

沖積層におけるスウェーデン式サウンディング試験と土質試験の結果比較
(その2：一軸圧縮強さと圧密降伏応力の推定)

正会員 ○加藤清次*1 同 渡辺佳勝*2 同 小川正宏*3
同 垣内広志*1 同 相沢彰彦*2 同 大賀雅則*3
非会員 新松正博*4 正会員 藤井 衛*5 同 杉山太宏*5

スウェーデン式サウンディング試験 小規模建築物
沖積層 一軸圧縮強さ 圧密降伏応力

1. はじめに

本報と同題名(その1)¹⁾では、沖積層を対象としたスウェーデン式サウンディング試験(以下、「SWS試験」と略記)と、その付近で実施したボーリング調査結果(土質試験を含む)の概要について報告した。本報(その2)では、それらのSWS試験結果(W_{sw} , N_{sw})と土質試験より得られた一軸圧縮強さ q_u (kN/m^2), 圧密降伏応力 p_c (kN/m^2) とのそれぞれの関係について報告する。

2. W_{sw} , N_{sw} 一軸圧縮強さ q_u の関係

一軸圧縮強さ q_u と SWS 試験結果 (W_{sw} , N_{sw}) との関係は、稲田(1960)による提案式²⁾ ($q_{u(sws)}$ (kN/m^2) = $45 W_{sw}$ (kN) + $0.75 N_{sw}$ (回)) が小規模建築物等において広く用いられている。そこで、まず、既往式 $q_u(sws) = 45 W_{sw} + 0.75 N_{sw}$ の関係性について検証する。土質試験より得られた一軸圧縮強さ q_u と $q_u(sws)$ を比較したものを図-1に示す。使用する W_{sw} , N_{sw} は、力学試験試料の乱れの少ない試料採取区間で層厚に重みをつけて平均した区間平均値を使用している。図-1によると、 $q_u(sws)$ が q_u とほぼ同等となる部分も認められるが、全体的に $q_u(sws)$ は q_u を大きく下回り、過小評価となる傾向が認められた。ここで、土質試験結果の q_u は深度方向に増加傾向が認められることから¹⁾、一軸圧縮強さ q_u を $q_u(sws)$ で除した値を深度方

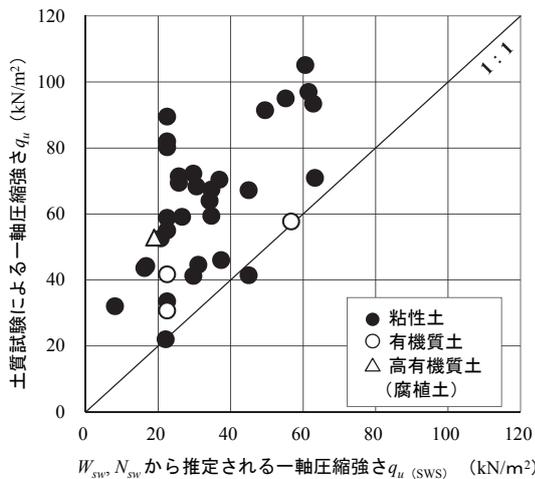


図-1 一軸圧縮強さの土質試験値と推定値との比較

向に表したものを図-2に示す。その際、平均 $W_{sw} = 1.00\text{kN}$ 未満で $N_{sw} > 0$ となるものは、 $W_{sw} = 1.00\text{kN}$ 以下自沈層の区分としている。 $q_u / q_u(sws)$ は、全体的に深度方向に増加する傾向が認められた。図中の赤線は原点を通る最小二乗法近似式で、下式となる。

$$q_u = 0.29Z q_{u(sws)} \dots (1)$$

ここに、 Z : 深度 (m), $q_u(sws) = 45 W_{sw} + 0.75 N_{sw}$
 W_{sw} (kN), N_{sw} (回)

近似線は、5m以深に対して強い相関を示しているが、5m以浅では、下限値ラインを推移しており過小評価となる。また、深度8m以深の $q_u / q_u(sws)$ は特に回転層で過大評価となるが、これは、ロッド周面に作用する摩擦の影響により W_{sw} , N_{sw} が過大となっていることが一つの要因と考えられる。

3. W_{sw} , N_{sw} と圧密降伏応力 p_c の関係

一軸圧縮強さ q_u と土質試験結果から得られた圧密降伏応力 p_c の関係は、土質試験結果から $p_c = 2 q_u$ ^{3) 4)}, $p_c = 1.778 q_u$ ⁵⁾ や、非排水せん断強さ c と受けている有効土被り圧 p との比から $p_c \approx 1.5 q_u$ ⁴⁾ 等、これまでに様々な既往式が提案されている。

そこで、前述したように、 $q_u / q_u(sws)$ は深度方向に対し

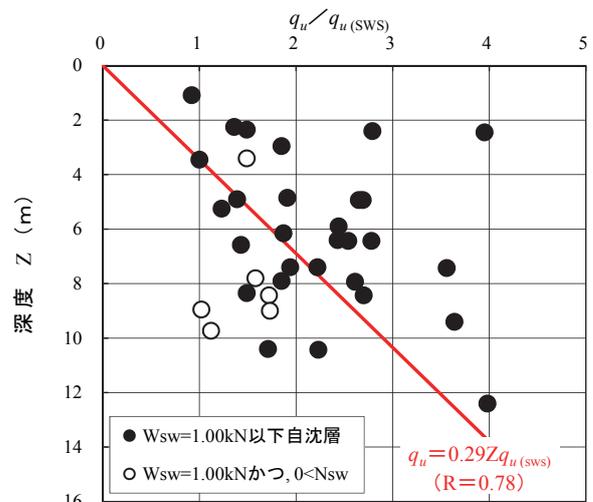


図-2 深度と $q_u / q_u(sws)$ の関係

Comparison of Results of Swedish Sounding Test and Soil Test in Alluvial Deposit (Part2: Estimating of Unconfined Compressive Strength and Consolidation Yield Stress)

KATO Seiji, WATANABE Yoshikatsu, OGAWA Masahiro, KAKIUCHI Hiroshi, AIZAWA Akihiko, OOGA Masanori, SHINMATSU Masahiro, FUJII Mamoru, SUGIYAMA Motohiro

て増大傾向が認められたことや、土質試験結果の p_c が深度方向に増加傾向が認められたことから¹⁾、圧密降伏応力 p_c についても同様に深度との関係性について検討した。圧密降伏応力 p_c を q_u (SWS) で除して深度方向に表したものを図-3 に示す。使用する W_{sw} , N_{sw} は、前述と同様に乱れの少ない試料採取区間の区間平均値を用いたが、有機質土・高有機質土（腐植土）は圧縮性が高く評価が難しいことから粘性土のみを検討対象とした。図-3 に示す p_c/q_u (SWS) は、 q_u/q_u (SWS) と同様に、全体的に深度方向に大きくなる傾向が認められた。図中の赤線は原点を通る最小二乗法近似式であり、式 (2) となる。

$$p_c = 0.52Z q_u(\text{SWS}) \quad \dots (2)$$

ここに、 Z : 深度 (m), $q_u(\text{SWS}) = 45 W_{sw} + 0.75 N_{sw}$
 W_{sw} (kN), N_{sw} (回)

図-3 に示す近似線は、一軸圧縮強さの近似線 (式 (1), 図-2) と概ね同様な傾向を示しており、 p_c/q_u (SWS) は、深度 5m 以深にて強い相関を示しているが、5m 以浅では下限値ラインを推移しており、浅い深度では過小評価となる。深度 8m 以深で特に回転層において過大評価となるものもあるが、 q_u/q_u (SWS) の場合と同様な理由が考えられる。また、深度 8m 以深の圧密試験による圧密降伏応力 p_c は平均 129kN/m² で、データの大半は 90kN/m² 程度以上¹⁾ を示しており、図-4 内に示した地盤・建物モデルによる建物中央部の地中増加応力（ブーシネスクの式から算出）に有効土被り荷重を加えた値が、深度 8m 以深では建物荷重 50kN/m² の場合でも圧密試験による圧密降伏応力 p_c に満たない。よって、建物荷重が 50kN/m² 以下の小規模建築物の圧密沈下検討では、実用的には問題ないと考えられる。また、図-4 の一点鎖線は、式 (2) を用いて算出し

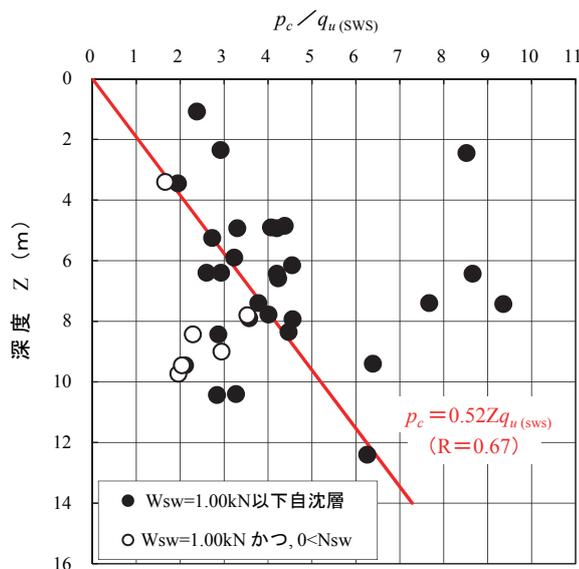


図-3 深度と p_c/q_u (SWS) の関係

た圧密降伏応力を示している。

最後に、SWS 試験結果 (W_{sw} , N_{sw}) から q_u と p_c を推定する場合、5m 程度以深では深度方向の重みづけを考慮することで相関性をそれぞれ確認することができた。

3. まとめ

今回検討を行った沖積層における 39 データについて、土質試験より得られた一軸圧縮強さ q_u および圧密降伏応力 p_c と SWS 試験結果の関係を検討した結果、既往式 q_u (SWS) は、全体的に過小評価であることが確認された。SWS 試験結果 (W_{sw} , N_{sw}) と土質試験結果の q_u と p_c との関係は、深度方向の重みづけを考慮することで強い相関性が確認されるが、深度 5m 以浅ではともに過小評価となった。

式 (2) は、深度 8m 以深で危険側にプロットされるデータが確認されるが、小規模建築物程度の荷重であれば圧密沈下の検討の際、実用的には問題ないことが確認された。

また、 q_u の関係を示す式 (1) を p_c の関係を示す式 (2) に代入すると、 $p_c = 1.79 q_u$ となり、 q_u と p_c の既往の関係式^{3~5)} と同様な傾向であることが確認できた。

今後、さらにデータを蓄積し、推定精度を高めていきたい。

【参考文献】

- 1) 小川ほか：沖積層におけるスウェーデン式サウンディング試験と土質試験の結果比較（その 1：結果概要）、日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）2017.9
- 2) 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(1), pp.13-18, 1960.2
- 3) 地盤工学会編：地盤工学・実務シリーズ 6 地盤調査・土質試験結果の解釈と適用例、地盤工学会、pp.48-49, 1998.3
- 4) 渡辺ほか：現場技術者のための軟弱地盤対策工事ポケットブック、山海堂、pp.74-76, 1986.6
- 5) 西田ほか：小規模建築物の地盤調査と簡易地耐力評価法、土と基礎、Vol.40(12), pp.23-28, 1992.11

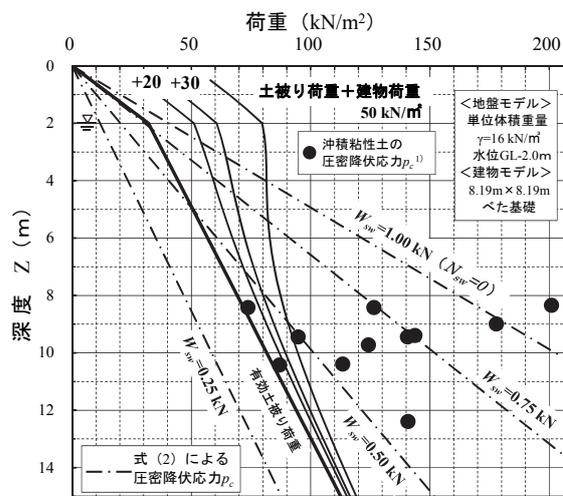


図-4 地中応力と圧密降伏応力

*1 アクテック *2 トラバース *3 報国エンジニアリング
 *4 地盤優良事業者連合会
 *5 東海大学

*1 Accutech *2 Travers *3 Hokoku Engineering
 *4 High Quality Ground Engineering Business Association
 *5 Tokai University