

**平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第五次調査報告（速報）
（火災被害ならびに建築設備被害に関する調査）**

1. はじめに

本報告は、平成 28 年（2016 年）熊本地震（前震は 4 月 14 日 21 時 26 分に発生、本震は 4 月 16 日 1 時 25 分に発生）による火災被害ならびに建築設備被害について 4 月 26 日から 28 日にかけて実施した調査の速報である。

火災被害については、これまでに 16 件の地震に起因する火災（以下、地震火災）の発生が報告されている¹。本調査では、それらの概要（出火地点や発生日時、被害程度など）について各消防本部への問い合わせを行った上で、熊本市消防局管内で発生している 9 件の火災について、より詳細な情報を得るためヒアリング調査（対象は熊本市消防局と火災現場周辺住民）と現地調査を行った。

建築設備被害については、給湯設備や防災設備の破損による漏水等の被害情報があった建築物のうち、6 棟の建築物の被害発生状況の現地調査を行うと同時に、機能継続上の問題について建物管理者を対象とした聞き取りを行った。

以上により、火災被害ならびに建築設備被害の発生状況を把握し、今後の詳細な調査の必要性を検討するための情報収集を行った。

2. 調査概要

本調査は以下の 3 名で実施した。また、調査概要を表 2-1 に示す。一部の調査対象施設は、第二次調査²ならびに第三次調査³でも調査対象となっている。

国土交通省 国土技術政策総合研究所	
建築研究部 防火基準研究室 主任研究官	樋本圭佑
国立研究開発法人 建築研究所	
住宅・都市研究グループ 主任研究員	岩見達也
防火研究グループ 主任研究員	西野智研

表 2-1 調査概要

調査日	調査対象	調査分類
平成 28 年 4 月 26 日 (火)	空港旅客ターミナル (益城町) ⁽³⁾	設備被害
	火災現場 (益城町)	火災被害
	共同住宅 (熊本市中央区) ⁽²⁾	設備被害
平成 28 年 4 月 27 日 (水)	熊本市消防局 (熊本市中央区)	火災被害
	病院 (大津町)	設備被害
平成 28 年 4 月 28 日 (木)	病院 (熊本市東区) ⁽²⁾	
	行政庁舎 (御船町)	
	学校 (熊本市中央区) ⁽²⁾	

※ (2) : 第二次調査の調査対象, (3) : 第三次調査の調査対象

3. 火災被害

消防庁報告¹にある火災の発生状況は表 3-1 に示す通りである (ただし, 管轄内で火災の発生した消防本部についてのみ示してある)。各消防本部への事前の問い合わせにより明らかになった出火地点を図 3-1 に示す。ここでは, このうち熊本市消防局管内で発生した火災について, ヒアリング調査を行った結果と, 1 件の火災について現地調査を行った結果を整理する。なお, 各消防本部による調査は現在も継続中であり, 本章の内容は今後変更される可能性がある。

表 3-1 火災の発生状況

消防本部	管轄自治体	火災件数	火災件数 (計)
上益城消防組合消防本部	嘉島町, 甲佐町, 御船町, 山都町	1	16
熊本市消防局	熊本市, 西原村, 益城町	9	
八代広域行政事務組合消防本部	氷川町, 八代市	2	
阿蘇広域行政事務組合消防本部	阿蘇市, 南小国町, 小国町, 産山村, 高森町, 南阿蘇村	1	
宇城広域連合消防本部	宇土市, 宇城市, 美里町	1	
菊池広域連合消防本部	菊池市, 大津町, 合志市, 菊陽	2	

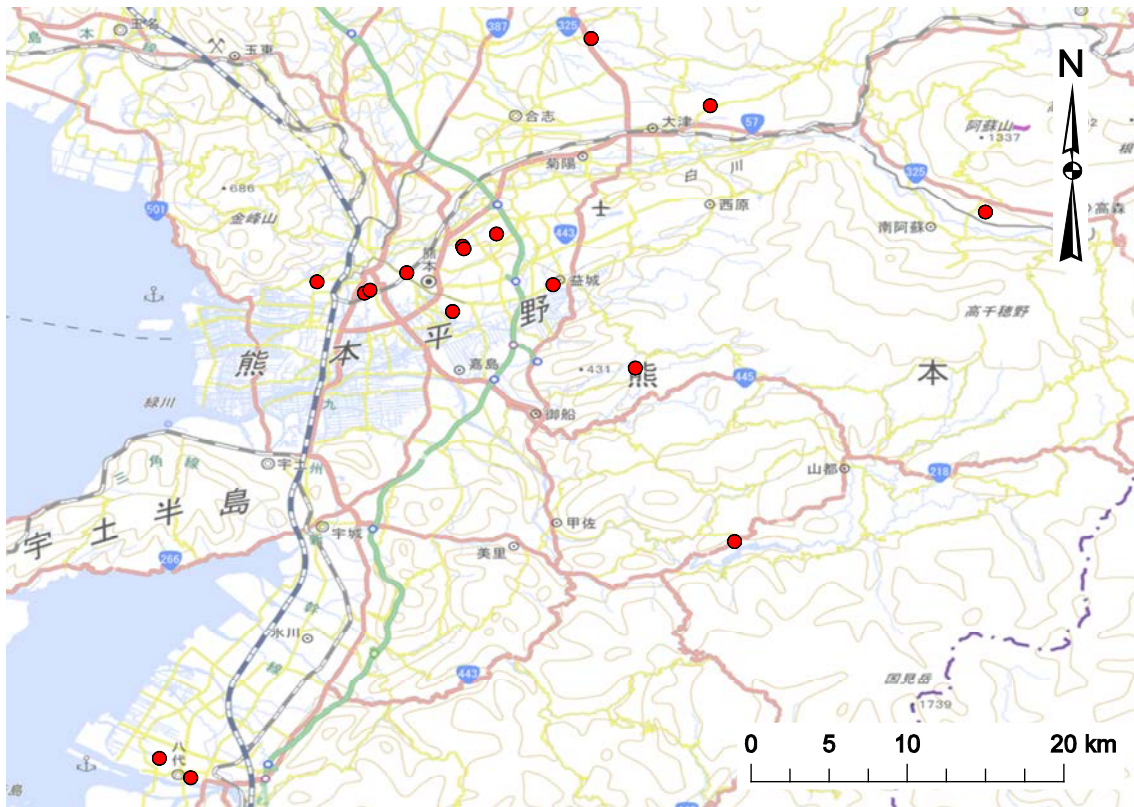


図 3-1 出火地点（背景地図：国土地理院標準地図）

3.1 火災の特徴

地震の発生日時と火災の出火推定日時を図 3-2 に示す。前震に起因する火災は 5 件発生しているが、その内訳は、前震直後に発生した火災が 2 件、その後時間において本震までに発生した火災が 3 件となっている。本震に起因する火災は 11 件発生しているが、その内訳は、本震直後に発生した火災が 6 件、その後時間において発生した火災が 5 件となっている。

PGV（Peak Ground Velocity：最大地動速度）の面的推定値⁴の大きさをもとに九州地方の市町村を分類（0~10, 10~20, 20~30, 30~40, 40~80, 80~150cm/s の 6 区分）し、平成 22 年国勢調査の結果⁵を利用して世帯あたり出火確率を算出した結果を図 3-3 に示す。本地震における 16 件という出火件数は、兵庫県南部地震（1995）の 293 件⁶や東北地方太平洋沖地震（2011）の 330 件（津波浸水区域内の出火を含む）⁷に比べて少ない。しかし、出火確率は、PGV の大きな領域でこそ兵庫県南部地震の記録より小さいものの、東北地方太平洋沖地震の記録から大きく隔たりがあるわけではない。図 3-4 は、上記の PGV 区分に市町村を分類し、各区分に含まれる世帯数を、本地震と東北地方太平洋沖地震で比較したものである。これによると、本地震において強い揺れ（10cm/s 以上とする）を記録した地域の世帯数は、東北地方太平洋沖地震に比べて大幅に少ない。出火件数は、地震の規模や、出火原因の季節的・時間的変動によって左右されるが、出火確率が大きくは変わらないことを考慮すれば、

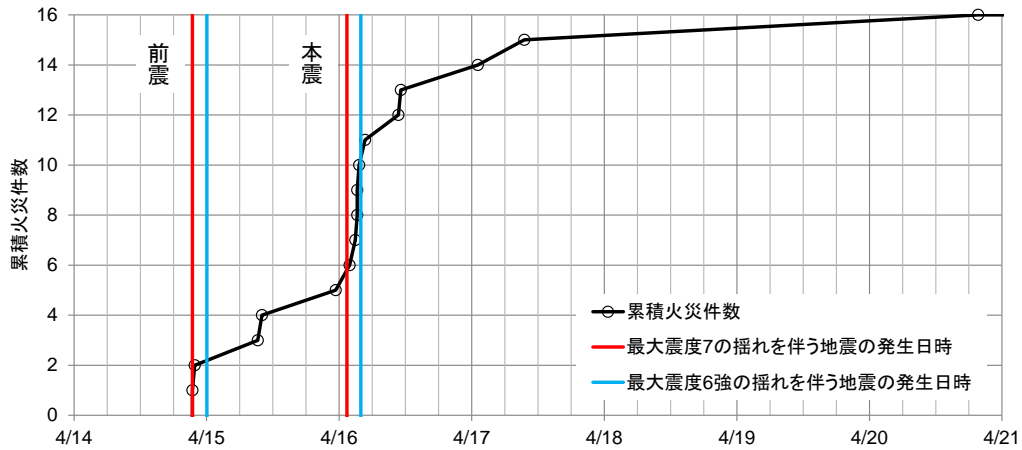


図 3-2 地震の発生日時と火災の出火推定日時の関係

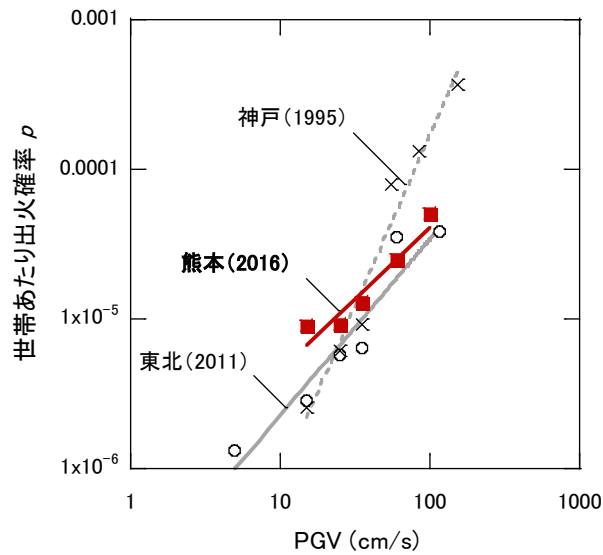


図 3-3 世帯あたり出火確率 (文献⁸に追記, 図中の直線は回帰式を示す*)

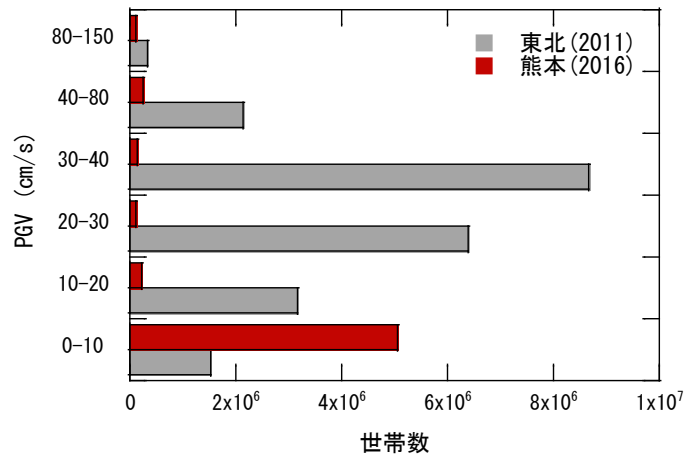


図 3-4 PGV 区分ごとの世帯数の比較

* 1995 年兵庫県南部地震, 2011 年東北地方太平洋沖地震, 2016 年熊本地震では, PGV の推定方法が異なっている。

強い揺れを記録した地域の世帯数，すなわち出火の可能性が高くなる世帯数の少なさが，本地震における相対的な出火件数の少なさの原因の一つであったと言える。

本地震に起因する16件の火災は，いずれも建物火災であった。出火建物の用途の内訳を図3-5に示す。これによると，住宅用途の建物（戸建住宅，共同住宅，店舗兼住宅）からの出火が最も多く，10件（約6割）となっている。

出火原因の内訳を図3-6に示す。これによると，推定や疑いを含め，出火原因が分かっている13件の火災のうち，電気関連（屋内配線・コンセント，電気設備，観賞魚用ヒーター）の出火が8件（約6割）となっている。

火災による焼損規模の内訳を図3-7に示す。これによると，焼損規模が分かっている15件の火災のうち，6件がぼやに留まっている。火災発生件数の多かった熊本市では，揺れによる建物被害が比較的小さかったが，このことは火災発生の早期発見や，居住者自身による初期消火活動の実施にもつながっていたものと考えられる。なお，出火建物から隣接する建物への延焼（出火建物は全焼）は3件発生しているが，いずれも隣接する1棟もしくは2棟の建物への延焼に留まっている。

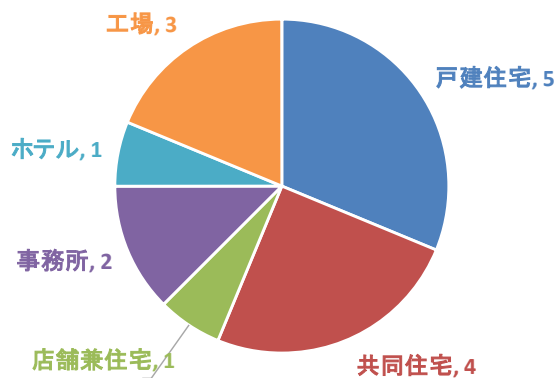


図 3-5 出火建物の用途の内訳

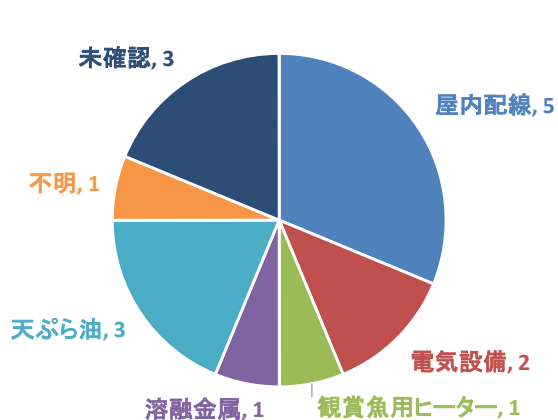


図 3-6 出火原因の内訳（推定・疑い含む）

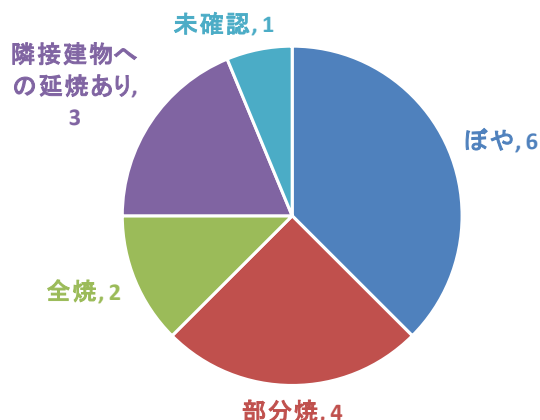


図 3-7 焼損規模の内訳

3.2 住宅火災の例

益城町内の住宅街で、前震後まもなく発生した火災では、出火した2階建て木造住宅を全焼している。出火建物は、三方を住宅で囲まれており、周辺に燃え広がる可能性があった火災であるが、延焼を免れていることから、その背景を調べるために現地調査を行った。

出火は建物の2階東側と見られているが、その原因は明らかになっていない。火災発生後、直ちに消防に通報され、ポンプ車が駆けつけている。火災現場までの途上、道路の陥没や、地震後の避難に伴うと見られる交通混雑があったものの、駆け付け時間の遅れにはつながらない程度であったようである。ただし、地震の影響で最寄りの消火栓が使えなかったため、防火水槽から取水して放水が行われている。なお、益城町に設置されたアメダス観測所の記録によると、火災発生当時の風向・風速は、北東の風1.8m/sであった。

空中写真（国土地理院）をもとに作成した出火建物周辺の状況を図3-8に示す。

南側の住宅は2階建て（構造不明）で、出火建物と最も近接している場所で0.8mほどしか離れていなかった。出火建物に面する北側の外壁は変色しており、強い加熱を受けていたものと見られるが、開口部が設けられていなかったことに加え、窯業系サイディングが使用されていたことで延焼が阻止されたものと考えられる。

東側の住宅は2階建て（構造不明）で、出火建物と最も近接している場所で3.3mほど離れている。出火建物との間にあった植栽は焼け焦げ、2階開口部の樹脂製サッシには溶融痕

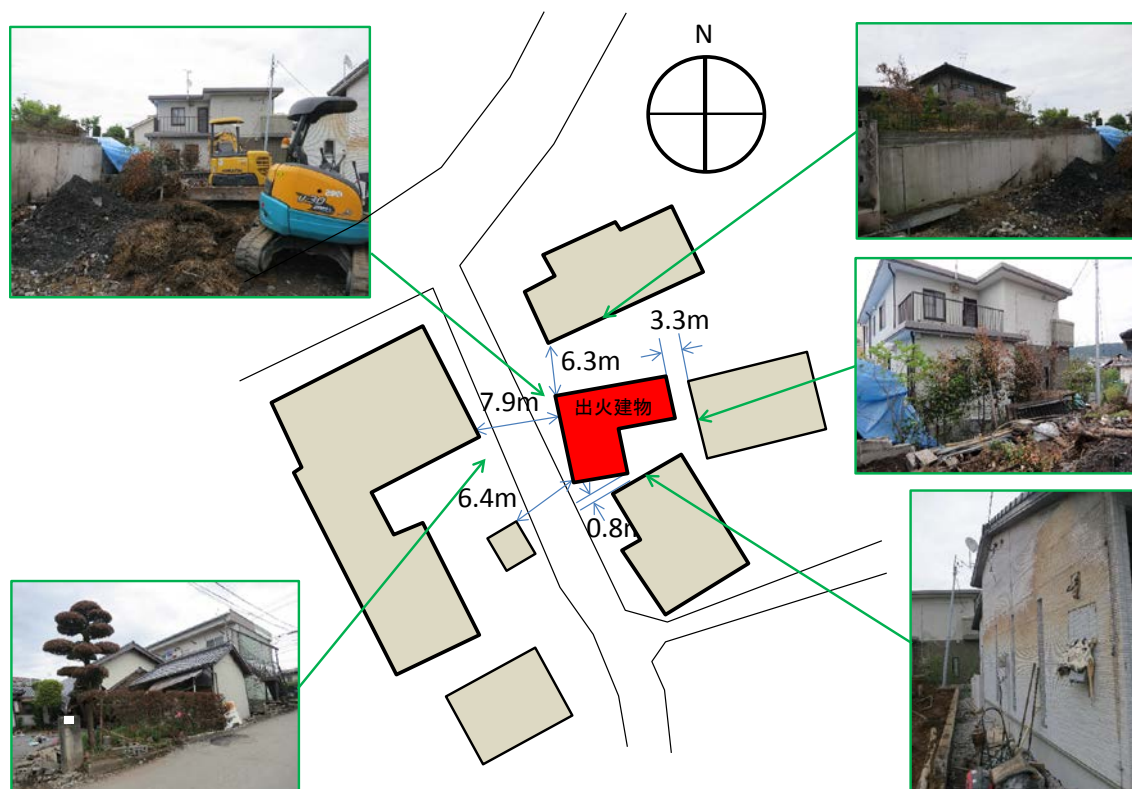


図 3-8 住宅火災現場の状況

があったものの、外壁や開口部にこの他の目立った被害は確認できなかった。

北側の住宅は2階建て（構造不明）で、出火建物と最も近接している場所で6.3mほど離れているが、北側の敷地は、出火建物の敷地に比べて2mほど高くなっており、実際の離隔距離はさらに大きい。ただし、北側の敷地の植栽は焼け焦げたものも少なくない。2階の南側屋根の樹脂製雨樋は2~3mほどの幅で溶融していたが、外壁や開口部にこの他の目立った被害は確認できなかった。

西側の住宅は木造2階建て、金属系サイディング張りである。前震、本震のいずれによるものなのかは確認できていないが、揺れにより建物は傾斜し、屋根や外壁の木製下地が露出した状態になっていた。出火建物とは、最も近接している場所で6.4mほど離れている。外構の植栽は茶色く変色しているが、その程度は東側や北側の敷地の植栽に比べると軽い。通りに面して設けられた樹脂製の雨よけ底は黒く変色し、溶融していたが、外壁や開口部にこの他の目立った被害は確認できなかった。

4. 建築設備被害

調査対象となった6棟の建物の立地を図4-1に示す。ここでは、これらの建物の設備被害発生状況に関する現地調査と、建物の機能継続上の課題について管理者等に聞き取りを行った結果を整理する。



図4-1 調査対象施設（背景地図：国土地理院標準地図）

4.1 空港旅客ターミナル（益城町）

本施設は、3つの空港旅客ターミナルからなっている。1971年の竣工から2012年までに5次にわたる増改築・改修工事を経ており、鉄筋コンクリート造と鉄骨造が混在している。前震の際に特段大きな被害はなく、施設内の点検の後、翌日の夕方には営業を再開していた。しかし、本震により、建物の壁にはクラックが発生し、コンクリートブロック造の界壁は脱落、落下物も多数発生している。停電は一時的であったが、ガス、水道は使用不能となり、当日朝からの営業は停止している。その後、施設の点検・補修を経て、4/19より段階的に営業を再開している。ここでは、3つあるターミナルのうち、最も利用客数の多い1つのターミナルを調査対象とした。

空調設備については、アネモ型の天井吹き出し口の脱落が多数発生している（写真4-1）。ただし、実用上の大きな支障にはならないことから、当面、そのまま使用されている（4/26時点）。

給排水設備については、本震により、屋外にあるガラス繊維強化プラスチック（以下、FRP）製受水槽の天板が脱落している（写真4-2）。施設管理者によると、受水槽の貯水機能自体は維持されているが、雨水が流入するなどしているため、4/19の敷地への上水供給開始後も飲料水としては使用できず、トイレ洗浄水としてのみ使用されているとのことであった（4/26時点）。このほかにも、給水管等の損傷によると思われる漏水が屋内各部で発生しているとのことであった。

電気設備については、電気室内に複数設置されていた変圧器のうち1基が転倒している。転倒した変圧器では、あと施工のメネジアンカーが使用されていた。なお、施設管理者によると、本震の際には、短時間の停電が発生したものの、非常用電源は問題なく作動したとのことであった。

防災設備については、搭乗待ち合いスペースで天井板の落下があった。また、同スペースでは、スプリンクラー設備が誤作動し、水損が発生している。施設管理者によると、スプリンクラー配管には変位吸収型の継手を使用されていなかったとのことであった。防火戸については、扉がヒンジから外れて脱落したものや、扉や戸枠の歪み、床の盛り上がりによる開閉障害が複数確認されている（写真4-3、写真4-4）。このほか、天井裏界壁のコンクリートブロック壁が崩れる被害も確認されている（写真4-5）。

昇降機設備については、接続部が破損したために使用を停止しているエスカレーターが複数ある（写真4-6）。また、エレベーターシャフトと建物とをつなぐエキスパンションジョイント部分で段差が生じているために、使用を停止しているエレベーターがある（4/26時点）。



写真 4-1 天井吹き出し口の被害



写真 4-2 屋外受水槽天板の被害



写真 4-3 ヒンジから脱落した防火戸



写真 4-4 開放できなくなった防火戸



写真 4-5 ブロック壁（天井裏界壁）の被害



写真 4-6 エスカレーター接続部の被害

4.2 共同住宅（熊本市中央区）

本施設は、11階建ての鉄筋コンクリート造であり、1978年（S53年）に建設されている。住戸は共用の外廊下に沿って並んでおり、住戸数は1階に5戸、2階以上は10戸の全105戸である。前震翌日の段階で、構造的な安全性は建物管理者により確認されていたが、本震



写真 4-7 開閉障害が発生した玄関扉



写真 4-8 方立て壁のせん断被害（等級IV）

階		住戸									
		北側階段					南側階段				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
階	11	○	○	○	○	○	○	○	II	○	○
	10	○	○	○	○	○	I	III	IV	II	I
	9	○	II	○	II	○	III	IV	IV	IV	II
	8	○	II	II	II	○	III	III	IV	IV	II
	7	○	III	III	III	I	III	IV	IV	IV	III
	6	I	III	IV	II	I	IV	III	IV	IV	III
	5	II	III	III	IV	II	IV	IV	IV	IV	IV
	4	II	IV	IV	IV	II	IV	IV	IV	IV	IV
	3	III	III	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV	IV
	2	II	II	III	III	II	II	III	IV	IV	II
1	I	I	II	II	II	○	○	×	△	○	

壁面のせん断破壊等級の定義（文献 ⁹ を参考にした）
I：近寄らないと見えにくい程度のひび割れが発生
II：肉眼ではっきり見える斜め方向のひび割れが発生
III：せん断ひび割れの幅が比較的大きく、複数発生するも、かぶりコンクリートの剥落はごくわずか
IV：せん断ひび割れの幅が拡大し、多数発生。かぶりコンクリート剥落や圧縮破壊が著しく、鉄筋が露出していることも
V：鉄筋が曲がり、内部のコンクリートも崩れ落ちるなど、部材耐力がほとんど残っていない状態

玄関扉の開閉障害
○：開閉障害なし
△：開閉障害の疑いがある
×

図 4-1 廊下側方立て壁のせん断破壊と玄関扉の開閉障害の状況

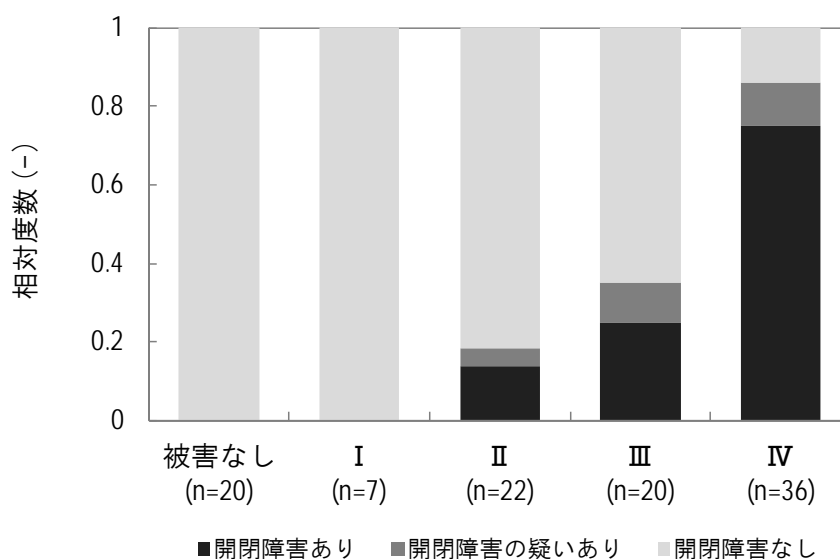


図 4-2 玄関扉の開閉障害の発生率

が発生した後にも再度安全性を確認した上で継続使用されている。

本施設については、共用廊下に面した方立て壁の被害について既に報告されているが²、方立て壁にせん断破壊が生じている場合、住戸の鋼製玄関扉にも開閉障害が発生している例が多く見られた(写真 4-7)。施設管理者ならびに居住者によると、バールで外側から玄関扉をこじ開けたり、玄関扉を内側から蹴破ったり、ベランダから隣接住戸に避難したりした人もあったとのことである。玄関扉に開閉障害が発生している場合には、火災時などにおける避難上の支障となる可能性があることから、本調査では、各住戸の玄関扉の被害について重点的に調査を行った。具体的には、共用部からの目視調査を行い、方立て壁のせん断破壊の程度⁹と鋼製玄関扉の開閉障害との関係を調べた。ただし、実際に玄関扉の開閉を行って障害の有無を確認することはできなかったため、開放されたままで閉鎖ができない状態になっているものを「閉鎖障害あり」、閉鎖はされているものの、ドアノブ周辺で扉と枠の間のクリアランスがなく、開閉に支障をきたしていると見られるものを「開閉障害の疑いあり」とした。また、参照したせん断破壊等級⁹は、鉄筋コンクリート造の耐力壁の損傷程度として定義されたものであるが、ここで対象とした方立て壁は非耐力壁である。方立て壁の被害と玄関扉の開閉障害の有無の関係を整理した結果を図 4-1、4-2 に示す。これによると、方立て壁、玄関扉とも、中央階段より南側に被害が集中している。破壊等級がIVの住戸では、36 戸中に 27 戸で玄関扉の開閉障害が発生しているなど、せん断破壊の程度が大きいほど、より多くの開閉障害が発生していることが確認できる。

4.3 病院 (大津町)

本施設は、竣工時期の異なる 4 棟 (東館、西館、中棟、北館) からなる病院で、二次救急医療施設に指定されている。竣工年は東館が 1981 年 (S56 年)、西館が 1988 年 (S63 年)、

中棟と北館が2004年（H16年）となっている。構造は、東館と西館がRC造で、中棟と北館はS造である。ただし、東館の4階部分は、もともと3階だった棟に、中棟と北館の増築時に建て増しされたS造である。大きな被害が出たのは本震の際で、壁には広い範囲で亀裂が発生、隣接する棟をつなぐエキスパンションジョイントが破損した上、西館では揺れによる給湯設備の破損で大規模な漏水が発生している。本震直後は安全性の確認を行わず、入院患者の館外への避難と他院への搬送を行っている。その後、構造上の安全性の確認がなされ、外来診療の受け付けは行っているものの、医療機器にも上記の漏水による被害が出ており、病院としての診療機能は制限された状態が続いている（4/27時点）。

空調設備については、西棟4階でファンコイルユニットの冷温水配管が数か所で破損し、水漏れが発生している。

給湯設備については、前震により、北館屋上の電気温水器のアンカーが外れたことで給水配管も外れ、漏水が発生している。また、本震により、北館屋上の貯湯槽のアンカー接合部分が損傷したほか（写真4-9）、北館3階の浴室天井でも給水配管の破損による漏水が発生している。西館の7階にある機械室では、貯湯槽2基の基礎が崩れ、給湯配管が外れたことで漏水が発生している（写真4-10、写真4-11）。これらの被害のうち、機械室の貯湯槽による漏水被害は特に大きく、下層階に大量のお湯が流れ出して居室が使用不能な状態となっている（4/27時点）。

電気設備については、西館の上層階で水損が発生し、電気系統の使用ができなくなっている（4/27時点）。施設管理者によると、非常用電源は本震後も問題なく作動していたとのことであった。

防災設備については、北館3階のエレベーター前に設置された折り畳み式防火戸が、揺れの影響で戸先が垂れ下がり、開閉ができない状態になっている。また、エレベーターシャフトと室内空間を隔てていた防火戸の枠板も脱落したため、現在は仮留めをした上でエレベーターの使用が停止されている（写真4-12）（4/27時点）。また、東館4階では、線入りガラス製の防煙垂れ壁が落下し、割れたガラスが周囲に散乱した（写真4-13）。このほか、天井に設置されたスプリンクラーヘッドの抜けや煙感知器の歪みが各所で散見された。破損の有無については定かではないが、再使用にあたっては作動確認が必要な状態となっている（写真4-14、写真4-15）。なお、防災設備には分類されないが、防火区画を形成すると見られる北館階段室内の壁では、2枚重ね合わせたせっこうボードのうち室内側の1枚が脱落している（写真4-16）。また、北館屋上では、電気温水器用貯湯槽の配管が揺れにより鉄骨梁に接触し、吹き付けられた耐火被覆が剥落している（写真4-17）。

昇降機設備については、西館のエレベーターが漏水により使用不能となっているほか、先述したように、北館のエレベーターも防火戸が破損したために使用不能となっている（4/27時点）。



写真 4-9 温水器用貯湯タンクのアンカー接合部分の被害



写真 4-10 ボイラー貯湯槽基礎の被害



写真 4-11 ボイラー貯湯槽の配管の被害



写真 4-12 開閉障害の発生した防火戸

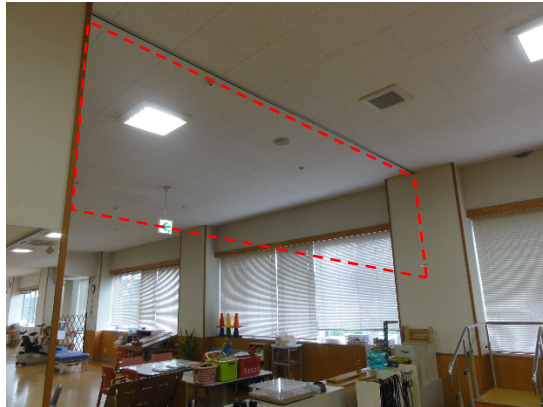


写真 4-13 防煙垂れ壁の脱落あと（赤線部）

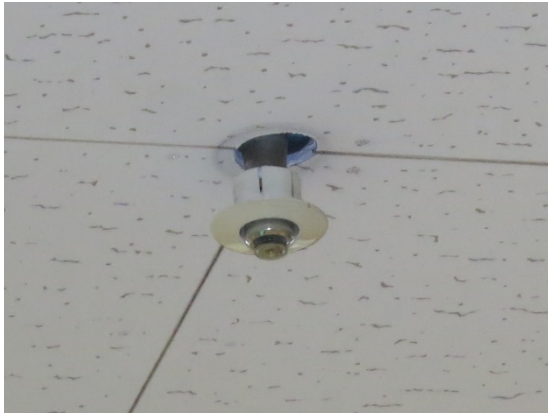


写真 4-14 スプリンクラーヘッドの抜け



写真 4-15 煙感知器の歪み

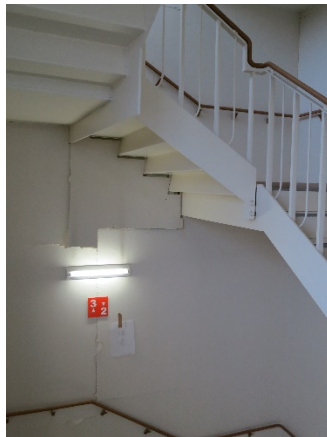


写真 4-16 階段室内の壁の被害



写真 4-17 耐火被覆が剥落した鉄骨梁

4.4 病院（熊本市東区）

本施設は、竣工時期の異なる3棟（南館、北館、新館）からなる病院で、熊本市内にある24の二次救急医療機関の1つに指定されている。竣工年は、南館が1979年（S54年）、北館が1984年（S59年）、新館が2001年（H13年）であるが、いずれもSRC造となっている。

前震による大きな被害はなかったものの、本震時には、非構造部材に損傷が生じたほか、外壁の脱落や窓ガラスの破損・落下が発生している。4/19に実施された応急危険度判定では構造上の問題は指摘されていないが、本震直後は安全性の確認を行えず、入院患者の館外への避難と他院への搬送を行っている。その後、建物や設備の補修を経て、4/28には部分的に外来診療を再開している。

空調設備については、屋上に設置してあるFRP製冷却塔で、冷却水配管との接合部が破断して、空調設備が使用できない状態となっている（写真4-18）（4/28時点）。これは、配管の置き基礎が移動したことと（写真4-19）、冷却塔の下部支持材が一部破断してアンカーが抜けたことにより（写真4-20）、冷却塔本体と配管に変位差が生じ、破断部に力が加わったためと考えられる。

給排水設備については、FRP製受水槽の天板が破損したが、貯水機能自体は維持されている（写真4-21）。また、屋上に4基ある高架水槽のうち3基のオーバーフロー管（水槽内部）が破損している（写真4-22）。施設管理者によると、地震後、上水の供給が停止していたが、井戸水を取り込めるようになっていたため、トイレ洗浄水は確保できているとのことであった。このほか、屋内の給水配管が数か所で破損して漏水が発生したものの、漏水量は多くなかったため、居室の使用に影響は出ていないとのことであった。

電気設備については、大きな問題は発生していない。施設管理者によると、本震の際に1時間程度の停電があったものの、非常用電源が起動し、非常灯などは点灯したとのことであった。

防災設備については、北館と南館の間のエキスパンションジョイント近くに設置された防火戸が、枠の変形のために完全には閉鎖しない状態となっているほか、2、3か所で閉鎖障害が発生している（写真4-23）。また、スプリンクラーヘッドが天井板から抜け出した状態になっているものがあるが、漏水被害は発生していない（写真4-24）。このほか、支持部が破損した避雷針が転倒するなどしている（写真4-25）。

昇降機設備については、5基のエレベーターで被害が発生し、使用できない状態となっている。建物管理者によると、被害の内訳は、つり合いおもりの脱落が2基、綱車のワイヤーの外れが1基、機械室内の巻き上げ機の破損が2基とのことであった。



写真 4-18 冷却塔配管と冷却水配管接合部の被害



写真 4-19 配管置き基礎の移動



写真 4-20 冷却塔支持材の被害



写真 4-21 受水槽天板の被害

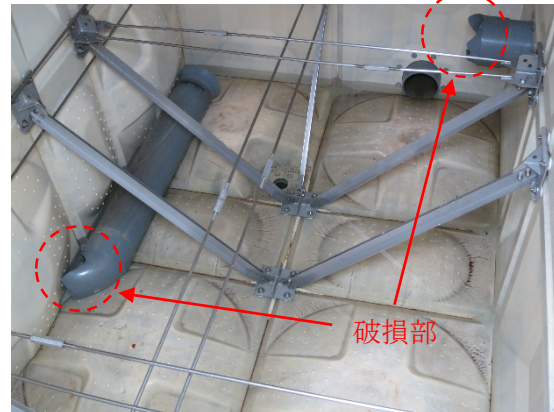


写真 4-22 高架水槽オーバーフロー管の被害



写真 4-23 完全には閉鎖しなくなった防火戸



写真 4-24 スプリンクラーヘッドの抜け



写真 4-25 支持部の破損により転倒した避雷針

4.5 行政庁舎（御船町）

本施設は、地上3階、地下1階のRC造の行政庁舎で、1974年（S49年）に竣工、2010年（H22年）に耐震補強を行っている。前震による大きな被害はなかったものの、本震により一部構造でコンクリートの剥落や鉄筋の露出、窓ガラスの破損・脱落が発生する被害を受けている。設計者による調査で構造上の安全性に関する問題は指摘されていないが、天井材が広範囲に落下し、窓ガラスの破損・脱落がある居室もあることから、一部機能を隣の庁舎に移して業務を継続している。

空調設備については、屋上の冷却塔が基礎の根元の部分から傾斜したほか、冷却塔と冷却水配管の接合部が破断して水漏れが発生している（写真 4-26, 4-27）。これも、前述の病院の被害と同様、冷却塔本体と配管の変位差により、破断部に力が加わったことが原因になったものと考えられる。屋内では、天井材のほか、空調ダクトや空調吹き出し部、照明設備の脱落も多数発生している（写真 4-28, 4-29）。

給排水設備については、受水槽や高架水槽に被害はなかったものの、上水の供給が前震後に停止している。施設管理者によると、トイレ洗浄水に近くの川の水を使用するなどして節水を行ったとのことであった。水道水の供給は4/21になって復旧しているが、飲料水とし

での使用は再開されていない（4/28 時点）。

電気設備については、施設管理者によると、本震後に漏電のためにブレーカーが作動し、4/27 の応急復旧工事までの間、館内の一部で電気が使用できなくなったとのことであった。なお、非常用電源については、本震後の停電中も問題なく作動していたとのことであった。

防災設備については、施設管理者によると、防火シャッターが自動閉鎖したものの、付属するモーターの電源が起動せず、開放することができなくなったとのことであった。ただし、防火シャッターが閉鎖したままでは避難安全上の支障があることから、専門業者の作業により開放されたとのことである（写真 4-30）。また、空調ダクト内の防火ダンパーが自動閉鎖したため、後日、手動で開放されたとのことであった。



写真 4-26 基礎部分から傾斜した冷却塔



写真 4-27 冷却塔と冷却水配管接続部の被害



写真 4-28 天井材の被害



写真 4-29 空調ダクトの被害



写真 4-30 自動閉鎖したのち開放できなくなっていた防火シャッター

4.6 学校（熊本市中央区）

本施設は、複数の鉄筋コンクリート造の棟からなる学校で、竣工年は1979年（S54年）である。地震の影響により、敷地内の広い範囲で地盤沈下が起こり、建物との間には段差、隙間が生じている（写真 4-31）。複数棟ある中の一棟では、室内に傾斜が生じており、立ち入りが禁止されている。このほかに構造体の目立った被害は見られない（4/28時点）。

給排水設備については、地下に埋設された給水管の破損・漏水が5か所あった。いずれも各棟への地下導入部においてであり、地盤変状の影響が考えられる（写真 4-32）。ただし、屋内の漏水は発生しておらず、教室使用に影響は出ていない。このほか、受水槽から高架水槽への送水を行う揚水ポンプが故障する被害が発生している。



写真 4-31 建物と地盤面の段差



写真 4-32 地下埋設給水配管の破損箇所付近

5. まとめ

火災被害については、出火確率を過去の記録をしたところ、PGVの大きな領域でこそ兵庫県南部地震の記録より小さいものの、東北地方太平洋沖地震の記録からの隔たりは大きくなかった。

建築設備被害については、当面の建物使用上の影響はない軽微な被害が多く見られたが、施設の機能継続に影響を及ぼしていると思われる例も見られた。機能継続に関連すると考えられる項目を整理した結果を表 5-1 に示す。ここから、以下のような点を指摘することができる。

- ・ 構造上の安全性を速やかに判断することが、施設を機能継続させる上で重要である。
- ・ ガス供給が停止している施設であっても、電気とトイレ洗浄水が使用できることで、施設の機能継続・再開がなされている例がある。トイレ洗浄水の確保には、上水の供給再開を待たず、井戸水、河川水を使用している例がある。
- ・ 空調設備の被害が、施設の機能継続・再開の要件となっている例はなかったが、異なる季節、異なる地域で地震が起こっていれば、状況が異なっていた可能性がある。

表 5-1 建築物被害と機能継続の関係

		4.1 節	4.2 節	4.3 節	4.4 節	4.5 節	4.6 節
立地		益城町	熊本市中央区	大津町	熊本市東区	御船町	熊本市中央区
最大震度	前震	7	5 強	5 強	6 弱	5 強	5 強
	本震	7	6 強	6 強	6 強	6 弱	6 強
用途		空港旅客ターミナル	共同住宅	病院	病院	行政庁舎	学校
構造		RC 造, S 造	RC 造	RC 造, S 造	SRC 造	RC 造	RC 造
竣工		1971 年以降, 5 次にわたり増改築	1978 年	東館: 1981 年 西館: 1988 年 中棟, 北館: 2004 年	南館: 1979 年 北館: 1984 年 新館: 2001 年	1974 年 (2010 年補強)	1979 年
構造等		- EJ 破損, ずれ - 非構造部材損傷 - ブロック壁脱落(天井裏) - 落下物多数	- EJ 破損 - 非構造部材損傷 - 玄関扉の開閉障害	- 非構造部材損傷 - EJ 破損	- EJ 破損 - 非構造部材損傷 - 外壁脱落 - 窓ガラス破損・落下	- EJ 破損 - 非構造部材損傷 - 天井材落下 - 窓ガラス破損・落下	- 地盤沈下 - 建物床傾斜 - EJ 破損
建築設備	空調設備	- 吹き出し口脱落	- 被害なし	- FCU 冷温水配管破損(屋内)	- 冷却塔破損(屋上)	- 冷却塔破損(屋上) - 空調ダクト脱落(屋内)	- 被害なし
	給排水設備	- 受水槽天板破損 - 給水配管破損(屋内)	- 被害なし	- 貯湯槽破損(屋上, 機械室) - 給水配管破損(屋内)	- 受水槽天板破損 - 高架水槽破損(屋上) - 給水配管破損(屋内)	- 被害なし	- 揚水ポンプ故障 - 給水配管破損(地下)
	電気設備	- 変圧器転倒(電気室)	- 被害なし	- 被害なし	- 被害なし	- 漏電(屋内)	- 照明器具落下(屋内)
	防災設備	- SP 誤作動 - 防火戸脱落	- 被害なし	- 防火戸脱落 - 防煙垂れ壁脱落 - SP ヘッド等破損 - 防火区画破損(階段室) - 耐火被覆剥落	- 防火戸閉鎖障害 - SP ヘッド等破損 - 避雷針脱落(屋上)	- 防火シャッター破損 - ダンパー閉鎖	- 被害なし
	昇降機設備	- ESL 接続部被害 - EV 使用停止(4/26 時点)	- 被害なし	- EV 被害	- EV 被害	- 被害なし	- EV 被害
	その他			- 医療機器水損	- 医療機器使用停止		
都市設備	水道	- 断水(4/16~4/18)	- 断水(~4/25)	- 給水再開(4/22) - 井戸水利用	- 井戸水利用	- 断水(4/14~4/21)	- 断水(4/16~4/19)
	電力	- 短時間停電(4/16)	- 停電なし	- 短時間停電(4/16)	- 短時間停電(4/16)	- 半日停電(4/16)	- 短時間停電(4/16)
	ガス	- 使用停止(4/26 時点)	- 開栓作業中(4/27)	- LPG 使用再開(4/17)		- 使用停止	- 開栓作業中(4/28)
機能継続・再開		- 一部営業再開(~4/19)	- 機能停止なし	- 入院患者転院 - 診療制限 (4/16~)	- 入院患者転院 - 一部診療再開 (4/28~)	- 一部機能移転 - 機能停止なし	- 休校中(4/28 時点)

※ EJ : エキスパンションジョイント, EV : エレベーター, ESL : エスカレーター, SP : スプリンクラー設備, FCU : ファンコイルユニット, LPG : プロパンガス (ガスボンベ)

謝辞

本調査を実施するにあたり、熊本市消防局には火災情報の収集にご協力をいただきました。また、個別にお名前を挙げることはできませんが、火災現場調査ならびに建築物被害調査にご協力をいただきました皆様にはお見舞いとお礼を申し上げます。

-
- ¹ 消防庁：熊本県熊本地方を震源とする地震（第49報），2016年5月9日
 - ² 国土技術政策総合研究所・建築研究所：平成28年（2016年）熊本地震による建築物等被第二次調査報告（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），2016年5月2日
 - ³ 国土技術政策総合研究所・建築研究所：平成28年（2016年）熊本地震による建築物等被第三次調査報告（速報） - （鉄骨造建築物、非構造部材、設備を中心とした調査），2016年5月13日
 - ⁴ 産業技術総合研究所：地震動マップ即時推定システム（<https://gbank.gsj.jp/Quake/>）
 - ⁵ 総務省統計局：平成22年国勢調査（<http://www.e-stat.go.jp/>）
 - ⁶ 総務省消防庁：阪神・淡路大震災について（確定報）（2006）
 - ⁷ 総務省消防庁：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について，第153報（2016）
 - ⁸ 樋本圭佑・山田真澄・西野智研：2011年東北地方太平洋沖地震における津波浸水区域外の出火傾向の分析，日本建築学会環境系論文集，Vol.79，No.697，pp.219-226（2014）
 - ⁹ 日本建築防災協会：震災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針（鉄筋コンクリート造編），1991