

益城町安永地区の地盤特性と地震被害への影響に関する検討

Study on the Geotechnical Properties of Mashiki Town and Their Contribution to the Seismic Disasters

○三村 衛・肥後陽介・北田奈緒子・宇野匡範・宗 哲仁

○Mamoru MIMURA, Yosuke HIGO, Naoko KITADA, Masanori UNO Tetsuhito SO

The influence of the subsoil condition on seismic disasters during the 2016 Kumamoto Earthquake is investigated through the in-situ boring and laboratory tests. The less damaged section exists surrounded by the seriously damaged area in the Yasunaga district of Mashiki Town. Drilling investigation was conducted associated with standard penetration tests both in less and seriously damaged section. A thick soft clay exist in the less damaged section while we do not have in the seriously damaged section. Undisturbed soil samples were obtained at the same points and a series of laboratory experiments in terms of static and cyclic triaxial tests are conducted. In the less damaged section, we have 10m of very soft silty clay and it is noteworthy that 1.5m of organic clay layer whose natural water content exceeds 200% is sandwiched. This organic clay exhibits relatively high strength associated with very low rigidity in terms of  $G_0$ .

1. はじめに

2016年熊本地震によって上益城郡益城町では震度7を記録し、家屋の倒壊などによって多くの死傷者がでる甚大な被害が発生した。著者らは地震後にボーリング調査と乱さない試料の採取を行い、各種土質試験を実施した。一連の調査、試験結果に基づき、地震被害と地盤との関係について概略的に検討したので報告する。

2. 常時微動による卓越振動数と被害の関係

図-1に益城町における家屋の倒壊率を示す。益城町役場より南側の住宅密集地を見ると、秋津川北側の一角に全く倒壊がないエリアが認められる。地形分類では台地にあたる部分でまんべんなく被害が現れているのに対し、倒壊率ゼロの地区は旧河道・氾濫原となっている。一般に、比較的硬質で良好な地盤とされている指摘されている台地部で多くの家屋が被害を受けているのに対し、軟弱地盤が広がり揺れやすい地形とされている旧河道・氾濫原に区分されるエリアで全く倒壊がみとめられないという事実は非常に興味深い。図-2に秦ら<sup>2)</sup>による単点微動計測結果を示す。全体としては2Hz以上の振動数が支配的であるのに対し、図-1に示す倒壊率ゼロ地区にあたる部分では1Hz前後の低い振動数が得られている。一般にこの振動数帯は低層住宅にとっては厳しい値域で、被害

が出やすいレンジとされているが、今回の地震では逆の傾向が顕著に現れていることがわかる。

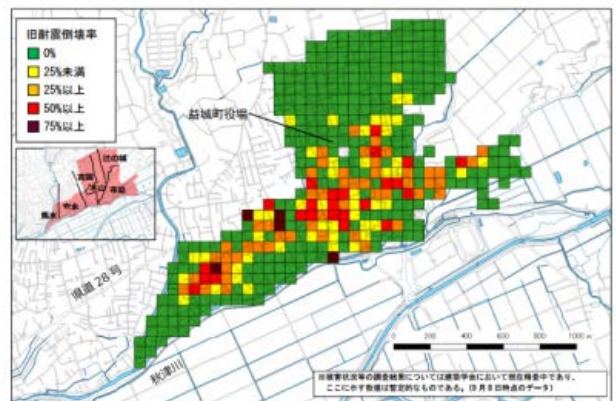


図-1 益城町における旧耐震基準の家屋倒壊率<sup>1)</sup>

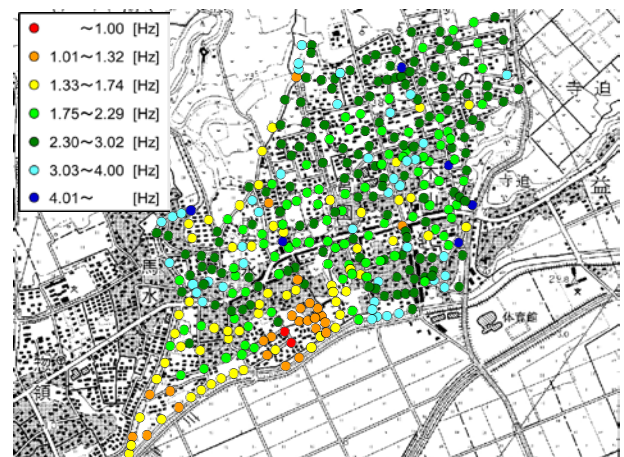


図-2 単点常時微動計測による卓越振動数分布<sup>2)</sup>

### 3. 益城町安永公園における地盤調査と室内試験

益城町の地盤性状を把握するために、同町安永地区の2か所でボーリング調査と乱さない試料の採取を行った。図-3に示すMKU-1は倒壊率ゼロのエリアに、MKU-2は多くの家屋が倒壊したエリアにある。図-4にMKU-1の土質柱状図を示す。深度52m付近で現れる工学的基盤と考えられる岩盤上を比較的硬質の礫層、砂層が覆い、その上に表層から20m以上の軟弱粘土層が堆積しており、特に中央付近にある高有機質土層が注目される。

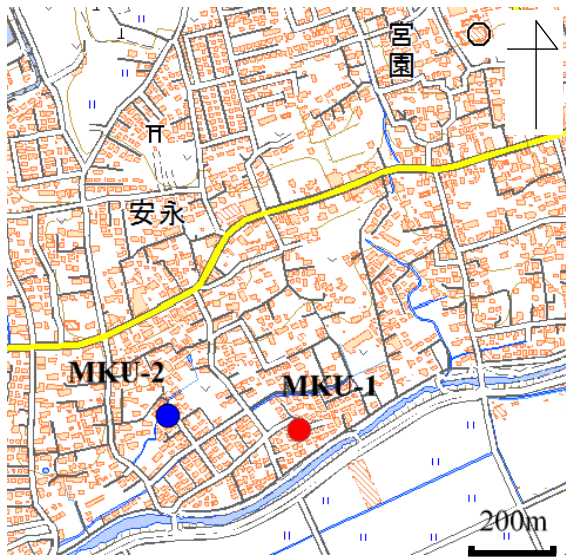


図-3 益城町で実施したボーリング位置図

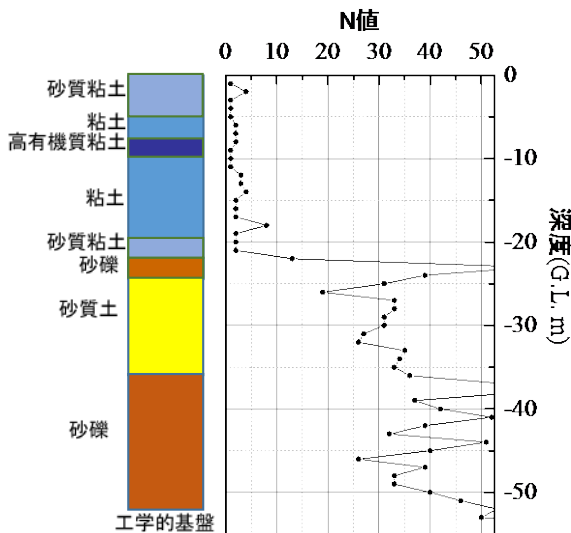


図-4 MKU-1地点の土質区分のN値深度分布

### 4. 高有機質土の室内動的三軸試験

MKU-1から採取した乱さない試料を用いて一連の室内土質試験を実施した。そのうち、本地区の地震時地盤挙動に大きな影響を及ぼすと考えられる高有機質粘土試料に対する室内動的三軸試験の結果を紹介する。非排水繰返し三軸試験を実施

し、繰返し応力比と両ひずみ振幅の所定値に達する繰返し回数の結果を図-5に示す。両ひずみ振幅5%に達する繰返し回数で評価した繰返し強度比は0.545と得られた。次に、動的変形試験によって得られたせん断弾性定数 $G$ 、履歴減衰率 $H$ とひずみレベルの関係を図-6に示す。同図より、微小ひずみ領域における $G_0$ 値が約 $3\text{MN/m}^2$ と非常に低い値を示す。これに対して繰返し強度比0.545は比較的高くMKU-1地点の高有機質土は剛性が非常に低く柔らかく反応する一方破壊しにくいという特徴を持った土であるといえる。

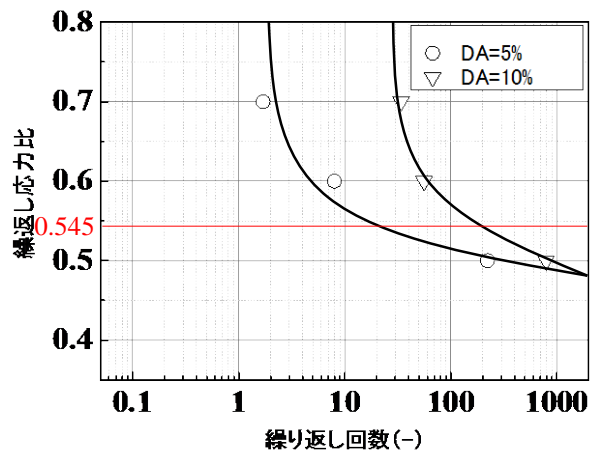


図-5 繰返し三軸試験による高有機質土の繰返し強度比

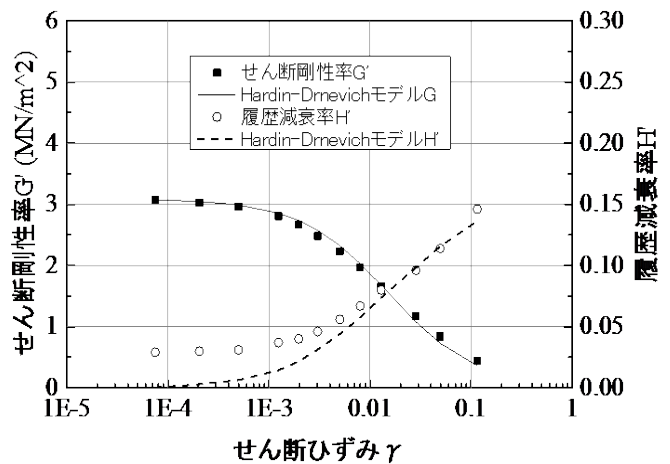


図-6 動的変形試験による高有機質土のせん断剛性率 $G$ 、履歴減衰率 $H$ のひずみ依存性

### 参考文献

- 1) 国土総合技術総合研究所：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。
- 2) 秦他：超高密度常時微動計測に基づく益城町の市街地における地盤震動特性の広域評価、地域安全学会梗概集、No.39、2016。