

日本大学大学院 学生会員 水谷羊介
 日本大学理工学部 正会員 巻内勝彦
 日本大学理工学部 正会員 峯岸邦夫

1. はじめに

標準貫入試験は、現在わが国ではもっとも普及した原位置試験であり、そのN値は、建造物等の支持層判定の目安として利用されることが多い。また、比較的軟らかい地盤や造成地などにおいては、スウェーデン式サウンディング試験（以下SS試験と呼ぶ）が広く使用されている。N値と比較的軟らかい地盤の試験を補間する目的で自動的に貫入量と打撃回数が記録され、試験を行えるように考案されたのが連続記録S K型簡易貫入試験機である。本研究では、このS K式簡易貫入試験の貫入抵抗値を同一地点において測定された標準貫入試験によるN値とSS試験による貫入抵抗値をそれぞれ30地点収集し相関関係を分析した。

2. S K型簡易貫入試験機の概要

この試験機は動的貫入試験機に属し、装置の移動を容易にするために小型化されている。この装置の全体図を図-1に示す。本体は、支柱、ガイドロッド、ハンマー、ノッキングヘッド、メインホール、先端コーンを有するロッドで構成されていて、リミットストッパー、その他の付属品を備えている。試験は遠隔操作で行え、質量8.9kgのドーナツ型ハンマーを用い、モーターで、50cmまで引き上げた後に自由落下させる。ハンマーの落下回数はカウンターにより読み取り、リミットストッパーの高さを一定にしておくと、この高さで1本毎のロッドの貫入深さが決まり、このストッパーの先端がノッキングヘッドの下端に当たると自動的に貫入が停止する。また、先端コーンは図-2のように、直径30mm、長さ30mmの円柱部と60°の角度を有する鋼製円錐先端部からなっている。ロッドの貫入量はメインホールの働きにより鉛直貫入量をその回転数に変換して記録装置に伝え、ロッド1m分の貫入量は記録用紙上では25cmが基準となっており、記録用紙上に記録された縦線の間隔寸法は、毎回のハンマー打撃によるロッドの沈下量の4分の1になっている。(したがって、記録用紙には実際の貫入量の4分の1スケールで記録される。)また、標準貫入試験の場合、深さ1mごとに貫入量30cmでN値を測定するのが普通である。これに対して簡易貫入試験の場合、地表面から深さの方向への連続データを自動測定しているため、貫入抵抗を比較するには、標準貫入試験の測定深度と同じ範囲で簡易貫入試験の打撃回数を、記録用紙から読み取らなければならない。また、この時の打撃回数は、標準貫入試験の貫入量と等しい30cm当りのものであるが、簡易貫入試験の場合は便宜上1m当りのものに換算することにし、簡易貫入試験の貫入量をNs値と定義する。

$$Ns = 100 / \text{貫入量} \times \text{打撃回数} \quad (1)$$

例えば、N値が3の場合で、記録用紙の打撃回数が21回となり、Ns値が84の場合の比較的軟らかい地盤の貫入事例を図-3に示す。

3. 試験方法

3.1 標準貫入試験との比較試験

標準貫入試験が実施された地点と当試験機を据え付けた位置関係を明らかにし、水平に整形した地表面上に支柱とロッドが鉛直になるよう装置本体に付属している水平機を利用して、試験器を固定させた。今回の試験ではその地点における地質柱状図から、およその貫入深さを調べておき、必要に応じてロッドを継ぎ足しながら、

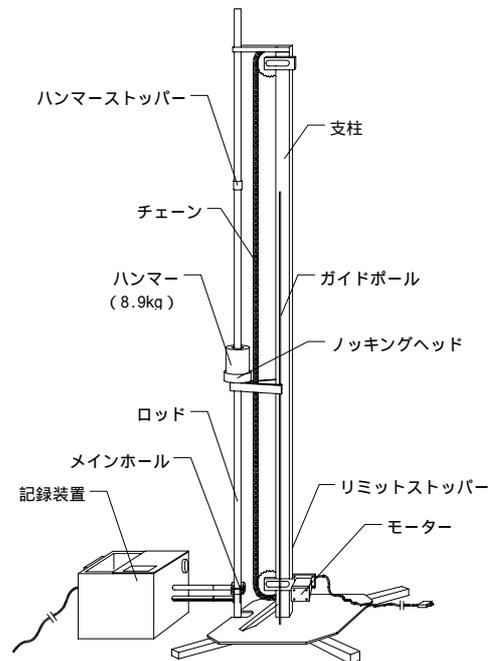


図-1 S K型簡易貫入試験装置

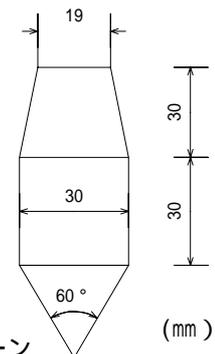


図-2 先端コーン

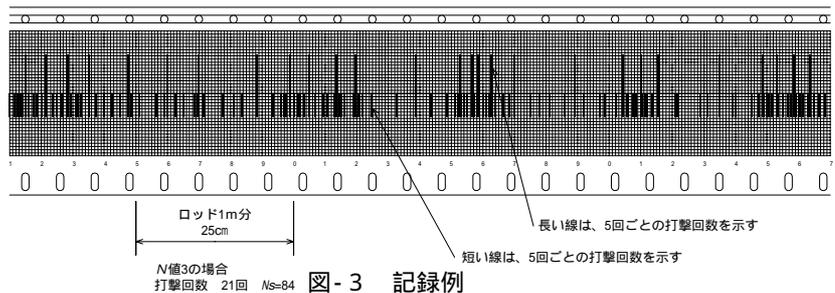


図-3 記録例

キーワード：標準貫入試験，N値，スウェーデン式サウンディング試験，簡易貫入試験

連絡先：日本大学理工学部交通土木工学科 (〒274-8501 船橋市習志野台 7-24-1 Tel.047-469-5217 Fax.047-469-2581)

実際に貫入した深さ、ハンマーの落下回数を記録した。試験中はロッドが常に鉛直貫入しているかに注意した。

3.2 SS 試験との比較試験

SS 試験のデータは全て全自動型サウンディングによって測定し、貫入抵抗値の比較にあたっては、いずれも 1m 毎の平均を用いた、SS 試験の場合 1m 間隔に 4 つの実測値があることになるが、1 点しか分からない場合は、データとして採用していない。また、1 つの敷地内で複数の試験が行われている場合は、さらにその平均値を採用した。

4. 試験結果

S K 型試験機を用いて得られた N_s 値と標準貫入試験による N 値との関係を図-4 の片対数グラフに示した。 N_s 値とこのデータを全体的にみて、同じ N 値であっても N_s 値の間に大きな差が生じていることから、この原因としては土質の種類による影響があると考えられ、このグラフを土質柱状図の土質区分と観察記録をもとに、図-4 のように大きく粘性土、砂質土、礫質土に分類した。この、土質の種類ごとの N 値と N_s 値との関係を回帰式(2)~(4)に示した。

$$N = 4.2 \ln(N_s) - 16.7 \quad (\text{礫質土}) \quad (2)$$

$$N = 4.3 \ln(N_s) - 15.0 \quad (\text{砂質土}) \quad (3)$$

$$N = 2.4 \ln(N_s) - 6.2 \quad (\text{粘性土}) \quad (4)$$

SS 試験との相関関係に関しては、対象とする地盤を比較的軟らかい地盤にしぼり解析することとし、SS 試験における、自沈層との対比を試みた。しかし、今回試験した中で自沈層の割合が少なかったため、予定していた自沈データ量が十分得られなかったが、概略の相関結果を図-5 に示す。図-5 において自沈が発生する N_s 値は概ね 50 以下となっている。ただし、 N_s 値が小さい場合も自沈が発生するとは限らない。これらの要因として、土質の種類、含水比条件などによって発生する差違が考えられる。

5. まとめ

標準貫入試験による N 値と S K 型貫入試験による N_s 値との関係を求めたが、土質の種類によって異なる相関式が得られた。したがって N_s 値のみしかデータがなく、詳しい土質状態が不明な場合は、 N_s から N 値に換算することは難しくなり、 N_s 値の利用範囲が狭められる。現在のところ S K 型貫入試験の土質判定には土の深度別サンプリングが行われているが、今後は、表-1 に示す $n=qc/N$ と今回の N_s 値と N 値の関係について考えてみたい。静的コーン貫入試験では、先端抵抗 qc と側面摩擦 fs を別々に測定できるため、 qc と fs から $FR=fs/qc$ を求め土質型は qc と摩擦比 FR の 2 の項によって分類を行っている。そこで、土質によって先端抵抗と摩擦抵抗の割合が変わるということを利用し、S K 型貫入試験のコーンに改良を加えて先端抵抗と側面摩擦とを別々に求めることができれば土質の分類も可能になってくる。今回の S K 型コーンでは、先端抵抗だけでなく、極く僅ながら側面摩擦を受けているので、精度の良い先端抵抗だけを求めるためのコーンに改良すると共に、先端抵抗とある程度の側面摩擦を受けるフリクションスリーブを有するコーンを用意して、二種類のタイプのコーンにより先端抵抗と側面摩擦の成分を分離し土質の分類に役立てようと考えている。

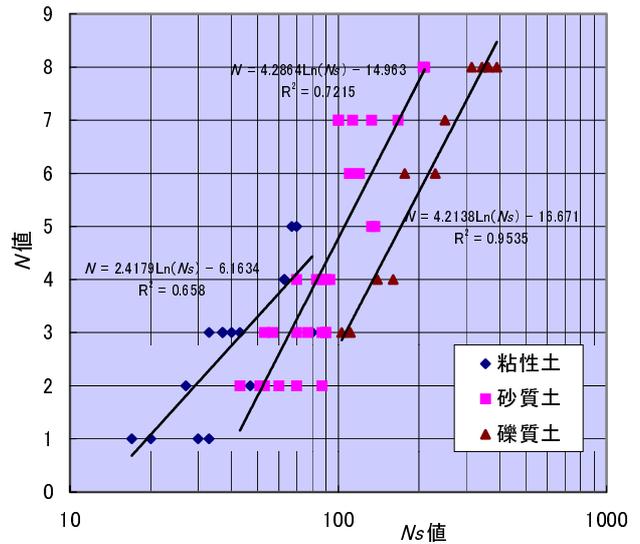


図-4 N 値と N_s 値の相関データ

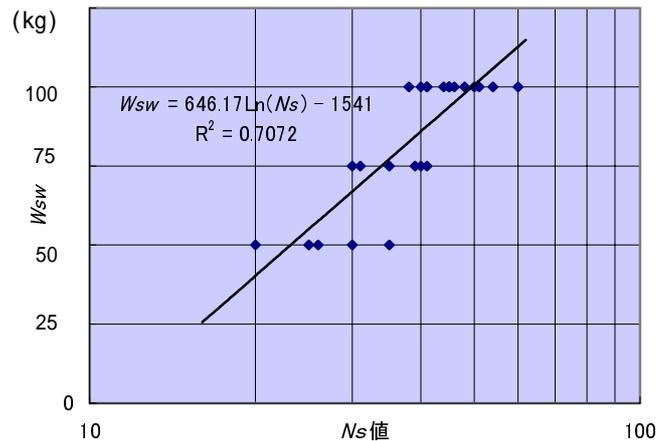


図-5 W_{sw} と N_s 値の相関データ

表-1 静的コーン貫入抵抗 qc と標準貫入試験の N 値の関係 (1)

土の種類	$n=qc/N$
シルト、砂質シルト	2
細砂、中位の砂、シルト質の砂	3~4
砂利の少ない砂	5~6
砂利、砂質砂利	8~10

参考文献

- 1) G. サングレラ：貫入試験と地盤調査 P.264 (1976)