

低加重の SWS 試験のトルク値を用いた実大盛土の締め固め層厚の探索

前橋工科大学 学生会員 ○凌 路寧 前橋工科大学 正会員 森 友宏

1. 研究背景と目的

スウェーデン式サウンディング試験 (SWS 試験) は、日本の小規模建築物の基礎地盤に対する地盤調査法として広く用いられている。しかし、一般的な SWS 試験における重錘の質量 (1kN) による試験では、小規模構造物の基礎地盤の評価を行うには荷重が大きすぎて、適切な地盤の評価ができないという話もある。これは、重錘の質量が 1kN の時のスクリーポイント周辺にかかる圧力が約 200kN/m² であるのに対して、一般的な木造住宅による接地荷重は 50~100kN/m² であることによる。

そこで本研究では、締め固め度を制御して築造した実大盛土を用いて低加重における SWS 試験を行い、試験から得られる深さ方向のトルク値の分布から、実大盛土の締め固め層厚が探索できるかどうかを検討する。

2. 低加重の SWS 試験による盛土内部の締め固めの層境界の探索

前橋工科大学の敷地内において、群馬県伊勢崎市産の砂質土 ($\rho_{d,max}=1.498\text{g/cm}^3$, $w_{opt}=20.8\%$) を用いて、密度が一定 (RI 密度測定, $D_c=82\%\pm 1\%$) になるよう十分に管理して築造した実大盛土を用いて SWS 試験を行った。盛土の高さは 2.0m で、約 30cm 毎に締め固めを行い、計 7 層で仕上げた (図 1 参照)。トルクの計測には、KTC 社製のハンディトルク計 (製品名: トルクル 80N・m) を用いた。また、半回転毎の貫入量は、SWS 試験装置の横に測量用の標尺を立てて、試験中の動画を撮影して計測した。SWS 試験の重錘が 1.0kN (通常) と 0.25kN (低加重) のものを比較する。重錘が 1.0kN (通常) と 0.25kN (低加重) の時のスクリーポイントの法線方向の圧力は、それぞれ約 200kN/m², 約 50kN/m² である。

SWS 試験の重錘を変化させた時のトルクと深度との関係を図 2 に示す。左側のグラフが重錘 1.0kN, 右側のグラフが重錘 0.25kN の結果である。図の左端に

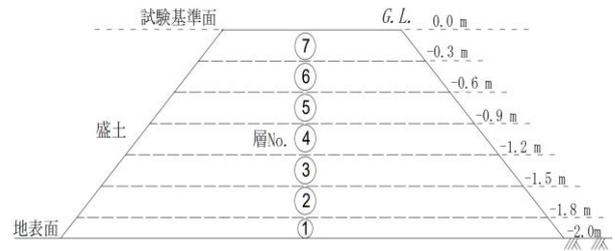


図 1 実大盛土の断面模式図 (砂質土, $D_c = 82\%$)

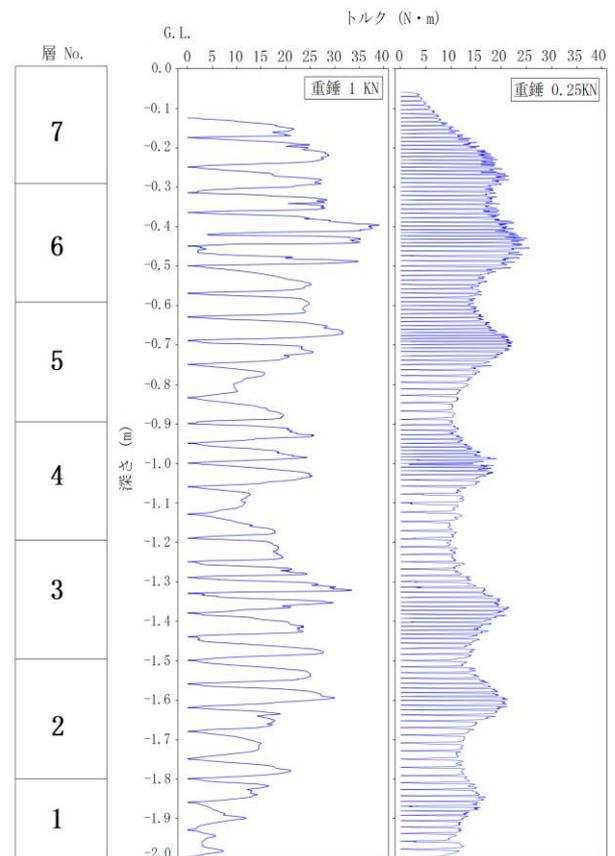


図 2 SWS 試験の重錘の変化とトルク~深度関係

は盛土の層 (築造時) を示してある。トルクが左右に振れているのは、ハンドルを回していることを示しており、半回転 1 回でトルクのグラフの山 1 つ分になる。

まず、通常の SWS 試験と同等の条件である、左側の重錘 1.0kN のグラフを見てみる。25cm 貫入するのに 4 半回転程度、すなわち N_{sw} は 16 程度ということ

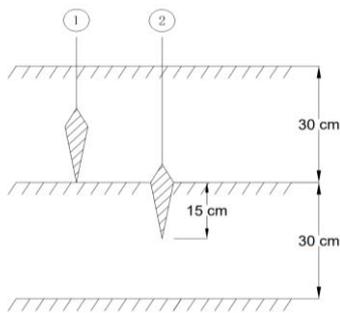


図3 締め固め層境界とスクリーポイントの位置

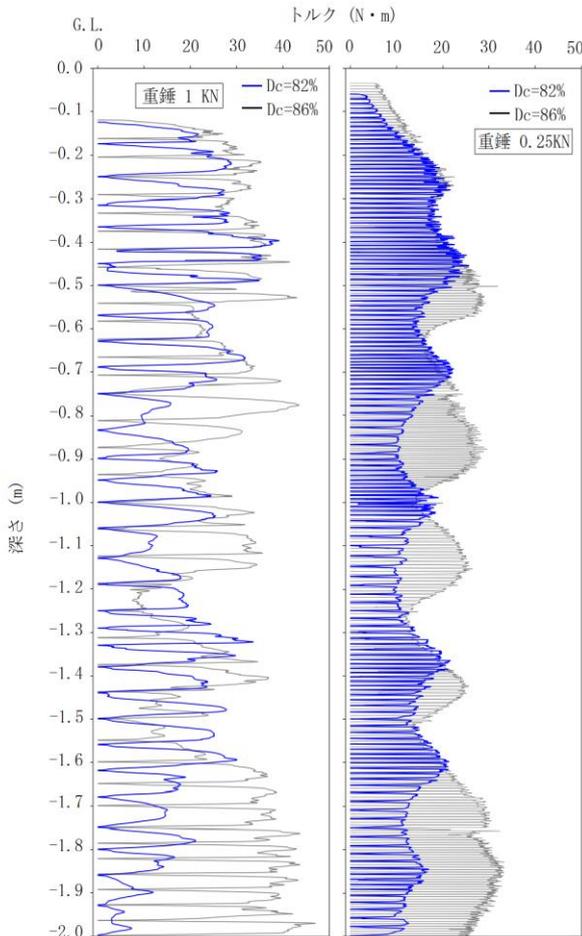


図4 締め固め度がトルク値に及ぼす影響
($D_c = 82\%$ vs. 86% , 重錘 1.0kN, 0.25kN)

はわかるが、盛土の層に関する情報を得ることは難しい。一方、低加重のSWS試験である、右側の重錘0.25kNのグラフを見てみる。重錘の重さが異なるので N_{sw} の値は求まらないが、25cm貫入するのに20~25半回転程度かかる。低加重で試験を行うことにより盛土内の細やかなトルク変化の分布を得ることができる。重錘0.25kNの結果からは、スクリーポイントの先端が、締め固めの層境界に到達する深度(図3の①)でトルクの包絡線の谷ができ、さらに

そこから15cm程度下でトルクの包絡線の山ができることが示されている。この理由は、締め固めの層境界の表面は、どうしても最も固く締め固められてしまうため、図3のようにスクリーポイントの最大径部が、締め固めの層境界を通過する時に、最もトルクが大きくなることによる(図3の②)。

3. 盛土の締め固め度の違いによるトルクの変化

砂質土の $D_c=82\%$ の実大盛土を築造する前に、同じ場所、同じ材料で $D_c=86\%$ の実大盛土を築造して試験を行った結果を用いて、締め固め度の違いによるトルクの変化を観察する。 $D_c=82\%$ と 86% の盛土では、締め固めの層境界の位置が異なるため、 $D_c=82\%$ と 86% との間でトルクの深さ方向分布は比較できない。

まず、締め固め度の違いによるトルク値の違いは、重錘が1.0kNでも0.25kNでも明確に現れ、締め固め度の高い方が、トルク値も大きくなる。次に、同じ締め固め度同士で重錘の重さによる違いを見る(左右の青線同士、黒線同士)。締め固め度の高い $D_c=86\%$ の方が、重錘1.0kNと0.25kNによるトルク値の包絡線の差が小さく、重い重錘1.0kNであっても比較的締め固めの層境界を捉えることができている。一方、締め固め度の低い $D_c=82\%$ では、重い重錘1.0kNでは締め固めの層境界を上手く捉えることができない。

4. まとめ及び今後の課題

低加重SWS試験(重錘0.25kN)により、盛土内の精細な層分布が把握できることが示された。また、締め固めの層境界は、スクリーポイントの最大径部が、締め固めの層境界を通過する時(最大トルクの深度-15cm)で示されることが確認された。

ただし、低加重のSWS試験による半回転数は、通常のSWS試験による N_{sw} と関連付いていないため、現段階では低加重のSWS試験は地盤内の軟弱層の厚さや層境界の分布を把握する用途に留まる。今後、通常のSWS試験のデータと、本研究による低加重のSWS試験結果と関係性を明らかにして、従来法のSWS試験の結果も活かせるようにしていきたい。

謝辞: 本研究は、日本学術振興会 科研費 基盤研究(B) JP20H02237 の助成を受けました。ここに記して謝意を表します。