

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>)

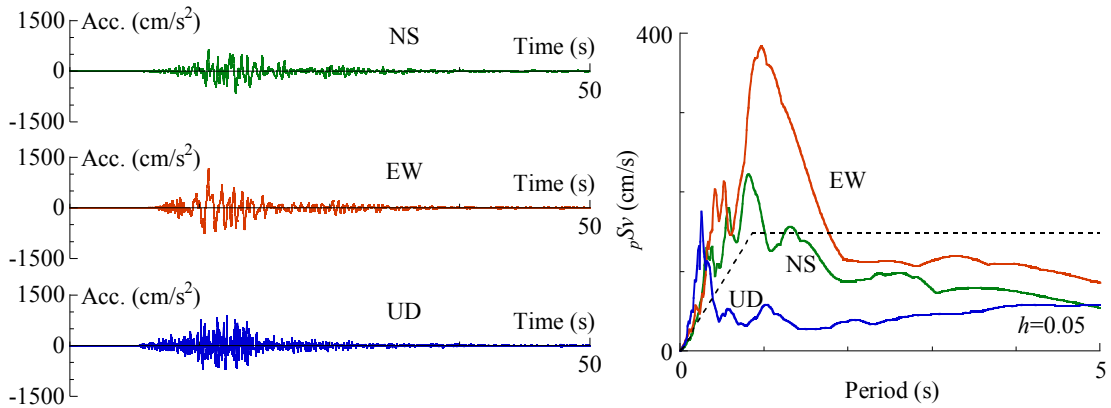


図 4.1 KiK-net 益城で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル
(4月16日1時25分発生の地震)

* 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)

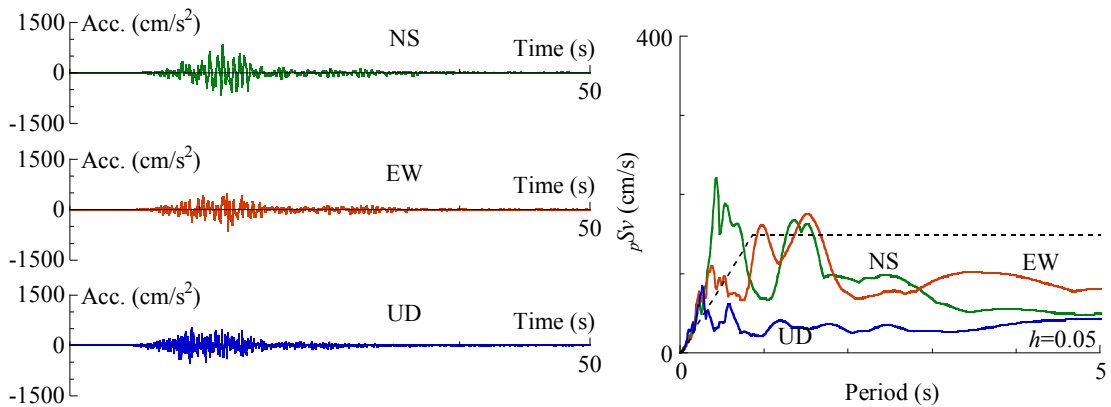


図 4.2 K-NET 熊本で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル
(4月16日1時25分発生の地震)

* 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剥落（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

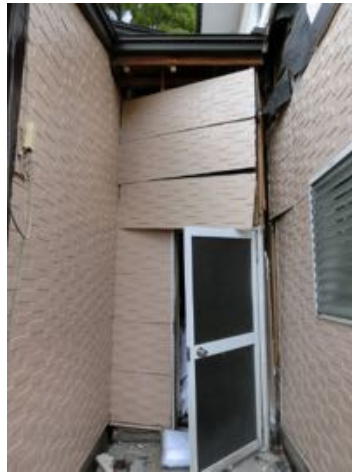


写真 5.1.8 食堂棟と宿泊棟の接続部の破壊



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。