

単純せん断試験機の試作について

(株)オカ測地開発 正 〇石原 啓二
愛媛大学工学部 正 八木 則男
〃 工学部 正 矢田部 龍一
〃 工学部 二神 治

1. まえがき

これまでに単純せん断試験機は Kjeliman¹⁾ によるもの、NGI 型のもの、Roscoe 等の Cambridge 型のものなどが考案されており、いずれもが側方への変位が拘束されている。そのために単純せん断試験の欠点の一つとして挙げられる応力の制御に困難さがある。この他にも単純せん断では応力の状態の不明確さや不均一性などの欠点が挙げられる。一方で地表面に載荷されたときの地盤内応力状態は主応力が回転することなどは単純せん断と類似する場合が多い。本文では少しでも単純せん断試験機の欠点を改良するために、任意の応力の制御が可能な試験機を試作したので、その概要と簡単な試験結果について報告する。

2. 試験機の概要

単純せん断試験において任意に応力制御が可能であることは、鉛直応力、水平応力、せん断応力が自由に変わることができるところを意味する。従来の試験機では水平応力を任意に制御することができなかった。これを可能にするために、円板状の供試体の側面をゴムスリーブで被い、三軸試験のセルの中で単純せん断を行なえるようにした。したがって水平応力は水圧によって任意に変えることができる。

このセルの概要を図-1に示す。供試体の上下面は三軸試験機のキャップとペダスクルに相当するものと接している。この接触面においては圧密中には摩擦が小さい方が望ましく、せん断時には十分なせん断力を供試体に伝えねばならないという相反した現象が生じるようにせねばならない。そのためにキャップとペダスタルに細いすき間を開け、その中に金属性の薄い歯を埋込んだ。この歯は圧密時にはキャップとペダスタルの中に納っており、せん断時にはセルの外側からネジを回転することによって供試体に1mm程度貫入するようになっている。圧密時には供試体とキャップおよびペダスタルの間にはすき間に沿って切目を入れたテフロンシートがおかれてあり、シリコングリースをぬって摩擦を減じている。下部可動型であって図に示すように、水平可動部、水平反力バネ部、軸荷重部にはベアリングが挿入されており、動きによる摩擦が生じないようにしてある。供試体の大きさは直径5.0cm、高さ2.5cmを標準としている。

このセルを図-2に示すように配置する。排水および非排水試験が可能で、間隙水圧の測定やバックプレッシャーの負荷も可能である。鉛直荷重装置は、圧密時に鉛直応力 σ_v と水平応力 σ_h の比 σ_h/σ_v の値を任意にすることができるよう、圧縮お

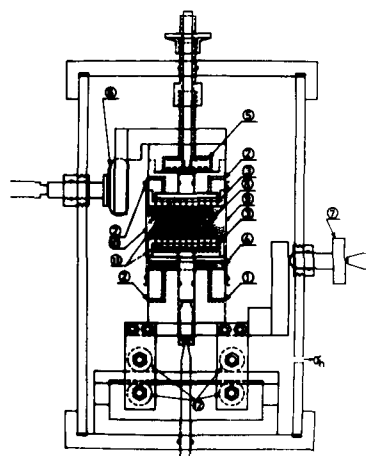


図-1 セル部詳細図

- ①間隙水圧測定、バックプレッシャー供給 ②延長水供給口、排水口 ③金属歯 ④ボラストン ⑤ボールベアリング
- ⑥ローラベアリング ⑦ロードセル ⑧供試体 ⑨ゴムスリーブ
- ⑩ベアードレン ⑪テフロンシート ⑫ローラベアリング

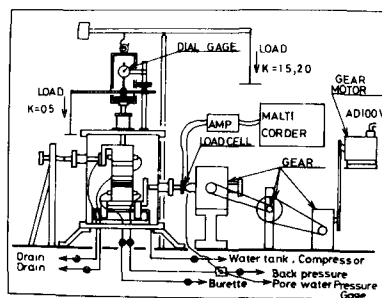


図-2 試験機の概要

よび引張が可能ないようにしてある。水平載荷はひずみ制御式であって毎分 $1/4 \times 10^2$ mm の速さである。側圧は空気圧をレギュレーターを制御して一定に保っている。

3. 試験方法と試験結果

供試体をセットしたのち、等方圧密 $\sigma_v = \sigma_h$ のときは最初から所定の圧力を与えるが、 σ_v が σ_h の圧密をするときには数段階に分けて圧密を行なう。また地表面に載荷されて地盤中のすべり面上の応力状態を再現するには、載荷前の圧密中にすでに将来起こるべきすべり面上にせん断応力が存在している場合があるが、この試験機によればこれを追跡することも可能である。

ここでは圧密時に $\sigma_v / \sigma_h = 0.5$ にしたときの非排水せん断試験結果についてのみ報告する。⁴⁾ 水平面上のせん断応力 τ せん断ひずみ γ 間げき水圧 u の関係

を図-3に示す。応力 τ ひずみ γ 関係においては一般に得られるような形のものであり、 $\sigma_v = 4.0 \text{ kg/cm}^2$ に対応する応力のピーク値がぜい小さいようである。水平面上の有効応力経路を示すと図-4のようになる。曲線の形をみれば正規圧密粘土の応力経路を示しておりこの試験によって十分に間げき水圧が測定されていることが推察される。図-4よりせん断応力の最大値のところを結びと原点を通る直線となり、正規圧密土の性質を示している。また平均主応力が一定と仮定してモールの円を描き内部摩擦角を求めると三軸試験で求めた値 37.4° とよく一致している。

供試体の高さを変えて試験した結果、応力 τ ひずみ γ 間げき水圧 u 関係で示すと図-5となり供試体高さが高いほど、同じ応力に対してせん断ひずみは大きくなっている。これは高さが低いほど上下面の摩擦が影響し、圧密時の圧密圧力が小さくなっていると思われる。内部摩擦角 ϕ を示すと図-6となり ϕ には影響が小さいようである。

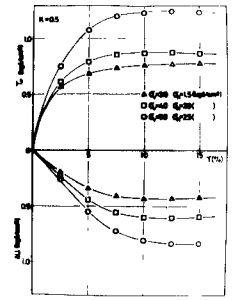


図-3 応力 τ ひずみ γ 間げき水圧関係

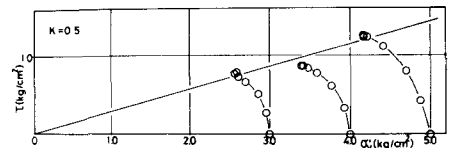


図-4 水平面上の有効応力経路

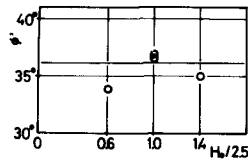


図-6 供試体の高さ H と内部摩擦角 ϕ の関係

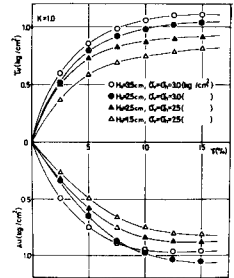


図-5 応力 τ ひずみ γ 間げき水圧関係

4. あとがき

新しく単純せん断試験機を試作し、その概要を示した。得られた試験結果の一部を示し、試験機の使用が可能であることがわかった。今後種々の試験を行ない、その結果を基礎の安定問題などに適用する予定である。

参考文献

- 1) Kjellman, D.W , Testing of the Shear Strength of clay in Sweden, Geotech. vol. 2, No 3 1951
- 2) Bjertum, L. and Landva, A. ; Direct Simple Shear Tests on a Norwegian Quick Clay, Geotech. Vol.16 No.1 1966
- 3) Roscoe, K.H. ; An Apparatus for the Application of Simple Shear to Soil Samples, Proc. 3rd ICSMFE Vol.1, 1953
- 4) 八木, 矢田部, 石原, ; 試作試験機による土の単純せん断特性について, 第16回土質工学研究発表会議演集 1981