

III-164 多段式単純せん断試験機の試作と一面せん断試験との比較

大阪市立大学工学部 高田直俊 大島昭彦
同(現西松建設) 池田圭太

はじめに 現在、せん断試験法として三軸試験が研究的にも実用的にも多用されているが、三軸試験と直接せん断試験の長所と短所は全く裏表の関係にあり、直接せん断試験にはせん断面上の応力状態が明確であること、平面変形であること、すべり面を規定できることなど、三軸試験にない優れた点がある。しかし一面せん断形式では、せん断初期に供試体の前後に不均一な変形を生じ、進行性破壊の様相を生じる。これは供試体の[せん断方向の長さ/厚さ]の値を大きくして、供試体の上下面から加わるせん断力の比率を上げれば緩和できるが、実用上供試体の大きさや形状には限度がある。過去に礫材用に剛な矩形枠を重ねたせん断箱を有する多段式中型単純せん断試験機^{1~2)}を製作したが、今回この試験機の構造を踏襲して小型化した粘土、砂用の単純せん断試験機を試作した。この報告では粘土の定体積せん断を行った時のせん断箱要素数の影響と一面せん断試験の比較、およびこの試験による供試体の変形状態を紹介する。

試験機 図-1に今回試作した多段式単純せん断試験機を示した。この試験機は垂直圧力を下方から加える改良型一面せん断試験機と同じ垂直圧荷機構を有し、せん断箱は複数枚の剛なせん断箱要素からなっている。各要素の両面2ヶ所ずつに45°の角度に取り付けた斜めガイドローラーと変位拘束ガイドによって、せん断中に各せん断箱要素が水平に保たれ、かつ隣合う要素間の相対水平変位を等しくする。これによって巨視的には均一なせん断ひずみとせん断応

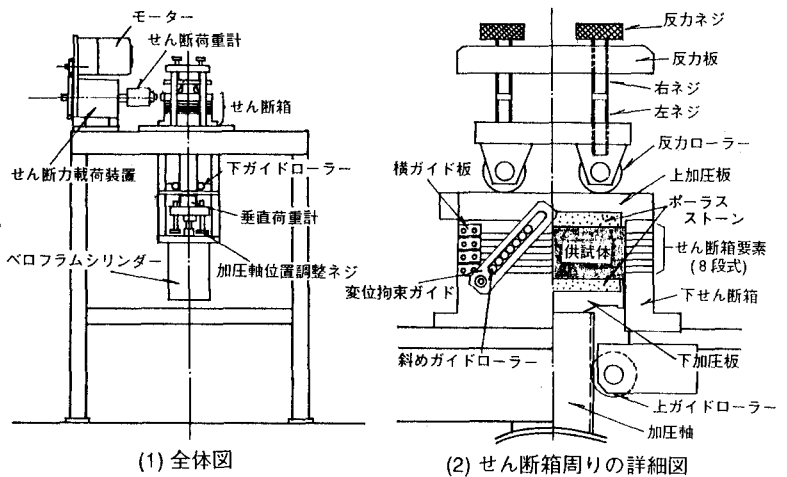


図-1 多段式単純せん断試験機

力の分布が与えられる。供試体の寸法は直径120mm、層厚40mmで、通常的一面せん断供試体の2倍の大きさにした。せん断箱要素は厚さ5mmと6.5mmの組を用意しており、これを1段ずつ単独に、または2段ずつ合体させることによって供試体厚さ40mmに対して、8段要素(5mm/段)、6段要素(6.5mm/段)、4段要素(10mm/段)、3段要素(13mm/段)となる。さらに通常的一面せん断用のせん断箱(2段)に切り替えることもできる。垂直力はペロフラムシリンダーによって最大7.5kgf/cm²まで空気圧で載荷できる。せん断力はスクリージャッキによる変位制御で与える。

実験方法 今回は粘土を対象とした非排水試験を行った。使用した粘土は大阪南港で採取した埋立粘土に市販のカオリンを乾燥質量比1:1に混合した粘土($w_L=58$ 、 $w_p=27\%$)である。これを $w=100\%$ のスラリーに練り返し、ステンレス製モールド内で1kgf/cm²の圧密圧力で予圧密して作った粘土ブロックから供試体を切り出した。多段式単純せん断試験機におけるせん断箱要素数の影響調べるため、8段、6段、4段、3段式の単純せん断および一面せん断試験を行った。試験手順は改良型一面せん断試験機を用いる場合と同様である。ただし圧密段階では、せん断箱要素間に厚さ0.2mmのゴム膜を挟んで締め付けてせん断箱を一体化すると同時に水密化して、圧密時の漏水を防いだ。せん断前にはこのゴムを抜いて要素間に隙間を明け、要素間に摩擦

が生じないようにした。圧密圧力 p は 2 kgf/cm^2 で、圧密時間は3t法で決め、せん断速度は 0.8 mm/min (せん断ひずみ速度 $2\%/min$) とした。せん断中、供試体の垂直変位が生じないように垂直圧力を調整して定体積制御を行い、せん断変位 $=16 \text{ mm}$ (せん断ひずみ $\gamma=40\%$) までせん断する。

試験結果と考察 図-2、3にせん断応力-せん断ひずみ関係、有効応力経路の比較を示した。一面せん断の方が、またせん断箱要素数が少ないものほど応力-ひずみ関係の立ち上がりは急で、ピーク時のせん断応力は大きく、その時のひずみは小さい。逆にせん断箱要素が多くなるほど有効応力の低下は大きい。すなわちダイレイタンシーがより顕著に現れる。これは一面せん断ではせん断ひずみがせまい範囲に集中するのに対して、単純せん断では供試体全体が変形するので、ダイレイタンシーに起因する有効応力の減少が大きくなるためと考えられる。この傾向は既報²⁾による礫材による一面と単純せん断の比較でも見られたものである。せん断強度は8段式の単純せん断は一面せん断に比べて約1割低下している。8段と6段式の応力-ひずみ関係および応力経路が良く似ていることから、この形式におけるせん断箱要素数は6~8段で十分実用的な単純せん断が行えると考えられる。

写真-1に8段式単純せん断試験による供試体内の変形状態を示した。せん断応力がピークに達するまで ($\gamma=20\%$ 以下) は単純せん断変形をしており、ピーク後にさらに変位が進むと、供試体の左上から右下にかけてすべり面が生じるようになる。

今後、乱さない粘土や砂質土の非排水、排水試験を行い、他のせん断試験との比較を行いたい。

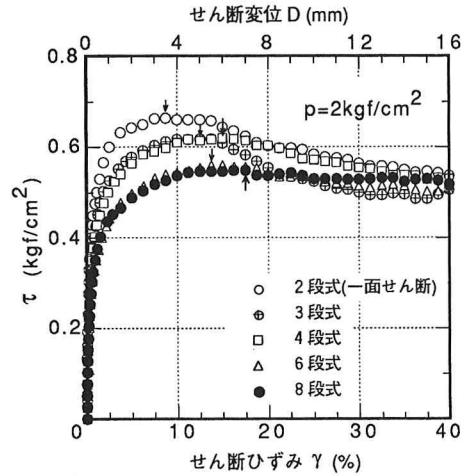


図-2 応力-ひずみ関係の比較

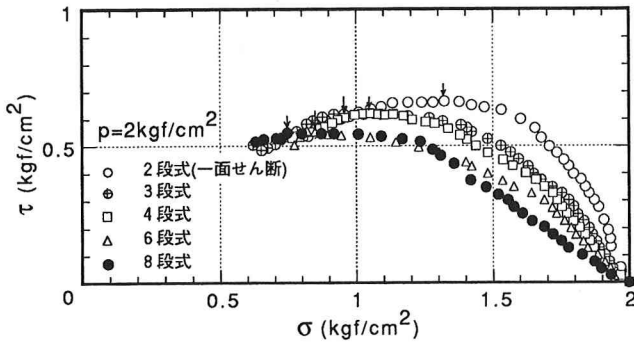


図-3 有効応力経路の比較

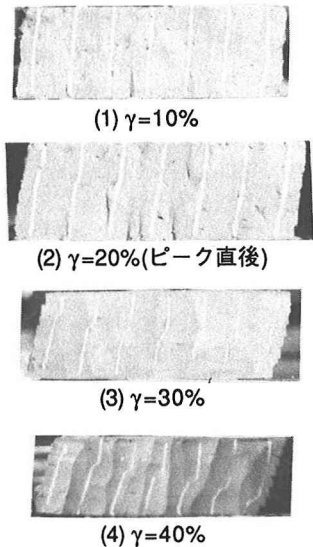


写真-1 供試体の変形状態

参考文献

- 1) 三笠、高田：大型直接せん断試験、地質と調査、No.4、pp.41-45、1980
- 2) 高田、柚木：粗粒材を用いた単純、一面せん断の比較試験、土と基礎、vol.32、No.5、pp.17-22、1984