

スウェーデン式サウンディング試験結果と静的三軸試験結果との関連性

前橋工科大学 学生会員 ○黒澤 祐希 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法の中でスウェーデン式サウンディング試験（以下 SWS 試験）がある。SWS 試験は地盤の相対的な硬軟を表す指標を求めるものであるが、将来的に液状化危険度や地盤沈下量を推測する材料として用いられようとしている。しかし、本来 SWS 試験はそれらの諸量を推測する試験ではない。そのため、それらの諸量を得ようとするならば、まず、SWS 試験がどのような物理量を表すのか明らかにする必要がある。本研究では実大盛土における SWS 試験で求められる N_{sw} 、トルクの値と三軸圧縮試験によって求められるせん断強度などの値を比較し、どのような関係性があるのかを明らかにする。

2. 研究の手順

(1) 研究に用いた試料の物理特性

本研究で用いた砂（群馬県吉岡町産）と砂質土（群馬県伊勢崎産）の粒径加積曲線を図 1 に示す。各試料密度、締固め試験から得られた最大乾燥密度、最適含水比について、図中にあわせて示した。

(2) 実大盛土を用いた SWS 試験

前橋工科大学の敷地内に、密度が一定になるように十分に管理した砂の締固め度 85%と 92%の盛土と、砂質土の締固め度 78%と 86%の盛土を築造した。盛土の概形を図 2 に示す。これらの盛土を用いて、SWS 試験を行い、 N_{sw} 、トルクの値をそれぞれ計測した。

(3) 静的三軸圧縮試験

SWS 試験の際、貫入しているスクリーポイントのエッジ周辺では、せん断破壊が生じているものと考えられる。そこで、SWS 試験を実施する状況に対応した条件を用いて、静的三軸圧縮試験を行った。試験条件を表 1 に示す。供試体寸法は直径 5cm、高さ 10cm で作成し、試験は不飽和で行い、拘束圧、密度（締固め度）、飽和度を制御した。せん断は非排水で行い、軸変位制御（1%/min）の単調圧縮とした。

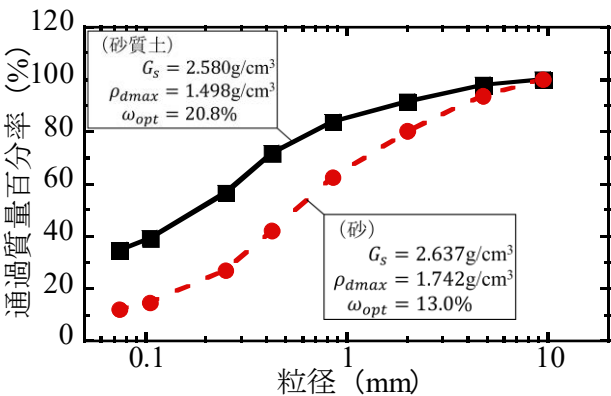


図 1 砂と砂質土の粒径加積曲線

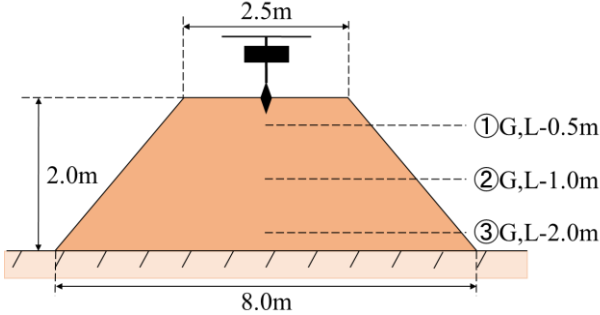


図 2 実大盛土模式断面図

表 1 静的三軸圧縮試験の条件

土質	拘束圧 [kPa]	締固め度 D_c [%]	飽和度 [%]
砂	8(G,L-0.47m)	85	60
	16(G,L-0.95m)		
	32(G,L-1.90m)		
	8(G,L-0.51m)	92	80
	16(G,L-1.02m)		
	32(G,L-2.03m)		
砂質土	8(G,L-0.44m)	78	60
	16(G,L-0.89m)		
	32(G,L-1.78m)		
	8(G,L-0.43m)	86	80
	16(G,L-0.91m)		
	32(G,L-1.81m)		

3. 結果と考察

SWS 試験は、先端スクリーポイントのエッジ部分で土を押し広げながら回転、貫入するため、回転の初期段階でピーク強度は過ぎてしまい、その後は残留せん断強度となるのではないかと推測している。よって、SWS 試験から得られる N_{sw} 、トルクと、三軸圧縮試験から得られる残留せん断強度との関係性について論ずる。SWS 試験は深さ方向に連続した値が

キーワード スウェーデン式サウンディング試験、三軸圧縮試験

得られる一方で、三軸圧縮試験では、離散的にしか値が得られない。三軸圧縮試験結果を深さ方向に連続性を持たせるため、三軸圧縮試験で得られた残留せん断強度のプロットから、拘束圧に応じた推定残留せん断強度を求めた。結果を図3に示す。この図から、 $D_c=85\%$ 、 $D_c=92\%$ では、供試体作成時にタンピング締固めを行っていること、また不飽和であることから粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ が大きいことがわかる。また、拘束圧（深さ）を基準とした SWS 試験と三軸圧縮試験との比較を行った。推定残留せん断強度と N_{sw} 、トルク値との関係を図4、図5、図6に示す。図4を見ると、 $D_c=85\%$ と $D_c=92\%$ はどちらも N_{sw} が大きくなるにつれて、推定残留せん断強度も大きくなっていることがわかる。 $D_c=92\%$ で推定残留せん断強度に対して N_{sw} が急に大きくなるのは、締固め度が大きいことにより、SWS 試験のスクリーポイント貫入時に、土が体積膨張しようとするからだと考えられる。図5を見ると、 N_{sw} と残留せん断強度との関係性は見られない。 $D_c=78\%$ 、 $D_c=86\%$ の砂質土では強い締固めを行っていないため、図3中の c 、 ϕ もそれほど大きくないと考えられる。図6を見ると、トルクも、 N_{sw} と同様に、残留せん断強度との関係性が見られるのは $D_c=85\%$ と $D_c=92\%$ のみであるが、締固めの程度に応じた、トルクの増加の傾向は砂、砂質土ともに見られる。

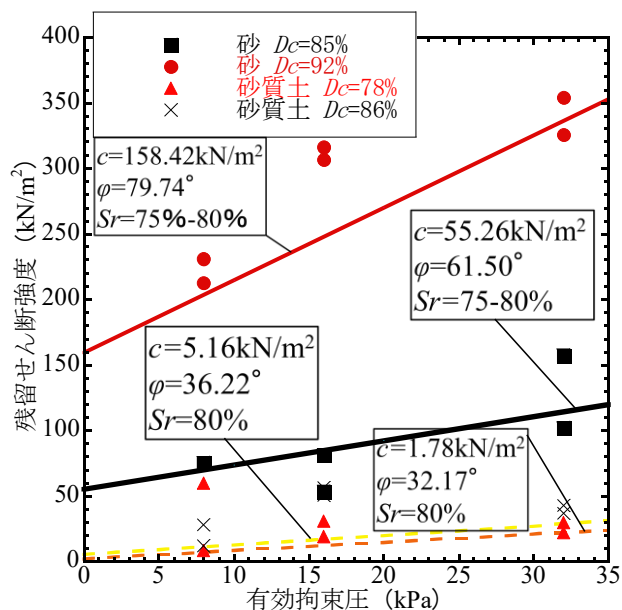


図3 三軸圧縮試験から求めた、砂の残留せん断強度－有効拘束圧の関係

4. まとめ

三軸圧縮試験による残留せん断強度が SWS 試験による N_{sw} が相関を示すのは、締固め等により大きな c 、 ϕ を与えられた材料に限られる。つまり、 N_{sw} が大きい地盤は、良く締固められた地盤であると言える。また、トルクとの関係も N_{sw} と同様である。だが、 c 、 ϕ が小さい材料でも、締固め度が大きくなると、トルクの値も大きくなる結果となった。

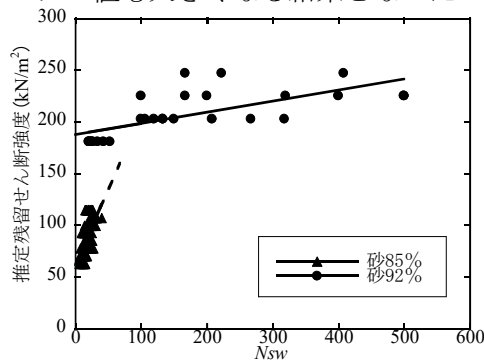


図4 砂の N_{sw} －推定残留せん断強度の関係

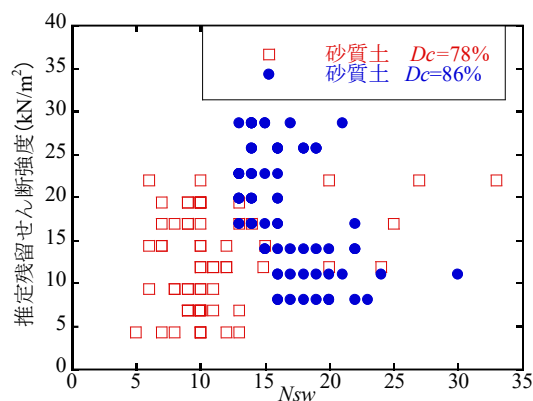


図5 砂質土の N_{sw} －推定残留せん断強度の関係

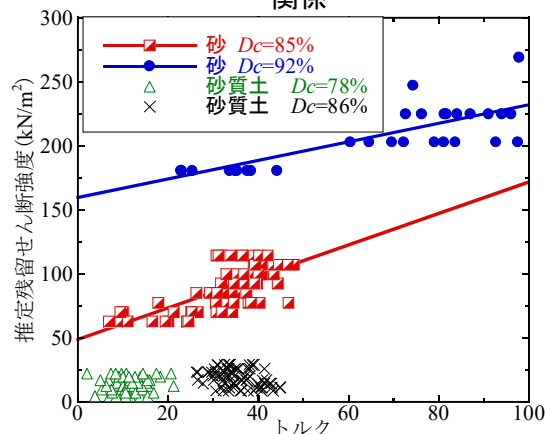


図6 各試料のトルク－推定残留せん断強度の関係

謝辞

本研究を進めるにあたり JSPS KAKENHI15H02263（代表研究者 風間基樹）の助成をいただきました。ここに記して謝意を表します。