

SWS による地盤判定の試み

武蔵工業大学 学生会員 ○矢作 卓也

武蔵工業大学 正会員 末政 直晃

武蔵工業大学 正会員 田中 剛

(株) 日本住宅保証検査機構 正会員 大和 真一

1. はじめに

近年、建築基準法の改正や住宅の品質確保の促進等に関する法律の実施に伴い、地盤調査に対する重要性が認識されるようになった。宅地に対する地盤調査方法としては、安価で試験方法および装置が簡便なことから、スウェーデン式サウンディング試験（Swedish Weight Sounding, 以下 SWS）が多用されている。しかし、この試験の欠点として、試験結果から地盤強度を直接算定できない、地盤種別の判定が出来ないなどの問題点がある。そこで、本研究では、試験結果に塑性論アナロジーモデル¹⁾を適用させて鉛直荷重と回転トルクによる組合せ荷重問題として捉えることにより、地盤の定量的な評価を試みた。本報告では、SWS の新しい試験方法（以下、NSWS）を提案するとともに実地盤で実施した SWS と NSWS の比較および地盤判定を試みた。

2. 塑性論アナロジーモデル

塑性論アナロジーモデルとは、土の応力とひずみの関係を与える構成則を利用して構造物の荷重と変位の関係を記述する数学モデルである。塑性論アナロジーモデルは、組合わされた荷重の大きさを降伏局面関数、その荷重に対応する変位増分である塑性ポテンシャル関数を用いて表す。図-1に本研究で用いた塑性論アナロジーモデルの概念図²⁾を示す。これは、同軸性を有する降伏局面関数および塑性ポテンシャル関数を示しており、降伏局面関数についてはトルクおよび荷重を自沈荷重 W_p とスクリーポイントの最大径 D を乗じたもので正規化した。この降伏局面と塑性ポテンシャルとの交点から塑性ポテンシャルに直交する直線の傾きが $N_{sw}D$ になる。

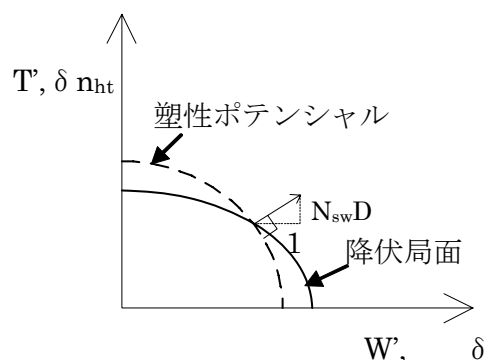


図-1 塑性論アナロジーモデル

3. 実験方法

図-2 に NSWS 装置を示す。従来の試験装置（JIS A 1221）と同様のおもり、ロッド、スクリーポイントを用いているが、ハンドル部については、ハンドルとトルク計が一体式のものに変更している。NSWS の試験方法は、最初にスクリーポイント+ロッド+ハンドル（ $W_{sw}=0.05kN$ ）を載荷後に、沈下量を測定し、ハンドルを半回転させ最大トルク（T）と貫入量（D）を測定する。1 サイクルの貫入量は 25cm とし、25cm に到達するまで、0.15 kN, 0.25kN, 0.5 kN, 0.75 kN, 1kN の順で載荷荷重を増加させ、トルク量と貫入量を測定する。また、載荷荷重が 0.05N から 0.75N については 3 回半回転を行い、1kN 載荷後は、貫入量が 25cm に達するまで半回転させた。

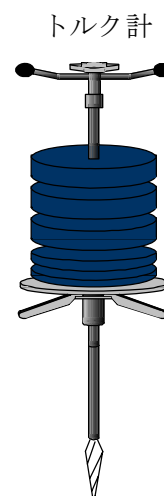


図-2 NSWS 試験機

キーワード スウェーデン式サウンディング試験, 塑性論アナロジーモデル, 現地調査

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 TEL03-5707-2202 E-mail: ttanaka@sc.musashi-tech.ac.jp

4. 実験結果および考察

実験は、埼玉県川口市において SWS と NSWS を実施した。図-3 に SWS 結果を示す。また、図中に示す N 値は稲田式より得られた換算 N 値より導き出している。この調査箇所は沖積層地帯であり、表層から-1.00m までが載荷荷重が 0.5kN から 1.0kN で自沈する非常に軟弱な層であった。また、-1.00m から-1.50m までは換算 N 値が 4.9 から 10.6 の礫混じり粘土層、-1.50m 以深は 0.5kN で自沈する非常に軟弱な砂混じりシルト層が続いている。

図-4 に深度-総貫入エネルギー ($\Sigma\delta E$) 関係を示す。また、NSWS 結果の比較ため SWS 結果を図中に重ね合わせている。総貫入エネルギー ($\Sigma\delta E$) は、NSWS で得られたトルクと貫入量から式(1)を用いて算出し、1 半回転毎の貫入エネルギー (δE) を積分した値である。すなわち、25cm 貫入させるために必要なエネルギー量であるため、地盤の強度が高くなるに連れて、総貫入エネルギーも増加する。

$$\delta E = \pi T \delta n_{ht} + W \delta s_t \cdots (1)$$

ここで、 T は回転貫入時にスクリーポイントに作用するトルク、 W は上載荷重、 δn_{ht} は半回転数、 δs_t は上載荷重による貫入量である。図から、多少の違いは見受けられるが、SWS 結果と貫入エネルギーのグラフ形状の相関性が高いことがわかる。深度-1.00m~-1.25m に関しては、同じ敷地内においても計測ポイントが異なるため生じた地層構成の影響を受けたものと考えられる。これらの結果から総合的に見てトルク計測を行うことにより地盤の強度に応じた貫入エネルギーが算出できたと考えられる。

図-5 に沖積層の川口市の $N_{sw}D - \pi T/WD$ 関係を示す。正規化した 1m あたりの半回転数 (N_{sw}) と正規化したトルク ($\pi T/WD$) から、地盤構成の判定を行った。図において、 $N_{sw}D$ が高くなるにつれてプロットが大きくなる傾向を示した。これについては、地盤強度に対して、載荷荷重が小さいと回転によるトルク値に比べ貫入量が小さくなるのが原因の 1 つとして考えられる。したがって、図中に示す近似線は、 $N_{sw}D$ が 10、 $\pi T/WD$ が 20 の範囲にプロットされているデータのみを使用した。礫混じり砂は $C_p=1.17$ と高く、砂混じりシルトに関しては、換算 N 値および貫入エネルギーがローム層と大差がないのにも関わらず $C_p=0.29$ と異なる値を示した。これらの結果から、SWS ではできなかった地盤構成の判定が行える可能性を示唆したものと考えられる。

(参考文献)

- 1) David Muir Wood : Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics, pp.54-64, pp.102.
- 2) Suemasa, N., Shinkai, K., Suzawa, T., and Tamura, M (2005). " A plasticity model for Swedish weight sounding test," 4th Japan - Philippine workshop on safety and stability of infrastructure against environmental impacts, Univ. of Philippine, pp 169-177.

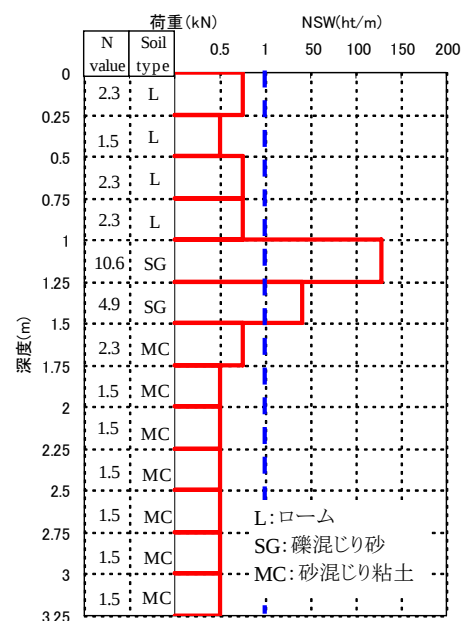


図-3 SWS 結果

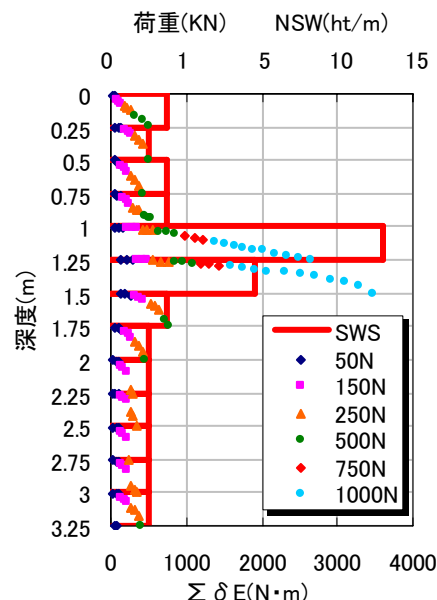


図-4 NSWS 結果

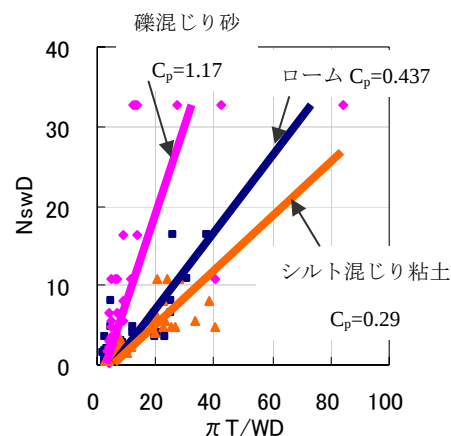


図-5 C_p の比較 (沖積層)