっている2階出発ロビーの天井も含め、特定天井³⁾に該当する。



写真 4. 2. 2. 5 立ち上がり壁の脱落箇所



写真 4. 2. 2. 6 天井と壁の取合い部分での損傷

3) 運動施設 (図 3. 1 の⑦)

1998 年竣工の平屋建ての鉄骨造建築物 (角形鋼管柱と H 形鋼梁のラーメン構造) である。同建築物の諸元は設計図書や現地を確認した内容から以下の通りである。平面は、張り間方向約 37m、桁行方向約 57m であり、桁行方向に直線上に配置された諸室部分 (張り間方向スパン約 8m) を挟んだ両側に、大小 2 室のライフル射場 (張り間方向約 19m×桁行方向約 53m と、同約 10m×同約 57m) が配置されている。張り間方向の断面は、諸室部分は陸屋根であり、ライフル射場は諸室部分側が高くなっている片流れの屋根を有しており、屋根勾配はそれぞれ約 20 度と約 11 度である。桁行方向の屋根の高さは一様である。ライフル射場の天井は鋼製下地材による吊り天井であり、下張りの厚さ約 1mm の金属板の室内側に更に、L-30x30x3 と断面が 40mm 正方の角材 (木材) を介して厚さ 12mm の合板を張り、板張りの仕上げとしている。吊りボルトは屋根面に直交するように母屋に金具で取り付けられており、吊り長さは 0.7~2.2m である。天井裏には断熱材が敷き詰められている。なお、高さが 6m を超える天井の水平投影面積は 200 m²以下であり、特定天井³⁾には該当しない。

調査した範囲では、露出した柱梁接合部には構造的な被害は見られず、屋根面水平ブレースにも、たわみや破断等の構造的な被害は見られなかった。前震により、大きい方のライフル射場の天井が全面的に脱落した (写真 4. 2. 2. 7)。クリップを含めた天井面構成部材が脱落しており (写真 4. 2. 2. 8)、桁行方向の中程ではハンガーの開きや野縁受けの外れが比較的多く確認された (写真 4. 2. 2. 9)。小さい方のライフル射場 (写真 4. 2. 2. 10) も、天井面の垂れ下がりが確認されるとのことで、使用禁止となっていた。諸室部分には建築的な被害は確認されなかった。



写真4.2.2.7 天井脱落の状況



写真4.2.2.8 脱落した天井材



写真4.2.2.9 天井が脱落した天井懐の状況



写真4.2.2.10 天井が脱落しなかった室

4) 天井・内壁

鉄骨造建築物の商業施設において、窓際、吹き抜け（写真4.2.2.11、図3.1の④）あるいは軒天（写真4.2.2.12、図3.1の①）等で間仕切り壁や吊り天井が脱落しているのが確認された（吹き抜けの上部にある吊り天井は、面積が200㎡以下であり、特定天井³⁾に該当しない）。いずれの被害も、写真に示した被害事例も含め、比較的新しいと思われる建築物でも確認されている。写真4.2.2.12の建築物の天井は鋼製下地材による吊り天井であり、前震で建築物内部及び軒天の天井が端部で損傷し、本震で天井が大きく損傷するとともに前面のガラス2枚が破損・脱落したとのことである。



写真4.2.2.11 上部から内装材が脱落した吹き抜け 写真4.2.2.12 軒天井の脱落、ガラスの破損

5) 外壁

鉄骨造建築物において、遊技施設や事務所等で乾式工法による外壁材の損傷・傾斜(写真4.2.2.13、図3.1の⑥)、脱落(写真4.2.2.14、図3.1の②)が、店舗建築物等で湿式工法による外壁の損傷・脱落(写真4.2.2.15)が確認された。また、鉄筋コンクリート造建築物において、商業用途と居住用途の複合建築物で下地コンクリートの損傷に伴う外壁タイルの損傷・脱落(写真4.2.2.16、図3.1の③)が確認された。乾式工法による外壁の被害や外壁タイルの被害は比較的新しいと思われる建築物でも見られたが、写真4.2.2.15のような湿式工法による外壁は鉄骨造建築物では比較的古いと思われる建築物で採用されており、確認された被害も比較的古いと思われる建築物におけるものであった。



写真4.2.2.13 乾式工法による外壁材の損傷・傾斜 写真4.2.2.14 乾式工法による外壁材の脱落



写真4.2.2.15 湿式工法による壁の脱落



写真4.2.2.16 外壁タイルの脱落

6) 開口部

鉄骨造建築物の低層部に設けられた大判のガラス（写真4.2.2.12／写真4.2.2.17、図3.1の①）や曲面をなすガラスについて破損・脱落が確認された。また、鉄骨造建築物の低層商業施設に設けられた窓サッシの損傷・外れ（写真4.2.2.18、図3.1の④）が確認された。これらの被害は、比較的新しいと思われる建築物においても多く確認された。

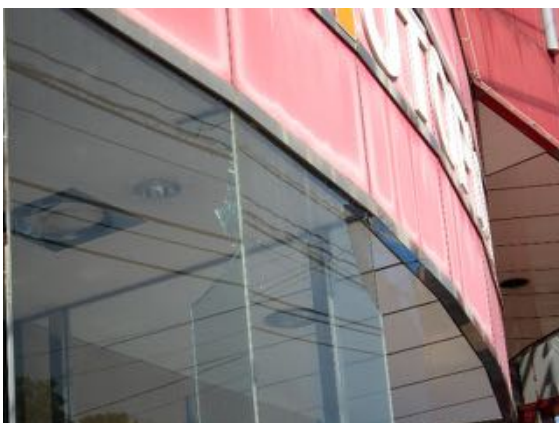


写真4.2.2.17 大判ガラスの損傷



写真4.2.2.18 窓サッシの損傷・外れ

4.2.3 設備の被害

1) 給排水設備等

熊本市東区の7階建て共同住宅の屋上に設置されている高置水槽の転倒が確認された（写真4.2.3.1、図3.1の①）。同じく東区において建築物に被害のあった商業施設周辺では給水管の損傷によると思われる漏水箇所及び連結送水管の送水口付近の破損が確認された（写真4.2.3.2、4.2.3.3、図3.1の①）。調査日（4月20日）時点で、熊本市内の上水道は仮復旧過程にあり、通水が開始されているが、漏水による水圧低下の影響により、実質的に断水状態にある建築物が一定数あると思われる⁵⁾。

美術館（4.2.2.1参照）においては、調査日時点で給排水系の被害は確認できていないとのことであった。断水期間中は貯水槽の水を利用することで生活用水の不足は生じなかったとのことである。

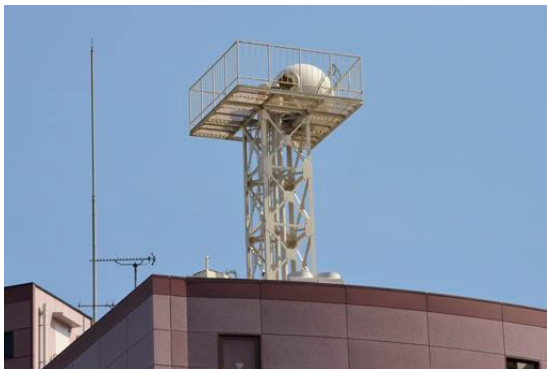


写真 4. 2. 3. 1 屋上設置の高置水槽の転倒



写真 4. 2. 3. 2 被害建築物付近での漏水



写真 4. 2. 3. 3 連結送水管送水口の付近の破損

2) 電気設備等の被害

熊本市東区の 7 階建て共同住宅の屋上に設置されている受変電設備について、外装パネルの一部損傷が確認された（写真 4. 2. 3. 4、図 3. 1 の①）。美術館においては、4 階展示室の天井脱落に伴う、照明器具の脱落及び空調吹き出し部の落下が見られた（写真 4. 2. 3. 5）。国内線旅客ターミナルビルにおいては、天井の空調吹き出し部のアネモの脱落等が多数あり、空港運用再開にあたって、脱落の危険がある箇所は撤去された状況であった（写真 4. 2. 3. 6）。

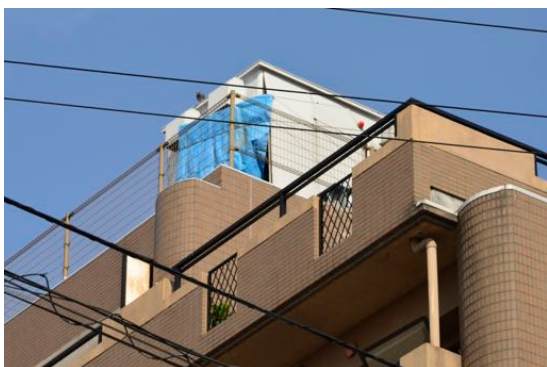


写真 4. 2. 3. 4 屋上設置の受変電設備の被害



写真 4. 2. 3. 5 照明器具・空調吹き出し部の脱落



写真 4.2.3.6 空調吹出し部の脱落

5. まとめと今後の課題

以下に、本調査で得られた鉄骨造建築物、非構造部材、設備の被害概要についてまとめて示す。今後は、今回の調査対象建築物について、大きな構造被害が生じたものを中心に、建設年及び詳細な調査による情報の把握と被害要因の分析等を進めるとともに、大きな地震動を観測した地域を中心に、今回の調査対象地域外での被害状況の調査を行うこと等が必要である。

1) 鉄骨造建築物

今回の調査では、熊本市内の2棟の立体駐車場に構造的な被害が観察された。1棟は、溝形鋼ブレースの端部とブレース交差部のガセット部分で座屈の被害が観察された。また、他の1棟では塔屋のブレースが破断していた。益城町では、県道28号沿いの建築物の調査を行い、角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造の建築物で、層崩壊等の大きな被害が見られた。4階建ての建築物で第2層が完全に層崩壊しているものがあつた。また、2階建ての建築物で、1階の柱に座屈が観察され、大きな残留層間変形が生じているものがあつた。西原村の工業団地では、外装材の一部が落下している工場建築物がいくつか見られたが、外観からは構造的な被害は確認されなかつた。

2) 非構造部材

今回の調査は、3件の建築物について内部に立ち入って非構造部材の被害を中心に調査を行い、その他多くの建築物について調査行程の中で外観から被害の概要を把握した。立ち入った建築物では、必ずしも構造体に被害が確認されないものもあるが、吊り天井、内壁等の様々な内装材、中には外装材について、被害が出ているのを確認した。いずれの建築物もこれらの被害によって被災箇所について使用禁止の措置をとっていた。また、建築物の外観調査では、乾式工法あるいは湿式工法による外装材、外壁タイル、大判ガラス、窓サッシ、吊り天井等において、過去の地震と同様の被害が生じており、こうした被害は比較的新しいと思われる建築物においても確認された。その他、熊本県及び熊本市へのヒアリング調査によれば、学校施設の体育館では特定天井に該当する天井は既に撤去済みであり、吊り天井での脱落被害はほとんど生じていないとのことであつた。

3) 設備

今回の現地調査及びヒアリングで得た情報により、給排水系の設備については、高置水槽本体の転倒及び据え付け部の損傷が確認された。また、電気設備等については、屋上の受変電設備の損傷、天

井被害に伴う照明器具や空調吹き出し部の脱落が確認された。

おわりに

今回の地震で亡くなられた方々及びそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表します。また、被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、一刻も早い復興を祈念いたします。

本調査を実施するにあたり、国土交通省航空局、国土交通省九州地方整備局建政部、熊本県土木部建築住宅局、熊本市都市建設局都市政策部建築指導課、熊本市教育委員会、並びに被災建築物の調査についてご対応を頂きました関係機関の皆様には大変お世話になりました、ここに深謝申し上げます。

注：

- 1) 耐震診断を実施し、 I_s 値が0.6(一部建築物については0.7)未満のものについて耐震改修を実施したとのことであるが、詳細は未確認である。
- 2) 平成24年9月18日付文科施第289号「学校施設における天井等落下防止対策等の推進について(通知)」及び平成25年8月7日付25文科施第201号「学校施設における天井等落下防止対策の一層の推進について(通知)」
- 3) 現行の建築基準法施行令第39条第3項に規定する「特定天井」。①6m超の高さにあり②水平投影面積200㎡超で③質量2kg/㎡超である吊り天井が該当する。
- 4) 当該建築物のGoogleマップのストリートビューの映像(2013年12月撮影)
(URL:<https://www.google.co.jp/intl/ja/maps/streetview/> 2016年5月に閲覧)
- 5) 熊本日日新聞 2016年4月21日 配信 <http://kumanichi.com/news/local/main/20160421025.xhtml>

平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害第四次調査報告 (建築物基礎及び地盤の被害に関する目視調査速報)

1. 調査の目的と概要

平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物の被害について被災原因の検討に資する情報を得るために、国土交通省住宅局の要請を踏まえて第四次調査を実施した。第四次調査では、建築物の被害原因になりうる基礎の損傷及び敷地地盤の変状の状況を確認するために、第一次及び第二次調査¹⁾で建築物の被害が特に大きいとされた益城町において、宅地・基礎の被害に着目した目視調査を実施するとともに、別途の情報で液状化被害が見られているとされた熊本市南区を現地踏査した。本報告では、これら調査において把握した建築物基礎及び地盤の被害事例について速報する。

2. 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部構造基準研究室 主任研究官 柏 尚稔
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 新井 洋

3. 調査の日時と地域

図 3.1 に第四次調査の調査者の移動ルートを示す。このうち、第一次及び第二次調査で建築物被害が大きいとされた益城町と、液状化による被害が見られているとされた熊本市南区周辺を、下記行程で調査した。

4 月 23 日(土)

6:30～11:30 頃 益城町安永地区通り目視調査

13:00～17:00 頃 熊本市南区近見地区及び刈草地区の液状化被害調査

4 月 24 日(日)

6:30～12:00 頃 益城町宮園地区通り目視調査

¹⁾ 平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害調査報告(速報)
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/index.html>;
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/index.html>)



図 3.1 調査地域（背景地図：国土地理院電子地形図（タイル））

4. 益城町安永地区及び宮園地区における通り目視調査

益城町中心部においては、県道 28 号からの南北方向の距離に応じて、建築物及び地盤の被害程度に差異が見られるとの報告があった。そこで、場所による被害程度の差異の状況を把握するために、図 4.1 に示すように、益城町内を南北方向に通る 2 本の道路を抽出し（安永地区：A 通り、宮園地区：B 通り）、道路沿いの建築物に対して、基礎・地盤の地震被害に重点を置いた目視調査を実施した。倒壊と判断される建築物以外の上部構造の被災度を主として外観から大破、中破、軽微・無被害の 3 区分により判定し、基礎・地盤の被災度は、地盤変状の有無とコンクリート製基礎の損傷度により判断した。

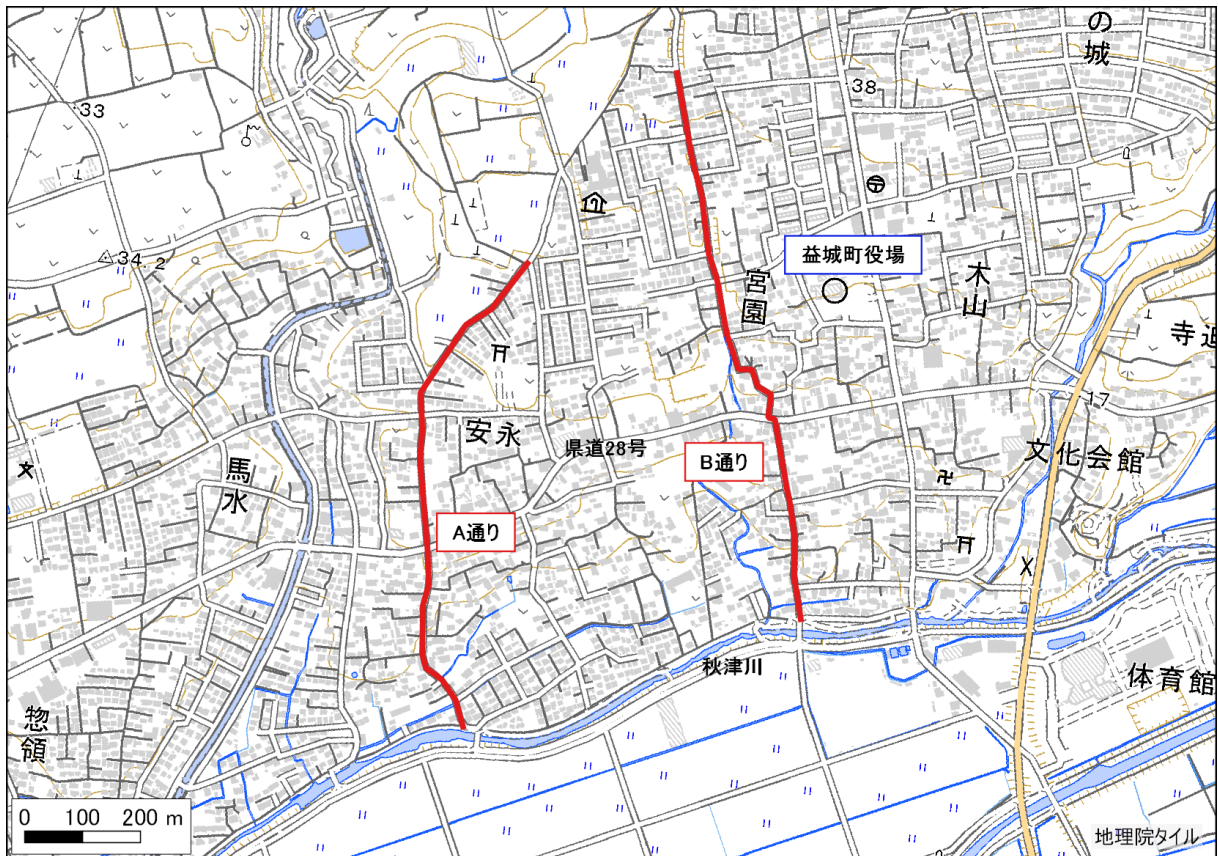


図 4.1 益城町における通り目視調査の範囲（赤線）（背景地図：国土地理院電子地形図（タイル））

4.1 益城町安永地区（A通り）、県道28号の北側の状況

写真 4.1 に、A 通りの県道 28 号の北側で見られた道路の舗装の様子を示す。舗装の所々で認められるひび割れや段差は、地盤変状が生じた痕跡と考えられる。写真 4.2、4.3 に 1 階が倒壊している建築物とその基礎の様子を示す。基礎にはひび割れが確認できるが、破壊には至っておらず、大きな地盤変状は確認できなかった。写真 4.4、4.5 に写真 4.2 の近辺の中破と思われる建築物とその基礎の様子を示す。基礎にはひび割れが見られ、地盤変状も確認できる。写真 4.6～4.8 に、軽微・無被害と思われる建築物（住民からの聞き取りにより築 20 年ほど）と、その基礎・地盤の様子を示す。基礎にはひび割れが見られ、地盤変状も確認できるが、被害の程度は小さい。写真 4.9 に新興住宅地と思われる建築物群の様子を示す。建築物の被害は見られず、前面道路に大きな損傷は見当たらない。



写真 4.1 A 通り・県道 28 号北側の道路の舗装の様子



写真 4.2 1 階が倒壊している建築物



写真 4.3 写真 4.2 の基礎のひび割れを確認。地盤変状は確認できなかった。



写真 4.4 中破と思われる建築物



写真 4.5 写真 4.4 の基礎のひび割れ及び地盤変状を確認



写真 4.6 軽微・無被害に見える建築物



写真 4.7 写真 4.6 の建築物周辺の地盤変状



写真 4.8 写真 4.6 の建築物の基礎の様子。ひび割れを確認



写真 4.9 新興住宅地と思われる建築物群。建築物は無被害に見える。道路舗装も健全

4.2 益城町安永地区（A 通り）、県道 28 号の南側の状況

写真 4.10 に、A 通りの県道 28 号の南側で見られた道路の舗装の様子を示す。県道 28 号の北側と同様に、道路舗装には地震によるものと思われるひび割れや段差が見られたが、被害の程度は北側よりも大きい。写真 4.11 に軽微・無被害と思われる建築物の様子を示す。写真 4.12 に示すように、周囲には地盤変状が認められ、一部に盛土の崩落と思われる被害が認められたが、基礎は無損傷であった。写真 4.11 の建築物の建築年代は、比較的新しいように見えるが、写真 4.13 に示すような、建築年代が古いと思われる建築物は、県道 28 号の南側で多数倒壊していた。写真 4.14 に、造成宅地に立地する軽微・無被害と思われる建築物の様子を示す。建築物の被害は小さいと見られるが、写真 4.15 のように、犬走りに多数のひび割れが見られ、地盤変状が生じていると思われる。さらには、写真 4.16 に示すように、基礎にひび割れが認められた。写真 4.17 に、大破と思われる建築物の様子を示す。写真 4.18 に示すように、この建築物では基礎周りに地盤変状が認められ、基礎にも比較的大きなひび割れが認められた。写真 4.19 に、秋津川に近い建築物の被害の様子を示す。秋津川に近づくにつれて、建築物の被害は小さくなる印象を受けた。写真 4.19 の建築物についても、軽微・無被害と思われる。ただし、秋津川近くの地盤では写真 4.20 のように、地震によると思われる地盤変状が多数見られた。



写真 4.10 A 通り・県道 28 号南側の道路の舗装の様子。北側に比べて損傷が大きく見える。



写真 4.11 軽微・無被害と思われる建築物



写真 4.12 写真 4.11 の建築物の基礎と周辺地盤。地盤変状が認められるが、基礎は無被害



写真 4.13 倒壊した建築物。県道 28 号南側は古く見える建築物が多数倒壊



写真 4.14 造成宅地に立地する軽微・無被害と思われる建築物



写真 4.15 写真 4.14 の基礎周りの様子。地盤変状が生じていると思われる損傷が見られる。



写真 4.16 写真 4.14 の建築物の基礎の様子。ひび割れを確認



写真 4.17 大破と思われる建築物



写真 4.18 写真 4.17 の建築物の基礎周りの様子。基礎にひび割れが見られ、地盤変状も認められる。



写真 4.19 秋津川に近い軽微・無被害に見える建築物



写真 4.20 写真 4.19 の建築物の周辺地盤、秋津川近くは地盤変状が大きい。

4.3 益城町宮園地区（B通り）、県道28号の北側の状況

写真4.21に、B通りの県道28号の北側で見られた道路の舗装の様子を示す。A通りと同様に、舗装には所々でひび割れや段差が認められ、地盤変状が生じた痕跡と考えられる。県道28号より北側では、写真4.22に示すように、盛土擁壁上に建てられている建築物が多く見られる。写真4.22の建築物は、調査範囲の北端近くに位置するが、建築物の被害は小さく、擁壁にも損傷が見当たらない。写真4.22の建築物、写真4.23の建築物、写真4.25の建築物の順に、B通り沿いに県道28号に向かって並んでいるが、写真4.23の建築物では写真4.24に示すような盛土擁壁の損傷が認められ、写真4.25の建築物では盛土擁壁が崩落しており、県道28号に近づくにつれて盛土擁壁の被害が大きくなる傾向を示す。写真4.26の建築物は県道28号の近くに位置しているが、1階が倒壊している。写真4.27は、この建築物の基礎の一部分の様子であるが、ひび割れを確認することができた。



写真 4.21 B通り・県道28号北側の道路の舗装の様子（被害の大きい箇所）



写真 4.22 軽微・無被害に見える建築物。擁壁にも損傷が見当たらない。



写真 4.23 軽微・無被害に見える建築物。擁壁に損傷あり。



写真 4.24 写真 4.23 の建築物周辺地盤の様子。盛土擁壁に変位した形跡あり。



写真 4.25 軽微・無被害に見える建築物。擁壁は崩落、基礎に損傷なし(写真4.23より南の建築物)。



写真 4.26 倒壊した建築物



写真 4.27 写真 4.26 の建築物で確認できた基礎の様子。一部にひび割れを確認できる

4.4 益城町宮園地区（B通り）、県道28号の南側の状況

写真 4.28 に、B通りの県道28号の南側で見られた道路の舗装の様子を示す。道路は砂利による応急措置が取られていると思われるが、写真の奥では道路の崩落も確認でき、A通りと同様に、県道28号の南側で見られる舗装の損傷及び地盤変状は北側よりも大きい印象を受けた。写真 4.29 に建築年代が新しいと思われる建築物の被害の様子を示す。この建築物は1階が倒壊しており、基礎の状態を十分に確認することはできなかったが、写真 4.30 に示すように、確認できた範囲では基礎に損傷が見られず、地盤変状も見られなかった。一方、写真 4.31 に示すように、建築年代が古く見える建築物は、県道28号の南側では多数倒壊していた。写真 4.32 に、大破と思われる建築物の様子を示す。写真 4.33 に示すように、この建築物の床下では、床束がほとんど外れており、基礎の立ち上がり部が曲げ破壊していた。写真 4.34 に示すように、この建築物の周辺地盤には地盤変状が見られる。写真 4.35 に、大破と思われる建築物の様子を示す。1階部分が大きく変形しており、写真 4.36 に示すように、基礎の破壊も見られる。また、この建築物は盛土擁壁の上に位置しており、写真 4.37 に示すように、近傍の擁壁には大きな亀裂が認められる。一方で、写真 4.38 に示す建築物は、写真 4.32、4.35 の近くに位置しており、被害が大きい例であるが、写

真 4.39 に示すような地盤変状が認められるものの基礎の損傷は見当たらない。写真 4.40 は、倒壊した建築物の様子であるが、地盤変状が認められ、基礎にも損傷が認められる。写真 4.41 は、倒壊には至っていない建築物の様子であるが、ある程度の残留変形が見られると共に、写真 4.42 に示すように、基礎のひび割れや地盤変状も見られる。

以上を整理すると、県道 28 号の南側で確認された大破・倒壊に相当する建築物の被害は、1) 比較的新しく見える建築物を含む倒壊の事例で基礎全体の状況確認が困難なもの(写真 4.2、4.26、4.29、4.31)、2)地盤変状が認められる大破の建物で、基礎に損傷が見られるもの(写真 4.17、4.32、4.35、4.40)、3)地盤変状が認められる大破の建物で、基礎の損傷が軽微なもの(写真 4.38、4.41)、に分けられる。地盤変状が建築物被害に影響を及ぼすメカニズムを構造力学的な観点から考えると、地盤変状が生じることによって基礎が損傷し、1 階柱脚に強制変位が作用することによって、建築物に構造的被害が生じると仮定できるが、3)のように地盤変状が認められても基礎の損傷が軽微な事例では、地盤変状が建築物被害に及ぼした影響は小さく、建築物被害の主要因は振動と言える。一方、2)については、地盤変状及び基礎の損傷が建築物被害に影響を及ぼした可能性を否定することはできないが、基礎の損傷状況を見る限りは、建築物を大破させるほどの変位が柱脚に作用したようには見えない。そのように考えると、主として建築物の振動によって大破以上の被害が生じたと思われる。1)のような倒壊事例に関して、基礎の状態を十分に確認できていないため、現時点で断定することはできないが、この地域の大破等の甚大な建築物被害については、振動が主な要因であった可能性が高いと考えられる。今後、倒壊建物に対する基礎の状況調査を進めることによって、建築物被害の主要因を特定していくことが必要と思われる。



写真 4.28 B 通り・県道 28 号南側の道路の舗装の様子。砂利による応急措置が取られていると思われる。



写真 4.29 建築年代が新しいと思われる倒壊建築物



写真 4.30 写真 4.29 の建築物で辛うじて確認できる基礎。地盤変状はなく、基礎にも損傷は見当たらない。



写真 4.31 倒壊した建築物。A 通りと同様に、県道 28 号南側は古く見える建築物が多数倒壊



写真 4.32 大破と思われる建築物



写真 4.33 写真 4.32 の建築物の基礎。床束は全て外れ、基礎は立ち上がり部で曲げ破壊が生じている。



写真 4.34 写真 4.32 の建築物の周辺地盤。地盤変状は大きいと思われる。



写真 4.35 大破と思われる建築物



写真 4.36 写真 4.35 の建築物の基礎。破壊しているが打継があるようにも見える。



写真 4.37 写真 4.35 の南側にある擁壁。大きな亀裂が見える。



写真 4.38 大破と思われる建築物



写真 4.39 写真 4.38 の建築物の周辺地盤。変状は認められるが、基礎の損傷は見えない。



写真 4.40 被害の大きい建築物。周辺地盤の変状が認められ、基礎の損傷も認められる。



写真 4.41 大破と思われるが倒壊には至っていない建築物



写真 4.42 写真 4.41 の建築物の基礎。ひび割れが認められるが、破壊はしていない。地盤変状は認められる。

5. 熊本市南区近見地区及び刈草地区における液状化被害調査

地盤の液状化及びそれによる建築物の被害の調査は、図 5.1 に示す熊本市南区近見地区及び刈草地区の赤点線の範囲を対象に、地上目視により実施した。液状化発生の有無は、地震直後の調査では地表の噴砂痕などにより確認する機会が多いが、調査時(4月23日)は発災後1週間が経過しており、その間には調査当日を含めて降雨があった。そこで、本調査では顕著な地盤変状の有無と建築物の沈下・傾斜及び周辺地盤の沈下の状況によって液状化の発生の有無を判断した。

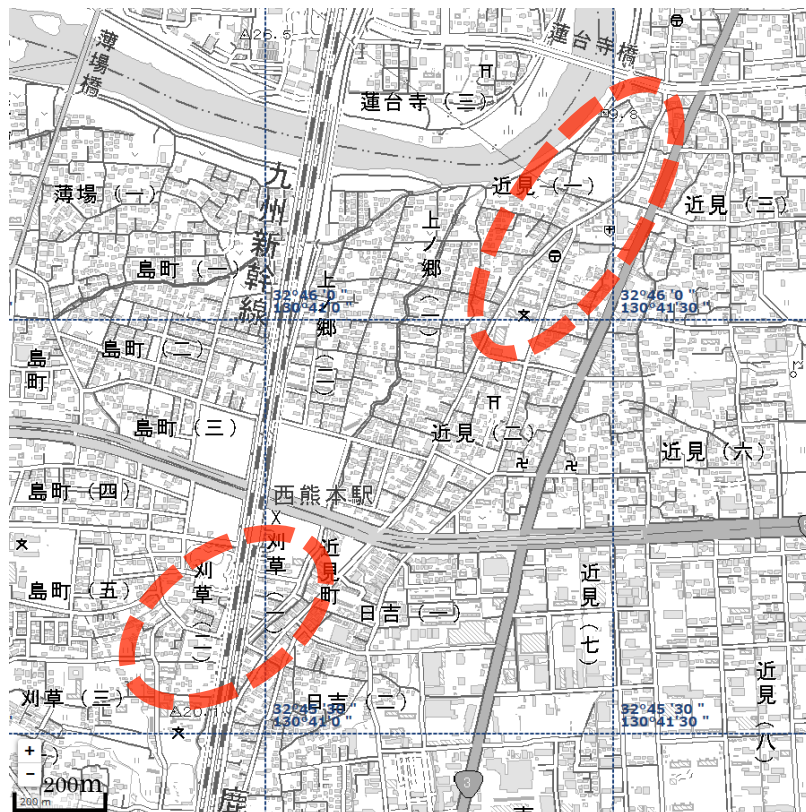


図 5.1 熊本市南区近見地区及び刈草地区における液状化被害調査の範囲(赤点線)(背景地図: 国土地理院電子地形図(タイル))

5.1 近見地区

写真 5.1、5.2 に示すように、2 階建て木造住宅が上部構造に損傷のないまま沈下・傾斜している状況が多く見られた。これは、1995 年兵庫県南部地震や 2011 年東北地方太平洋沖地震で液状化した地域においても広く見られた光景であり、地盤の液状化によるものと思われる。また、写真 5.3、5.4 に示すように、平屋建て木造住宅でも沈下・傾斜している場合が少なからず見られた。なお、写真 5.3 に示すように、この住宅は近傍地表に見られる地割れ痕跡の延長線上に位置している布基礎の立ち上がり部分に地盤変位に起因すると思われる大きな裂傷が認められるが、他の平屋建て木造住宅でも同様の基礎被害が多いわけではない。この地域の木造住宅の基礎形式は、布基礎の比率が高いように見えた。

写真 5.5、5.6 及び 5.7、5.8 は、地盤の液状化により沈下・傾斜したと思われる 2 階建て店舗併用住宅及び 3 階建て商業建築である。写真から、これらの沈下・傾斜の程度は、上述の木造住宅のそれに比べて、大きいように見える。同様の建築物の沈下・傾斜被害は、他にも数棟見られた。なお、これらの建築物の基礎形式は確認できなかったが、沈下・傾斜の状況から、直接基礎と思われる。

写真 5.9、5.10 は、地盤の液状化により周辺地盤が大きく沈下したと思われる病院である。周辺地盤が沈下して建物との間に大きな段差が生じていることから、この建築物は（先端支持による）杭基礎である可能性が高い。なお、写真 5.11 は、写真 5.10 と概ね同じアングルで平成 28 年 4 月 15 日の午前中に撮影されたものである。写真 5.10、5.11 の比較から、4 月 14 日以降に発生した複数回の大地震によってこの建築物の周辺地盤が沈下したことが示唆される。一方で、倒壊建築物の比較的近傍に位置する小学校（写真 5.12、5.13）においても、校舎や体育館の周辺地盤が沈下している状況が見られたが、その程度は写真 5.9-11 の病院に比べて明らかに小さい。現時点では、この地域における液状化による地盤沈下量の相異がどんな原因により生じたのかは不明である。なお、この地区において、液状化被害により、倒壊・崩壊に至った建築物は確認されなかった。



写真 5.1 地盤の液状化により沈下・傾斜したと思われる 2 階建て木造住宅



写真 5.2 写真 5.1 の建築物の 1 階玄関部分の沈下状況



写真 5.3 地盤の液状化により基礎の損傷を伴って沈下したと思われる平屋建て木造住宅



写真 5.4 写真 5.3 の建築物の縁側部分の沈下状況



写真 5.5 地盤の液状化により沈下・傾斜したと思われる 2 階建て店舗併用住宅



写真 5.6 写真 5.5 の建築物の 1 階部分の沈下状況



写真 5.7 地盤の液状化により沈下・傾斜したと思われる 3 階建て商用建築物



写真 5.8 写真 5.7 の建築物の 1 階部分の沈下状況



写真 5.9 地盤の液状化により周辺地盤が大きく沈下したと思われる病院



写真 5.10 写真 5.9 の建築物の周辺地盤の沈下状況（平成 28 年 4 月 23 日午後撮影）



写真 5.11 写真 5.9 の建築物の周辺地盤の沈下状況（平成 28 年 4 月 15 日午前撮影）



写真 5.12 小学校校舎の周辺地盤の沈下状況（熊本市南区近見）



写真 5.13 写真 5.12 の小学校の体育館の周辺地盤の沈下状況

5.2 刈草地区

JR 線の東側の範囲では、写真 5.14、5.15 に示すように、地盤の液状化により沈下・傾斜したと思われる 3 階建て店舗併用住宅が数棟見られた。写真 5.15 では、この建築物の沈下・傾斜の程度は、近見地区における同様のケース（写真 5.6、5.8）に比べて大きいように見えるが、他の建築物では必ずしもそうではない。また、写真 5.16 に示すように、隣接する建築物同士が近づくような傾斜形態（いわゆる「おじぎモード」）も見られた。

一方、JR 線の西側の範囲では、建築物の大多数は 2 階建て木造住宅で、地盤にも建築物にも地盤の液状化に起因する被害があるようには見えなかった。新築中の 2 階建て木造住宅の工期表示の中に、宅地が柱状改良されている旨の記載が見られた（写真 5.17、5.18）ことから、地盤改良によって宅地の液状化発生が抑制されている可能性も考えられる。なお、この地区において、液状化被害により、倒壊・崩壊に至った建築物は確認されなかった。



写真 5.14 地盤の液状化により沈下・傾斜したと思われる 3 階建て店舗併用住宅



写真 5.15 写真 5.14 の建築物の 1 階部分の沈下状況



写真 5.16 地盤の液状化によると思われる隣接建築物同士が近づくような傾斜形態



写真 5.17 被害の見られない新築中の 2 階建て木造住宅

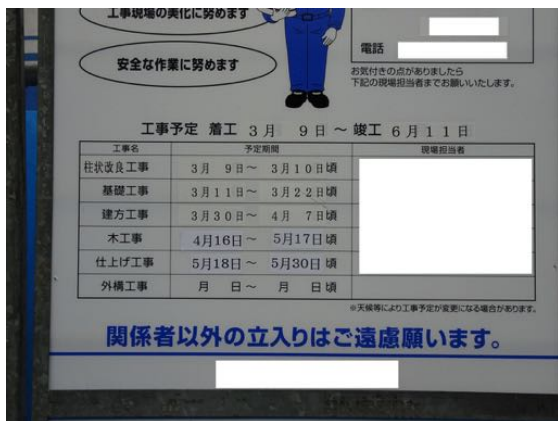


写真 5.18 写真 5.17 の建築物の工期表示 (宅地
が柱状改良されている。)

6. まとめと今後の課題

第四次調査では、建築物の被害要因になりうる基礎の損傷及び敷地地盤の変状の状況を確認するために、1) 第一次・第二次調査で建築物の被害が特に大きいとされた益城町の通り目視調査(南北方向)、2) 別途の情報で液状化被害が見られているとされた熊本市南区の現地踏査、の2つの調査を実施した。本報告では、益城町の通り目視調査地域における被害事例について、①宮園地区の県道28号の北側では、地形の関係上、盛土擁壁で宅地を造成している物件が多いが、28号に近づくにつれて、建築物被害及び盛土擁壁の被害が大きくなる傾向があること、②安永地区、宮園地区共に、県道28号の南側では北側よりも建築物の被害が数多く見られること、③県道28号の南側で見られた大破・倒壊の建築物において、地盤変状と基礎の損傷が共に認められる事例、及び地盤変状が認められるものの基礎の損傷が小さい事例が見られたことを示した。現時点で断定することはできないが、構造力学的な観点から地盤変状が建物被害に及ぼすメカニズムを考えると、この地域の建築物被害に対して、地盤変状による強制変位ではなく振動が大破等の甚大な建築物被害の主要因であった可能性が高いと考えられる。熊本市南区の液状化被害調査については、④液状化被害は南区で広く見られるが、液状化による地盤沈下量には地域差が見られたこと、⑤現時点で液状化による地盤沈下量の大小の原因は不明であること、⑥液状化により倒壊・崩壊に至った事例は確認されなかったこと、を示した。

今後の主な課題として、益城町の県道28号南側で建築物及び盛土擁壁の被害が大きかったことについては、これらが受けた地震動特性を明らかにすることが重要であり、表層地盤の調査と得られた物性値に基づく表層地盤増幅特性を考慮した強震動評価が必要であること、②熊本市南区の液状化被害のメカニズム把握には、さらなる情報の収集や調査検討が必要であること、が挙げられる。

おわりに

本地震で亡くなられた方及びそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表します。また、被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、復興を祈念いたします。

本調査を実施するにあたり、国土交通省九州地方整備局建政部の関係者の皆様には情報提供など大変お世話になりました。ここに深謝申し上げます。

平成 28 年 5 月 20 日
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

平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第八次調査報告 （上益城郡益城町における鉄骨造建築物の調査速報）

1. 調査の目的及び概要

国土交通省住宅局の要請を踏まえ、平成 28 年（2016 年）熊本地震による鉄骨造建築物の被害状況及び倒壊又は大破した鉄骨造建築物の被害要因を把握するため、4 月 14 日（前震）と 16 日（本震）の両方の地震で震度 7 を観測した益城町宮園観測点を中心に、鉄骨造建築物の被害調査を行った。本報告は 4 月 28～29 日に実施した被害調査のうち、主として倒壊又は大破した鉄骨造建築物についての調査結果をとりまとめた速報である。

2. 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所

建築研究部基準認証システム研究室 主任研究官 岩田善裕

国立研究開発法人建築研究所

建築生産研究グループ 主任研究員 石原直

構造研究グループ 研究員 三木徳人

3. 調査行程及び経路

平成 28 年 4 月 28 日（木）

13:30 益城町着

益城町安永・宮園・木山・辻の城地区調査

19:00 調査終了

平成 28 年 4 月 29 日（金）

10:30 益城町着

益城町安永・宮園・木山・寺迫地区調査

15:30 調査終了

図 3.1 に調査経路を示す。黄緑と水色の□印でそれぞれ 4 月 28 日と 4 月 29 日の調査経路を表している。図中の●印は強震観測点である益城町役場と KiK-net 益城を示す。



図 3.1 調査経路 (Google Map を利用)

4. 調査建築物と被害概要

4. 1 調査建築物



今回調査した鉄骨造建築物 105 棟の位置を図 4.1 に示す。観測点近傍の地区と大きな被害が報告されている地区を中心に、事前に Google Map 及びストリートビュー並びに賃貸住宅の情報等を利用して候補を挙げた上で、現地で鉄骨造と確認したものを調査建築物として示している。図中の赤色の  マークは倒壊又は大破と判断されたもの（判断の方法については、「4.2 被害の概要」参照）を示し、緑色の  マークは構造躯体が無被害か、損傷があっても大破に該当しない比較的軽微なものを示す。

図 4.2 に調査建築物の内訳を示す。図 4.2(a)は階数を示したもので、1 階建 30 棟、2 階建 66 棟、3 階建 8 棟、4 階建 1 棟である。図 4.2(b)は用途で分類したもので、店舗・事務所等 36 棟、集合住宅（高齢者用施設を含む）25 棟、戸建住宅 18 棟、店舗併用住宅（集合住宅との併用を含む）13 棟、倉庫（車庫、工場を含む）12 棟、駐車場 1 棟である。なお、調査建築物には、体育館は含まれていない。

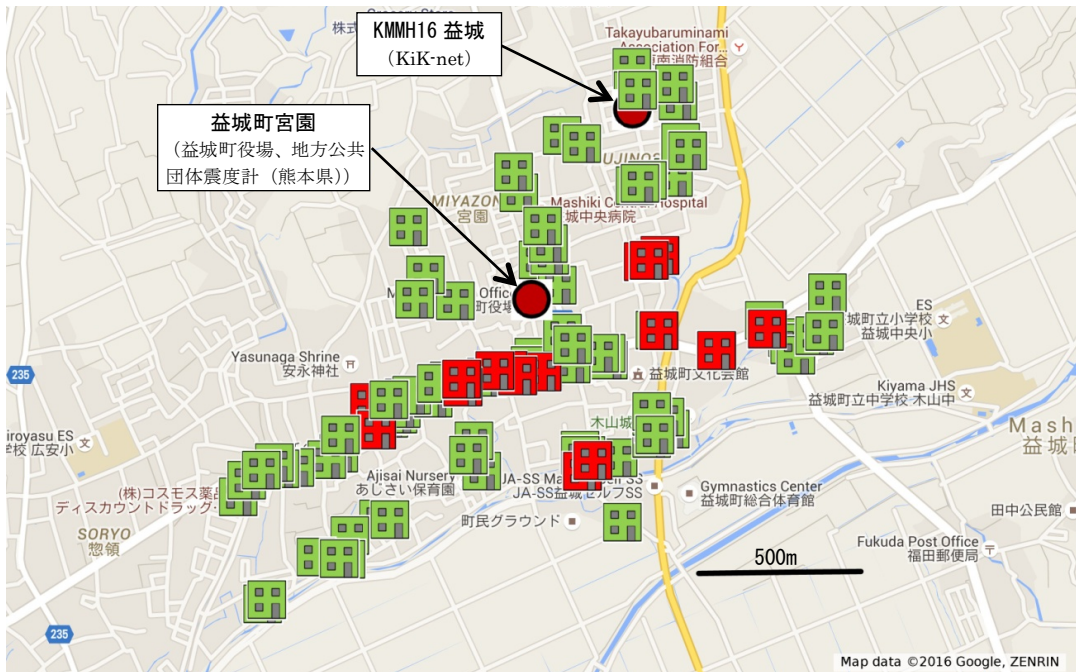


図 4.1 調査建築物 全 105 棟 (Google Map を利用)

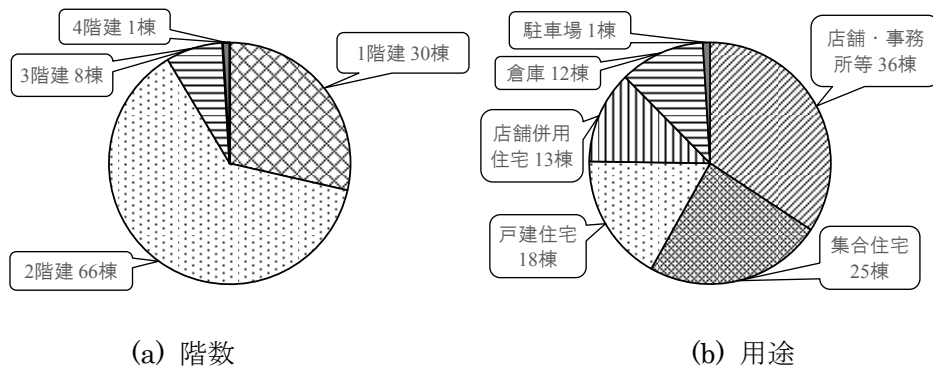


図 4.2 調査建築物の内訳

4. 2 被害の概要

全体の 105 棟のうち、倒壊は 1 棟 (1%)、大破は 15 棟 (14%) である。「大破」の判断は被災度区分判定基準¹⁾に示される柱の残留傾斜角 1/30 を参考にしつつ、外観調査の範囲で確認できる被害状況を勘案して判断した。主に現地調査の情報に基づく暫定的な判断であり、今後の追加調査等により変更される可能性を有している。倒壊や大破といった構造躯体への大きな被害の割合は全体の 15%であった。倒壊又は大破した建築物 16 棟の一覧を図 4.3 に、被害調査結果を次章にまとめて示す。建設年については、国土地理院の航空写真、ウェブサイトの情報、現地でのヒアリングの情報等に基づいて推定を行ったものであり、今後、追加で情報が得られれば変更される可能性がある。

 <p>建築物 01 (建設年 1987 年頃) 倒壊</p>	 <p>建築物 02 (建設年 1974 年) 大破</p>	 <p>建築物 03 (建設年 1980 年) 大破</p>
 <p>建築物 04 (建設年 1976 年頃) 大破</p>	 <p>建築物 05 (建設年 1993 年) 大破</p>	 <p>建築物 06 (建設年 1986-1987 年) 大破</p>
 <p>建築物 07 (建設年 1982 年以前) 大破</p>	 <p>建築物 08 (建設年 1982 年以前) 大破</p>	 <p>建築物 09 (建設年 1996 年) 大破</p>
 <p>建築物 10,11 (建設年 2006 年) 大破</p>	 <p>建築物 12 (建設年 1982 年以前) 大破</p>	 <p>建築物 13 (建設年 1985 年) 大破</p>
 <p>建築物 14 (建設年 1986-1997 年) 大破</p>	 <p>建築物 15 (建設年 1997-2008 年) 大破</p>	 <p>建築物 16 (建設年 1997-2008 年) 大破</p>

図 4.3 倒壊又は大破した建築物（全 16 棟）の一覧

5. 倒壊又は大破した鉄骨造建築物の被害調査結果

1) 建築物 01 (建設年 1987 年頃) : 「倒壊」

本建築物は 4 階建ての店舗併用住宅である。角形鋼管柱 200 角 (2 階) が使用されている。2 階が完全に層崩壊しており、柱梁接合部パネルとダイアフラム間の溶接部で破断が生じている。



写真 5.1.1 外観



写真 5.1.2 (左) 写真 5.1.3 (右) パネルーダイアフラム間の溶接部の破断

2) 建築物 02 (建設年 1974 年) : 「大破」

本建築物は 2 階建ての共同住宅である。日の字断面柱 (以下、日の字柱と呼ぶ) 250 角が使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 23 度である。



写真 5.2.1 外観



写真 5.2.2 梁端破断



写真 5.2.3 梁下フランジ添え板の孔欠損部破断

3) 建築物 03 (建設年 1980 年) : 「大破」

本建築物は 3 階建ての住宅である。日の字柱と H 形柱が混在して使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 8 度である。柱脚部にアンカーボルトの伸びが生じている。



写真 5.3.1 外観



写真 5.3.2 柱脚部の損傷状況

4) 建築物 04 (建設年 1976 年頃) : 「大破」

本建築物は 1 階鉄骨造、2 階木造 (2 階はヒアリングによる情報) の店舗併用住宅である。日の字柱 200 角が使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 5 度である。ヒアリングによると建設年は 40 年程前とのことであった。



写真 5.4.1 外観

5) 建築物 05 (建設年 1993 年) : 「大破」

本建築物は 2 階建ての店舗併用住宅である。角形鋼管柱が使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 30.5 度である。(写真で) 左隣の倒壊した RC 造が寄りかかり力を受けて傾斜したものと推定される。



写真 5.5.1 外観

6) 建築物 06 (建設年 1986-1987 年) : 「大破」

本建築物は 2 階建ての店舗である。角形鋼管柱 250 角が使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 8.5 度である。柱の局部座屈、柱とダイアフラム間の溶接部の破断が生じている。



写真 5.6.1 外観



写真 5.6.2 柱の局部座屈

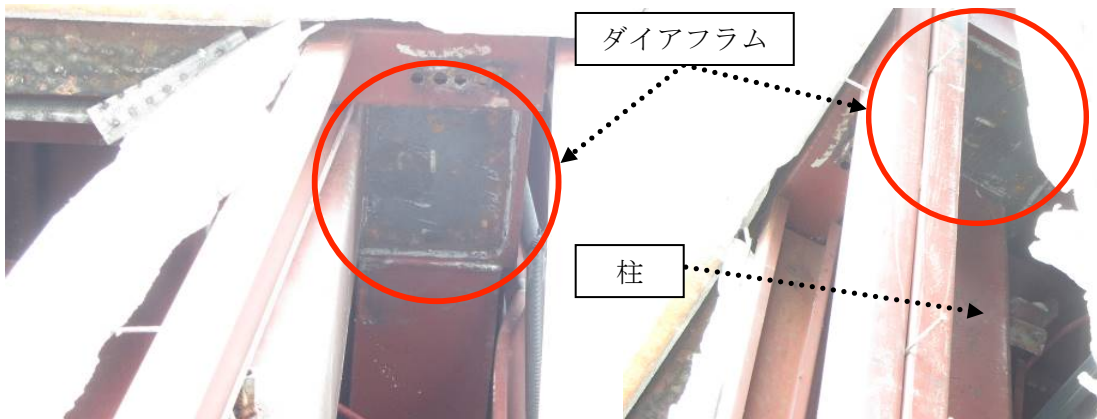


写真 5.6.3 (左) 写真 5.6.4 (右) 柱とダイアフラム間の溶接部の破断

7) 建築物 07 (建設年 1982 年以前) : 「大破」

本建築物は平屋の車庫である。トラス梁の下弦材の破断が生じている。応急危険度判定によると、建物全体の傾斜、柱の座屈、柱脚の破損、梁継手の破壊が生じているとのことであった。



写真 5.7.1 外観

8) 建築物 08 (建設年 1982 年以前) : 「大破」

本建築物は平屋の倉庫である。大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 7 度である。柱脚部のアンカーボルトの伸び、コンクリートの側方破壊が生じている。



写真 5.8.1 外観



写真 5.8.2 柱脚部の損傷状況

9) 建築物 09 (建設年 1996 年) : 「大破」

本建築物は 2 階建ての共同住宅である。角形鋼管柱 200 角が使用されている。梁せいは 300 である。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 3 度である。梁端破断が生じている。また、柱梁接合部パネルとダイアフラム間の溶接部で破断が生じている。



写真 5.9.1 外観



写真 5.9.2 梁端破断



写真 5.9.3 (左) パネルとダイアフラム間の溶接部の破断



写真 5.9.4 (右) パネルとダイアフラム間の溶接部の破断 (拡大)

10)、11) 建築物 10、11 (建設年 2006 年): 「大破」

本建築物 10、11 は共に同じタイプの 2 階建ての共同住宅である。大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 4.5 度である (建築物 10 で測定)。ブレース (ターンバックル) の破断、座屈による著しいたわみが、それぞれ建築物 10 及び 11 に生じている。宅地擁壁部分が崩壊しており、それが建築物の損傷に何らかの影響を及ぼした可能性がある。



写真 5.10/11.1 外観



写真 5.10/11.2 外観



写真 5.10/11.3 宅地擁壁部分の崩壊

1 2) 建築物 12 (建設年 1982 年以前) : 「大破」

本建築物は 2 階建ての店舗である。日の字柱 200 角が使用されている。梁せいは 250 である。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 17.5 度である。柱の破断、梁端破断、柱の局部座屈が生じている。



写真 5.12.1 外観



写真 5.12.2 柱の破断



写真 5.12.3 梁端破断



写真 5.12.4 柱の局部座屈

1 3) 建築物 13 (建設年 1985 年) : 「大破」

本建築物は 3 階建ての共同住宅である。日の字柱 175 角が使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 9 度である。



写真 5.13.1 外観



写真 5.13.2 柱の傾斜

1 4) 建築物 14 (建設年 1986-1997 年) : 「大破」

本建築物は平屋の店舗である。角形鋼管柱 150 角が使用されている。大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 10 度である。梁端溶接部の破断、柱梁接合部パネルとダイアフラム間の溶接部の破断が生じている。



写真 5.14.1 外観



写真 5.14.2 柱の傾斜



写真 5.14.3 梁端溶接部の破断



写真 5.14.4 パネルとダイアフラム間の溶接部の破断

1 5) 建築物 15 (建設年 1997-2008 年) : 「大破」

本建築物は 3 階建ての住宅である。角形鋼管柱 250 角、150 角 (間柱)、溝形鋼ブレース 150×75 が使用されている。宅地の地盤変状が生じている。1 階に傾斜が生じている。ブレースはほぼ無損傷である。柱脚部にベースモルタルの破損、アンカーボルトの伸びが生じている。柱頭部に損傷が生じている可能性があるが、状況は不明である。1 階のブレースの配置に平面的な偏りがあり、地震時にねじれが生じたことで、ブレースの無い入口側の柱脚の損傷や柱の残留傾斜角が相対的に大きくなったと思われる。また、宅地の地盤変状が建築物の傾斜等に何らかの影響を及ぼした可能性がある。



写真 5.15.1 外観



写真 5.15.2 ブレースの状況(ほぼ無損傷)



写真 5.15.3 柱脚部の損傷状況



写真 5.15.4 宅地の地盤変状

16) 建築物 16 (建設年 1997-2008 年) : 「大破」

本建築物は 2 階建ての店舗である。角形鋼管柱 150 角、100 角 (間柱) が使用されている。1 階が大きく傾いており、柱の残留傾斜角は 5 度である。柱に局部座屈、2 階プレハブの柱脚部でボルト破断が生じている。



写真 5.16.1 外観



写真 5.16.2 柱の傾斜



写真 5.16.3 柱の局部座屈



写真 5.16.4 柱脚部ボルト破断

6. まとめ

本報告は、平成 28 年（2016 年）熊本地震で震度 7 を観測した益城町宮園観測点近傍の安永・宮園・木山・辻の城・寺迫地区における鉄骨造建築物の被害調査結果を速報としてまとめたものである。調査した鉄骨造建築物の総数は 105 棟である。

調査の結果、倒壊又は大破した鉄骨造建築物の総数は 16 棟（倒壊 1 棟、大破 15 棟）、その割合は 15%であった。また、倒壊又は大破した鉄骨造建築物は、次の特徴のいずれかを有するものであった。

- ・特徴 1) 建設年が 1980 年以前と推定されるもの又は古いタイプの部材を用いたもの
- ・特徴 2) 隣の倒壊した建築物による力の作用、宅地擁壁部分の崩壊等の当該建築物以外の周辺状況による何らかの影響があったと推定されるもの
- ・特徴 3) 溶接部等で破断が生じていたもの

なお、倒壊又は大破した建築物と特徴 1),2),3)との対応関係は表 6.1 のとおりであった。ここで、建築物の番号に*印が付いているものは、建設年が新耐震基準以降（1981 年以降）と判明している建築物である。

表 6.1 倒壊又は大破した建築物と特徴 1),2),3)との対応関係

建築物	01*	02	03	04	05*	06*	07	08	09*	10*	11*	12	13*	14*	15*	16*
特徴 1)		○	○	○			○	○				○	○			
特徴 2)					○					○	○				○	
特徴 3)	○	○				○	○		○	○		○		○		○

おわりに

本地震で亡くなられた方及びそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表します。また、被災された方々に心からお見舞いを申し上げるとともに、一刻も早い復興を祈念いたします。

参考文献

- 1) 震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針改訂委員会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針、（一財）日本建築防災協会、2015