

一面せん断試験におけるせん断速度が粘土の強度・変形特性に与える影響

鳥取大学 学生会員 ○落合 祐介
鳥取大学 正会員 中村 公一

1. 目的

一面せん断試験は土のせん断強さを求めることを目的として、実務的に多用されている試験である。そして、せん断強度を評価する上で重要なパラメータの 1 つがせん断変位速度である。本研究は本来、藤森粘土を用いた不飽和土の一面せん断試験について研究を試みていたが、藤森粘土に対して、飽和状態・不飽和状態ともにせん断変位速度の検討を行っていなかった。せん断変位速度の選定については、不飽和土の場合、せん断変位速度は間隙内の水分分布状態、メニスカス分布数ならびに透水係数がサクシヨンの変化、飽和度の変化とともに大きく変動するため、基本的に飽和状態よりも小さいせん断変位速度を選定する必要がある¹⁾。そのため、本研究では飽和状態の藤森粘土を用いて、複数のせん断変位速度で定体積一面せん断試験・定圧一面せん断試験を行い、せん断変位速度について検討を行うとともに、不飽和土のせん断変位速度の妥当性について検討した。

2. 試験試料と供試体作製方法

本研究で用いた試料は、75 μ m ふるいを通過分の藤森粘土である。藤森粘土の物理的性質は $\rho_s=2.683\text{g/cm}^3$, $w_L=56.7\%$, $w_P=31.1\%$, $I_P=25.6\%$, シルト分 54.4%, 粘土分 45.6%である。供試体作製方法は、73.4kPa で予圧密した塊状試料にカッターリングとガイドリングを組み合わせたものを押し込み、試料をガイドリングに隙間なく入れ、上下面をワイヤソーで平らに仕上げ、供試体挿入具でせん断箱内に試料を移した。

3. 飽和状態の藤森粘土のせん断変位速度の検討

複数のせん断変位速度で定体積・定圧一面せん断試験を行った。圧密圧力は全て 80kPa である。表 1 に試験条件を示す。定体積一面せん断試験のせん断応力-せん断変位関係を図 2、応力経路を図 3 に示し、定圧一面せん断試験のせん断応力・垂直変位-せん断変位関係を図 4、応力経路を図 5 に示す。

図 2 より、定体積せん断強さは FV80-0.10 では 38.9kPa, FV80-0.05 では 37.5kPa, FV80-0.01 では 36.4kPa であり、せん断変位速度が大きいほど定体積せん断強さは大きくなった。

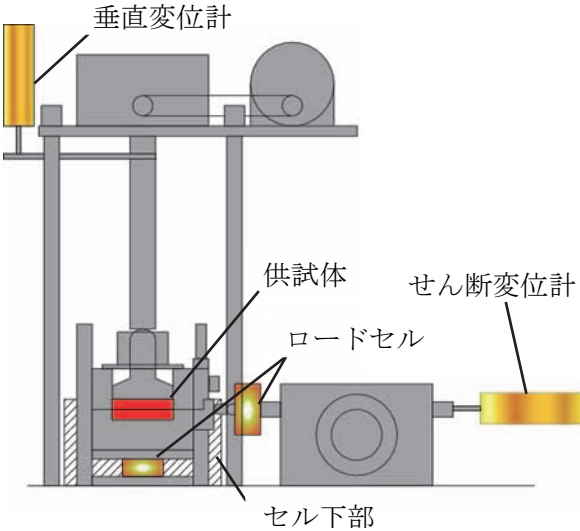


図 1 定体積一面せん断試験機

試験名	試験方法	圧密圧力 (kPa)	せん断変位速度 (mm/min)	せん断直前の間隙比
FV80-0.10	定体積	80	0.100	1.295
FV80-0.05	定体積	80	0.050	1.255
FV80-0.01	定体積	80	0.010	1.255
FP80-0.10	定圧	80	0.100	1.252
FP80-0.05	定圧	80	0.050	1.269
FP80-0.01	定圧	80	0.010	1.261

表 1 試験条件

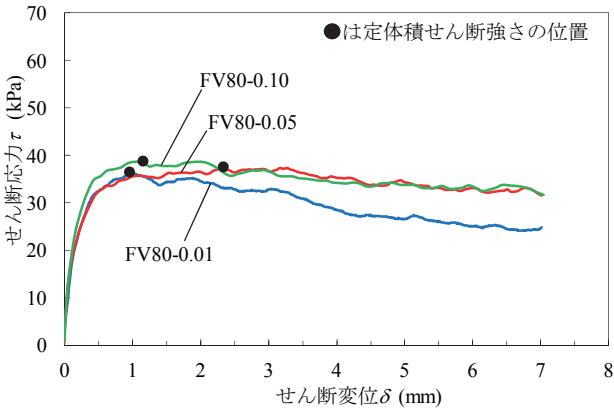


図 2 定体積一面せん断試験の結果

キーワード 一面せん断試験, 粘性土, せん断変位速度

連絡先 〒730-0011 広島市中区基町 10 番 3 号広島県自治会館内 (公社)土木学会 支部研究発表会係

T E L 082-222-2376

一般に、せん断変位速度が大きくなるほど応力経路の初期の立ち上がりが鉛直に近くなるように²⁾、本研究においても図3より同様の傾向が見られた。また、応力経路から内部摩擦角 ϕ'_1 を求めると、FV80-0.10では32.9°、FV80-0.05では37.3°、FV80-0.01では36.3°であった。よって、せん断変位速度が0.050mm/min以下であれば、内部摩擦角 ϕ'_1 はせん断変位速度の影響を受けないと考えられる。図4より、定圧せん断強さはFP80-0.10では57.7kPa、FP80-0.05では60.6kPa、FP80-0.01では63.0kPaであり、せん断変位速度が大きいかほど定圧せん断強さは小さくなる。最もせん断変位速度が大きいFP80-0.10では、FP80-0.05及びFP80-0.01とはせん断応力の挙動が異なった。これはせん断変位速度が大きいほど、過剰間隙水圧の影響を受け、有効応力が低下するためと考えられる。垂直変位の挙動は、せん断変位速度が大きいほど、せん断初期の垂直変位が発生していない。これはせん断速度が大きいと非排水せん断に近くなるためと考えられる。FP80-0.01ではせん断初期から垂直変位が発生しているため、定圧一面せん断試験でのせん断変位速度は0.010mm/min以下が望ましいと考えられる。図5より、応力経路から内部摩擦角 ϕ_d を求めると、せん断変位速度が大きいほど内部摩擦角は小さくなっており、過剰間隙水圧の影響を受けないと考えられるFP80-0.01では38.0°である。実用上、定体積一面せん断試験から得られる内部摩擦角 ϕ'_1 は、定圧一面せん断試験から得られる内部摩擦角 ϕ_d の代用とされ、本試験においても0.7°差と小さいことが分かった。

4. 結論

飽和状態の藤森粘土のせん断変位速度は、定体積一面せん断試験では0.050mm/min以下、定圧一面せん断試験では0.010mm/min以下を選択すべきである。これらのせん断変位速度は、地盤工学会基準で定められているせん断変位速度¹⁾よりも遅いという結論に至った。そのため、不飽和状態の藤森粘土を用いて試験を行う場合は、飽和状態のせん断変位速度よりも遅い速度を選択すべきであり、予備試験を行うことによって検討を行うと良いと考えられる。

参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-二分冊の2-，pp.625-639，pp.661-693，2009.
- 2) MinSu.JUNG・澁谷啓発：神戸空港海底粘土の非排水せん断挙動における異方性及び時間効果，土木学会論文報告集C Vol.65, No.2，pp.431-441，2009.

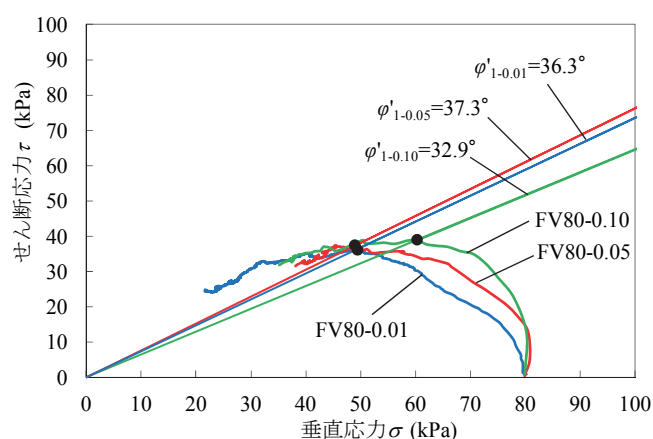


図3 定体積一面せん断試の応力経路

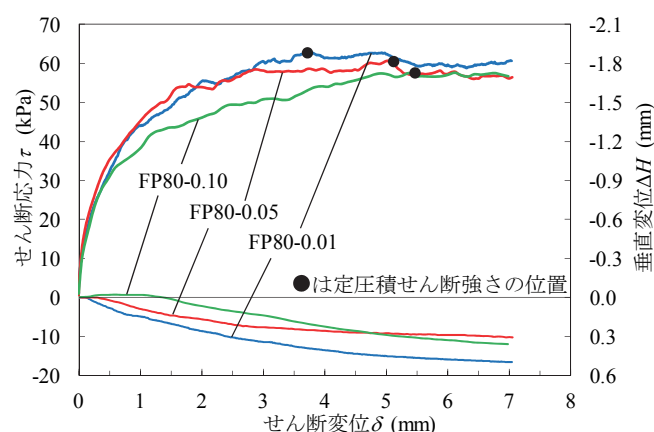


図4 定圧一面せん断試験の結果

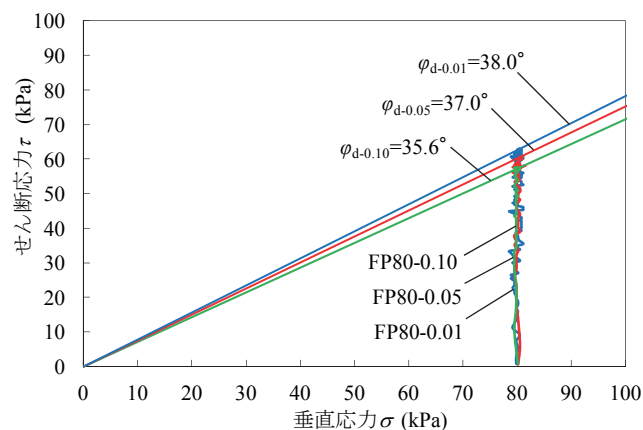


図5 定体積一面せん断試の応力経路