

益城町，西原村及び南阿蘇村における熊本地震被害報告書

The Report of the Damage by Kumamoto Earthquake in Mashiki-machi, Nishihara-mura and Minamiaso-mura

橋本卓磨⁽¹⁾・飛田哲男⁽²⁾・上田恭平

Takuma HASHIMOTO⁽¹⁾, Tetsuo TOBITA⁽²⁾ and Kyohei UEDA

(1) 京都大学大学院工学研究科

(2) 関西大学環境都市工学部都市システム工学科

(1) Graduate School of Engineering, Kyoto University

(2) Department of Civil, Environmental and Applied System Engineering, Kansai University

Synopsis

Kumamoto earthquake occurred in Kyushu Island, which is located at the south part of Japan, at 1:25 am on 16th April in 2016. The magnitude of the biggest earthquake was M7.3 and a lot of buildings and civil structures were damaged and collapsed due to the shaking generated by the sliding active fault overlain across the middle part of Kyushu Island. This paper shows the report of the site investigation performed at Mashiki-machi, Nishihara-mura and Minamiaso-mura in the term of 7th-8th in May.

キーワード：熊本地震，益城町，西原村，南阿蘇村

Keywords: Kumamoto Earthquake, Mashiki-machi, Nishihara-mura, Minamiaso-mura

1. はじめに

平成 28 年（2016 年）4 月 16 日 01 時 25 分に発生した熊本地震を受け、同年 5 月 7 日から 8 日にかけて、地震による構造物の被災状況の把握を目的として、益城町周辺、西原村周辺及び南阿蘇村周辺を調査したので、ここにその調査結果を報告する。

調査範囲は Fig. 1 及び Fig. 2 に示すように、益城町

では木山地区及び堂園地区、西原村では風当市区、また南阿蘇村では、阿蘇大橋周辺、京大火山研究所周辺及び阿蘇東急ゴルフクラブ周辺である。



Fig. 1 The site investigation route in Mashiki-machi and Nishihara-mura



Fig. 2 The site investigation route in Minamiaso-mura

2. 益城町周辺の被災状況

益城町は熊本市の東隣に位置する、人口約3万人の町である。本報告書では、益城町の中でも特に構造物の被害の大きかった木山地区及び断層跡が見られた堂島地区に関する調査結果を報告する。

2.1 木山地区周辺

2.1.1. 建物

木山地区においては、多くの建屋の倒壊が見られた。特に木造建屋における倒壊が顕著に見られ、全壊した建屋や1階部分だけが倒壊した建屋等、破壊形態は様々であった (Fig. 3) (Fig. 4)。しかし一方で、木造の古い建屋を鋼柱によって補強し、軽微な損傷はあるものの、幸い倒壊を免れた木造建屋も見られた (Fig. 5)。また、鉄骨建屋においてもいくつかの倒壊が見ら

れた。Fig. 6 では、2階部分の支柱だけが倒壊し、1階と3階部分の支柱はそのままの形で残っているのが分かる。また、Fig. 7 では、隣接家屋と共倒れする形で倒壊しているのが分かる。



Fig. 3 The totally collapsed wooden house



Fig. 4 The partly collapsed wooden house



Fig. 5 The reinforced wooden house with steel



Fig. 6 The damaged three-stories buildings with the broken column at the second floor



Fig. 8 The inclined fence following the spreading of the embankment



Fig. 7 The inclined house leaned by the left adjacent buildings



Fig. 9 Settlement of the road due to liquefaction

2.1.2. 道路

Fig. 8 では、セーフティフェンスが約 30 センチ外側にはらみ出している。根入れ地盤の外側への側方変位に追随する形で、セーフティフェンスも外側に変位している。また、液状化による被害も数多く見られた。

Fig.9 では、道路中央部に沈下が見られる。Fig.10 では、マンホールが浮上し、片側が通行止めになっている。また、Fig. 11 では、マンホール周辺で噴砂跡が見られ、典型的な液状化の被災跡を確認した。



Fig. 10 Up-lift of the manhole due to liquefaction



Fig. 11 Sand boiling due to liquefaction



Fig. 13 The collapsed stone retaining wall

2.1.3. 擁壁

擁壁の倒壊も多岐に渡っている。Fig. 12では、空洞ブロックから成るブロック擁壁が道路側に崩壊し、背面地盤が流れ出している。また、Fig. 13では、石積み擁壁の一部が崩壊し、積み石が散乱している。一方、Fig.14では、コンクリート擁壁がはらみ出している様子が分かる。手前二つ目と三つ目のコンクリート擁壁が大きく前方にはらみ出し、三つ目に関しては、背面に位置するべた基礎コンクリートに押される形で変位しているようにも見える。



Fig. 12 The collapsed block retaining wall



Fig. 14 The inclined concrete retaining wall

2.2. 堂園地区周辺

2.2.1. 断層

堂島地区の農作地において、布田川断層帯と見られる断層のずれを確認した (Fig. 15)。断層のずれは北東-南西軸に伸びており、ずれ幅は約 140センチである。断層直上に位置していた擁壁は無残にも破壊され、同時に水路管の脱管等の被害も見られる (Fig. 16)。



Fig. 15 The trace of the active fault (Futagawa fault)



Fig. 17 The collapsed road



Fig. 16 The collapsed retaining wall on the fault and pulled-out of the water pipe



Fig. 18 The collapsed road

3. 西原村周辺の被災状況

西原村は益城町の北東に隣接する、人口約7千人の村である。本報告書では、西原村を横断する県道28号線、それに跨る大切畑大橋及び大切畑ダム周辺の被災状況について報告する。

3.1. 県道28号線

県道28号線では、大規模な道路路盤・路床の破壊が見られた (Fig. 17) (Fig. 18)。道路中央から亀裂が発生し、左右に沈下・隆起を伴いながら破壊している。また、道路東側に位置する水道管では脱管が発生し、管路水の漏水により周辺地盤が流れ出している (Fig. 19) (Fig. 20)。



Fig. 19 The pulled-out pipe



Fig. 20 Soils were washed out due to the leaked water from the broken water pipe.



Fig. 22 Lateral displacement of the bridge to the north direction

3.2. 大切畑大橋

国道 28 号線に跨る大切畑大橋では、ゴム支承の断裂により (Fig. 21)、橋桁が北側に約 80 センチ側方変位していた (Fig.22) (Fig. 23)。また、大切畑大橋西詰においては、落橋防止装置が破断しているのが確認できた。



Fig. 21 The broken rubber bearing



Fig. 23 Lateral displacement of the bridge to the north direction

3.3. 大切畑ダム周辺

ダム貯水池法面において、部分的な崩壊跡が見られる (Fig. 24)。また、ダム施設におけるコンクリート擁壁がはら見出している箇所も見られ (Fig. 25)、調査当時はダムの決壊を懸念し、貯水池の使用を停止していた。また、ダム周辺では、断層跡と見られる地割れを確認し (Fig. 26)、その直上あるいは近傍において、コンクリート擁壁が転倒 (Fig. 27)、破壊しているのを確認した (Fig. 28)。Fig. 28 を詳細に見ると、手前 (左側) と奥 (右側) で擁壁の破壊形態が異なっており、奥の擁壁では座屈のような破壊が生じている。このような破壊形態の違いの原因としては、擁壁自体の高さ (および地震動との振動数特性などとの関係)、擁壁背後の土圧のかかり方の違いなど種々の要因が挙げられるが、断層の影響が無視できないのは間違いない

いと考えられる。断層直上の擁壁の挙動に関しては、まだ未解明な部分も多いと考えられることから、今後の研究が待たれるところである。



Fig. 24 The broken slope of the dam reservoir



Fig. 25 The broken retaining wall



Fig. 26 The trace of the active fault



Fig. 27 a fallen retaining wall on the fault



Fig. 28 The broken retaining wall on the fault

4. 南阿蘇村周辺の被災状況

南阿蘇村は西原村の東隣に位置し、人口約 1.2 万人の村である。北東部には現在も活動中の阿蘇山を有し、日本有数の火山地帯である。本報告書では、阿蘇大橋周辺及び京大火山研究所周辺で起こった斜面災害及び、阿蘇東急ゴルフクラブ周辺地域の構造物の被災状況について報告する。

4.1. 阿蘇大橋周辺

今回の熊本地震において、最も大規模な地滑り現場である (Fig. 29)。表層は火山灰質土で構成されており、山麓部を注視すると、3 つの地点を起点に土砂が流れた痕跡が見られる (Fig. 30)。



Fig. 29 The landslide near Aso-Ohashi



Fig. 30 The trace of the landslide with the three origins

4. 2. 京大火山研究所周辺

こちら、火山灰質土から成る山肌が崩れ落ちたケースである (Fig. 31)。これらの土砂はある地点で二手に分かれ、一方は周辺の建屋を巻き込む形で下流約 600メートルに渡って崩壊し (Fig. 32)、もう一方は、周辺に位置していた道路を横断する形で下流約 400メートルに渡って崩壊した (Fig. 33)。崩壊した斜面の傾斜は比較的緩く (15 度程度)、土がある程度の強度を有した状態であれば傾斜斜面ではこのような大規模な崩壊は生じにくいいため、液状化に近い流動現象を伴う地すべりが生じていたものと考えられる。河原ら (2016) の研究によれば、最終的な火山灰質粘土の定

常状態 (限界状態) が地震前に作用している初期せん断応力よりも小さい場合、緩い傾斜地盤であっても大変形を伴う流動性地すべりが発生することが室内試験および有効応力解析により示されている。今回の阿蘇地域での地すべりもこのような現象であった可能性が高く、今後の研究が待たれるところである。



Fig. 31 The landslide of soils consisted of volcanic ashes



Fig. 32 600m away to the downstream involving the great damage of the houses



Fig. 33 400m away to the downstream preventing from the road use



Fig. 34 The collapsed Terre-Armee retaining wall

4.3. 阿蘇東急ゴルフクラブ周辺

阿蘇ゴルフクラブ周辺では、テールアルメ盛土が崩壊している現場が見られた (Fig. 34) (Fig. 35). そのテールアルメ盛土上には住宅地が造設されており、テールアルメ盛土の崩壊に伴って、斜面側に大きく傾斜し居住困難となっている (Fig. 36). 松井ら (1996) によると、1995年に発生した兵庫県南部地震では、重力式擁壁などと比較してテールアルメ等の補強土壁は高い耐震性を示したとされている。今回のテールアルメの顕著な被害が、地震動強さ (SI 値) や振動数特性とどのような関係にあり、また、従来耐震性が高いとされてきた補強土壁の被害メカニズムがどのようなものであるかに関しては、今後さらに研究を進める必要があると考えられる。

また、当住宅地付近では、電柱が大きく変形し内部の鉄筋が露呈した現場 (Fig. 37) が見られ、ゴルフ場では、断層のずれと見られる地盤の一樣方向の切れ目を確認された (Fig. 38).



Fig. 35 The collapsed Terre-Armee retaining wall



Fig. 36 The inclined house due to the collapse of the Terre-Armee retaining wall



Fig. 37 The greatly bending electric pole



Fig. 38 The trace of the active fault

参考文献

河原尚徳, 飛田哲男, 上田恭平, 井合進, 千木良雅弘
(2016) : 初期せん断応力作用下での火山灰質粘性土
の非排水繰返しせん断挙動, 第 51 回地盤工学研究発
表会 (投稿中)

気象庁 HP (2016):

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

西原村 HP (2016) :

<http://www.vill.nishihara.kumamoto.jp/profile/outline/jinkou.html>

益城町 HP (2016) :

http://www.town.mashiki.lg.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=24

松井保, 小林和男, 熊田哲規, 大谷義則 (1996) : 兵
庫県南部地震による鋼製材補強土構造物の被災事例,
土と基礎, 44-2 (457), pp.76-78.

南阿蘇村 HP (2016) :

<http://www.vill.minamiaso.lg.jp/soshiki/4/24jinnkou.html>

(論文受理日 : 2016年6月9日)