

ジオ式地盤サウンディング Geo's "Ground Sounding System"

村山 弘樹* 石野 拓宏**
Hiroyuki MURAYAMA, Takuhiro ISHINO

「ジオ式地盤サウンディング」とは、戸建て住宅地盤の液状化判定のために開発された液状化可能性調査システムである。

このシステムは、半自動「スクリーウエイト貫入試験機」を使用し、ボーリング調査と同様に、液状化判定のための地層構成と地質の硬軟、砂試料採取、自然水位および換算 N 値で代表される「地盤の相対強度」等の地盤定数が得られるものである。

キーワード：液状化判定、試料採取用サンプラー、水位測定装置、トローウェルスクリーウ
Liquefaction Judgment, Geo's Sand Sampler, Water Level Device, Trowel Screw

1. はじめに

現在、砂地盤の液状化判定のための砂試料採取は、ボーリング調査に伴う「標準貫入試験」¹⁾の貫入試験試料を利用して行っている。

「ジオ式地盤サウンディング」は、深度 25cm 毎のスクリーウ貫入抵抗を測定するための半自動「スクリーウエイト貫入試験」²⁾(以下、SWS とする)機(写真 1)を利用して砂試料採取を行うものである。

このシステムは、戸建て住宅の液状化判定を行う上で懸案であった 3 つの課題を解決した。

即ち、①所定の深度から「規定量の砂試料を採取」³⁾、②試料採取のための自立した試験孔の形成、③SWS 試験孔での正確な自然水位の測定である。

また、このシステムは、機械ボーリングに比べ、小型軽量であり、既存建物が在る狭隘(きょうあい)な敷地でも搬出入可能ななどの利点を有し、戸建て住宅地盤の液状化調査に新たな境地を切り開いた。



写真 1 半自動スクリーウエイト貫入試験状況

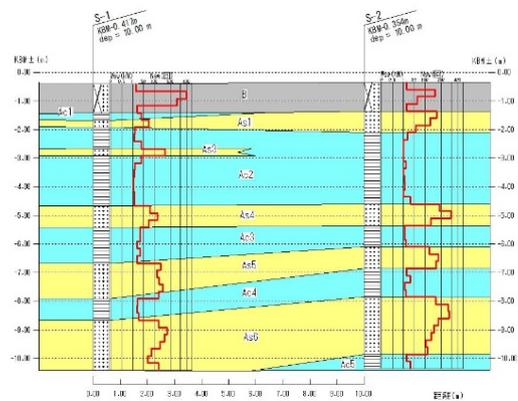


図 1 地層推定断面図(一例)

2. 開発の経緯と有効性の実証

筆者らは、SWS 機による砂試料採取を研究してきたが、2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う液状化によるライフラインと戸建て住宅の大きな被害に触発され、戸建て住宅の液状化調査のため、新たに開発した二重管式「試料採取用サンプラー」⁴⁾(以下、サンプラーとする)を使用し、「規定量の砂試料」(200g 以上)の採取に成功した。また、SWS 試験孔での水位確認のため「水位測定装置」⁵⁾を考案し、正確な自然水位の測定を可能とした。

その後、2012 年 8 月～9 月に千葉県浦安市運動公園で行なわれた SWS 機による砂試料採取の公開『一斉試験』⁶⁾に参加し、この方式の有効性を確認した。

また、2020 年 12 月～21 年 1 月に東京都葛飾区で本方式により「液状化調査の実証試験」⁷⁾が行われ、予定深度 4m、7m、10m での試料採取を実証した。

3. 調査方法

① 調査敷地内の任意の地点で、SWS 機による通常のサウンディング試験を 2 か所以上実施し、地層推定断面図を作成する。(図 1)

* ジオ・フロント株式会社

** 株式会社 ジオ・プロパティ 地盤工学会会員

Geo Front Inc

Geo Property Inc

② SWS の試験孔内に「水位測定装置」を装着した水位測定管（図 2、写真 2）を所定の深度まで、ボーリングバー^{注 8}（写真 3）で軽打する。この時、先端コーン部は貫入による孔壁の土砂の抵抗のため閉じている。次に、ボーリングバーを逆打ちし、先端コーン部を開き、測定管を地表部に固定する。地下水の浸入と水位の上昇があり、水位の安定後、管内に水位測定センサーを挿入して、正確な自然水位を測定する。

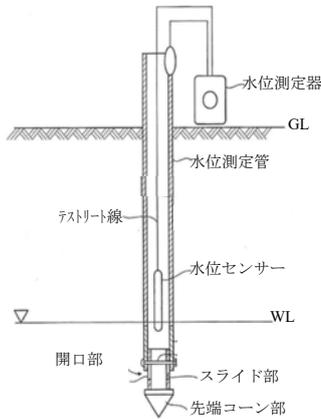


図 2 自然水位測定図



写真 2 水位測定用先端コーン



写真 3 ボーリングバー

③ SWS 調査で得られた敷地地盤の地質構成と地質の硬軟、地盤の静的貫入抵抗値、自然水位から土質柱状図および地層推定断面図を作成し、液状化対象層を特定する。次に、液状化対象層から適宜、数か所の試料採取深度を決定する。



写真 4 小型トローウェルスクリー

注 8：人力で鋼管部を上下させ、打撃エネルギーをロッドを介して、下部に伝える打撃貫入用具

④ SWS 実施地点の近傍で、砂試料採取のため専用の採取孔を掘削する。なお、市街地などで、ガラ混じりの埋土層が厚く存在する場合は、事前に、ハンマードリル、パール、併せスコップなどを駆使して、埋土部分を穿孔（せんこう）し、崩れ易い箇所までケーシング管を打ち込み、掘削孔を確保する。

⑤ ロッド先端にΦ5cmの「小型特殊ドリル」（トローウェルスクリー）⁹⁾（写真 4）を着け、所定の深度まで削孔し、自立した試料採取孔を形成する。（図 3）

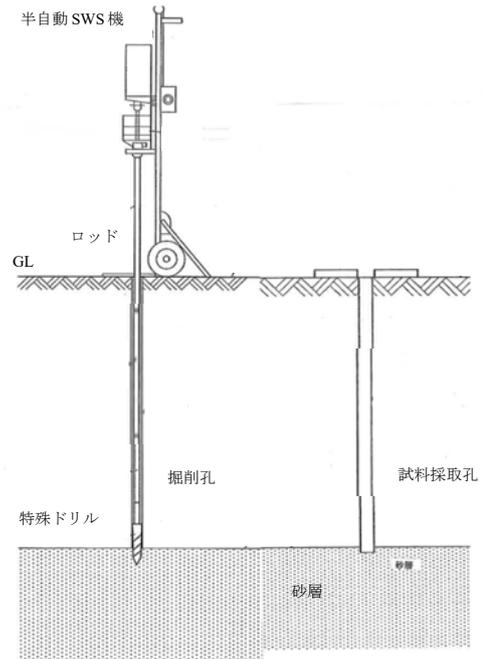


図 3 小型特殊ドリルによる削孔と調査孔の形成

⑥ ロッド先端に、「試料採取用サンプラー」（外形Φ32mm、内径Φ27mm、全長500mm、内管：Φ25mm、内径23mm、長さ100mm×4本）（写真 5、図 4）を装着し、ロッド天端に着けたボーリングバーによりサンプラーを砂層中に打撃貫入させ、所定の深度区間の砂試料を採取する。（図 5）この際、打撃貫入深度は標準貫入試験の場合と同様に、予備打ち 15cm、本打ち 30cm とする。なお、削孔後、孔底に溜まるスライムは、サンプラーの上部、コネクター部にある 2 箇所 の排土孔から排出される。



写真 5 試料採取用サンプラー

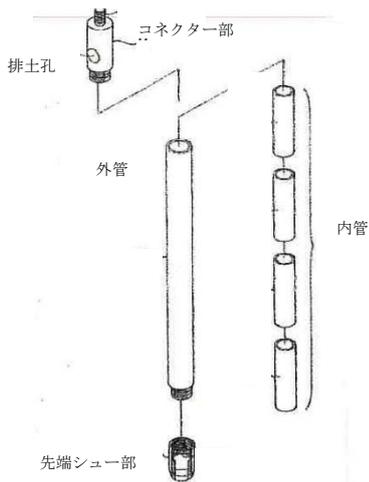


図4 試料採取用サンプラーの構造

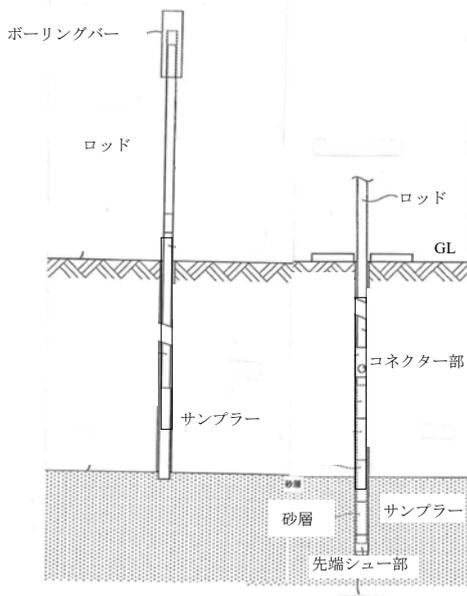


図5 試料採取用サンプラーと打撃貫入による試料採取



写真6 試料採取状況

⑦ 試料採取（写真6）後、サンプラーの引上作業を行うが、梃子式のサウンディングロッドプラー（写真7）は、操作が容易であり、早い引上げが可能である。



写真7 サンプラーの引揚げ装置（一例）

⑧ サンプラーの引上げ後、サンプラー本体部から内管を外し、携帯型ドリル（写真8）などで、内管に詰まっている試料を取り出す。取り出した試料（写真9）は、試料袋に収納し、粒度分析に供する。



写真8 ハンディドリルでの砂試料の取出し



写真9 採取砂試料

4. 液状化の判定

SWS試験の地盤データから得られた地盤定数は、ボーリング地質調査の場合と同様に、建築基礎構造設計規準・同解説（日本建築学会）」などに準拠して、砂地盤の液状化の可能性を判定する。

なお、標準貫入試験N値に対応する地盤強度は、SWSで得られる静的貫入抵抗値からJIS規定の換算N値を採用する。

5. 結び

この「ジオ式地盤サウンディング」システムは、戸建て住宅の液状化の可能性判定を行う上で必要な3つの課題を解決した。

第一に、SWSの試験孔で所定量の砂試料を採取することであり、従来、種々の方法で試みられたが、少量の砂試料しか採取できなかった。この課題は、SWS試験孔とは別に、試料採取の専用孔を作成し、「試料採取用サンプラー」の打撃貫入で可能とした。

第二に、試料採取のための自立した試験孔の形成である。一般的な小型ドリルでは、スクリュー部に粘性土が付着し、また、スライムも多く発生し、自立した掘削孔の形成が困難であった。この課題は、小型特殊ドリル(トローウェルスクリュー)での削孔で良好な保孔を可能とした。この小型特殊ドリルの羽部には数カ所のコテ部が着けられており、スクリューの回転掘進により、掘削土砂を掘削孔壁に圧着させ、保孔する特徴を有するためである。

第三に、軟弱な地盤で調査するSWSの試験孔は、調査孔壁が崩れやすく、しばしば、水位センサーの挿入困難となり、正確な水位測定ができなかった。この課題の解決には、いくつかの測定法が提案されているが、簡単な水位測定装置と水位測定管を組み合わせたジオ式水位測定方法は、水位測定管が長期の観測孔ともなり、正確な自然水位の測定を可能としている。

なお、調査人員は、現場技術者1人でも正確な作業が可能であり、調査費用も比較的低廉な価格で提供できるものである。

また、この調査方式は、改善すべき点もいくつか考えられるが、今後、多くの実践家の検証と協力を得て、近い将来に想定されている巨大地震の発生に備え、戸建て住宅の簡易な液状化調査方法として、広く活用されることを期待したい。

6. 謝辞

「ジオ式地盤サウンディング」の開発に関して、「試料採取用サンプラー」および「水位測定装置」を考案したジオ・フロント(株)の松永善男氏、用具の試作に際し、適切なアドバイスをいただいた久喜鋼管工業(有)の久木真人氏、小型特殊ドリル(トローウェルスクリュー)を紹介していただいた(株)サンワールドIPSの加藤政明氏、原稿の校正に協力していただいた液化研究所所長の殿上義久氏に深く感謝します。

また、ジオ式地盤サウンディングの普及にご協力いただいた「砂地盤液化判定システム研究会」の皆様にも感謝致します。

参考文献

- 1) 「標準貫入試験方法」日本工業規格 JIS A1219
- 2) 「スクリューウエイト貫入試験方法」: JIS A1221 (2020)
- 3) 「規定量の砂試料: JGS T 135 「土の細粒分含有率試験方法」地盤工学会
- 4) 「試料採取用サンプラー」: 実用新案登録第 3183846 号 ジオ・フロント(株)
- 5) 「水位測定装置」: 実用新案登録第 3169256 号 ジオ・フロント(株)
- 6) 国土交通省補助事業: 「平成 24 年度建築規準整備促進事業」「小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法の検討」(株)東京ソイルリサーチ、(独立行政法人)建築研究所
- 7) 「清和小学校地盤サウンディング調査業務委託」報告書: 葛飾区施設部営繕課 ジオ・フロント(株) 令和 3 年 1 月
- 9) 「トローウェル・スクリュー」: 特許登録第 2896416 号 (株)サンテック

Abstract

The Geo's "Ground Sounding System" is a liquefaction possibility survey system developed for determining the liquefaction of the ground of a detached house. With this system, a semi-automatic "screw weight penetration tester" is used, and as with the boring survey, "relative strength of the ground" represented by the geological composition, geological hardness, natural water level, and converted N value for liquefaction judgment etc. can be obtained.

Features.

1. A simple "water level measuring device" can be attached to the tip of the measuring tube to measure the natural water level.
2. It is possible to create an independent sampling hole by drilling a hole with a small special drill up to the specified sampling depth.
3. A specified amount of sand can be sampled by hitting the double-tube type "sampler for sampling".
4. Because of its small size and light weight, it is possible to investigate even in a narrow site where mechanical boring is difficult.
5. Even one on-site technician can conduct an accurate liquefaction survey at a relatively low cost.