

## 市街地における液状化検討対象層推定のための SWS 試験データの活用

○ 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 正会員 櫛原 弘貴

### 1. はじめに

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な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ず、沖積平野の堆積プロセスにおいて、その環境がもたらした地盤条件の違いだった可能性もある。

地域地盤の堆積状況を調査する 1 つの方法として、電子地盤情報を記録したデータベースを活用する方法がある。当該地域では、九州地盤情報共有データベースがその 1 つであるが、地盤情報の多くは公共事業によるものが多く、河川沿岸や道路線上など線で分布し、市街地や農地などにおいては情報が希薄な場合が多い。そのような場合は新たに地盤調査を実施する必要があるが費用と時間の問題もあり困難である。上述した液状化発生地域の 1 つである熊本市南区近見地区も既存電子地盤情報が希薄な地域であり、液状化の発生状況と地盤の堆積状況を調査するためには、新たな情報を追加する必要がある。

そこで、本研究では宅地地盤調査で広く行われているスウェーデンサウンディング試験の結果を利用して、地盤情報の高密度化とその有効性を検討した結果について報告する。

### 2. 対象地域の概要

図-1 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治水地形分類図上にプロットしたものである。液状化地点が白川から枝分かれするように伸びているのが特徴である。これらの 3 つの枝は、微地形的には、黄色で塗られた自然堤防上あるいは旧河道上に位置するものの、自然堤防上の一部で帯として生じていることが分かる。このように、微地形区分だけでは、液状化の可能性は判別できず、自然堤防でも地盤の違いによって、液状化するかもしれないことが今回の地震でも分かる。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。今回の調査対象地域として近見地区を選出した。



図-1 液状化地点と微地形図の関係

### 3. 宅地地盤調査結果の追加による地盤情報の高密度化

図-2 は本研究で収集した地盤情報の位置図を示している。当該地域で公開されている地盤情報データベースとして、九州地盤情報共有データベースがあるが、図中にはその情報が無く、市街地における地盤情報が不足している地区でもあることが分かる。図-2 の水色で表している点は、本研究で新たに収集した熊本市提供のボーリングデータの位置を表しているが、液状化の帯内部に 2 点、境界付近に 1 点、外部に 2 点を有するのみである。また、緑色で表しているものは、宅地地盤調査で行われたスウェーデンサウンディング試験の調査地点を示しており、先の熊本市提供のボーリングデータに加えて新たに追加した地盤情報である。図より、従来の公共事業等で整備可能な地盤情報だけでは市街地の地盤特性を十分に分析できる情報量ではないことは十分予想できる。ただし、当該地域の地盤の堆積構造の変化が乏しい地域であれば、少ない地盤情報でも地域の地盤特性を表現できると思われる。そこで、これらの情報から当該地域の地盤断面図を作成し、ボーリングデータのみでの推定地盤断面図とスウェーデンサウンディング試験結果も加えたデータでの推定地盤断面図を比較することにより、スウェーデンサウンディング試験結果の利用の有効性を検討する。

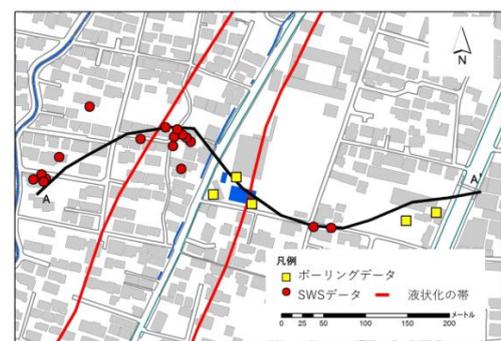


図-2 地盤情報の位置図

### 4. 高密度化による近見地区の推定地盤断面図の変化

上述したボーリングデータのみでの推定地盤断面図、および、スウェーデンサウンディング試験結果を加えた

推定地盤断面図を作成するために、本研究では、産業技術総合研究所が開発した(ボーリング柱状図解析システム ver2.2)を用いた。なお、スウェーデンサウンディング試験結果を電子化するために中央開発株式会社提供の Geobuild を利用した。

図-3 はボーリングデータのみで作成した推定地盤断面図を示している。図のように推定断面の西側部分はボーリングデータがなかったため地盤構造状況を把握することが出来なかったため空白域としている。描くことができた東側は、図のように表層から人工土、粘土、砂礫及び粘土、砂、砂、粘土層の順番となった。図-4 はスウェーデンサウンディング試験結果を追加して作成した推定地盤断面図を示している。図より約 10m 以浅の地盤構造が明確になったことが分かる。ボーリングデータだけでは分からなかった地盤堆積構造がより明確になった。SWS 試験のボーリングデータを含めた地盤堆積構造は西側では、砂、粘土、砂、粘土層となり、中央部では砂、礫、砂、砂層の順番になった。

図-3 と図-4 を比較すると、SWS 試験のデータが加わることにより、約 10m 以浅の地盤構造が明確に示すことが出来るようになる。また、液状化の帯と地盤の堆積構造を対比すると、液状化の帯では地表面付近に砂が堆積しており、液状化が発生する条件の 1 つを満たしていた。SWS 試験のデータを含めた地盤堆積構造を見てみると西側では、地表面に砂層が堆積しているが、地下水位が粘土層内に存在しており、東側では、地表面に粘土層が堆積しているため、住宅に被害を与えるような表層の液状化が発生しなかったと考えられる。

以上のように SWS 試験のデータは、表層付近の地盤の堆積構造を詳細に把握する有効な情報であることが分かった。とりわけ、液状化被害の調査に役立てることが出来る有効な情報であると考えられる。

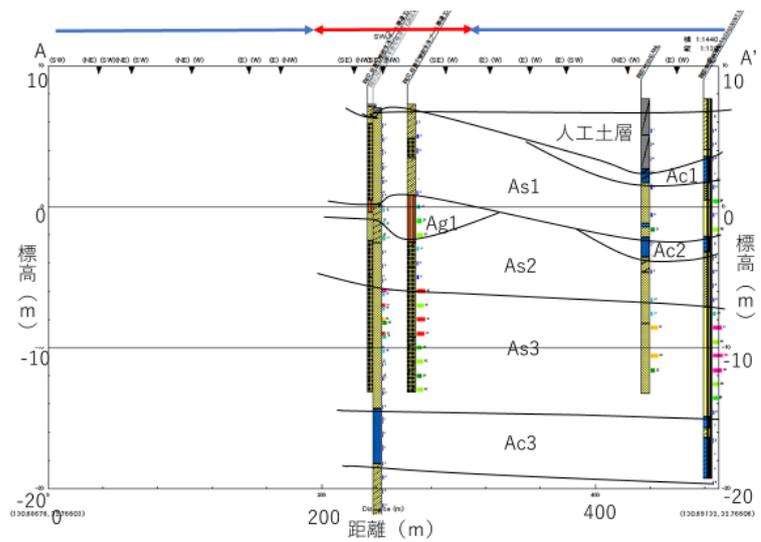


図-3 SWS 試験のデータを含めない推定地盤断面図

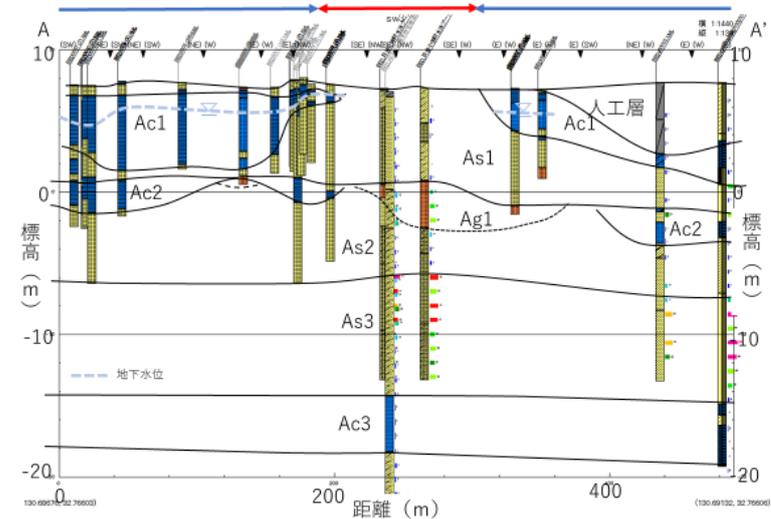


図-4 SWS 試験のデータを含めた推定地盤断面図

5. まとめ

今回のスウェーデンサウンディング試験を用いたデータをもとに近見地区の地盤堆積構造を推定した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 宅地地盤調査のための SWS 試験データを加わることにより、約 10m 以浅の地盤構造が明確にできることが分かった。
- (2) 液状化の帯では地表面付近に砂が堆積しており、液状化が発生する条件の 1 つを満たしていた。
- (3) 一方、液状化の帯外部において、その西側では地表面に砂層が堆積していたものの、地下水位が深く、粘土層内に存在し、東側では地表面に粘土層が堆積しているため、住宅に被害を与えるような表層の液状化が発生しなかったと考えられる。

以上のとおり、市街地における SWS 試験のデータの活用は、表層付近の地盤の堆積構造を詳細に把握する有効な情報であることが分かり、今後、市街地液状化対策を検討するために必要な情報になり得ると考えられる。

【謝辞】 本研究を進めるに当たり、国土地理院より治水地形分類図のデータを、ジャパンホームシールド株式会社辻浩平氏より近見地区の宅地調査のスウェーデンサウンディング試験の結果を提供いただいた。付記して謝意を表します。

【参考文献】 1) T. Mukunoki, K. Kasama, S. Murakami, H. Ikemi, R. Ishikura, T. Fujikawa, N. Yasufuku, Y. Kitazono: Reconnaissance report on geotechnical damage caused by an earthquake with JMA seismic intensity 7 twice in 28 h, Kumamoto, Japan, Soils and Foundations 58(6), pp.947-1088, 2016. 2) 松野雅、村上哲、樋原弘貴: 平成 28 年熊本地震で生じた前震・本震による液状化地域拡大, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.363-364, 2017.