

スウェーデン式サウンディング試験方法の標準化に関する検討

正会員 ○久世 直哉* 正会員 二木 幹夫***
正会員 井上 波彦**

スウェーデン式サウンディング試験 標準化 戸建て住宅

1. はじめに

主に戸建て住宅用の地盤調査として実施されているスウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS試験）については、「JIS A 1221 スウェーデン式サウンディング試験方法」にその試験方法が規定されている。

SWS試験に用いる試験機は、おもりの載せ替えやロッドの回転など、一連の作業を手動で行う（以下、手動式とする）方法に加え、最近ではロッドの回転を機械的に行う試験機（以下、半自動式とする）や、おもりの載せ替え、ロッドの回転、調査結果の記録など一連の作業をすべて機械的に行う試験機（以下、全自動式とする）が開発されており、実務ではこれら機械式試験機の普及が進んでいる。

半自動・全自動式の試験機は、専門メーカーや地盤調査業者により製造・販売されており様々な機種があるが、これらについては、JISに定められた通りに荷重や沈下を制御できるものであるかなど不明な点も多く、各試験機の測定精度を確認することが肝要である。また、全自動式の試験機においては、SWS試験特有の自沈層の判定基準やその結果の表示方法などについても、JISとの整合を確認する必要がある、検討すべき課題となっている。

2. 試験項目

ここでは、SWS試験の方式の違い(手動・自動の別)がSWS試験結果に及ぼす影響を確認するため、同一敷地内における手動式と全自動式によるSWS試験を実施した。また、SWS試験機の測定精度を確認するため、試験機種毎におけるロッドに掛かる鉛直荷重の計測を行った。

3. 試験方法及び結果

(1) SWS試験の方式の違い(手動・自動の別)がSWS試験結果に及ぼす影響

同一敷地内において手動式と全自動式によるSWS試験をそれぞれ行い、その結果、得られるNsw(SWS試験における1mあたりの半回転数)の比較・検証を行った。手動式と比較した試験機種は、特定非営利活動法人 住宅地盤品質協会の会員社へアンケート調査を行った結果、最も使用頻度の高かった機種（以下、全自動Aとする）とした。また、SWS試験は35箇所の現場にて行い、合計942ポイントの測定結果(Nsw)を抽出した。なお、抽出したNswは、SWS試験の適用範囲を考慮し、調査深度約10m以下及びNsw150以下の条件を満足するものとした。

①Nswの大きさについて

SWS試験によるNswの比較結果を表1に示す。

表1 手動式と全自動式によるSWS試験結果

試験方法	ΣNsw	標準偏差	平均Nsw
手動式	839	907	71
全自動式	739	788	65

- ・ΣNsw：調査1本あたりにおけるNswの合計
- ・平均Nsw：1調査区間(25cm)あたりのNsw

試験結果より、全自動式を用いた場合のNswの値は、手動式に比べて、平均で10%程度小さいことが確認された。この原因としては、全自動式の場合にはロッドに慣性力が作用することや、ロッドに作用する鉛直荷重のばらつきが原因ではないかと考えられる。

また、全自動式を用いた場合のNswのばらつきは、手動式よりも15%程度小さいことが確認された。全自動式の場合には、モーターによる自動回転装置が備えられているため、安定した回転作業が行われていることがその理由であると考えられる。

②自沈層の評価について

自沈層の判定結果例を図1に示す。

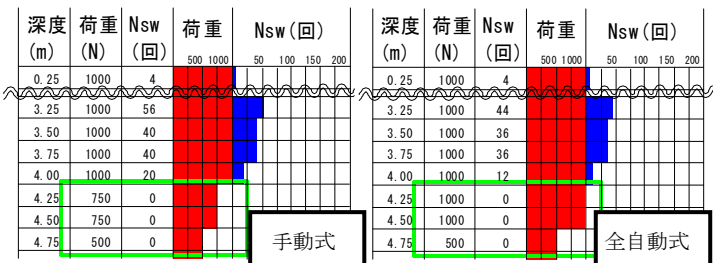


図1 自沈層判定結果

図1より、全自動式を用いた場合、手動式よりも自沈時荷重が大きく判定される傾向であることが確認された。この原因を探るため、全自動式試験機に組み込まれている測定プログラムにおける自沈層の判定条件等を確認した。全自動Aにおける判定条件等を以下に示す。

- ロッドの沈下速度が88mm/sec(以下、自沈判定速度とする)に達した場合に自沈状態と判断される。
- 自沈状態が2.0秒(以下、自沈判定時間とする)以上続いた場合に荷重の除荷作業に移行する。
- 荷重の除荷作業は、最重量荷重1000Nから荷重段階を1段ずつ(750N, 500N, 250N)下げる。

これらの結果、JIS(最軽量荷重 50N から荷重を増加させて自沈時荷重の確認を行うこととされている)とは異なる方法で荷重の除荷作業が行われていること及び荷重が除荷される間にロッドの沈下が進むことなどが、手動式との自沈層判定荷重の差異の理由であると考えられ、実際よりも大きな自沈時荷重が記録されている恐れがある。

①、②の結果より、ロッドに作用する鉛直荷重について計測を行うこととした。その結果を以下に示す。

(2)SWS 試験機種毎におけるロッドに掛かる鉛直荷重

半自動式及び全自動式の試験機におけるロッドに掛かる鉛直荷重を確認するため、写真 1 に示す装置を用いた。また、計測装置の概念図を図 2 に示す。

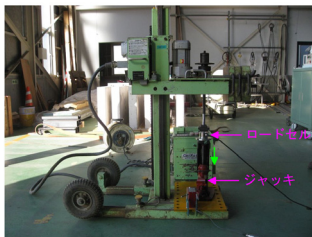


写真1 計測状況

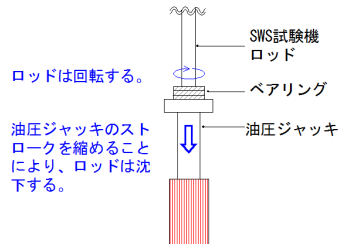


図2 計測装置概念図

計測した試験機種は、半自動式 3 種類、全自動式 2 種類である。また、計測した設定荷重 (P) は各試験機において、それぞれ 250, 500, 750, 1000N とした。なお、実際の SWS 試験時と類似した条件下における荷重を測定するため、設定荷重 250, 500, 750N においてはロッドを自沈状態とし、設定荷重 1000N においてはロッドを回転・沈下状態とした。

P=1000N の場合における測定結果一覧を表 2、全自動 A の場合における荷重及び沈下履歴を図 3 に示す。なお、本試験では荷重計測装置を用いた場合において、全自動式試験機に自沈層と判定させるため、試験機の測定プログラムにおける設定値を自沈判定速度 10mm/sec、自沈判定時間 0.0 秒としている。

試験結果より、試験機種の違いによる設定荷重に対するばらつきは、+26~-7%であることが確認された。Nsw 及び自沈判定に関する手動式と全自動式の差異は、この鉛直荷重のばらつきが原因の 1 つであると考えられ、今後、鉛直荷重と Nsw の関係などについて詳細な調査をする必要がある。

また、設定荷重よりも小さな荷重が確認された試験機については、SWS 試験により得られる Nsw を実際よりも大きく評価する傾向にあるため留意が必要となる。

図 3 より、全自動 A における荷重の除荷作業は、JIS とは異なる方法であることが分かった。ただし、自沈判定時間を短くするなど自沈判定条件の設定変更をした結果、ロッドが沈下してから荷重が 250N に除荷されるまでに要した時間 (t) は約 3.7 秒、その間における沈下量は 34mm

であった。よって、自沈判定速度及び自沈判定時間を適切に設定することにより SWS 試験の測定区間 250mm 以内における荷重の除荷作業が可能であると考えられる。

表 2 鉛直荷重測定結果一覧

試験機種	設定荷重 P (N)	実測平均荷重 Pave (N)	P/Pave × 100 (%)	分散	標準偏差
全自動	A	1014	101	158	12.6
	B	1051	105	458	21.4
半自動	A	955	96	831	28.8
	B	1049	105	18	4.2
	C	1055	105	646	25.4

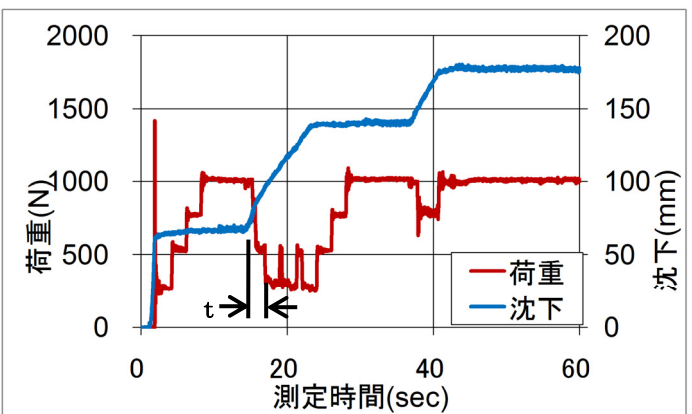


図3 荷重及び沈下履歴(全自動 A)

4. まとめ

本試験の結果より、確認された事項を以下に示す。

- ・半自動式及び全自動式の試験機におけるロッドに掛かる鉛直荷重には、ばらつきがある。
- ・半自動式及び全自動式の試験機を用いた場合に得られる Nsw の値は、手動式の試験機を用いた場合と比べて小さくなる傾向のものが多く、その逆に大きくなるものもある。
- ・全自動式の試験機における自沈時の荷重は、実際よりも大きく判定される傾向にある。

これらの結果、自動式の試験機を用いる場合には、JIS への適合性を確認するための校正試験などが必要であると考えられる。

謝辞 本調査は、「長期優良住宅実現のための技術基盤強化を行う者に対する補助事業」の一環として行われたものである。ここに、関係各位に心より謝意を表します。

参考文献 田村昌仁ほか：全自動式試験機によるスウェーデン式サウンディングの影響要因の評価，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 617, 618, 2002 年 8 月

* バッターリビングつくば建築試験研究センター

** 国土技術政策総合研究所

*** バッターリビングつくば建築試験研究センター、工博

* Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Center for Better Living

** National Institute for Land and Infrastructure Management

*** Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Center for Better Living, Dr. Eng.