

平成 28 年熊本地震における帯状液状化域における地盤特性と液状化影響評価

○ 福岡大学大学院 学生会員 平田涼太郎
 福岡大学 正会員 村上 哲
 福岡大学 学生会員 坂本龍太郎
 福岡大学 正会員 樋原 弘貴
 飛鳥建設 正会員 三輪 滋

1. 背景・目的

平成 28 年熊本地震により熊本平野部では甚大な液状化被害が生じた。これは、熊本特有の火山性由来の土質の影響に加え、従来指摘されている埋立地盤だけでなく、旧河道部、自然堤防部の一部で液状化の帯として現れたように限定的に生じているのが特徴的である。このうち液状化の帯については、旧河道であったという話もあるが、旧版地形図を確認する限りでは河川の存在は確認できなかった。しかし、液状化の危険度を評価するためには、その地盤における液状化層の有無、層厚が重要であり、戸建て住宅の被害については、液状化層が表層付近に存在するかどうか重要である。それらを評価するには PL 値や地表面から液状化層までの深さ(これ以降 H1 と呼ぶ)、液状化の噴砂の状況を考慮しながら宅地被害に与える液状化層の影響とその評価をする必要がある。

本研究では、熊本地震で現れた液状化の帯を対象域とし、対象地域に存在する地盤情報を用いて液状化判定を行い、液状化危険度を調べ、実際の液状化と潜在的な液状化(液状化危険度)を比較し、宅地被害に与える液状化層の影響とその評価を行った。

2. 対象地域の概要

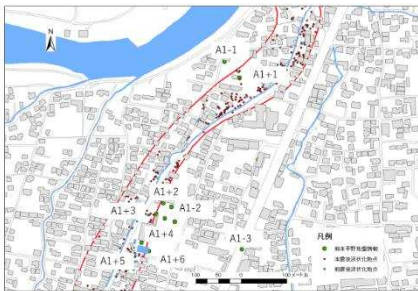


図-1 対象地点その 1

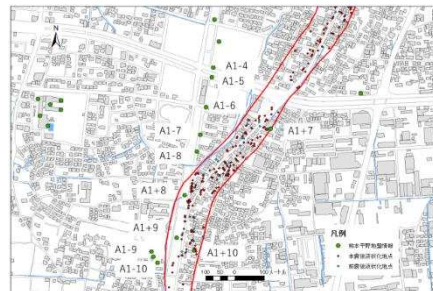


図-2 対象地点その 2

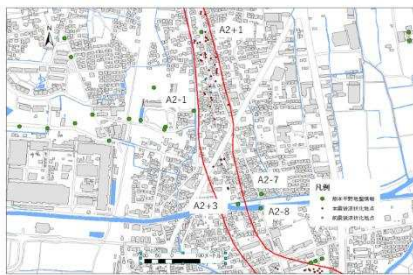


図-3 対象地点その 3

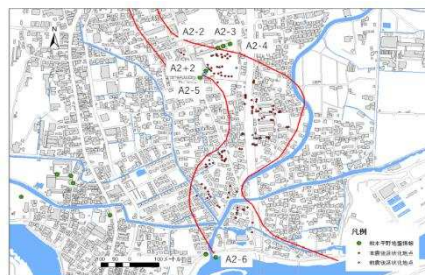


図-4 対象地点その 4

今回の対象地域として、近見地区から川尻地区と定める。図-1～図-4 は平成 28 年熊本地震により生じた現地調査による液状化被害等被害地点(赤)と空中写真判読による液状化確認地点(青)を国土地理院提供の基礎地図情報上にプロットしたものである。液状化地点を見てみると、液状化が発生した地点とそうでない地点に分けられており、地盤の違いによって、液状化する

かしないかで分けられると考えられる。すなわち、液状化の危険度を評価するためには、その地盤における液状化層の有無、層厚が重要であり、また、戸建て住宅の被害については、液状化層が表層付近に存在するかどうか重要である。

3. 宅地の液状化被害に与える液状化層の影響評価

熊本地震で発生した液状化の特徴は、表層付近に液状化層の堆積していたこと、液状化域の拡大と液状化危険度には直接的な関係が見られないこと、液状化が拡大した地域としなかった地域には地盤の条件に違いがあることなどが指摘されてる¹⁾。地盤女権の違いには、その 1 つが FL<1.0 の深さ方向の領域のおおきさ、すなわち、液状化が発生した地点では、地表面から 5m の深さまで見ると、2m から 4m の範囲で液状化層が存在していたが、一方で液状化帯外の地点では 5m までの液状化層厚は 0m~1.1m 程度しか存在していないといった点が挙げられる¹⁾。それを踏まえ、通常の液状化判定では 20m の深さで液状化危険度を求めるが、対象を戸建て住宅の宅地と限って、液状化層厚の考察、PL 値の算出をそれぞれ、深さ 5m、10m で検討した。

図-5、6 は、5 から 20m までの PL 値、前震後、本震後のメッシュランク¹⁾の関係を表したグラフ、深度 5、10、20m の PL 値をそれぞれ PL5, PL10, PL20 とし、H1 の値を表したグラフである。A1+1、4、5、9、10、では液状化域が拡大していた。液状化帯外では A1-1 だけ液状化が拡大した。拡大した理由としては、10m 以浅で見ると、層厚 5m 以上の液状化層が存在していたことが原因であると考えられる。このことから、当該地

域では噴砂は地表面から深度 5m から 10m の範囲で液状化層があれば現れることが分かった。

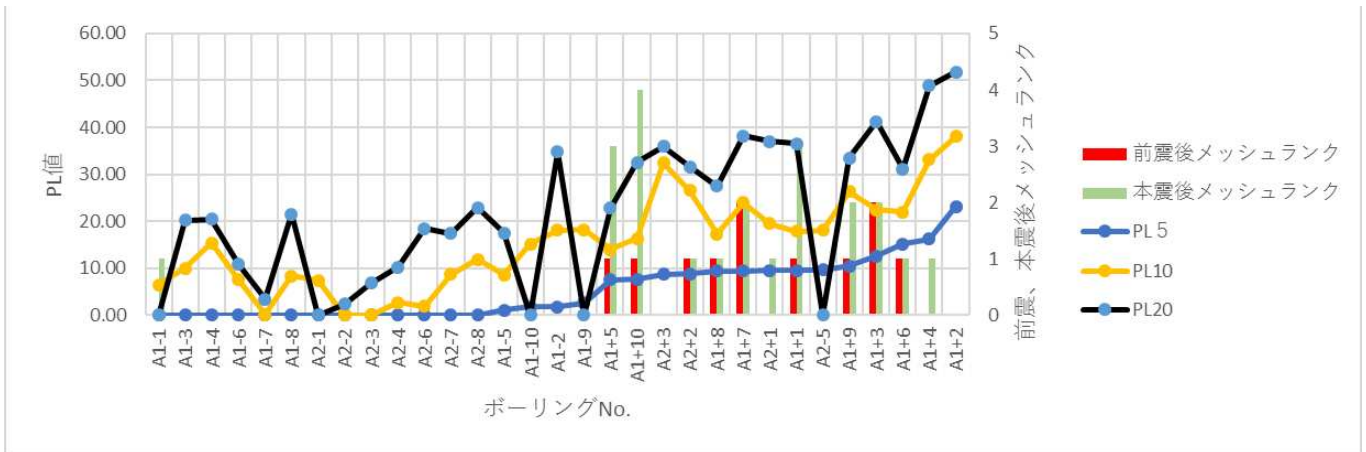


図-5 PL 値およびメッシュランクの関係を表したグラフ

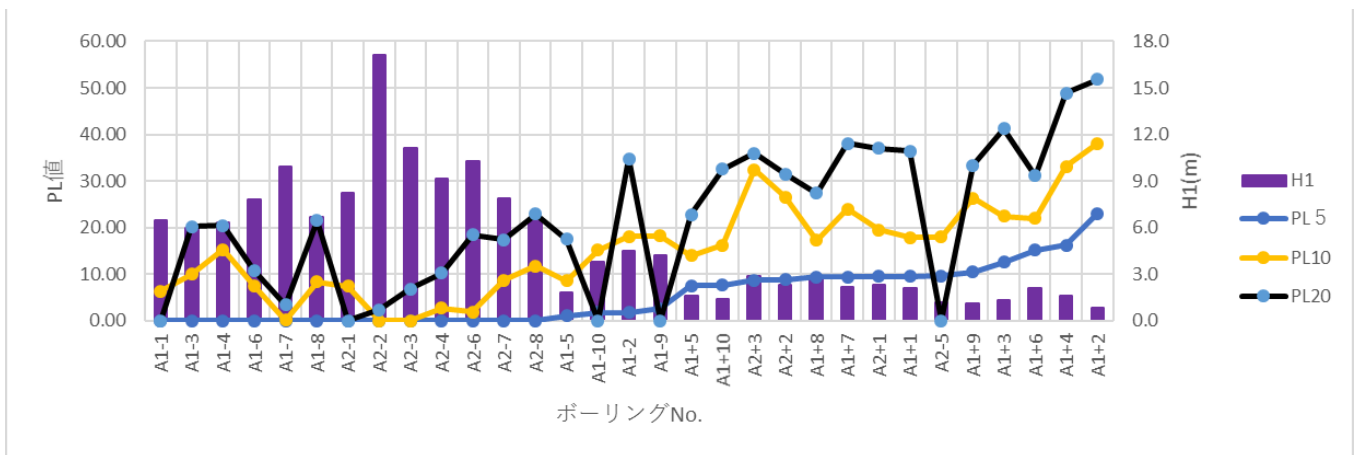


図-6 PL 値および H1 の関係を表したグラフ

PL20 の値を見ると、前述のとおり深度が 20m 以浅のデータがあり、PL 値の大小における規則性が見られなかった。帯内では PL20 が 15 以上を超える地点がほとんどであった。帯外でも半数の地点で PL20 が 15 を超える地点が存在し、液状化帯内外で規則性は見られなかった。また、PL10 でも同様に液状化帯内外で規則性が見られなかった。なお、深度が 20m 緯線のデータの場合は、その深さまでの検討をしている。しかし、PL5 を見てみると、液状化帯外では、0 から 2.6 までであったのに対し、帯内では PL5 が 7.6 で噴砂が確認された。このことから、宅地被害に与える液状化層は 5m ぐらいの深さであること、PL5 は $0 < PL5 < 2.6$ で液状化する危険性が低いと考えられ、PL5 が 7.6 を記録したところから液状化により噴砂が発生し、地表面に影響を及ぼすものと考えられる。また、図-6 で H1 の深度と PL 値の関係性を表したグラフを見てみると、PL5 の値が 2.6 までの地点では H1 の深度は A1-5 を除いて 3~18m までであったが、PL5 の値が 7.6 の地点から H1 の深度が 3m 以下となる地点が多数あり、図-5 の全てのメッシュランクと比較してみると、半数以上 H1 が 3m 以内に液状化層があるところで液状化が発生していた。よって、H1 の深度と PL5 の値には関係性があるのではないかと考えられる。

以上のことから、当該地域においては、PL5 を用いて判断することにより、液状化による噴砂の発生状況を統一的に評価することができ、宅地に与えた液状化の影響の評価の指標になることが期待できる。

4. まとめ

- 1) PL20、PL10 の PL 値は液状化帯内外での規則性は見られなかった。
- 2) 液状化で宅地に影響を与えるのは 5m 以内であり、PL5 が $0 < PL5 < 2.6$ では液状化は発生しないと考えられ、現段階で 7.6 以上では液状化は発生しやすくなり、地表面に影響を及ぼす。
- 3) H1 の深度が 3m 以下で、前震・本震後のメッシュランクと比較すると半数以上が液状化の噴砂が確認された。よって H1 の深度と PL5 の値に関係性があると予想される。
- 4) 当該地域においては、PL5 を用いて判断することにより、液状化による噴砂の発生状況を統一的に評価することができ、宅地に与えた液状化の影響の評価の指標になることが期待できる。

【謝辞】 本研究を進めるに当たり、国土地理院より空中写真を、熊本市役所震災宅地対策課よりボーリング柱状図および土質試験データを提供いただいた。付記して謝意を表します。

【参考文献】 1) R. Hirata et al.: Liquefaction Expansion Caused By Foreshock And Main Shocks Of Japan's 2016 Kumamoto Earthquake, International Symposium on Lowland Technology 2018, No.80, 2018. 2) H28 熊本地震において現れた液状化帯内における液状化層の調査, 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, pp.83-84, 2018.