

平成28年熊本地震 地震被害調査速報

Quick Report of The 2016 Kumamoto Earthquake

松田 泰治 正会員 熊本大学大学院教授(西部支部 調査団長)

柿本 竜治 正会員 熊本大学大学院教授(西部支部 調査団)

鈴木 素之 正会員 山口大学大学院教授(地盤工学委員会 調査団長)

山尾 敏孝 正会員 熊本大学大学院教授(西部支部 調査団)

北園 芳人 正会員 熊本大学 名誉教授(西部支部 調査団)

高橋 良和 正会員 京都大学大学院 准教授(地震工学委員会 調査団長)

2016年4月14日熊本県を震源とするM6.5の地震が発生し、益城町で震度Ⅶを記録した。続く16日にはM7.3の地震が再度発生し益城町と西原村で震度Ⅶを記録するなど熊本県全域で甚大な被害をもたらした。余震の発生は過去最大を記録し5月現在いまだ収束の気配を見せていない。KiKinet 益城で観測された16日の本震記録はEW方向の最大加速度は1157gal(図1)、最大速度は127kine(図2)を記録し兵庫県南部地震で記録された地震動に匹敵する破壊力を有する地震動と考

えられる。土木学会では西部支部緊急調査団、地震工学委員会調査団、地盤工学委員会調査団などを派遣して被害調査を実施した。ここでは、調査結果の概要を速報として報告する。

橋梁の被害

九州自動車道、県道28号そして南阿蘇地方を中心に、橋梁に甚大な地震被害が発生した。

九州自動車道では、木山川橋・秋津川橋では、耐震補強されていたRC橋脚部には被害しなかったもの

の、ほとんどの鋼製支承が損傷し、桁が支承部から逸脱、路面に段差が発生するなどの被害が確認された。また、自動車道を跨ぐ複数の跨道橋が損傷した。16日未明の本震では、府領跨道橋が高速道路本線上に落橋した(写真1)。

県道28号では、阪神・淡路大震災以降の設計基準に基づく複数の橋梁に被害が発生した。五径間連続橋の大切畑大橋では、一つの橋脚部を除く橋台部・橋脚部においてゴム支承が破断し(写真2)、桁が橋軸直角方向に移動するとともに、破断しな

かった支承を有するRC橋脚が曲げ損傷した。また俵山大橋では、桁がゴム支承から逸脱するとともに、鋼桁が座屈するなどの被害が発生した。南阿蘇地域では、斜面崩壊により阿蘇大橋が落橋、流出した(写真3)。またダンパーにより耐震補強されていた南阿蘇大橋では、橋軸方向のダンパー取付部が損傷した。

多くの被害橋梁において、落橋防止システムなどの事前対策が機能した事例も見受けられる一方で、横変位拘束構造が脆性的な破壊をした事例もあり、上部構造の落下防止対策



写真1 九州自動車道に落橋した府領跨道橋



写真2 ゴム支承が破断した大切畑大橋の橋台部



写真3 斜面崩壊により落橋した阿蘇大橋

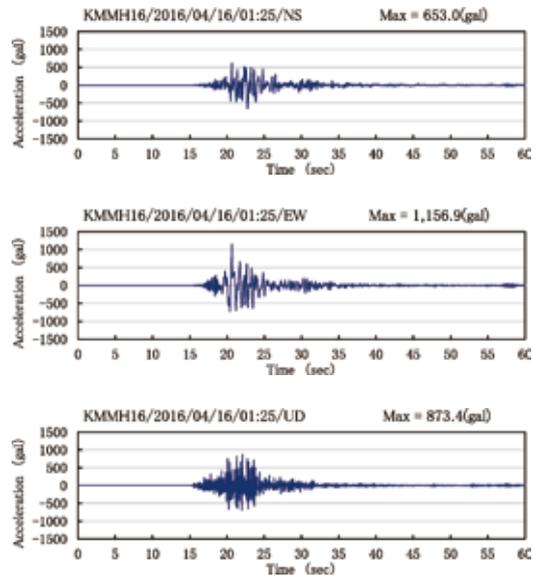


図1 KiK-net益城で観測された本震の加速度時刻歴

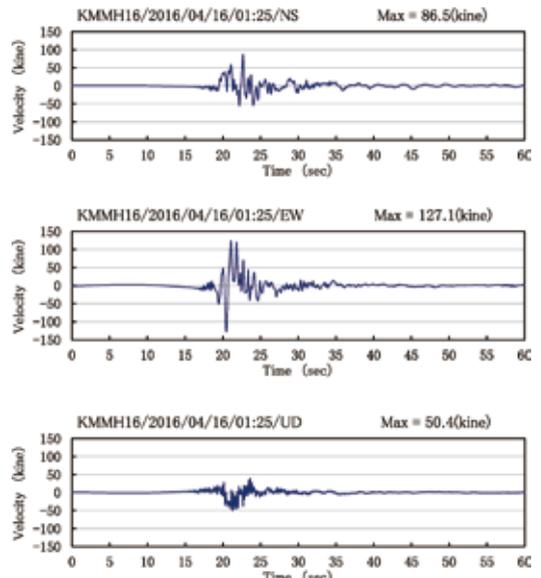


図2 KiK-net益城で観測された本震の速度時刻歴 (High Pass Filter:0.05Hz)

に対する検証が必要である。

石橋と熊本城跡の被害

今回の熊本地震で震度7が2回発生した前震と本震により、熊本県内の多くの石橋や熊本城跡など多くの建造物の文化財が被災した。国重要文化財の通潤橋（1854年築造）をはじめとし、熊本県指定文化財である菊池市の永山橋（1878年）と立門橋、御船町の八勢目鑑橋（1885年）と門前川目鑑橋（1808年）など壁石垣の崩壊やアーチ輪石の損傷が発生した。通潤橋は橋面部において石垣と石管部の間の被覆土に5〜10cm程度の亀裂がかなりの範囲にわたって発生し、これにより石垣上部が外側方向に膨らみが発生した（写真4の赤丸）。また、橋面部の石材の通水管のつなぎ目のずれが多数あり、しっくい部の損傷や浮き上がりなどが多数生じており、通水管に破損の可能性があるので通水管の被災状況調査が必要と思われる。石橋の被災特徴として、下鶴橋（宇城市、写真5）の壁石垣と高欄の崩落状況（上



写真5 下鶴橋(宇城市)の壁石崩壊とアーチ輪石のすき間



写真4 通潤橋の石垣上部の変状

側)とアーチ輪石の大きなすき間と輪石の割れ(下側)の発生状況を示した。アーチ輪石のすき間の発生は、アーチ輪石模型の振動実験での輪石挙動と非常によく対応していることが判明した。しかし、今回の大きな地震では、石橋のアーチ輪石が崩落した報告はなく、壁石垣の崩落や壁

石垣のはらみなどの損傷発生と高欄の落下などの損傷が発生した点に特徴がある。一方、熊本城跡の主な被害状況(図3)は、国重要文化財である北十八間櫓、東十八間櫓、五間櫓、不開門および長堀が全壊し、これに26棟の櫓や門の損壊および壁石垣が崩落など被害箇所は52箇所到達し、



図3 熊本城跡の主な被害状況 (熊本日日新聞記事5月8日朝刊)

ほとんどが本震により発生したものである。
土砂災害
今回の熊本地震による土砂災害は熊本県内だけでなく大分県、佐賀県、長崎県、宮崎県、鹿児島県でも発生し

ており総数はまだ把握できていないが、国土交通省の災害情報によると5月13日現在で土砂災害は125件、うち熊本県内は94件となっている。土砂災害による犠牲者(行方不明者1名を含む)は土石流による10名となっている。土砂災害は南阿蘇村を中心に地震動が強かった地域で多発しており、これらの多くが4月16日未明の本震時に発生したものと考えられる。
今回の地震による土砂災害の特徴としては、火山灰土を表層に持つ崩壊が大多数である。その中でも代表的な崩壊として、(1)大規模な斜面崩壊(深層崩壊)(写真6、7)は表層の火山灰層と基盤層の亀裂の発達した溶岩が風化し弱面を形成していた斜面が強烈な振動を受けて深層崩壊を起したものと考えられる。崩壊の源頭部は急傾斜で強烈な振動を受け亀裂を生じ崩落し、基盤と考えられる風化した溶岩層を巻き込んだために、大規模な崩壊となったと考えられる。(2)勾配が20度に満たない斜面の崩壊(写真8)は比較的厚い火山灰土層(黒ぼく・赤ぼく)の下部



写真6 阿蘇大橋を落橋させた大規模崩壊



写真7 緩傾斜部に堆積した崩壊土砂と岩塊



写真8 緩傾斜な斜面で発生した表層崩壊



写真9 赤ぼく層の下部に見られる軟弱な粘土化した層（すべりを起こした層）、この下に草千里ヶ浜降下軽石層が見られる



写真10 烏帽子岳南斜面の表層崩壊



写真11 谷の出口を塞いだ形の崩壊土砂、下流は山王谷川



写真12 阿蘇長陽大橋に至る道路の崩壊



写真13 阿蘇長陽大橋の取付道路の損壊・崩落

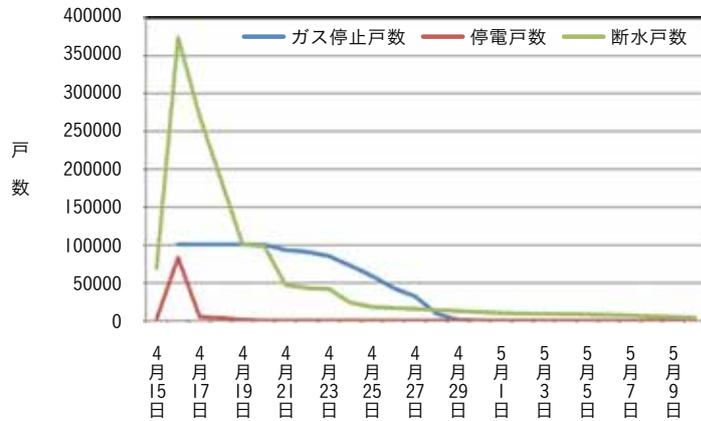


図4 都市ガス、停電、断水の復旧状況

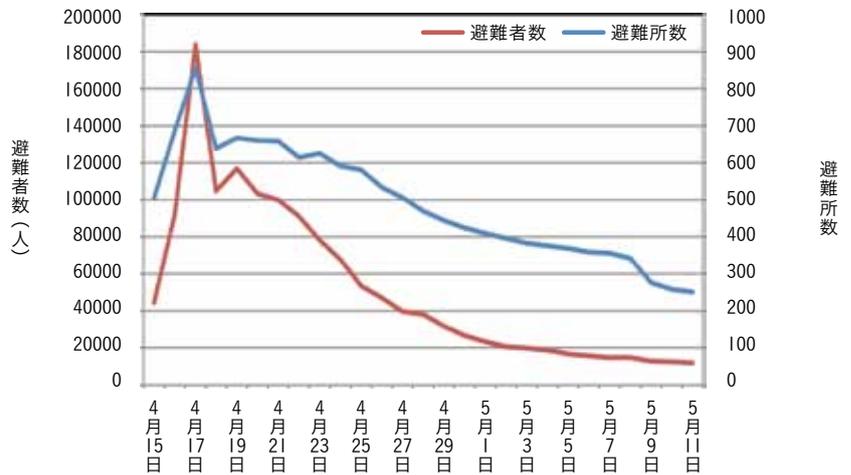


図5 避難者数、避難所数の推移



写真14 宇土市役所

に降下火砕物が粘土化した非常に軟弱な層(写真9)があり、これが強烈な振動を受けたことにより、流動化してフラットな基盤層となった草千里ヶ浜軽石層との境界ですべて大量の土砂崩壊となった。この崩壊はほとんど巨礫を含まない火山灰土層・降下火砕物の崩壊と考えられる。

(3) 中央火口丘周辺は烏帽子岳の表層崩壊(写真10)に見られるように、急傾斜な斜面の火山灰土層が連続して崩壊しており、大量の崩壊土砂が発生している。一部溪流に落下し土石流となったが、大部分は溪流に落下した状態(写真11)で残っており、

によりさらに大きな土石流となることが懸念される。また、いずれの崩壊形態にもかかわらず、崩壊源頭部の上部や側面には大きな亀裂が見られ、これらもいずれ崩落することが考えられる。(4) 阿蘇長陽大橋に至る道路に見られるように、道路の崩落や損壊が発生している(写真12)。この

道路の崩落は、崩壊部の勾配が緩く、溶岩上の火山灰土の崩壊によるものとみられる。また、阿蘇長陽大橋に近い急傾斜地に造成された道路(写真13)においては崩落や損壊が顕著であった。規模の大きな斜面崩壊や小さくても多数の斜面崩壊が同じ溪流に崩落

することで大量の崩壊土砂となっており、それが斜面内や渓流内に残っており、豪雨時に一気に土石流となつて下流域で氾濫する恐れがある。そのためハード的な防災対策は時間がかかるので、早目に避難し、自らの命を守るといふソフト対策が現状では一番大切であると考ええる。また、一連の地震で強い揺れを受けた地域の斜面には亀裂等の変状が生じている箇所があるので、今後も崩壊の発生に注意が必要である。

ライフライン被害

4月14日、16日の2度の地震で、電気、ガス、水道といったライフラインも大きな被害に見舞われた(図4)。一時的には約20万戸が停電したが、16日の夜時点の約8万戸の停電は20日までに解消した。水道は最大約37万戸が断水し、1週間後にその約90%が通水可能となったが、5月10日現在で約4千戸がまだ断水状態にある。都市ガスは、約10万戸の供給が停止され、4月20日から順次復旧が進み、4月末までに供給停止は

解消された。また、生活関連施設の一つである一般廃棄物処理施設も数多く被災した。焼却炉の損傷等で、四つのごみ処理施設が長期間使用できない状態となり、震災ごみの処理にも支障を来している。図5に示されるように最大18万人を超えた避難者も水道、ガス、電気の復旧に伴い減少しているが、5月11日現在で251箇所

に約1万人が避難生活を送っている。交通関係も大きな被害に見舞われた。九州自動車道は、跨道橋落橋等により植木一八代インター間が通行止めとなったが、4月29日には全線開通している。また、土砂災害や道路陥没等により国道3、57号線など幹線道路をはじめ、多くの道路が通行止めとなった。このような交通インフラの被災は公共交通機関にも大きな影響を与えた。九州新幹線は回送中車両の脱線等により運転見合わせ、その他県内のJR九州全線運転見合わせとなった。南阿蘇鉄道は、土砂崩れのため大きなダメージを負い復旧の目途が立たない状態である。熊本空港はターミナルビル内の天井が崩落のため閉鎖され、全便欠航とな

り、熊本港は可動橋破損により、フェリーが全便欠航となった。高速バス、および路線バスも荒尾市域および荒尾一玉名間を除き、すべて運休、また、熊本市電、熊本電鉄も運休となった。新幹線は、4月20日に一部運転を再開し、27日に全線での運行を再開している。空港は4月19日から、熊本港は22日から運航を再開した。熊本市電は4月19日に一部再開し、20日に全線再開し、熊本電鉄は20日に一部再開し、23日に全線再開している。路線バスやJR路線は順次運行を再開しているところである。

防災拠点となる市役所や町役場も使用できなくなった。写真14は、5階建ての4層目が層崩壊寸前となった宇土市役所である。その他、今回の地震で八代市役所、人吉市役所、益城町役場、大津町役場が使用できなくなり、防災拠点の機能を果たせなくなった。また、熊本市市民病院等基幹病院も建物被害や電気・ガス・水道の不通により救急受け入れができなくなり、医療現場は混乱した。このような防災拠点の損壊は被災者支援に支障を生じさせた。

最後に、今回の熊本地方を震源とする一連の地震により犠牲となられました方々には、心より哀悼の意を表しますとともに、被害に遭われた皆様にお見舞い申し上げます。

謝辞…本検討では防災科学技術研究所のKiikinetの地震動記録を使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) 土木学会西部支部平成28年熊本地震緊急災害報告(第1報)第10報
- (2) 平成28年(2016年)熊本地震被害調査結果速報会資料
- (3) 国土交通省…災害情報、熊本県熊本地方を震源とする地震について(第35報)、<http://www.mlit.go.jp/common/001131315.pdf>、平成28年5月13日6:00