

オートマチックラムサンディングを用いた液状化判定手法の提案

(株)ワイビーエム ○奈須 徹夫
 (株)ワイビーエム 吉田 満宏
 川崎地質(株) 濱田 泰治
 川崎地質(株) 近藤 勉

1. はじめに

平成23年の東日本大震災において、東日本の広範囲にわたって地盤の液状化が発生した。液状化被害は、小規模建築物に多くみられ、国土交通省によると浦安市の8,700棟を含む27,691棟にも及んだ。一方、中規模以上の建築物の液状化については、一般に大きく取り上げられず、被害件数は少なかったようである。

その原因として、小規模建築物における地盤対策では、軟弱粘性土地盤の圧密による不同沈下対策に主眼が置かれ、液状化についてはスウェーデン式サウンディング(SWS)等による簡易的な調査・判定法にとどまっていたことが挙げられる。

本報告では、小規模建築物の液状化調査・判定としてSWSよりも貫入能力が高く、標準貫入試験(SPT)よりも機動性に優れ、試料採取等ができるように改善・工夫したオートマチックラムサンディング(SRS : Swedish Ram Saunding)を活用した事例を紹介する。

2. SRSによる液状化調査・判定法の提案

(1) F_L 法・ P_L 法の必要性

小規模建築物における現行の液状化判定は、建築学会の小規模建築物基礎設計指針における簡易判定法¹⁾による場合が多い。簡易判定法では、液状化により地表に影響が及ぶ深さを5mと想定し、液状化層厚と非液状化層厚の関係から被害想定を行っている。調査手法については、対象範囲が浅いことから、取り扱いが比較的容易で機動性が高いSWSが中心に行われている。

中規模以上の建築物の液状化調査・判定では、多くは、SPTによる調査結果を用いて、建築基礎構造設計指針に準じて、繰返しせん断応力比 L と液状化抵抗比 R の比率による F_L 法および P_L 法により液状化判定が行われている²⁾。東日本大震災では、中規模以上の建築物における液状化被害は大きくは取り上げられなかったことから、小規模建築物の液状化判定法においても、中規模以上の建築物で用いられる F_L 法および P_L 法による判定を行うことが今後望まれる。

(2) SRSによる液状化調査・判定法の概要

F_L 法・ P_L 法による液状化判定を行う場合、入力パラメータとして、土質の判別、 N 値、地下水位、細粒分含有率などが必要である。また、調査機の条件として、深度20m以上の掘進能力、中間支持層の貫通能力などが必要とされる。現在、小規模建築物の地盤調査に多用されているSWSでは対応深度が10m程であり、硬質地盤にお

いては貫入不能になりやすく、土質試料の採取が難しい³⁾など、 F_L 法・ P_L 法の解析を目的とした調査には不十分といえる。

今回提案するSRSによる液状化判定手法は、SPTと同様に F_L 法・ P_L 法に対応した調査手法として考案したものである。SPTと同等の貫入能力、適応深度20m以上、SWSと同等の機動性という従来までの能力・機能に加えて、特殊サンプラーとストレーナ管を利用し、試料採取と地下水位測定ができるよう改善した(図-1、図-2)。

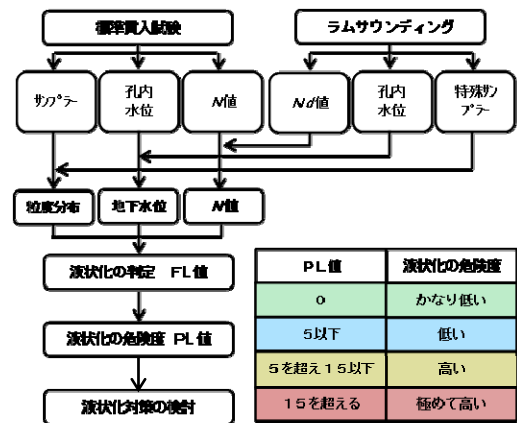


図-1 SRSを用いた液状化判定手法

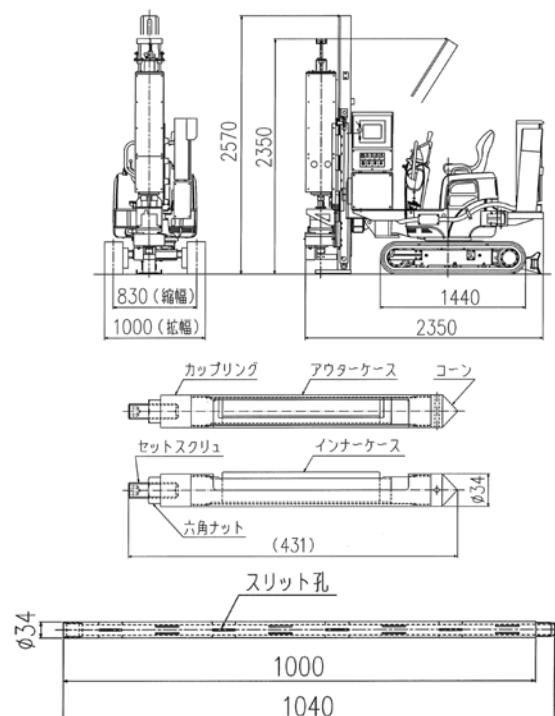


図-2 SRS試験機と特殊サンプラーおよびストレーナ管

3. 試験調査の実施

(1) 調査概要および調査手順

試験調査は、 N 値が3~10の砂質土が連続的に分布する佐賀県唐津市内の埋立て地において実施した。事前に行われたボーリング柱状図を図-3に示す。

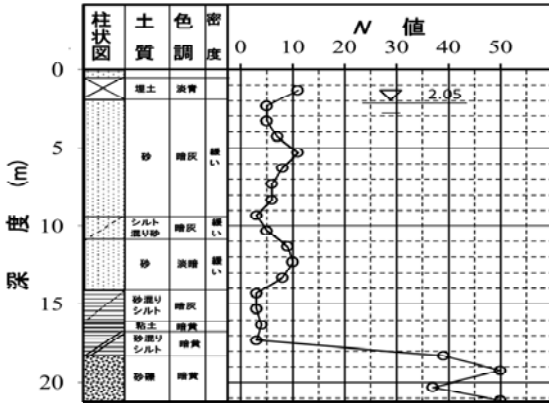


図-3 事前のボーリング柱状図

調査手順は図-4に示すとおりで、1)通常のSRSを行った後、2)ロッドを引き抜き、3)ロッド先端に装着した特殊サンプラー(軸部開閉タイプ)を調査孔に挿入し、4)自立した調査孔側壁の原位置土を1m毎に採取した。採取試料は液状化判定のため粒度試験に供した。

試料採取時のロッドの上げ下げにより、調査孔上部では、孔壁崩壊と調査孔拡大により特殊サンプラーの翼が届かず、試料採取ができなくなる可能性があった。また、調査孔下端部では崩落土による埋戻しが危惧された。そのため、採取順序は、まず最下端の2深度の試料を採取し、その後、上部から順次下層へ採取した。

試料採取後、5)ストレーナ管を孔内に挿入し、6)地下水の回復を待って地下水位を計測した。

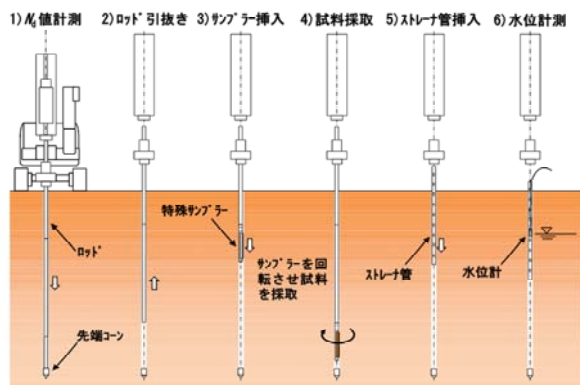


図-4 SRSによる液状化判定のための調査手順

(2) 調査・判定結果

調査・判定結果図を図-5に示す。なお、GL-15m以深の調査・判定については、高強度の礫層が分布していたため、事前調査によるSPTのデータを用いた。

SRSの補正打撃回数 N_d 値は、(1)式により導いた⁴⁾。

$$N_d = N_{dm} - \alpha M_f \quad \dots (1)$$

ここに、 N_d : 補正された打撃回数
 N_{dm} : 測定された打撃回数
 α : トルク係数 (0.41)
 M_f : ロッド周辺の摩擦抵抗 (kN・cm)

図-5(a)に示すように、 N_d 値はSPTから得られる N 値と相関が非常に高く、 $N_d \approx N$ であることが解る。また、SRSのデータにより求めた F_L 値は、SPTによる F_L 値と同等値を示している(図-5(c))。

一般的に P_L 値は(2)式により得られる³⁾が、SRSでは20cm毎に N_d 値が得られるため、算出された F_L 値に20cm/100cmを乗じて積分した。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) (10 - 0.5x) dx \quad \dots (2)$$

ここに、 P_L : 液状化指数
 F_L : 液状化に関する安全率
 x : 地表面からの深さ (m)

この解析より、 P_L 値は $P_L=11.1$ となり、当該地は「液状化の危険度が高い」地盤であることが判明した。なお、SPTによる P_L 値は同レベルの12.1であり、この差は、測点深度が1m毎のSPTに比べ、SRSでは測点が20cm毎と密であることによると考えられる。

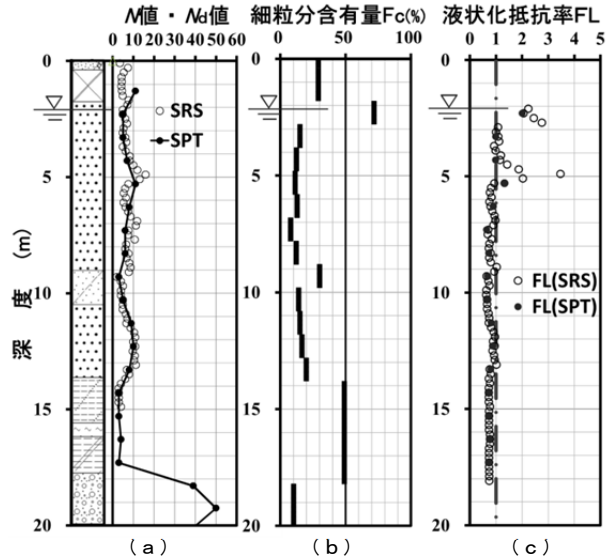


図-5 SRSによる液状化調査・判定結果図

4. まとめ

- 1) SRSは、特殊サンプラーとストレーナ管を用いることで液状化調査・判定が可能となり、その結果精度は、SPTによるものと同レベルであることが確認できた。
- 2) SRSは、深度方向に連続的な調査が可能のため、 P_L 値の信頼性はSPTと同等以上と考えられる。
- 3) 広範囲の調査エリアを対象とする場合等、SPTの補充調査としての活用にも期待し、今後も試験データを蓄積する等、SRSの有効性について検証していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 日本建築学会: 小規模建築物基礎設計指針, pp88~92, 2008.5.
- 2) 日本建築学会: 建築基礎のための地盤改良設計指針案, pp.313~342, 2008.7.
- 3) 平田茂良: 宅地地盤の新たな地盤調査法, 基礎工, pp68~71, 2006.10.
- 4) 地盤工学会: 地盤調査の方法と解説, pp330, 2004.6
- 5) 建設省土木研究所: 土木研究資料第1729号, 1981.9