

## 2016年熊本地震における液状化による既設構造物の傾斜被害に関する調査的研究

金沢大学大学院環境デザイン学専攻 学生会員 ○芹川 由布子

金沢大学大学院環境デザイン学専攻 Hendra Setiawan

金沢大学大学院環境デザイン学専攻 中村 満

金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 宮島 昌克

福井工業高等専門学校 正会員 吉田 雅穂

### 1. はじめに

2016年4月の熊本地震では、熊本市内で液状化が発生し、戸建住宅における不同沈下が深刻な問題となっている。2011年東日本大震災の際も、東京湾沿岸部や利根川流域の広い範囲で液状化が発生し、住宅やライフラインに甚大な被害を与えた。これを受け国土交通省は「市街地液状化対策事業」を創設した。この事業を適用できる条件の一つとして「面積が3,000m<sup>2</sup>以上でありかつ、区域内の家屋が10戸以上のもの」という項目がある。東日本大震災では浦安市の大半が液状化するなど広範囲な被害であったため地区全体の液状化対策が施された。しかし、熊本市における液状化被害は、東日本大震災に比べると局所的であり、異なった液状化対策が必要であると考えられる。そこで本調査では、液状化の発生状況や構造物の被害状況を調べるため、特に家屋の傾斜被害が顕著であった熊本市東区秋津町、南区近見・刈草の計68棟の家屋の傾斜量を調査した。その結果をもとに、液状化被害と地盤状況の関係を明らかにし、今後の既設構造物に対する液状化対策工法の考案・開発に繋げることを目的とした。

### 2. 現地調査について

#### (1) 近見・刈草の地盤状況

調査対象地のボーリングデータ<sup>1)</sup>および微地形分類図を用いて地盤状況の考察を行う。また、土質区分、 $N$ 値をもとに設計水平震度 $k_{hgL}=0.3$ における $F_L$ 値を算出し、地盤の液状化危険度を判定する。

J-SIS 地震ハザードステーション<sup>2)</sup>によれば、近見・刈草地区は自然堤防と後背湿地であることがわかる。砂層の割合が多く、地下水位も高い位置に分布している。これより、微地形区分からはこれらの地域が液状化しやすい地盤であったといえる。

近見・刈草地区におけるボーリングデータと算出

した $F_L$ 値を図-1に示す。ボーリングデータを見ると地下水位は2.15mと浅く、1.5mの深さまで埋立層となっている。20mの地点までは、シルト混じり砂・砂混じりシルトのみで構成されており、表層付近の $N$ 値も非常に小さいため、液状化の危険性が高い地盤であるといえる。算出した $F_L$ 値からは、表層より深さ約13mに位置するシルト混じり砂の層では、液状化の危険性が低く、表層付近には危険な層が分布しているという結果となった。

#### (2) 近見における計測結果

図-2に近見地区における家屋の傾斜量計測結果を示す。ここでは、傾斜の大きな家屋が隣接しているという傾向がみられた。また、傾斜方向については、図の右下方向(南東)への傾斜が目立っている。道路脇に橋の親柱が残されていたことから、南東方向に河川があったと考えられる。被害が大きく現れていた家屋(A~D棟)に着目し、構造形式と建物被害について表-1にまとめた。ここでは、鉄骨造・木造どちらにおいても不同沈下が発生していた。これ

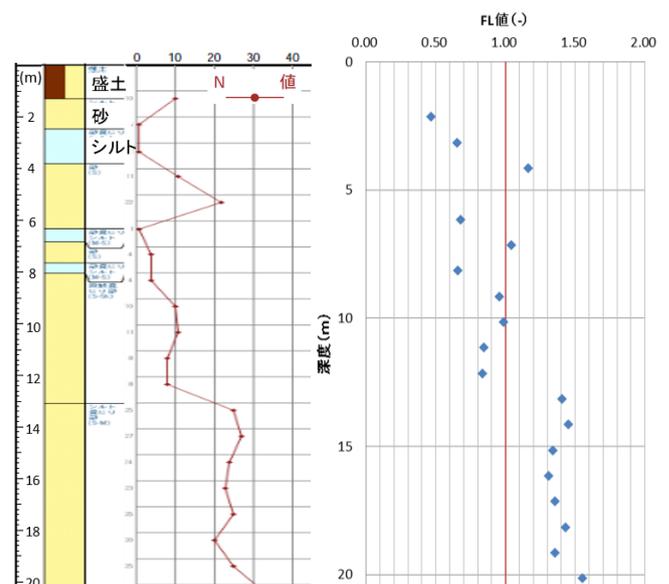


図-1 ボーリングデータと算出した $F_L$ 値

らについては周辺の戸建住宅に比べ、建物の高さが高く、傾斜や破損が目立っていた。B棟とC棟については互いに引き寄せあうように傾斜していた。周囲には噴砂も多く発生しており、構造物の重量および重心の位置が不同沈下を引き起こす要因であったと考えられる。D棟については北側の壁部材が破壊しており、そのために傾斜量が大きく現れたと考えられる。

### 3. 考察

表層付近の $F_L$ 値が1を下回っており液状化の危険性が高いという判定結果となっていた近見・刈草地区では道路脇や家屋の周りに噴砂の跡が残っていた。これより、地盤のボーリングデータをもとに行った液状化危険度判定の結果と被害状況に関してはおおそ一致していたといえる。構造形式や基礎形式によっても被害の大小は異なっていた。そのため、戸建住宅など既設構造物の液状化対策では、その地域の地盤状況と構造物の特性に合わせた対策工法を選定する必要があると考えられる。

また、東日本大震災では、千葉県浦安市において甚大な液状化被害が発生した。市の86%もの面積で被害が発生し<sup>3)</sup>、その後の対策では地中壁工法といった大規模な液状化対策工法が採用された。一方、熊本市においては、液状化による構造物の被害は限定的な被害であったことが本調査より明らかとなった。しかし、1度以上の傾斜で住人は不快感を感じ、2度を超える傾斜により、居住困難となっている家屋も多く存在していた。これより、大規模な液状化対策工法だけでなく、既設構造物や戸建住宅に対する液状化対策工法の考案・開発を今後も行っていくことが重要である。

### 4. おわりに

68棟の家屋の傾斜を測定し、傾斜の最大値と傾斜方向を地図上に示した。今回は狭い範囲における調査であったが、その範囲内においても傾斜の程度には大きなばらつきがあることがわかった。これらの被害については、構造物の重量の違いによるものや基礎形式に関係するものが多く見受けられた。河川方向や同じ方向に傾斜の傾向があったことから、傾斜方向は地形との関係があることがわかった。傾斜



図-2 計測結果 (近見)

表-1 家屋の構造形式と傾斜被害 (近見)

項目	A棟	B棟	C棟	D棟
写真				
構造形式 (推定)	鉄骨造3階	木造2階	鉄骨造3階	木造2階
危険度判定	危険	危険	危険	危険
建物傾斜被害	東側(道路と逆方向)へ2.05度傾斜	北側へ2.7度傾斜 前面の部材破壊	南側へ1.3度傾斜 一階部損壊	南側へ5.7度傾斜 北側の壁部材破損

の大きな家屋が隣接している傾向もあったため、今後は家屋の構造形式だけでなく基礎形式や直下の地盤状況についても考察する必要があると考える。

謝辞：現地調査では、日本海コンサルタント野村尚樹氏、国土開発センター七郎丸一孝氏の協力を得た。また、本研究は科学研究費補助金（研究種目：基礎研究(B)，課題番号：25289135，研究代表者：宮島昌克）の補助を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) 全国地質調査業協会連合会：平成28年（2016年）熊本地震復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト，  
<http://geonews.zenchiren.or.jp/2016KumamotoEQ/webgis/index.html>（アクセス 2016/05/25）
- 2) 国立研究開発法人防災科学技術研究所：J-SHIS地震ハザードステーション，<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>（アクセス 2016/05/25）
- 3) 浦安市：浦安市の液状化被害と対応2，  
[http://www.city.urayasu.lg.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_001/005/444/1-2higai\\_to\\_tai02.pdf](http://www.city.urayasu.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_001/005/444/1-2higai_to_tai02.pdf)（アクセス 2016/05/25）