

2016年熊本地震の益城町の建物被害調査と微動観測結果の比較

神奈川大学 正会員 ○落合 努 神奈川大学 非会員 荻本 孝久
 大阪公立大学 正会員 宮野 道雄 大阪公立大学 正会員 生田 英輔
 東京都立大学 正会員 小田 義也

1. はじめに

2016年に発生した熊本地震は、熊本県益城町で2度の震度7を超える揺れが発生し、多くの建物被害が発生した。これまでも、建物被害の要因について、幅広い分野での検討がなされている(例えば1)~3)。これらの既往の検討では、建物被害の要因として地盤構造の影響が大きいことなどが挙げられている。

我々のグループでも、地震被害直後の被害調査や、その後の復興状況の継続的な調査を行っている。また、観測地域は限定的であるが、2019年と2021年に67地点で常時微動観測も実施した。ここでは、これらの結果を比較することで、建物被害と地盤震動特性の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 調査地域の概要

調査地域周辺の地水地形分類図を図1に示す。調査地域は、全体に段丘面が分布する。また、台地部を開析するように、西側と南側に秋津川とその支流が流れ、河川に沿って氾濫平野と旧河道が分布する。

図1には、被害調査を実施した建物位置と、微動観測地点も重ねて描いている。それぞれ、詳細は後述するが、建物の被害調査は、秋津川流域から北側で東西に2km、南北に1km程度の範囲で実施した。微動観測は、同エリアから5地区を抽出し、概ね20m間隔程度で十字となるような道路上で実施している。



図1 調査対象地域の地形区分

3. 建物被害調査

建物被害調査は、前述した範囲にて約2700棟を対象に地震発生直後の2016年に実施した。調査は、外観からの目視調査とし、被災度を4区分(倒壊、全壊、大規模半壊・半壊、一部損壊・無被害)とし実施した。また、その後2018年、2020年、2021年に、同地域にて復興状況の補足調査を実施している。

建物被害調査結果から、文献1)と同様に、概ね60mメッシュに分割し倒壊率と大破率を算定した。倒壊率は「倒壊/調査建物」とし、大破率は「(倒壊+全壊)/調査建物」とした。大破率の分布を図2に示す。文献1)と比較すると、我々の調査範囲の方がやや広いが、調査範囲が重なっている部分の建物被害は概ね整合している。

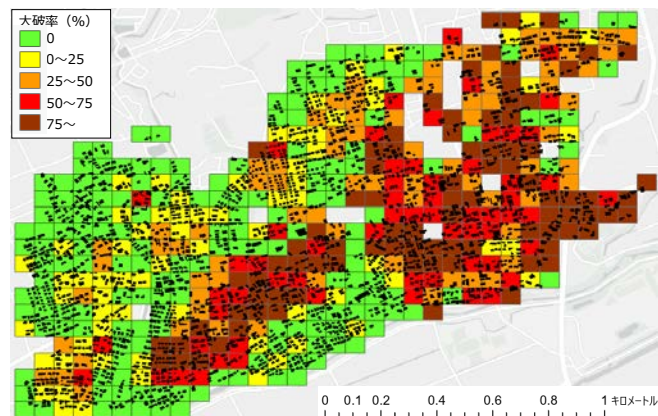


図2 建物被害分布

4. 常時微動観測

常時微動観測は、図1に示すA~Eの5つの地域を中心に行った。観測は、それぞれの地点で10分間実施し、水平2成分を相乗平均してH/Vスペクトル比(以下、MHVRとする)を算出した。MHVRの卓越周期とピーク値の分布を図3に示す。図には前記した大破率も重ねている。

特徴的な結果が得られているC地域とD地域を比較する。C地域の卓越周期は、概ね0.5s以下と調査地域内で相対的にやや短い、MHVRピーク値は、3

キーワード 2016年熊本地震, 常時微動観測, 建物被害, 益城町, 地盤震動特性

連絡先 〒221-8686 神奈川県横浜市神奈川区六角橋3-27-1 神奈川大学 TEL045-481-5661

以上と大きい。また、大破率は50%以上と高い。一方で、D地域の卓越周期は全体に0.5s以上と長いが、MHVRピーク値は2以下と小さい地点が多い。大破率もほとんどが0となっている。

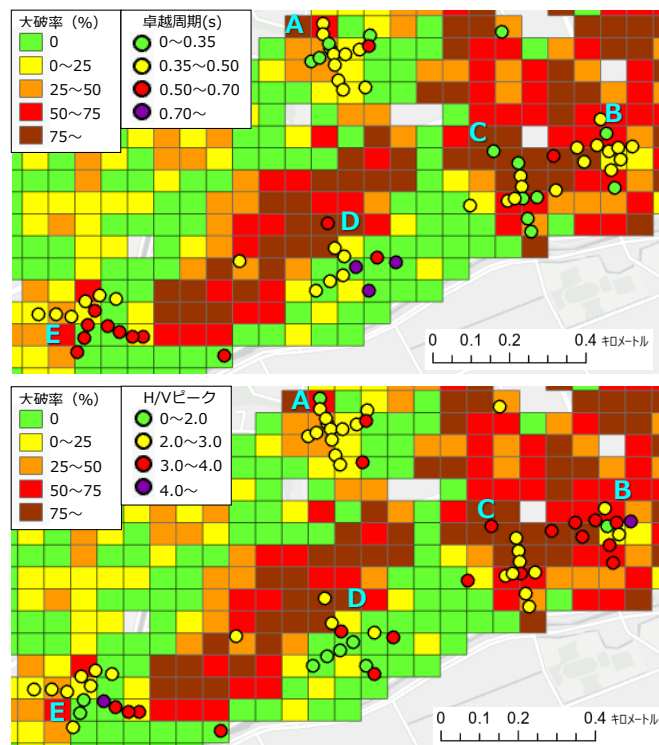


図3 建物被害とMHVRの卓越周期、ピーク値の分布
(上段：卓越周期、下段：ピーク値)

5. 建物被害と微動観測結果の比較

建物被害とMHVRから求めた卓越周期の関係を図4に、ピーク値の関係を図5に示す。比較は、地域毎と地形区分の2つの方法で集計を行った。地域毎の集計では、大破率は概ね微動観測地点を包含するような地域の建物の建物被害と全建物数から大破率を求めた。MHVRの結果は地域内の全観測地点の平均値とした。地形毎の集計は、同地形区分内の被害建物数と全建物数から算出した。MHVRのピーク値も、同様に同地形区内の観測結果の平均値とした。

建物被害と卓越周期の関係では、D地域の卓越周期が最も長く0.64s程度であったが、大破率は22%と小さい。卓越周期が長いと大破率が小さい傾向は、地形区分毎の集計でも一致し、卓越周期が長い氾濫平野や旧河道で大破率が小さい傾向が確認された。

一方で、建物被害とMHVRのピーク値の関係ではその傾向は概ね逆転し、卓越周期が長かったD地域はピーク値が小さく被害率が小さい。地形区分毎の整理でも同様に、旧河道や氾濫平野はMHVRのピーク値が小さく、大破率も小さい。

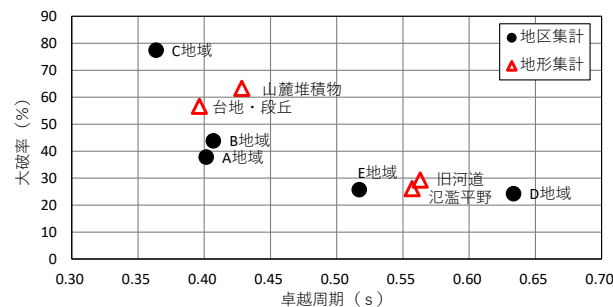


図4 建物被害とMHVRの卓越周期の関係

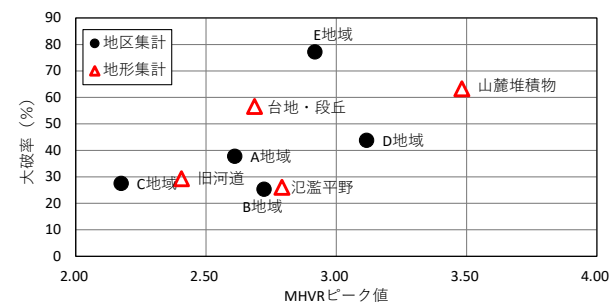


図5 建物被害とMHVRのピーク値の関係

6. まとめ

2016年熊本地震で被害が大きかった益城町を中心に、建物被害調査を実施しメッシュ単位で整理をした。また、そのデータと微動観測結果を比較し、卓越周期が長い地域では建物被害が小さいこと、一方で同地域はMHVRのピーク値が小さいことを確認した。

これらの傾向は、一般的に言われる「軟弱地盤では卓越周期が長く建物被害が大きくなる」との傾向とは一致しない。しかし、同地域の既往研究成果^{例え}ば^{1)~3)}などとはよく一致している。この理由として、卓越周期が長い地域では軟弱な層の影響で卓越周期が長くなっているが、逆に地盤増幅率が小さくなっていること、建物と地盤の固有周期の違い、同地域の液化化の発生など、いくつかの理由が挙げられている。筆者らも、同地域で地盤の非線形性特性が建物被害に大きく影響を与えることを確認しており⁴⁾、今後さらなる研究を進める予定である。

【謝辞】

本研究の一部は、JSPS 科研費(課題番号: JP19K02334)の助成を受けたものです。

【参考文献】

- 国土技術政策総合研究所:熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会報告書、2016
- 山田雅行、他:2016年熊本地震における益城町での被害メカニズムの解明～地盤特性の影響～、土木学会論文集A1、2017
- 森友宏、他:平成28年熊本地震における熊本県益城町の建物被害および宅地地盤被害の悉皆調査、地盤工学ジャーナル、2017
- 落合努、他:2016年熊本地震被災地域の地盤構造と震動特性の検討-その3.数値シミュレーションを用いた検討-、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、2017