

探査深度の土圧を考慮した SWS 試験による内部摩擦角の推定
 Estimation of angle of internal friction by SWS test
 considering earth pressure of penetration depth

○宇野翔太, 柴田俊文, 西村伸一, 珠玖隆行

Shota Uno, Toshifumi Shibata, Shinichi Nishimura and Takayuki Shuku

1.背景と目的

スクリーウエイト貫入試験¹⁾(SWS 試験, 旧スウェーデン式サウンディング試験)では半回転数や一軸圧縮強さと支持力の関係を得ることができるが, 土の強度定数である粘着力や内部摩擦角を直接求めることは難しい。SWS 試験から内部摩擦角を求められれば, 現地調査の段階で詳細な地盤評価をより簡易的に行うことができる。本研究では, 3号, 5号, 7号珪砂を対象に三軸圧縮試験と SWS 試験を行い, 土圧の条件を考慮に入れた内部摩擦角の推定式を導出することを目的とする。

2.試験方法

3号, 5号, 7号珪砂を試料として用い, 三軸圧縮試験をそれぞれの珪砂について3種類の単位体積重量で行って内部摩擦角を求める。次に, Fig. 1に示す円筒形の試験装置に試料と土圧計を入れ, SWS 試験を行う。その際, 円筒の試験装置と試料の摩擦を減らすため, 装置壁面の内側にシリコンスプレーを塗布し, 壁面と試料の間に幅10cmの紙を挿入した。単位体積重量を三軸圧縮試験時と同様の3種類の値に調整し, 変圧チューブの空気圧を75kPa, 100kPa, 150kPaに設定することで試料表面に载荷し, 試験を行う。この载荷により, 試料内に探査深度に応じた土圧が発生することになる。最後に, SWS 試験で得た半回転数を用い, 半回転数と内部摩擦角を推定する式を導出する。なお, SWS 試験時の試料内の土圧分布を把握し, 試料内部の土圧が一定となっている深さの試験結果を用い, 推定式を導出する。

3.結果及び考察

三軸圧縮試験において, 単位体積重量を x 軸, 内部摩擦角を y 軸とした時, 2つの間には比例関係がみられた。Fig. 2に3号珪砂を試料に用いた際の結果と最小二乗法で得た式を示す。また, Fig. 3に3号珪砂における単位体積重量と SWS 試験で得た半回転数の関係を示す。試料内部の土圧や単位体積重量

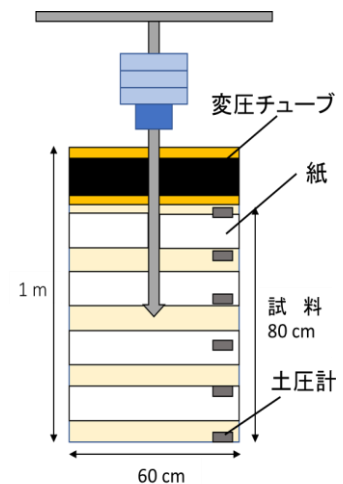


Fig. 1 SWS 試験装置図
 Diagram of the SWS test apparatus

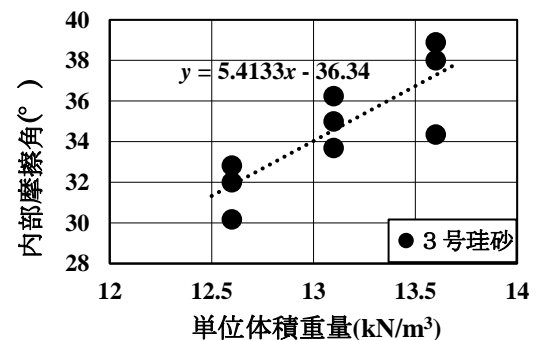


Fig. 2 単位体積重量と内部摩擦角の関係
 Relationship between unit volume weight and angle of internal friction

岡山大学大学院環境生命自然科学研究科 Graduate School of Environmental Life, Natural Science and Technology, Okayama Univ.

キーワード: 土の静力学的性質

が増加すると、半回転数が増加することが確認できる。また、試料内部の土圧が大きいと単位体積重量が増加した時の半回転数の変化の割合が大きくなることが分かる。この2つの試験から得られた関係式を以下にまとめる。式(1)、(2)および(3)にそれぞれ3号、5号および7号珪砂の式を示す。なお、5号珪砂と7号珪砂も3号珪砂と同様に導出している。

$$\phi = \frac{N_{sw} + 7.5\sigma - 282.13}{0.116\sigma - 3.519} - 36.34 \quad (1)$$

$$\phi = \frac{N_{sw} + 8.805\sigma - 215.95}{0.192\sigma - 4.478} - 21.306 \quad (2)$$

$$\phi = \frac{N_{sw} + 11.712\sigma - 364.01}{0.143\sigma - 4.629} - 74.625 \quad (3)$$

ここで、 N_{sw} ：半回転数（回/m）、 σ ：平均内部土圧（kPa）、 ϕ ：内部摩擦角（°）である。これらの式を用いることで、SWS試験結果から簡易的に内部摩擦角を推定することができる。

最後に、2章で述べた土圧が一定となる深さに関連して、土圧分布図を示す。本論文ではこの土圧一定区間のSWS試験の半回転数を用いて結果を整理している。Fig. 4に空気圧を75 kPaに設定した3号珪砂の土圧分布を示す。グラフより、試料深さが増すほど土圧は伝わりにくく、底面（深さ80cm）は非常に小さい土圧の値になったが、シリコンスプレーを塗布したことで装置と試料の摩擦が軽減され、深さ25cm～60cm程度で土圧が一定に近い状態になっていることが確認できる。

4.まとめ

本研究では、SWS試験より得た半回転数と三軸圧縮試験の結果から内部摩擦角を簡易的に推定できる式を導出した。しかし、改善の余地も多くある。まず、変圧チューブに作用させる空気圧の関係上、浅い地盤を想定した圧力となっているため、必ずしも深い地盤に推定式が適用しているとは限らない。次に、3種類の珪砂を使用して実験を行ったが、地盤を構成しているのは様々な土質である。そのため、推定式の整合性を高めるために、乾燥砂だけでなく、まさ土や粘土など、他の試料でも同様の実験を行う必要がある。

引用文献

- 1) 公益社団法人地盤工学会，地盤調査の方法と解説，pp.325-336，2014.

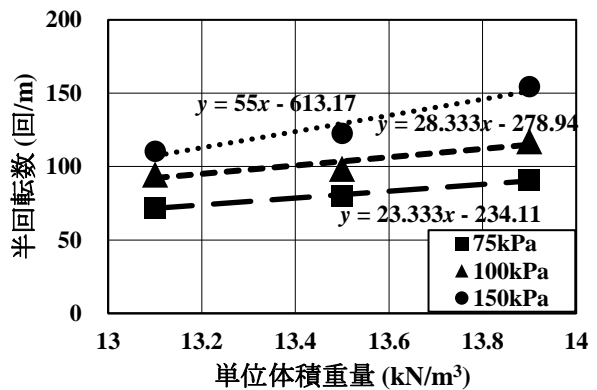


Fig. 3 単位体積重量と半回転数の関係
Relationship between unit volume weight and number of half rotations

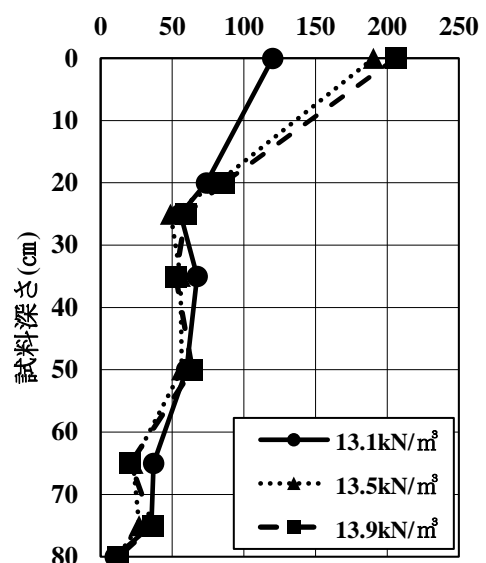


Fig. 4 深さと土圧の関係
Relation between depth and earth pressure