

### SDS 試験による地盤種別判定の試み

東京都市大学 学生会員 池亀 温子  
 正会員 末政 直晃  
 正会員 田中 剛  
 (株)日本住宅保障検査機構 正会員 大和 真一

#### 1. はじめに

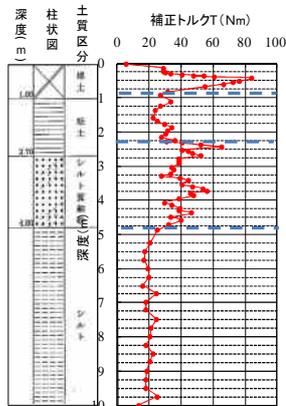
スウェーデン式サウンディング試験(以後 SWS 試験)は、安価で試験方法および装置が簡便であり、簡易なサウンディングの中では比較的貫入能力が優れていることから、軟弱地盤の地盤調査に広く用いられている<sup>1)</sup>。しかし、現行の SWS 試験における土質の判定は、砂質土と粘性土を区分する程度にとどまり、詳細な土質区分ができないため、不同沈下の主な原因となる腐植土を判別することができない。また、十分な一軸強度を有したローム層でも SWS 試験では自沈貫入として測定される事があり、過大な杭長設定にせざるを得ない場合もある。さらに、SWS 試験は貫入メカニズムが複雑であり、ロッドの周面摩擦が不明瞭である。そこで、田中ら<sup>2)3)4)</sup>は、一連の研究で SWS 試験結果に塑性論アナロジーモデルを適用させ、周面摩擦を除去した SWS 試験の新しい試験方法(以後 SDS 試験:スクリュードライバーサウンディング試験)を提案してきた。しかし、現行の SDS 試験による地盤種別判定には主観的な要素が多く含まれるため、SDS 試験を広く利用するためには、定量的に評価が行える地盤種別判定方法が必要となる。そこで本報告では、定量的な地盤判定方法を確立することを試みた。

#### 2. SDS 試験

写真 1 に自動 SDS 試験装置を示す。試験中は常にロッドが回転しており、回転しながら荷重が増加する単調載荷方式を採用している。SDS 試験によって取得される試験データには、最大トルク(Max.T)平均トルク(Av.T)、最小トルク(Min.T)および貫入量(L)、沈下速度(V)とロッドの回転数(N)がある。SDS 試験方法は、まず初期載荷荷重(0.25N)が載荷され、1回転分のトルク等の計測を行う。そして貫入量が 25cm に到達するまで、1回転毎に 0.38 kN, 0.5 kN, 0.63 kN, 0.75 kN, 0.88kN, 1kN の順に荷重が増加し、その都度、上記に挙げた項目の計測することになっている。また、ロッドに作用する周面摩擦力を算定するために、25cm 貫入毎にロッドを回転させたまま 1cm 引き上げて、その際の最小トルク(Min.Tm)最大トルク(Max.Tm)平均トルク(Av.Tm)の計測を行っている。



写真 1 SDS 試験装置



a) 土質柱状図 b)補正トルク-深度

図 1 SDS 試験結果, ボーリング試験

図 1 に埼玉県草加市の SDS 試験結果およびボーリング試験結果を示す。現行の地盤判定方法では、これらのグラフからトルクの大きさやバラツキ、形状を読み取り、地盤種別判定を行っている。図 1 に着目すると、ボーリング試験による土質区分の層ごとに、トルク値の挙動が変わることが分かる。これより地盤の層区分は比較的容易に行えることが確認できる。しかし、この方法による地盤判定には、経験的な要素と主観的な要素を多く含まれるため、判定者によって地盤判別が異なることも想定される。

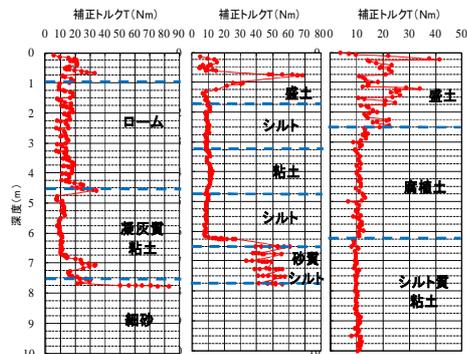
#### 3 地盤判定<sup>3)4)</sup>

##### 3.1 判定対象地

洪積層のさいたま市見沼, 下都賀郡, 松戸市, 三鷹市, 千葉市, さいたま市西区, 目黒区, 坂東市, 板橋区の 9 地点と、沖積層の春日部市新方袋, 春日部市上大増, 館林市, 岡山市, さいたま市岩槻区の 5 地点, 腐植土を含む沖積層の市原市, 札幌市, さいたま市日進, 川口市, 北葛飾群の 5 地点の計 19 地点において SDS 試験を行った。以下では、洪積層の千葉市, 沖積層の春日部市新方袋, 腐植土を含む沖積層の川口市を用いた。

##### 3.2 判定方法

図 2 に各地点の修正トルク-深度関係および地盤構成を示す。SDS 試験に



a) 千葉 b) 春日部 c) 川口市

図 2 補正トルク-深度関係

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 周面摩擦  
 連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL 03-5707-2202

より得られたデータから、25cm毎に修正トルク( $T$ )-修正荷重( $W$ )関係、正規化半回転数( $N_{sw}D$ )-正規化トルク( $\pi T/WD$ )関係のグラフを作成した。図3に各地点の $T$ - $W$ 関係、図4に $N_{sw}D$ - $\pi T/WD$ 関係を示す。図3に示すようにロームのような内部摩擦角を有する土質の場合には、 $W$ の増加に伴い $T$ も増加する傾向が見られ、シルトのような内部摩擦力を有さない土質の場合には、 $W$ の増加に伴い $T$ は一定もしくは減少する傾向が見られた。また、腐植土には未分解の枝や葉が入っているため、内容物により $T$ の値が異なる。このため、腐植土の $T$ - $W$ 関係により得られた近似線の傾き( $dT/dW$ )は大小様々な値を示す傾向にある。一方、シルト系の土質は、主に鉛直荷重により貫入するため、 $dT/dW$ は0付近の値を示す傾向にある。また、ローム系の土質の $dT/dW$ は正の値を示す傾向にある。 $N_{sw}D$ - $\pi T/WD$ 関係により求められた近似線の傾き( $C_p$ )は、洪積層が沖積層よりも大きな値を示し、沖積層の中でもシルト系は腐植土、有機質土に比べ大きな値を示す傾向が見られた。以下では、 $C_p$ および $dT/dW$ を用いて、 $C_p$ - $dT/dW$ 関係のグラフを作成した。

3.3 判定結果

図5に洪積層、沖積層および全地点の $C_p$ - $dT/dW$ 関係を重ね合わせたものを示す。a)に着目すると、 $C_p$ 値が1~10で $dT/dW$ が20~40の範囲に分布するものと、 $C_p$ 値が30以上で $dT/dW$ が20以上の範囲に分布するものがある土質は砂系である場合が多い。このばらつきの原因として、密度の違いが考えられる。 $C_p$ 値が1以上で $dT/dW$ が0~30の範囲に分布する土質はロームである場合が多い。 $C_p$ 値1以下の範囲にローム系の土質が分布している理由として、ローム質粘土の存在が考えられる。また、凝灰質粘土は $C_p$ 値が0.5~10で $dT/dW$ が0~15の範囲に分布するものと、 $C_p$ 値が0.1以下で $dT/dW$ が-20~30の範囲に分布するものがあつた。これは含水比の違いによるものと考えられる。シルト(粘土)質細砂はロームと同傾向を示した。全体として $C_p$ 値が1以上で $dT/dW$ が正の範囲に分布する土質は洪積層である傾向にある。b)に着目すると、 $C_p$ 値が1未満に分布する土質は腐植土およびシルト系である傾向となつた。さらに $C_p$ 値が0.3以上にシルト系の土質が分布しているのに対して、 $C_p$ 値0.3以下に大半の腐植土が分布した。また、 $C_p$ 値は腐植土と同様に0.3以下を示したが $dT/dW$ は0付近の値を示す土質は有機質土であつた。これは有機質土の有機分は腐植土に比べ少ないためと考えられる。 $C_p$ 値1以上の範囲にシルト系の土質が分布している理由として、硬質シルトの存在が考えられる。また、砂質シルト(粘土)は砂分が含まれていることから、洪積層と同範囲に分布する傾向になつたと言える。全体として $C_p$ 値が1以下の範囲に分布する土質は沖積層である傾向が見られた。c)に洪積層、沖積層を合わせたものを示す。これより、 $C_p$ 値が1以上で $dT/dW$ が正の場合は洪積層、 $C_p$ 値が1未満の場合については沖積層と区別する事が出来ると考えられる。また、 $C_p$ 値が1以下で0.3以上であり、 $dT/dW$ が0付近の場合はシルト系であり、 $C_p$ 値が0.3未満で $dT/dW$ が幅広い値を示す場合は、腐植土と判別する事が出来ると考えられる。

以上から、SDS試験を実施することにより、まず地層区分ができる。そして、各地層のデータを図5c)にプロットし、データの主たる分布位置から地層判別を行う方法が提案できる。

5 まとめ

SDS試験による定量的な地盤判定方法を提案し、本手法が洪積層、沖積層、腐植土層を概ね判定できることが確かめられた。

【参考文献】

1)前 俊守:安心できる家づくりは地盤から、週刊住宅新聞社 2)田中ら:塑性論アナロジーモデルを用いた新しいスウェーデン式サウンディング試験による地盤判定の試み(その1:ロッド周囲摩擦の除去と沖積層と腐植土地盤の判定),建築学会,2008 3)田中ら:塑性論アナロジーモデルを適用した新しいスウェーデン式サウンディング試験装置の開発 最近のサウンディング技術と地盤評価シンポジウム pp91-96 2009.10 4)池亀ら:新しいスウェーデン式サウンディング試験による地盤判定の試み~沖積層における地盤判定~ 第6回地盤工学会関東支部 pp.60-61 2009.11

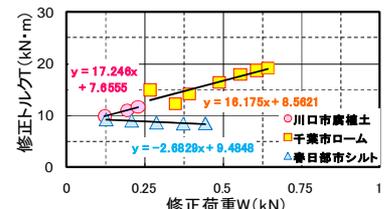


図3 T-W関係

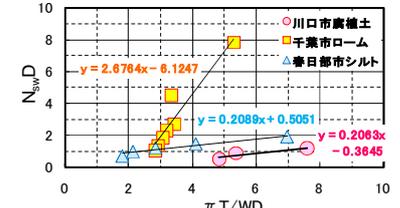
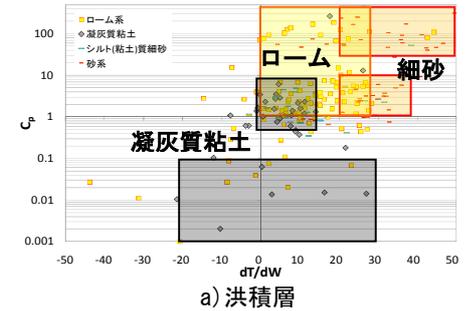
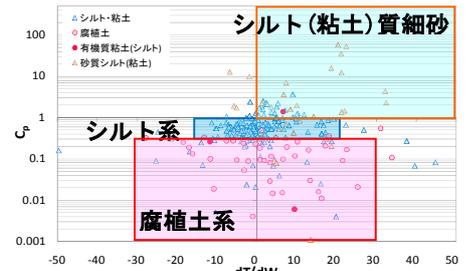


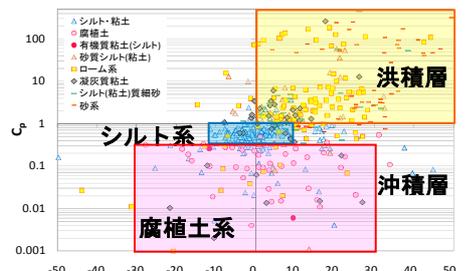
図4  $N_{sw}D$ - $\pi T/WD$



a) 洪積層



b) 沖積層



c) 全地点

図5 全地点  $C_p$ - $dT/dW$ 関係