

平成 28 年熊本地震被害調査報告
(速報版)



平成 28 年 5 月 16 日

株式会社 **CPC**

1. 概要

1.1 調査概要

(1) 調査目的

道路構造物（橋梁など）の地震被害状況
地震による斜面災害状況
建物の地震被害状況

(2) 調査員：

地盤グループ：佐藤、業田
構造グループ：川上、文堂

(3) 地震被害調査行程：

4/25（月）

主に地表断層、建物被害調査
大阪—博多（新幹線）—レンタカー
博多—益城町—熊本市 博多にて宿泊

4/26（火）

地盤グループ：主に斜面災害調査
博多—南阿蘇村—阿蘇市—西原村—大津町—博多
構造グループ：主に橋梁地震被害調査
博多—熊本市—宇土市—宇城市—甲佐町—御船町—
博多 博多にて宿泊

4/27（水）

主に建物被害調査
博多—益城町—博多—大阪（新幹線）

(4) 調査範囲：

熊本県熊本市、阿蘇市、宇土市、宇城市、益城町、大津町、甲佐町、御船町、南阿蘇村、西原村

1.2 熊本地震の概要

2016年4月14日21時26分に熊本県熊本地方においてM 6.5の地震が発生、熊本県益城町において震度7が、玉名市、西原村、宇城市、熊本市で震度6弱が観測されている。その後も震度5弱を超える地震が複数回発生したが、これを前震とし、4月16日1時25分に熊本県熊本地方においてM 7.3の本震が発生、西原村、益城町において震度7が、南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、嘉島町、宇城市、合志市、熊本市において震度6強が観測された。その後も震度5弱以上の地震が複数回発生し、震度1以上の余震は1,400回を超え現在も継続している

（2016年5月16日現在）気象庁は本震の発振機構を『南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、地殻内の浅い地震である。この地震の余震分布と発震機構から推定される震源断層は、北東—南西方向に延びる右横ずれ断層で正断層成分を含むものであった』¹⁾としている。本震では震源近くのK-NET益城(KMMH16)観測点で最大加速度1,362 gal、宇土(KMM008)で 882 galと非常に大きな加速度が観測されている²⁾。図-1.1に今回の地震の震央分布

図³⁾を示しており、これを見ると余震域は大分県別府市から熊本県八代市にかけての150 kmにわたり、別府一万年山断層帯、布田川断層帯、日奈久断層帯にまたがって分布している。14日の前震以降震央は布田川断層帯付近に集中していたが、16日の本震以降余震の活動域が広がった事が報告されている³⁾。この九州中部地域には別府一島原地溝帯⁴⁾と呼ばれる活構造が存在しており、今回の地震はこの構造が関係していると考えられている。

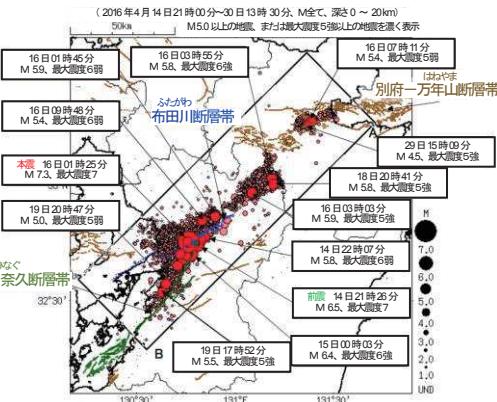


図-1.1 熊本地震の震央分布図³⁾

（4月30日現在、気象庁）

熊本県の調べでは、表-1.1に示すように5月14日時点で死者49人、負傷者1,664人となっている⁵⁾。過去にこの付近で発生した地震としては、表-1.2に示すように1941年の日向灘地震（M 7.2）および1968年のえびの地震（M 6.1）などがある⁶⁾。今回の地震を気象庁では「平成28年（2016年）熊本地震」と命名している⁷⁾。

表-1.1 熊本地震被害状況

熊本県の地震被害	
死者	49人
関連死者	19人
行方不明者	1人
負傷者	1,664人
避難者	183,882人
全壊	2,847戸
半壊	5,324戸
一部破損	32,408戸
5月15日13時半現在、熊本県調べ ⁵⁾ 。	
避難者数は4月17日最大時。	

図-1.2に本震の地表面最大加速度分布²⁾を示しており、大きな揺れが熊本県全域で生じていたことが確認される。また、K-NETにて観測された本震の強震動波形⁸⁾を図-1.3に示す。同記録は、ほぼ震央に位置する益城町にて観測されたもので、本震波形は南北方向に比べ東西成分の方が大きな地震動であり、鉛直動も873.4 gal発生しているのが確認される。同地点の計測震度は6.4となっている²⁾。

表-1.2 熊本県で過去に顕著な被害を及ぼした地震の履歴⁶⁾

日付	時刻	地域	深さ	M	死者	負傷	被害	備考
744.06.30		八代・天草・葦北		7	1520	-	山崩れ	
1619.05.01		肥後八代		6.2		-	麦島城・家屋破壊	
1625.07.21		熊本		5~6	約50	-	火薬庫爆発, 石垣被害	
1723.12.19		肥後・豊後・筑後		6.5	2	-	倒家	
1769.08.29		日向・豊後・肥後		7.75		-	寺社・町屋の破損	
1792.05.21		雲仙岳		6.4	約15,000	-	津波	島原大変肥後迷惑
1889.07.28	23:45	熊本付近	極浅	6.3	20	52	家屋倒壊, 堤防崩壊等	
1894.08.08	23:19	熊本県北部	極浅	6.3			家屋・土蔵破損, 石垣崩壊	
1895.08.27	22:42	熊本県東北部	極浅	6.3			家屋・土蔵破損, 石垣崩壊	
1909.11.10	15:13	宮崎・熊本県境	150km	7.6	あり	3	漬家	
1931.12.22	22:08	八代海	0km	5.6			堤防亀裂, 石垣崩壊等	
1941.11.19	01:46	日向灘	0km	7.2	2	18	家屋全壊, 石垣崩壊等	日向灘地震
1968.02.21	10:45	宮崎県南西部	0km	6.1	3	42	家屋全壊, 山崩れ等	えびの地震
1975.01.23	23:19	熊本県北東	0km	6.1		10	道路損壊, 山崩れ	
1987.03.18	12:36	日向灘	48km	6.6	1	若干	建物・道路などに被害	
1997.05.13	14:38	薩摩地方	8km	6.2			がけ崩れ, 家屋ひび割れ	
2000.06.08	09:32	熊本地方	10km	4.8			瓦多数落下, 落石	

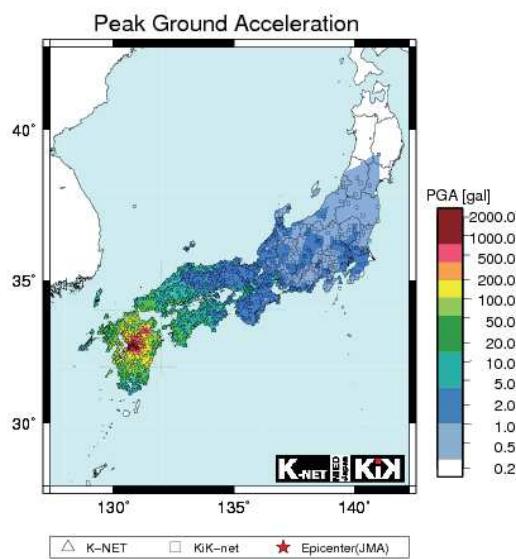


図-1.2 本震の地表面最大加速度分布²⁾

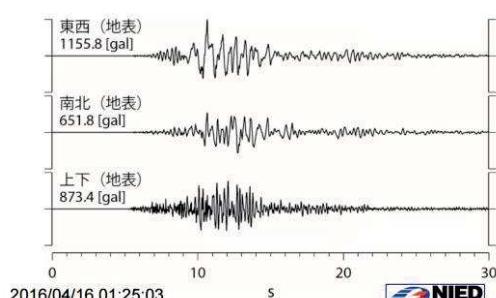


図-1.3 本震で観測された強震動波形³⁾ (益城町)

1.3 地形・地質の概要

20万分の1地質図幅『熊本』⁹⁾ (図-1.4), 日本の地質9『九州地方』¹⁰⁾, から, 今回調査を行った熊本市から阿蘇市にかけての地域の地形・地質をまとめると以下の特徴を持つ。西側には菊池川, 白川, 緑川流域の沖積低地である熊本平野が広がる。東側には複式火山の阿蘇山があり, 陥没によってできた南北約25 km, 東西約17 kmの巨大なカルデラと, その内部の中央火口丘群からなる。阿蘇山の噴出物の内, 最も広域に分布する火砕流堆積物は阿蘇-4火砕流堆積物であり, 熊本平野では沖積層や段丘堆積物によって被覆されている。熊本平野の南東縁は布田川断層帶, 日奈久断層帶によって境され, 白亜紀以前の堆積岩・変成岩と接している。また, 外輪山の内側の斜面では, 溶岩および溶結した火砕流堆積物により急峻な斜面が形成されている。

2. 現地調査結果 (地盤グループ)

2.1 建物被害

今回の地震で特に家屋被害が大きかった地域は, 前震, 本震ともに震度7の揺れ観測した益城町の秋津川沿いの地域で (写真-2.1, 2.2), 特に沖積低地から段丘面にかけての緩傾斜地域において被害が大きくなる傾向がある。また, 地表地震断層が確認された益城町堂園地域や南阿蘇村河陽地域 (写真-2.3)において多くの家屋が損壊している。

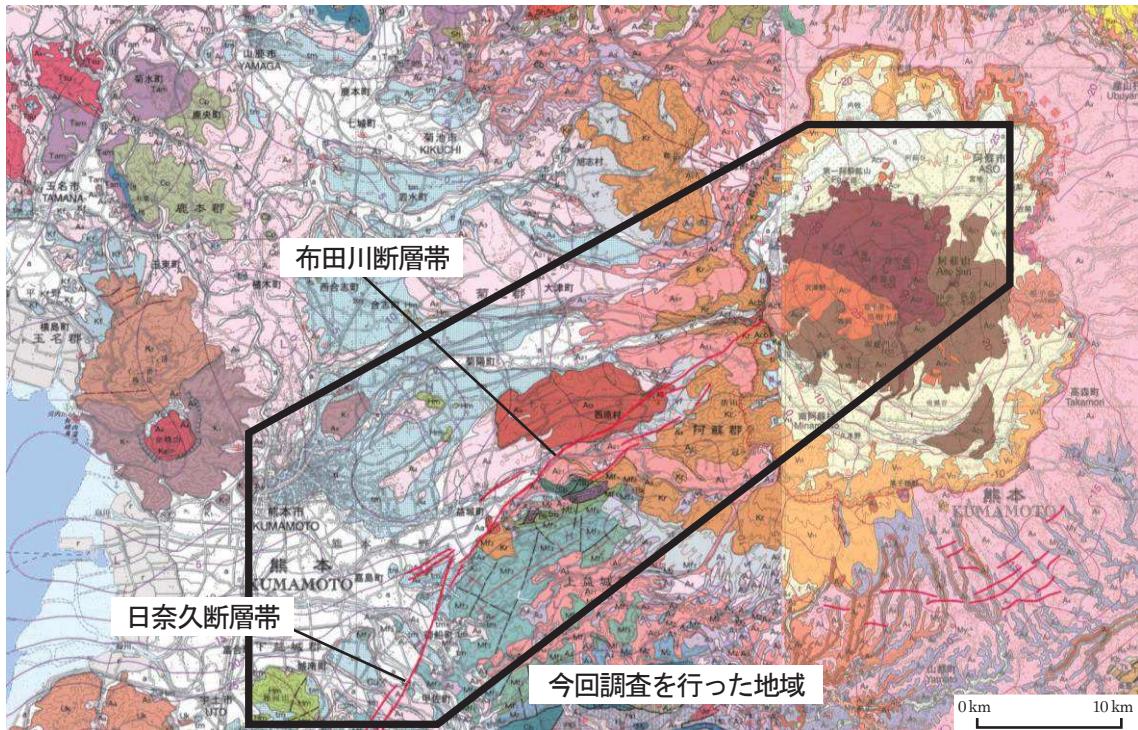


図-1.4 今回調査を行った地域の地質図^{9), 10)}
a : 沖積層, tl・tm : 段丘堆積物, A₄ : 阿蘇-4火碎流堆積物



写真-2.1 益城町における家屋の倒壊
一階部分が潰れた家屋が多く見られた



写真-2.3 南阿蘇村河陽における家屋の倒壊



写真-2.2 益城町木山における家屋・ブロック塀の倒壊



写真-2.4 熊本市西区出町におけるマンションの損壊
一階駐車場部分が潰れている



写真-2.5 西原村小森における家屋の損壊



写真-2.6 熊本城の石垣の被害状況



写真-2.7 熊本城の石垣の崩壊による熊本大神宮の倒壊



写真-2.8 阿蘇市阿蘇神社の倒壊

2.2 斜面災害

益城町から西原町、南阿蘇村、阿蘇市にかけての山間部において多数の地すべり、斜面崩壊が確認された。阿蘇カルデラの外輪山内側斜面では溶岩・溶結凝灰岩の急斜面が崩壊しているのが確認された（写真-2.9～2.11）。特に、阿蘇大橋周辺での斜面崩壊跡では角ばった火山岩の巨礫が多く含まれており（写真-2.10），表層のみでなく基盤の溶岩ごと崩壊していると考えられる。外輪山の内側斜面でも、ワイヤーロープとアンカーによって固定されていた斜面では崩壊は見られなかった。益城町では寺迫地域で斜面崩壊（写真-2.12），福富地位で高速道路の盛土崩壊（写真-2.13）が確認された。



写真-2.9 南阿蘇村阿蘇大橋周辺における斜面崩壊



写真-2.10 阿蘇大橋周辺に堆積した崩壊土砂

火山岩の巨礫が多く含まれる



写真-2.11 阿蘇市狩尾における外輪山内側斜面の崩壊



写真-2. 12 益城町寺迫における斜面崩壊



写真-2. 13 益城町福富における高速道路の盛土崩壊



写真-2. 14 南阿蘇村河陽におけるすべりによる崩壊



写真-2. 15 大津町瀬田における斜面の崩壊

2.3 ため池被害

西原村の下小森ため池の堤防が一部決壊し、農地に流出している。堤防には数箇所でクラックが確認された。地震動によって発生したクラックに水が浸透し、堤防を決壊させたと考えられる。



写真-2. 16 西原村下小森ため池における堤防の決壊



写真-2. 17 下小森ため池からの流出跡



写真-2. 18 下小森ため池堤防の決壊部



写真-2. 19 下小森ため池堤防に確認されたクラック

2.4 液状化

益城町の秋津川、木山川沿いの沖積低地ではマンホールの浮き上がりや噴砂跡等の液状化の痕跡が顕著に認められた（写真-2. 20～2. 22）。益城町宮園では下水道の管路施設に沿った縦断陥没が確認された（写真-2. 23）。管路施設の損壊により埋め戻し土が陥没したと考えられる。



写真-2. 20 益城町惣領におけるマンホールの浮き上がり



写真-2. 21 益城町宮園における噴砂跡の列



写真-2. 22 益城町惣領における噴砂跡



写真-2. 23 益城町宮園における管路施設に沿った路面陥没

2.5 地震断層・亀裂

益城町、南阿蘇村では、都市圏活断層図「熊本」の布田川断層に沿う形で地表地震断層や亀裂が確認されている。地表地震断層は右横ずれ断層で、益城町堂園、下陳では水平方向に1～2 mの変位が確認された（写真-2. 24～2. 27）。下陳では上下方向にも変位しており、断層の北側が約0.5 m上昇しているのが確認された（写真-2. 27）。地表地震断層は東北東から西南西へ伸びているのに対し、益城町中心部で見られた亀裂の多くは西北西から東南東へ伸びている（写真-2. 28）。また、益城町下陳では西北西から東南東へ伸びる左横ずれ断層も確認され（写真-2. 29），共役断層と考えられる。これらの地震断層、亀裂は前震後の航空写真（国土地理院4月15日撮影）では確認できず、本震後の航空写真（同4月16日撮影）では確認できるため、4月16日の本震の際に生じたものとされている。



写真-2. 24 益城町堂園における地表地震断層
右横ずれ断層、変位量は約2 m、
東北東－西南西方向に伸びる



写真-2.25 益城町堂園における地表地震断層
東北東—西南西方向に伸びる



写真-2.28 益城町宮園における駐車場の亀裂
東南東—西北西方向に伸びる



写真-2.26 益城町下陳における地表地震断層
右横ずれ断層、変位量は約1 m.
東北東—西南西方向に伸びる



写真-2.29 益城町下陳における左横ずれ断層
東南東—西北西方向に伸びる



写真-2.27 益城町下陳における地表地震断層
正断層成分を持ち、北（写真右）側が約0.5 m上昇



写真-2.30 南阿蘇村河陽における断層による亀裂
東北東—西南西方向に伸びる

2.4 位置図



図-2.1 調査位置図



図-2.2 写真撮影位置図（熊本城周辺）

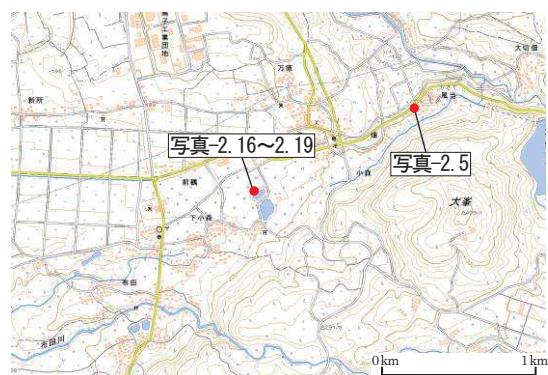


図-2.5 写真撮影位置図（西原村）



図-2.3 写真撮影位置図（益城町中心部）



図-2.6 写真撮影位置図（大津市）

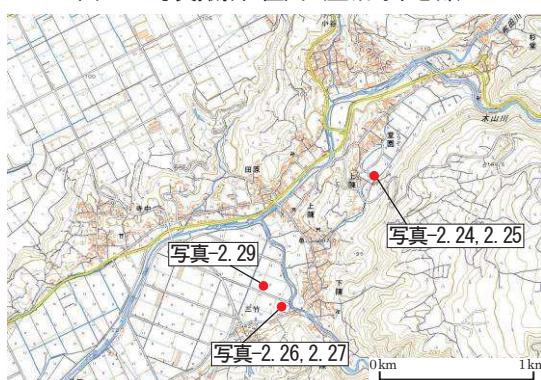


図-2.4 写真撮影位置図（益城町堂園、下陳）



図-2.7 写真撮影位置図（南阿蘇村）

3. 現地調査結果（構造グループ）

3.1 道路・橋梁被害の概要

構造グループは、主に橋梁及びその周辺の道路状況について調査を行った。橋梁は全体的に特殊な形式を除き落橋といった致命的な被害は比較的少なかった。しかし、支承部や落橋防止システムの損傷、橋台背面の路面段差等、車両の走行を妨げる箇所が多く見受けられた。以下に路線形態毎に被害状況を報告する。

3.2 高速道路関連の被害

九州自動車道において地震発生直後通行止めとなっていた植木ICから嘉島JCT間のうち、熊本ICから嘉島JCT区間の橋梁について報告する。本線橋では耐震補強がほぼ完了している事もあり、落橋等の致命的な被害を受けた橋梁はなかったが、活断層に近い高架橋では落橋防止構造や支承が激しく損傷した。

一方、高速道路上を横断する市町村道等の跨道橋は、構造の合理化を追求した特殊な橋梁形式の落橋や、支承及び落橋防止構造で大きな被害が確認された。

(1) 熊本IC（東原橋、神園橋）

熊本ICの東原橋及び神園橋はともにロッキング橋脚を有する跨道橋である。ロッキング橋脚とは橋脚柱の上下端にピボット支承によるヒンジ構造を設け橋脚の負担を軽減する構造（図-3.2.1）である。東原橋は仮ベントにより応急復旧（写真-3.2.1）されていたが、橋脚は大きく傾き、耐震補強で橋台橋座部に取り付けられた橋軸直角方向のRC突起による変位制限構造（写真-3.2.2）は破壊（写真-3.2.3）していた。支承の回転性能以上に変位し、上部工が変位制限構造に衝突して破壊したようである。RC突起そのものは破損していなかつたが既設橋台部がせん断破壊しており、定着部が地震力に抵抗できず破壊に至ったと考えられる。神園橋は東原橋と同様の橋梁形式と思われるが、落橋は免れたものの大きく傾いたようであり撤去中（写真-3.2.4）であった。

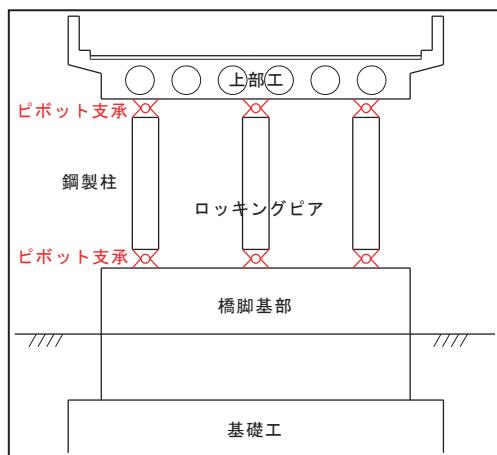


図-3.2.1 ロッキング橋脚の構造



写真-3.2.1 東原橋（ロッキング橋脚）



写真-3.2.2 健全な変位制限構造（東原橋）



写真-3.2.3 東原橋の損傷状況



写真-3.2.4 神園橋の撤去中の状況

(2) 益城町付近（木山川橋、秋津川橋）

本線橋である木山川橋及び秋津川橋は、布田川断層帶付近に位置し両橋とともに支承部の損傷が著しかった。可動支承では橋座部のコンクリートの破壊（写真-3.2.5）や、支承の回転機能をつかさどるペアリングプレート、上下左右の移動を制限するピンチプレートやサイドブロックの落下（写真-3.2.6）が確認された。固定支承部ではアンカーボルトの引き抜きや主桁下フランジの挫屈（写真-3.2.7）が数多く見られ、上沓の脱落（写真-3.2.8）も確認された。橋軸方向の落橋防止構造や橋軸直角方向の変位制限構造は設置されておらず、地震力により支承部が耐えられずに破壊等に至ったと考えられる。



写真-3.2.5 木山川橋の可動支承部の損傷



写真-3.2.6 秋津川橋の可動支承部材の落下



写真-3.2.7 木山川橋の固定支承部の損傷



写真-3.2.8 木山川橋の固定支承の上沓脱落

(3) 緑川P A（府領第一跨道橋）

今回の地震で落橋した橋梁は2橋で、斜面崩壊で流出した阿蘇大橋と、以下に報告する府領第一跨道橋である。本橋は調査時には既に撤去（写真-3.2.9）されていたが、前述の東原橋等と同様のロッキング橋脚を有する橋梁であり、損傷メカニズムも同様と考えられる。ピボット支承（図-3.2.2）の下沓（下部工に取り付けられた部分）はほぼ破損なく（写真-3.2.10）残っていることから、初期の鉛直方向の揺れによりヒンジ部が上下にはずれた可能性も考えられる。



写真-3.2.9 府領第一跨道橋の撤去後



写真-3.2.10 ピボット支承の損傷状況

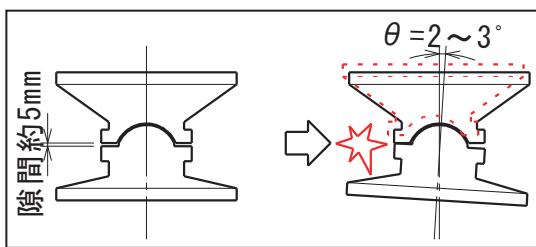


図-3.2.2 ピボット支承の破壊

(4) 宇城市付近（一つ橋跨道橋、歩道橋）

一つ橋跨道橋（写真-3.2.11, 3.2.12）は車道橋と歩道橋が併設されており、車道橋は前述のロッキング橋脚を有する橋梁であるが損傷は見られなかった。歩道橋は高速道路内に橋脚を設置しない単純桁橋であり、支承が破断（写真-3.2.13）し、桁は支承から脱落して路面には20cm程度の段差が生じていた。耐震補強による橋軸直角方向の変位制限構造が設置されていたかどうかは不明であるが、応急的に変位制限構造が設置（写真-3.2.13の赤い部材）されていた。上部工が上下左右に激しく揺すられゴム支承が破断したものと思われる。



写真-3.2.11 一つ橋跨道橋（車道橋）の全景



写真-3.2.12 一つ橋跨道橋（歩道橋）の全景



写真-3.2.13 ゴム支承の破断（一つ橋跨道橋、歩道橋）

3.3 一般道の被害

一般道の橋梁は、道路、鉄道、河川を横過する中小橋で、橋台背面が盛土構造となっているものが多く、地盤沈下や液状化等により橋台背面やその左右で路面の段差が多く見受けられた。

(1) 益城町付近

益城町中心部で道路や水路を横断する寺迫橋は、桁の移動による損傷が見られた。桁と側壁との衝突による側壁の破壊（写真-3.3.1）や、支承の逸脱（写真-3.3.2）が確認された。落橋防止構造や変位制限構造は設置されておらず、地震力により桁の移動を制御できず各部材が衝突し破壊等に至ったと考えられる。



写真-3.3.1 寺迫橋の損傷状況



写真-3.3.2 寺迫橋の支承の逸脱

一方、益城町中心部そばを流れる秋津川を横断する惣領橋や木山川を横断する新川橋では、全ての橋台背面で路面の段差（写真-3.3.3）が見られた。更に惣領橋では河川内の橋脚の沈下（写真-3.3.4）が確認された。



写真-3.3.3 新川橋の路面段差



写真-3.3.4 惣領橋の橋脚の沈下

(2) 甲佐町付近（田口橋、乙女橋）

緑川に架かる田口橋は、橋台と桁の路面段差（写真-3.3.5）や、桁の移動（写真-3.3.6）、支承部の破壊や上沓の逸脱（写真-3.3.7）が確認された。橋軸方向の落橋防止構造や橋軸直方向の変位制限構造は設置されておらず、地震により支承が破壊し、桁が上下左右に移動したようである。この激しい揺れでも橋脚の柱はひび割れ（写真-3.3.8）がみられる程度で損傷は軽微であった。田口橋より1km程度上流の乙女橋でも、橋台背面の沈下（写真-3.3.9）や支承の破壊（写真-3.3.10）、桁の移動や衝突（写真-3.3.11）が確認され、田口橋と同様の破壊形態であった。



写真-3.3.5 田口橋の桁端部の段差



写真-3.3.6 田口橋の桁の移動



写真-3.3.7 田口橋の支承部の損傷



写真-3.3.8 田口橋の柱のひび割れ



写真-3.3.9 乙女橋の橋台平面の沈下



写真-3.4.1 緑川堤防道路の液状化跡



写真-3.3.10 乙女橋の支承の破壊

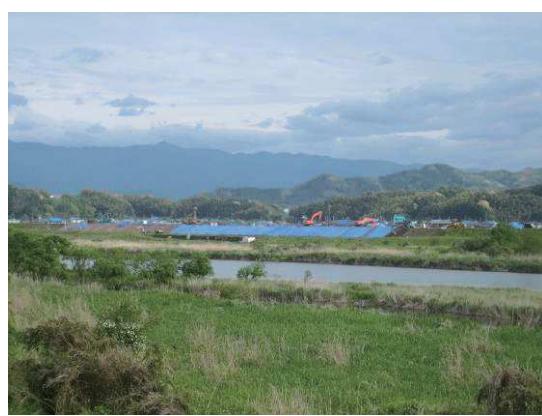


写真-3.4.2 緑川の堤防復旧工事



写真-3.3.11 乙女橋の桁の衝突



写真-3.4.3 秋津川の堤防と橋脚

3.4 河川堤防道路の被害

阿蘇山を水源とする白川、緑川、木山川等の堤防道路及びその周辺の道路は、噴砂跡（写真-3.4.1）などの液状化が多く確認された。調査時には既に大規模な堤防の復旧工事（写真-3.4.2）が行われていた。秋津川の堤防では、秋津川橋の橋脚を堤防に設けたいわゆるピアアバット構造であり、橋脚周りでは地盤の沈下や橋脚の変形等による堤防の空隙（写真-3.4.3）が確認された。

4. 考察

4.1 地盤関連被害の考察

今回の地震では、当該地点の地形・地質の影響による被害が多く発生している。この地域の山間部においては地震動により地すべり、斜面崩壊等の土砂災害が多く発生している。一方、平地部では、軟弱地盤が広く分布しており、地盤の液状化現象などでの地盤のゆるみによって、斜面崩壊・家屋倒壊など多くの被害を発生させたものと想定される。また、南阿蘇村から益城町まで地表断層が断続的に伸びており、その周辺で斜面崩壊・家屋倒壊の被害が大きくなっている。

4.2 橋梁被害の考察

今回の調査では、十分な耐震補強が進まぬ橋梁の問題と、耐震補強済みの橋梁の新たな課題が浮き彫りとなつた。耐震補強が進まぬ橋梁として跨高速道路橋があり、この橋梁は二つの特殊な状況におかれている。一つは構造上の特殊性であり、ロッキング橋脚を採用した橋梁では被害が顕在化した。道路幅の広い高速道路を跨ぐため、支間が長いうえ中央分離帯等の狭い場所に橋脚を設けなければならず構造上の制約が多い。このため構造の合理化が追及されリダンダンシーが少ない。更に構造の特殊性が耐震補強を難しくして根本的な対策が出来ていない状況にあった。もう一つは行政上の問題である。建設時は国や高速道路会社がある程度費用を負担するものの、橋梁の管理は道路管理者の負担となる。市町村道の場合、地方自治体は財政事情が厳しいため、これらの管理や耐震補強等が思うように実施できない状況である。高速道路は国の大動脈であり、緊急輸送路として最も重要な路線である。構造上の課題に対する抜本的な対策は勿論のこと、行財政上の問題を早期に解決し対策を最優先しなければならない。

橋梁全般には阪神淡路大震災以降の耐震補強により橋脚柱や落橋防止システム等強化されていた。しかし、今回の地震では落橋等の致命的な被害は比較的少なかったものの補強された橋梁でも局部的な損傷が見られた。これらより今後の耐震補強の更なる課題として、①直下型地震の特性を踏まえた鉛直地震動に対する設計の強化、②可動支承の衝撃力考慮、③補強部材を設置する既設構造の安全性確認の強化の必要性を感じた。直下型地震は初期の縦揺れが激しく、これによりボルト等支承本体及び周辺がダメージを受けた。更にその後の横揺れで支承の破壊・脱落をまねいたと考えられ、支承の鉛直地震動に対する設計を強化する必要がある。一方で可動支承部の損傷が目立った。可動支承には温度変化や地震時の変位を吸収するため移動余裕（遊間）が確保されており、これが地震の衝撃を高めた可能性があるため、衝撃を考慮した設計地震力の見直しも考えられる。更に、耐震補強構造を設置するにあたって、既設構造の性能を把握し安全性を十分検証する必要がある。既設構造諸元は竣工図書が無い等で、既設は推定による照査や省略される場合が多い。特に既設構造の縁端部に設置される補強部材の設計には留意が必要である。

おわりに

益城町の調査では、のどかな田園風景の広がる農道でおばあさんに声を掛けられた。活断層直上の田畠や水路は大きな亀裂が入り、今年の農業が心配と言う。活断層そばの益城町中心部の被害の集中した地域では、民家の倒壊で更に狭くなった裏路地に立つおじさんがそばに

より、首相の視察はここを見て欲しかったという。被災者の生の声を聴かされたが返す言葉がない。直接できた支援は僅かながらの募金。間接的ではあるが我々は社会基盤整備への微力な一員として貢献し続けるしかない。

末筆ながら地震被害で亡くなられた方々のご冥福をお祈りすると共に、いまだ行方不明の方の早期発見と、避難生活をされている方々が一日も早く普段の生活に戻されることを願います。

引用文献

- 1) 気象庁：平成28年（2016年）熊本地震の評価（平成28年5月13日公表）。2016.
- 2) 防災科学技術研究所：2016年04月16日 熊本県熊本地方の地震による強震動。2016.
- 3) 気象庁：「平成28年（2016年）熊本地震」について（第37報）。2016.
- 4) 松本徳夫：九州における火山活動と陥没構造に関する諸問題。地質学論集。16, 127-139. 1979.
- 5) 熊本県：熊本地震に係る被害状況等について（第62報）。災害対策本部会議資料。2016.
- 6) 熊本県防災会議：平成27年度熊本県地域防災計画（地震・津波災害対策編）。2015.
- 7) 気象庁：平成28年4月14日21時26分頃の熊本県熊本地方の地震について（第4報）。2016.
- 8) 青木 真：地震観測データから見た熊本地震。平成28年（2016年）熊本地震に関する緊急報告会講演資料。2016.
- 9) 星住英夫・尾崎正紀・宮崎一博・松浦浩久・利光誠一・宇都浩三・内海 茂・駒澤正夫・廣島俊男・須藤定久：20万分の1地質図幅『熊本』。地質調査総合センター。2004.
- 10) 星住英夫・斎藤 真・水野清秀・宮崎一博・利光誠一・松本哲一・大野哲二・宮川歩夢：20万分の1地質図幅『大分』。地質調査総合センター。2015.
- 11) 日本の地質「九州地方」編集委員会：九州地方。日本の地質9. 共立出版。1992.

巻末写真集

1. 地盤編

1.2 建物被害

益城町の建物被害



















南阿蘇村の建物被害



西原村の建物被害



熊本城の被害状況

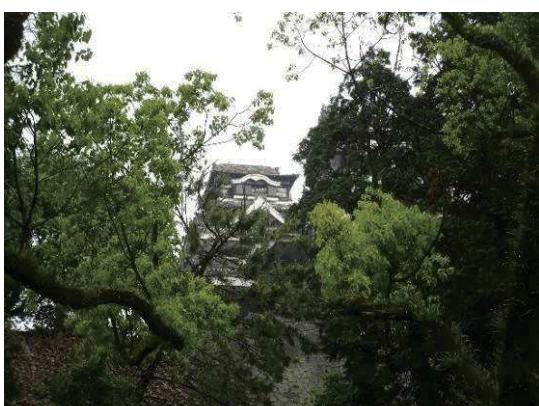


宇土市役所の建物被害



熊本市の建物被害











1.2 斜面災害
南阿蘇村の斜面災害













立野地域の斜面災害





大津町の斜面災害



阿蘇市の斜面災害







益城町の斜面災害





西原村の斜面災害





1.3 ため池被害

西原村のため池被害





1.4 液状化
益城町の液状化被害









1.5 地震断層・亀裂
益城町の地震断層・亀裂

















南阿蘇村の地震断層・亀裂





2. 構造編

2.1 高速道路関連の被害

東原橋



神園橋



木山川橋



秋津川橋



府領第一跨道橋



一ツ橋跨道橋



2.2 一般道路の被害（益城町付近）

寺迫橋



新川橋

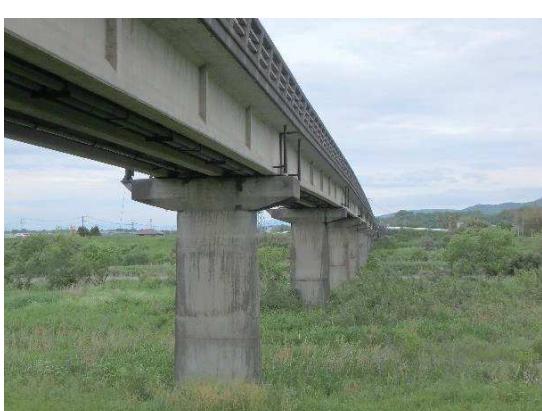


2.3 一般道路の被害（上益城郡甲佐町、御船町付近）

田口橋



乙女橋



メロディ橋



平木橋



2.4 宇土市付近

宇土跨線橋

