

スウェーデン式サウンディング自動貫入試験機を用いた軟弱地盤の原位置試験

岐阜工業高等専門学校    正会員    吉村優治

岐阜工業高等専門学校    学生会員    ○森 英子

岐阜工業高等専門学校    正会員    中澤 里

1. はじめに

サウンディングとは、抵抗体をロッドなどで地中に挿入し、貫入、回転、引抜きなどの抵抗から土層の性状を調査する方法であり、乱さない試料採取及び室内試験が困難な砂質土や軟らかい粘性土の場合、また、地盤性状を比較的連続的に把握したい場合によく用いられる。これは、地盤の深さ方向における抵抗（貫入抵抗、水圧、せん断抵抗など）の値から原地盤における土の強度・変形特性、密度などの深さ分布を直接推定できるという利点がある。試験方法としては標準貫入試験、各種のコーン貫入試験、スウェーデン式サウンディング試験、原位置ベーンせん断試験などがある。わが国では、標準貫入試験により  $N$  値を求め地盤の強度を推定し、不攪乱試料を採取するのが一般的である。予備的調査あるいは軟弱地盤での地盤強度の概略を知るために良く行われるのが、スウェーデン式サウンディング試験、ポータブルコーン貫入試験、原位置ベーンせん断試験などである。これらの試験結果から  $N$  値や一軸圧縮強度  $q_u$  を推定する換算式が提案されているので、いずれのサウンディング試験を実施しても、原位置の地盤強度の概略値は統一的に判断可能である。

本報は、貫入を全てコンピュータ制御により自動化したスウェーデン式サウンディング自動貫入試験機を用いて推定した地盤強度（換算  $N$  値）と標準貫入試験を比較し、その特徴について報告したものである。

2. 調査場所の概要と試験内容

試験場所は、岐阜県揖斐郡谷汲村深坂地区であり、 $N$  値 0 のピートが厚く堆積する超軟弱地盤である。代表的な物理的性質は表－1 に示す通りである。

実施した試験は、標準貫入試験、コンピュータ制御により自動化したスウェーデン式サウンディング試験、ポータブルコーン貫入試験、原位置ベーンせん断試験、簡易支持力試験である。紙面の都合もあり本報では、標準貫入試験とスウェーデン式サウンディング試験の結果の比較を中心に述べる。なお、本試験で用いたスウェーデン式サウンディング自動貫入試験機は図－1 に示すジオカルテ（これは日東精工㈱の商品名である。）であり、分解した状態では 1 ブロックの質量が 25kg 以下と軽量であり、装置の取り扱いおよびその操作方法が容易で迅速に測定ができ、試験中に個人誤差が全く入らない特徴がある。

なお本来、スウェーデン式サウンディング試験は、深さ 10 m 程度以浅の軟弱層の静的貫入抵抗を測定するものであり、予備調査、あるいは本調査の際にもボーリング調査の補足調査として有用であるが、砂分の多い地盤では、深くなると周面摩擦が大きくなり、精度が低下する等の理由で、密な砂質土層、礫・玉石層、もしくは固結土層などには適用できない。

3. 原位置試験結果および考察

図－2 は標準貫入試験から得られた  $N$  値および柱状図とスウェーデン式サウンディング試験結果（2 回）について稲田<sup>11)</sup>の粘性土の関係式から求めた換算  $N$  値を併せて示したものである。ただし、両試

表-1 代表的な物理的性質

| 深度<br>(m)   | $G_s$ | $w_n$<br>(%) | $\rho_t$<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | $e$   | $L_i$<br>(%) |
|-------------|-------|--------------|----------------------------------------|-------|--------------|
| 1.0 ～ 1.8   | 1.661 | 1021.8       | 1.016                                  | 16.69 | 68.4         |
| 3.0 ～ 3.8   | 1.770 | 1163.8       | 0.984                                  | 21.76 | 88.8         |
| 5.0 ～ 5.8   | 2.141 | 391.2        | 1.132                                  | 8.30  | 26.9         |
| 7.0 ～ 7.8   | 2.463 | 261.2        | 1.196                                  | 6.44  | 13.5         |
| 10.9 ～ 11.7 | 2.397 | 246.9        | 1.210                                  | 7.71  | 19.7         |

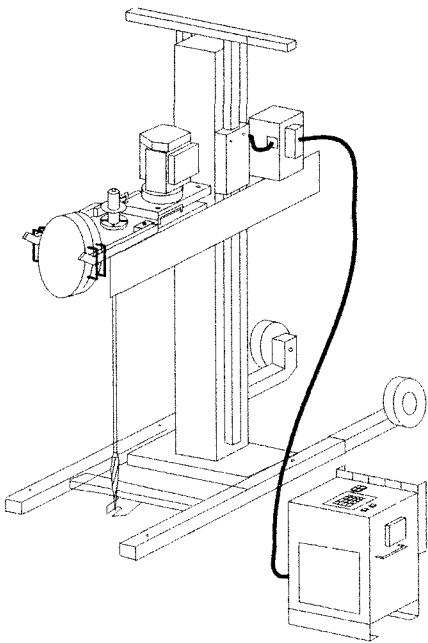


図-1 ジョカルテ

験位置は十数 m 離れている。

スウェーデン式サウンディング試験から求めた換算  $N$  値は、柱状図あるいは  $N$  値とよく対応しており、さらに詳細に観察すると、地層の変化を数 cm 単位で忠実に表しているのがわかる。標準貫入試験の  $N$  値は、一般には 1m 毎にしか測定ができないため、連続的なスウェーデン式サウンディング試験に比べて非常にデータ数が少ない。また、質量 63.5kg の自沈によりサンプリングチューブが打ち込まれた場合の  $N$  値は、その地盤の軟弱の度合いによらず全て 0 となり、 $N$  値が 0 ～ 1 間の地盤の詳細な軟弱度を判定できない。これに比べ、本試験で使用したスウェーデン式サウンディング自動貫入試験機は、地盤の貫入抵抗の度合いに応じて、50N、150N、250N、500N、750N および 1kN の荷重を自動的に載荷させることが可能であり、今回の貫入実験においても図-2に見られるように、連続的で非常に多くの、かつ標準貫入試験の  $N$  値が 0 に相当する地層に関してもより細かな精度の良い地盤強度を得たと言える。

ただし、深度 4.9 ～ 12.95m までのシルト層に関しては標準貫入試験の  $N$  値に対してジオカルテによる換算  $N$  値の方がやや大きめの値を示しており、これが深度の増加に伴い緩やかではあるが増加傾向にあることから、2.で述べたように周面摩擦等の影響を含んでいる可能性もある。また、稲田<sup>1)</sup>によるスウェーデン式サウンディング試験結果から  $N$  値への換算式は地質が砂質土系と粘性土系の 2 種類しかないので、本報告ではこのシルト層の換算に粘性土系の式を用いて換算しているおり、ほとんど回転を加えることなく荷重のみで沈下するような場合の換算値は砂質土系の式に比べて 50 % 程度大きな値を示すので、本試験ではこのシルト層を砂質土系と判断するのが適当かもしれない。しかしながら、本来はスウェーデン式サウンディング試験では荷重と回転数、貫入時のスクリュウポイントと土との摩擦音の情報から換算  $N$  値を推定しなければならないので、今回のように標準貫入試験の  $N$  値や現場土質名を指標にすることはできないはずである。自動貫入試験機ジオカルテのように高精度で信頼性が高い結果を得られるようになった現在、1960 年以来使用されてきた稲田式<sup>1)</sup>を再検討する時期に来ているとも言える。また、地層種別毎程度にロッド長とその周面摩擦の関係を考慮できるようになれば、スクリュウポイントの強度と機械の性能を向上させることで、例えば  $N$  値 30 相当の地層の貫入が可能になり、本試験機が支持層の確認のために利用できることにもなる。

#### 4. おわりに

本報では、スウェーデン式サウンディング自動貫入試験機ジオカルテを用いて推定した地盤強度と標準貫入試験を比較し、その特徴について報告した。サウンディング試験としては簡易なスウェーデン式サウンディング試験の方が標準貫入試験よりも優れた一面も持っており、試験中の土層判別が可能になれば適用範囲はさらに広がると予想される。また、これまでもスウェーデン式サウンディングのロッドの摩擦に関する研究<sup>3)</sup>や試料採取の試み<sup>4)</sup>は行われており、これらの成果を踏まえた新たな研究が待たれる。

#### 参考文献

- 1) 稲田倍穂：スウェーデン式サウンディング試験結果の使用について、土と基礎、Vol.8, No.1, pp.13 ～ 18, 1960.2.
- 2) 地盤工学会：土質工学用語辞典、1985.3.
- 3) 二木幹夫・佐藤雅宏・片山郁夫：スウェーデン式サウンディングのロッドの摩擦について、第 23 回土質工学研究発表会発表講演集、pp.115 ～ 116, 1988.6.
- 4) 片山郁夫・佐藤雅宏・二木幹夫・安藤惟雄：スウェーデン式サウンディングの応用技術に関する基礎研究、第 24 回土質工学研究発表会発表講演集、pp.211 ～ 212, 1989.6.

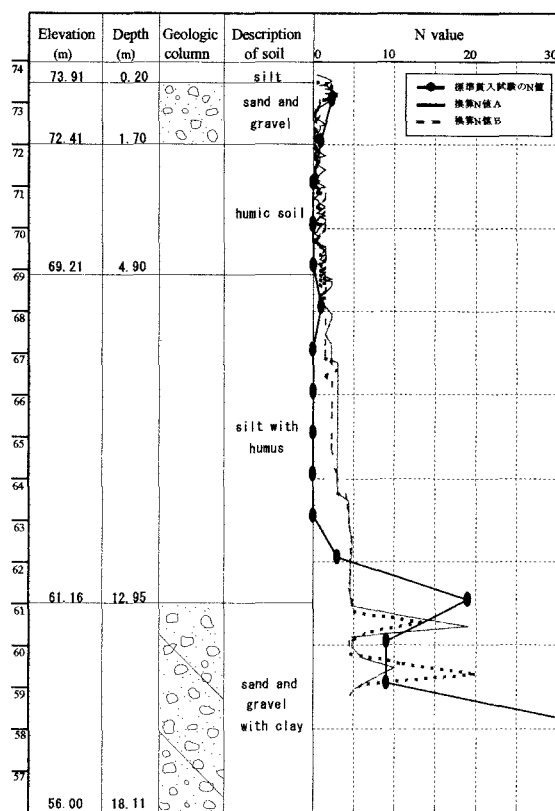


図-2  $N$  値と換算  $N$  値の比