

# 益城町における地表地震断層の極近傍の建物被害と地震動の大きさに関する検討

A study on the ground motion level and building damage in the near fault area in Mashiki town

○司 宏俊<sup>1</sup>, 田中 英朗<sup>2</sup>, 佐々木 哲朗<sup>2</sup>  
 Hongjun SI<sup>1</sup>, Hideo TANAKA<sup>2</sup> and Tetsuro SASAKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>株式会社サイスモ・リサーチ

Seismological Research Institute Inc.

<sup>2</sup>日本原子力発電株式会社開発計画室

Japan Atomic Power Company

In order to estimate the ground motion level in the area very close to the surface rupture along the Futagawa fault occurred during the 2016  $M_w$  7.0 Kumamoto earthquake, we investigated the building damage very close to the surface fault, examined the strong motion recordings and distribution of damage in the area. The results indicated that, the amplitude of ground motion in the area very close to the surface rupture may be relatively smaller than Miyazono and Kiyama area in Mashiki town.

**Keywords** : 2016 Kumamoto earthquake, Surface rupture, Futagawa fault, Building damage, Strong ground motion, Near source area

## 1. はじめに

地震断層の極近傍における地震動の大きさが地震防災上重要なポイントであるが、これまでに観測記録が十分に得られていないことから、断層極近傍の地震動を調べるには困難な場合がある。その場合、観測記録の代わりに地震被害などから地震動の強さを推定することがしばしば試みられている。本研究は、2016年4月16日に発生した  $M_f$ 7.3 ( $M_w$ 7.0) の熊本地震について、布田川断層に沿って出現した地表地震断層の極近傍において建物被害調査を行った。また、益城町における詳細な家屋被害分布図が公表されたことから、これらのデータと地震観測記録を用いて、益城町に出現した地表地震断層の極近傍における地震動の大きさを検討した。

## 2. 地表断層の極近傍における被害調査の概要

### (1) 益城町における地表地震断層の分布

益城町における地表地震断層は、Shirahama et al. (2016) によって詳細に調査され、地表断層が出現位置のデジタルデータも公表されている。図1に Shirahama et al. (2016) による地表地震断層の出現位置を×印で示す。同図に、益城町により公開される家屋被害の分布図（後述）も示されている。これらの情報から、益城町における地表地震断層は主に布田川断層に分布しているが、益城町の被害集中域につながる分岐断層に沿っても出現している。ただし、一部の研究では、益城町宮園でも地表地震断層が確認され、地表地震断層が宮園まで到達しているという報告があるが、Shirahama et al. (2016) による結果では、地表断層は国道 443 号線より東側にとどまり、被害の大きかった益城町の主要部（宮園）に至っていないことが示されている。

### (2) 本研究による被害調査の概要

本研究における被害調査は、4月16日の地震の後の、

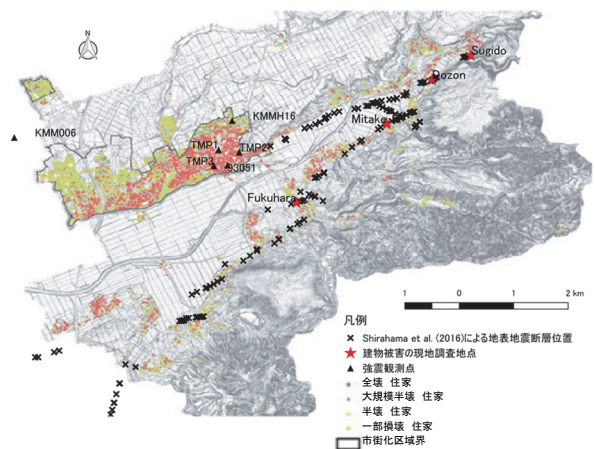


図1 主な現地調査地点、地表地震断層分布および益城町による被害分布（益城町復興計画より引用・加筆）

2016年5月6日～8日の期間、地表地震断層に沿って、その周辺の建物被害状況の確認を行った。益城町における主な調査地点は布田川断層帯に沿う益城町福原、下陣地区の三竹、上陣地区の堂園、杉堂などとなっている。これらの調査地点を図1に示す。調査方法は主に建物の外観の目視調査により行った。地表断層は緯度・経度や走向などの位置情報を記録した。

本稿では、上記調査地点のうち、最大の断層ずれの量を観測した益城町上陣地区の堂園、及び下陣地区の三竹の2地点を例に挙げ、断層ずれとその極近傍における建物の状況を整理した。

#### (1) 下陣地区の三竹

図2に三竹地点における断層ずれの状況と建物の被害状況を示す。図においては、赤の矢印は断層の走向方向

を示し、白い矢印は断層ずれの量を示すものである。図2左は当該調査地点の全体を示し、右の2枚の写真は左の写真の上半分と下半分を拡大したものである。これらの写真において、水路にかかる橋の手摺の位置のずれ（右上の写真）や橋のずれ（右下の写真）は断層のずれを示すもので、水路に沿って断層がずれていることが確認できた。また、ずれの量を計測したところ、約1.2mであることが分かった。図2の下には、断層直上に位置する建物①の正面写真を示す。写真に示す通り、この建物は比較的建築年代が古いと思われるが、外観的には大きな被害がないことが分かった。

#### (2) 上陳地区の堂園

図3に上陳堂園地点における断層ずれの状況と建物の被害状況を示す。図においては、赤の矢印は断層の走向方向を示すものである。図3左は当該調査地点の断層ずれを示し、右の2枚の写真には異なる角度からみた建物②の状況を示す。左の写真において、耕作地は断層のずれにより位置がずれていることが確認でき、ずれの量は約2mであることが分かった。一方、図3にある断層極近傍に位置する建物②を確認したところ、この建物についても外観的には比較的建築年代が古いものと思われるが、全体的に明瞭な被害が確認できなかった。ただ、写真の手前側の地表断層からやや離れた地区において、比較的古い民家には主に変形などによる被害がみられた。

### 3. 地表地震断層の極近傍における地震動の大きさに関する検討

図1に益城町により公表されている家屋の被害分布を示す。図から、赤印で示す建物の全壊箇所は益城町宮園、木山など益城町中心部に集中していることが分かる。また、地表地震断層に沿っては、全壊建物の割合は全般的に低いことが見受けられる。これは、第3章で述べた現地調査の結果と調和的であった。また、KMMH16 益城観測点の近くにおいては、建物の全壊率は低く、地表地震断層の極近傍に比べて場所によって同程度であると見受けられる。従って、益城町の全域において建物の耐震性が同程度であると仮定すれば、建物の被害程度から当該地域の地震動の大きさを定性的に評価できるものと考えられる。図4に、KiK-net 観測点のKMMH16 益城、大阪大学の臨時観測点 TMP3、熊本県震度観測点 93051 (宮園) による観測記録の速度応答スペクトルの比較を示す。図から、特に周期 0.5 秒~1.5 秒において、被害の大きかった地域に位置する TMP3、93051 観測点の強震記録の振幅が大きいことが分かる。後藤・ほか(2017)は、KMMH16 の基盤波から TMP3 の観測記録を再現できたことから、地震動が大きくなった原因が表層地盤によるものと指摘されている。これらのことから、地表地震断層の極近傍における地震動の大きさが、建物の被害程度に影響を及ぼす周期帯において第一近似としてKMMH16のそれに近い可能性が高いことが推測される。

### 4. まとめ

2016年4月16日に発生した  $M_w7.0$  の熊本地震について、布田川断層に沿って出現した地表地震断層の極近傍における建物被害調査や、地震観測記録と家屋の被害分布の分析から、地表地震断層の極近傍における地震動の大きさを検討した。その結果、建物被害の大きかった益城町宮園などに比べ、地表地震断層の極近傍の調査地域では地震動の大きさが相対的に小さいことを示唆した。



図2 下陳の三竹における地表断層と建物の状況



図3 上陳の堂園における地表断層と建物②の状況

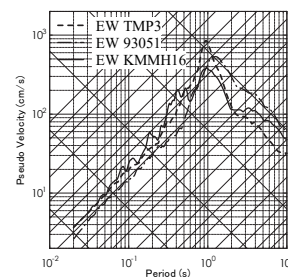


図4 KMMH16 (益城)、熊本県震度観測点 93051 (宮園)、大阪大学の臨時観測点 TMP3 における速度応答スペクトルの比較

### 謝辞

強震記録は(独)防災科学技術研究所によるKiK-net、大阪大学、熊本県によるものを使用しました。地図の作成には、QGISを利用しました。記して関係者に御礼申し上げます。

### 参考文献

- 後藤浩之, 秦吉弥, 吉見雅行 (2017) : 益城町市街地の地盤増幅特性と 2016 年熊本地震における被害集中域との関係, 岩波科学, Vol.87, No.2, pp.186-191.
- Hata, Y., H. Goto, and M. Yoshimi (2016): Preliminary Analysis of Strong Ground Motions in the Heavily Damaged Zone in Mashiki Town, Kumamoto, Japan, during the Main Shock of the 2016 Kumamoto Earthquake (Mw7.0) Observed by a Dense Seismic Array, Seismological Research Letters, Vol.87, No.5, pp.1044-1049.
- 熊本県益城町 (2016) : 益城町復興計画.
- Shirahama Y., Yoshimi M., Awata Y., Maruyama T., Azuma T., Miyashita Y., Mori H., Imanishi K., Takeda N., Ochi T., Otsubo M., Asahina D., Miyakawa A. (2016) Characteristics of the surface ruptures associated with the 2016 Kumamoto earthquake sequence, central Kyushu, Japan. Earth, Planets and Space, 68 191. doi:10.1186/s40623-016-0559-1.