

SWS 試験における軟弱地盤へのスクリーポイント貫入量と計測トルク値との関係

前橋工科大学 学生会員 ○町田 隼哉
前橋工科大学 正会員 森 友宏

1. 研究の背景と目的

宅地地盤の原位置試験であるスクリーウェイトサウンディング試験（以下 SWS 試験）を液状化、地盤沈下判定に用いるためには、SWS 試験結果が表す物理的意味を明らかにする必要がある。本研究では、SWS 試験におけるトルク値とスクリーポイント（以下 SP）のエッジ貫入量の関係に着目した既往研究¹⁾をもとに、より詳細な関係を明らかにする。

2. 研究の流れ

土質および締固め度を制御した模擬地盤を作製して SWS 試験を行い、 N_{sw} 値、トルク値、貫入孔付近での地盤内の水平圧力を測定する。次に、SWS 試験において SP のエッジ部分が地盤に食い込み回転しながら周辺の地盤を押し広げる現象を模擬した図 1 に示すようなエッジ貫入一面せん断試験機を用いた定圧一面せん断試験を行い、せん断応力を計測する。得られた値からトルク値を計算し、SWS 試験での計測値と比較することで関係性を明らかにする。

3. 実験・計算手法

(1) 模擬地盤における SWS 試験

砂($D_c=90\%$, 85% , 80% , $\rho_{d,max}=1.742\text{g/cm}^3$), 砂質土($D_c=86\%$, 82% , 78% , 75% , $\rho_{d,max}=1.498\text{g/cm}^3$)の条件のもと、高さ 55cm, 幅 60cm, 奥行き 40cm の樹脂製大型コンテナに土を 4 層に分けて入れ、所定の密度まで締固めを行い、模擬地盤を作成した。また、過去に実施した実大盛土での試験結果との整合性を確認するため、模擬地盤の表面に合板を敷き、その上に盛土厚 25cm の拘束圧に相当するおもりを載せた。SWS 試験において、柔らかい地盤に対して 1.0kN の重錘を載荷すると自沈ばかりが生じてしまうため、本試験では重錘荷重を減じて 0.25kN で試験を行った。試験では N_{sw} 値とトルク値を計測した。トルク値は KTC 社製のハンディトルク系（製品名：トルクル 80N・m）を用いて計測を行った。



図 1 エッジ貫入一面せん断試験装置

(2) エッジ貫入一面せん断試験

SWS 試験でスクリーポイントを回転させたとき、地盤に食い込んだ SP のエッジが、周辺地盤を拡張する現象を模擬したのが図 1 に示すエッジ貫入一面せん断試験装置である。既往研究¹⁾で行われていた試験方法に改良を加えて、試料に拘束圧が均等に載荷されるように工夫した。本試験の試料の密度（締固め度）は、前述の模擬地盤における SWS 試験と同条件とした。また、拘束圧は重錘 0.25kN を載荷した SWS 試験下で SP エッジ全体に土が接触していることを想定したときの、SP エッジと地盤の接触圧力²⁾と同等の圧力である 55.4kN/m^2 をかけて試験を行った。

この試験で得られるせん断力の値から、後述する計算方法を用いてトルク値を計算し SWS 試験でのトルク値と比較を行う。

4. 実験の結果・考察

(1) 模擬地盤での SWS 試験

本試験では、模型地盤の密度の大小に応じて、 $N_{sw}=28$ （自沈気味含む）～140 回が得られた。宅地地盤で特に問題となるのは軟弱地盤における支持力不足や沈下問題であるので、本稿では特に軟弱地盤における試験結果について報告、考察を行う。

砂質土($D_c=75\%$)における模擬地盤で、重錘 0.25kN を載荷した際の SWS 試験のトルク値と地盤深さの関係のグラフを図 2 に示す。SP の先端から最大径部

までの高さが 15cm であるので、深さ 15cm 以深が検討対象となるトルクとなる。25cm 貫入するのに 7 半回転、トルク値は 8.0N・m~11.0N・m を記録した。

(2) エッジ貫入定圧一面せん断試験

砂質土 ($D_c=75\%$)、重錘 0.25kN (拘束圧 55.4kN/m²) の条件における定圧一面せん断試験の結果を図 3 に示す。せん断が進むと、ペダスタルに設置されたエッジ周辺の試料は乱されるため、せん断変位が大きくなるとせん断応力は一定値に近づく。これは SWS 試験で地盤に食い込んだ SP のエッジ周辺でも生じている現象に等しい。本試験では、十分にせん断が進行しており、かつ土のダイレーションによる影響が過大にならない、せん断変位 8mm の時のせん断応力を用いて、以後のトルク値の計算を行う。

5. トルク値計算方法

締固め度が低い砂質土 $D_c=75\%$ における N_{sw} 値は 28 (自沈気味含む) であったことから、SP のエッジと土は全面接触していると想定し、SWS 試験における重錘 0.25kN の場合の拘束圧は 55.4kN/m² とした。また、圧密試験より、拘束圧が 55.4kN/m² の時の体積圧縮率は 0.5% 程度であったため、試料の締固め度は変化していないと考えて計算を行う。トルク値の計算方法を以下に示す。

- ① 一面せん断試験で得られたせん断力から、エッジ貫入量 0mm でのせん断力を減算することでペダスタルの摩擦力を相殺する。
- ② せん断力を単位長さ当たりの力に変換し、SP の半径を乗算することで、各エッジ高さのそれぞれのトルク値を求める。
- ③ 求めたトルク値を SP の高さ方向に積分する。
- ④ SP のエッジは図 4 のように 4 本捻じれて形成されている為、③で求めたトルク値を 4 倍し、SP 全体に働くトルク値を求める。

以上の計算方法により砂質土 ($D_c=75\%$) において計算を行うとトルク値は 8.99N・m となり SWS 試験でのトルク値 (図 2 参照) と概ね一致する。

6. 結論

既往の研究を進展させ、SWS 試験とせん断試験結果から算出したトルク値が一致することを確認することができた。これより、SWS 試験でのトルク値に対して明確な物理的根拠を付与することができた。

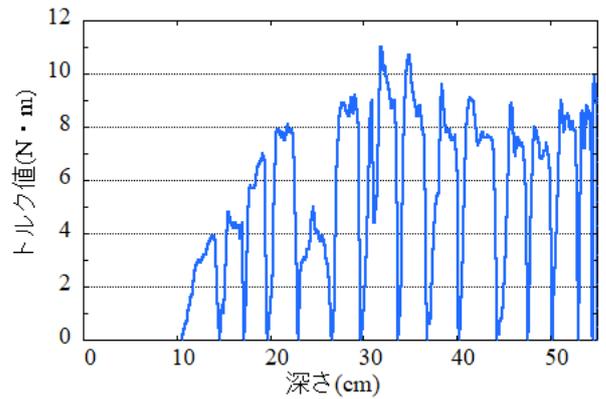


図 2 SWS 試験 トルク～深さ関係図
模型地盤, 砂質土 $D_c=75\%$, 重錘 0.25kN

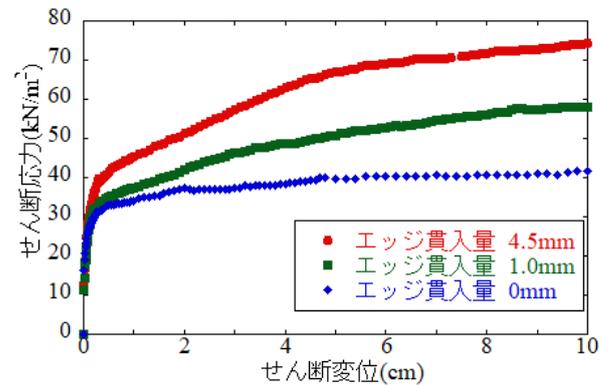


図 3 エッジ貫入量に応じたせん断力～変位
砂質土 $D_c=75\%$, 拘束圧: 重錘 0.25kN 相当

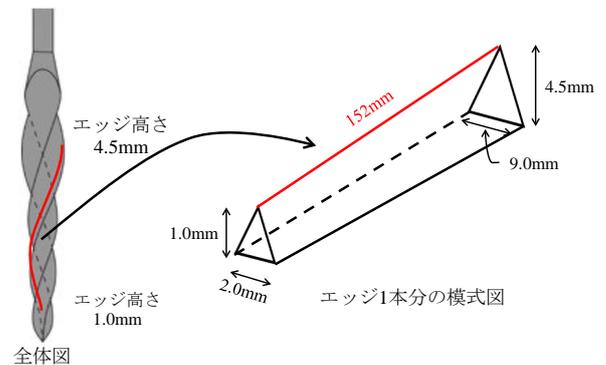


図 4 トルク値の算出に関する補足図

参考文献

- 1) 中田健太郎, 森友宏, 地盤のせん断強度特性と SWS 試験結果との関係性, 第 48 回土木学会関東支部技術研究発表会, Web / DVD-ROM III-23, Mar. 2021.
- 2) 森友宏, 土倉泰, 関崇夫, スクリューウェイト貫入試験の W_{sw} 値の物理的意味, 第 56 回地盤工学研究発表会, DS-6-12, Jul. 2021 (山形市).