

SWS 結果より推定した q_u 値と土の粒度組成との関係

正会員 ○ 橋詰 尚慶 *1
同 若命 善雄 *2
会員外 村田 健 *3
同 本間 利枝 *4

スウェーデン式サウンディング
粒度組成

一軸圧縮強度

1. はじめに

建築基準法の改正により、スウェーデン式サウンディング (Swedish Weight Sounding, 以下、SWS) を用いた地盤の許容応力度法が国土交通省告示第 1113 号第 2 (以下、国告 1113 号第 2) で規定され、SWS が地盤の支持力を求める有力な方法として位置付けられた¹⁾。

また、SWS による許容応力度算定式を用いる場合、一定の条件下で自沈層が存在すると、沈下の検討が必要となっていることから、SWS やその他の調査結果に基づく沈下の検討方法を明確にすることも求められている¹⁾。

3 階建までの戸建住宅に適用できる地盤改良工法の設計・施工の普及に努めており、SWS 結果より q_u 値を求めて積極的に活用している²⁾。その過程において、SWS の結果をより有効に利用するため、若干の検討を行なったので、その概要を以下に述べる。

2. 検討資料

周知のように標準貫入試験 (以下、STP) はボーリングが可能であればかなり硬い、締った地盤においても実施できるが、SWS 試験の結果は他の静的貫入試験と同様に比較的軟弱な地盤でないと使用できない³⁾。

しかし、3 階建までの戸建住宅を対象とした場合、最近は優良な地盤も少なくなり、比較的軟弱な地盤において設計・施工を行う必要性が益々増えてきている。したがって、ボーリングを必要とする高価な STP の代わりに安価な SWS の結果を有効的に利用できるならば、それに超したことはない。

そこで、SWS の結果があり、STP のためのボーリングで不攪乱試料の採取と土の一軸圧縮強度 (以下、 q_u) 試験を行なっている事例を収集し、SWS の結果と q_u 値の関係を検討してみた。

以下に述べる相関性を調べるに際して用いた検討資料は、関東地方の 3 階建までの戸建住宅の敷地で測定されたものである。その内訳は、埼玉県 1、神奈川県 2、千葉県 2、茨城県 1、東京都 1 の敷地 9 箇所 24 測定点である。

3. q_u 値と SWS 結果

図 - 1 に、全測定点における q_u 値と SWS 試験結果の関係をプロットした。図中の () 内の記号は、土質試験に基づく土質分類である。稲田氏の参考文献³⁾に則って描いたが、単位は kN 表示に書き換えてある。

データを火山灰土、有機質土とそれ以外に分けて表した。図中には通称、稲田式と呼ばれる推定式 (1) と $\pm 20\%$ のバラ

ツキ範囲を表す上限線と下限線も記入してある。Wsw の値は、kN 単位である。

$$q_u = 45W_{sw} + 0.75N_{sw} \quad \text{----- (1)}$$

24 データの内、15 データが $W_{sw} = 1$ kN 自沈以下の軟弱な地盤におけるものである。0.5 kN 自沈、0.75 kN 自沈および 1.0 kN 自沈は、ほぼ同数である。残りの 9 データは $N_{sw} = 4 \sim 104$ 回となっている。

図 - 1 でも明らかなように、火山灰土の場合には推定式によるよりもかなり大きめで、一方、有機質土の場合には、幾分小さめの値を示している。

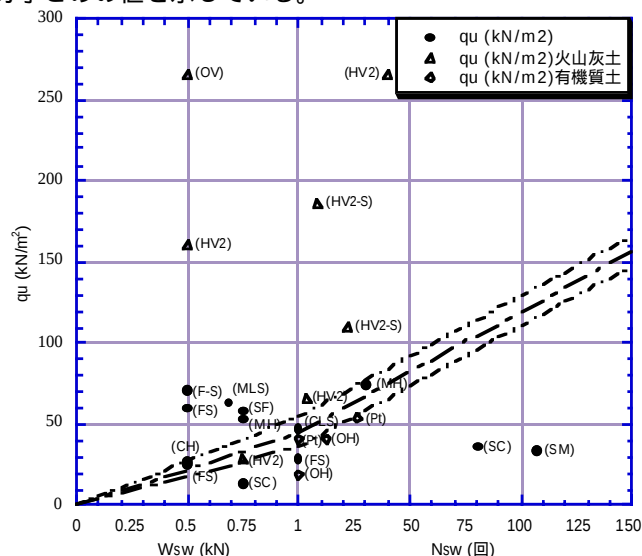


図 - 1 q_u 値と SWS の結果

火山灰土の場合、稲田式により推定すると、かなり過小評価し、有機質土の場合には若干大きめの評価となることが分かる。火山灰土と有機質土を除いたデータでも、稲田式と比較すると、依然としてバラツキが大きい。

土質結果に基づく土質分類記号を参照すると、砂分の多い場合、稲田式よりも下めに、一方、粘性土分の多い場合、稲田式よりも上めとなる傾向が認められる。

すなわち、SWS を行なった地点で採取した土の土質試験結果の一つの q_u 値は、その土の粒度組成に大きく影響を受けているものと想定される。粘性土であっても砂分が多くなると、 q_u 値は小さくなることは当然予測されることである。

また、火山灰土や有機質土の場合には、その構造からそれ以外の土とは違った性質があり、SWS の結果や q_u 値に大きく影響を及ぼしていると考えられる。

4. SWS 結果より推定した q_u 値と粒度組成の関係

SWS を行なって、その結果より稲田の推定式(1)より算定した q_u 値と、調査地点の近傍でボーリングを行ない同深度で採取した不攪乱試料による一軸圧縮強度 q_u 値との比較を試みた。土質試験に基づき求めた q_u 値の SWS の調査結果より推定した q_u 値に対する比で表現し、調査を行なった深度の採取試料の粒度分析から得られた土の粒度組成と関係をグラフ化した。

図 - 2 に、粘性土の成分の(シルト分+粘土分)%を横軸にとり表した。図 - 1 の場合と同じように、火山灰土、有機質土とそれ以外をパラメータにして表した。

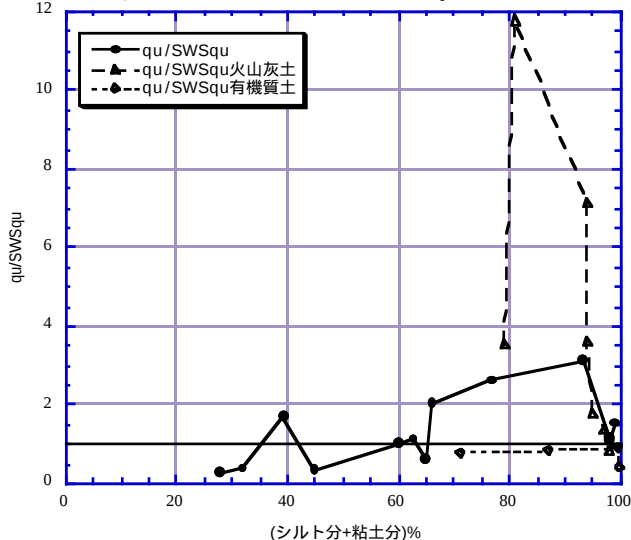


図 - 2 q_u 値 / SWS q_u 値と粒度組成との関係(1)

同様に、図 - 3 に、粘性土の成分の(粘土分)%を横軸にとり表した。

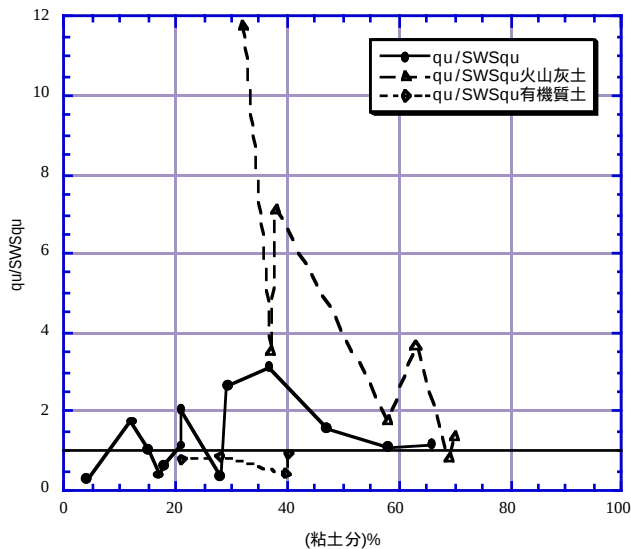


図 - 3 q_u 値 / SWS q_u 値と粒度組成との関係(2)

図 - 2 と図 - 3 の中で、 q_u / SWS q_u が 1 となるのは、SWS の結果から推定した q_u 値が土質試験による q_u 値と一致した場合である。

q_u / SWS q_u の値は、火山灰土の場合には、0.85 ~ 11.8 で 1 測

*1 ~ *4 (株)設計室ソイル

定点を除き 1 以上で、一方、有機質土の場合には、0.42 ~ 0.92 ですべて 1 以下となっている。

火山灰土と有機質土を除いた測定点の場合には、図 - 2 より(シルト分+粘土分)%が小さいと q_u / SWS q_u の値は、1 以下になる傾向が認められる。すなわち、シルト分と粘土分を除いた(砂分)%が 50 を越すと、SWS 結果より推定した q_u 値の方が土質試験結果の q_u 値より大きくなることを示している。

(砂分)%が 50 以下の場合には、 q_u / SWS q_u の値は、0.63 ~ 3.11 で 1 測定点を除いて、1 以上となっている。1.56 ~ 3.11 となる場合を詳細に検討してみると、ほとんどが Wsw が 0.50 ~ 0.75kN の場合である。

このことは、Wsw が 1kN 自沈よりも軟弱な地盤でも、ボーリングにより不攪乱試料を採取し土質試験を行なって q_u 値を求めれば、SWS 結果より推定した q_u 値より 1.56 ~ 3.11 倍の値を採用できる可能性を示している。

5. まとめ

本報告では、SWS 結果より推定した q_u 値と不攪乱試料の土質試験から求めた q_u 値との比較を試みたが、まとめれば次の通りである。

- 1) 火山灰土の場合、土質試験から求めた q_u 値は稲田式よりもかなり大きめの値となっている。
- 2) 有機質土の場合、土質試験から求めた q_u 値は稲田式よりも若干小さめの値となっている。
- 3) 火山灰土と有機質土を除いた場合、土の粒度組成によって稲田式の上下に分布する傾向がある。
- 4) 砂分が 50% 程度以上になると、土質試験から求めた q_u 値は稲田式よりも小さめの値となっている。
- 5) 砂分が 50% 程度未満になると、土質試験から求めた q_u 値は稲田式よりも大きめの値となっている。
- 6) Wsw が 0.50 ~ 0.75kN の場合、土質試験から求めた q_u 値は、SWS 結果より推定した q_u 値の 1.56 ~ 3.11 倍となっている。

6. おわりに

今後、SWS を行なう場合には、出来ればボーリングを行ない、攪乱試料でよいから採取し、せめて含水比と粒度分析を実施することを勧めたい。

地盤の許容応力度と沈下の検討に必要な諸定数(q_a , E , P_c および m_v)を推定する場合、その基になる q_u 値を、SWS 結果より推定する際、より精度を高める手がかりになると考えるからである。

参考文献

- 1) 田村昌仁他：戸建住宅のための敷地地盤調査と地盤調査、建築技術、pp95 ~ 107, 2004.02
- 2) 若命善雄：軟弱地盤で中間層で支持される基礎 布基礎 + 細径鋼管杭工法、pp156 ~ 159, 1999.02
- 3) 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, pp13 ~ 18, 1960.

*1 ~ *4 Soil Design Inc