



砂礫材料用大型平面ひずみ圧縮試験装置

Large-scale plane strain compression test apparatus for coarse-grained soils

東京大学生産技術研究所

古閑研究室

よく締め固まった礫質土などの硬質地盤に重要構造物を建設する場合、その施工にあたっては特に地盤の変形問題が重要視され、地盤材料の正確な変形強度特性を知る必要がある。そこで、礫などの粗粒土を対象として、微小ひずみから大ひずみ領域までの変形強度挙動を解明するために、大型平面ひずみ圧縮試験装置を作製した。特に中間主ひずみ方向への水平変位を抑える拘束板の片側を透明にして、せん断層形成の様子などを直接観察できるようにした。またペDESTALと三軸セル底盤の間にベアリングを設置して、せん断層発生後の水平変位を拘束しないようにするなどの工夫をした。

**試験装置の概要：**全体のシステムとしては、大型三主応力制御三軸試験システム（生研リーフレット No.316）を用いて、そのセル内に新たに作製した大型平面ひずみ圧縮試験装置を設置した（写真1）。

試験装置の詳細を図2に示す。中間主ひずみ  $\epsilon_2$  方向への水平変位を抑える拘束板の片側はせん断層形成の様子などを直接観察できるように厚さ30mmのアクリル製とし、さらに厚さ60mmのステンレス製の枠で補強して最大1MPaの中間主応力に耐える構造にした。このせん断層観察側拘束板と相対する拘束板は、高さ方向に三分割し、それぞれに中間主応力測定用ロードセル（容量60kN）を取付けて上下端面の影響の少ない中央部の中間主応力を測定できるようにした。また供試体の  $\sigma_2$  面の摩擦をDow高真空シリコングリースで低減し、その摩擦力を拘束板下部のロードセル（容量10kN）で確認できるようにした。さらにこれら両側拘束板下部はローラーベアリングによって支持し、拘束板に直交する方向、すなわち供試体の中間主ひずみ  $\epsilon_2$  方向への拘束板と供試体の一定の変位を拘束しないようにした。

供試体についてもせん断層発生後の最小主ひずみ（圧縮方向を正とする）  $\epsilon_3$  方向への水平変位を拘束しないために、ペDESTALと三軸セル底盤の間にロー

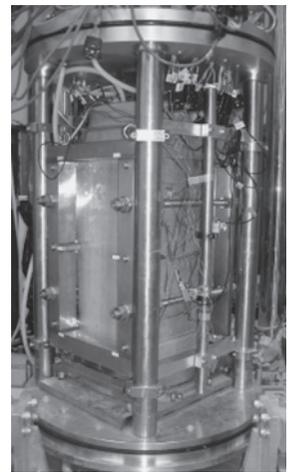


写真1 大型平面ひずみ圧縮試験装置

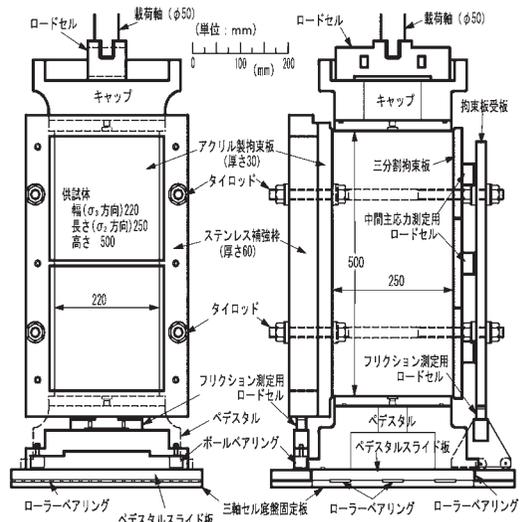


図1 試験装置の詳細図

ラーベアリング（直径5mm、長さ40mmのローラーを20個配置したものを3列）を設置して最大軸荷重300kNの下でのペDESTALの動きを自由にした。また、供試体の作製時の締固め等による衝撃をローラーベアリングで受け持たないように、必要に応じてペDESTALスライド板と三軸セル底盤固定板を直

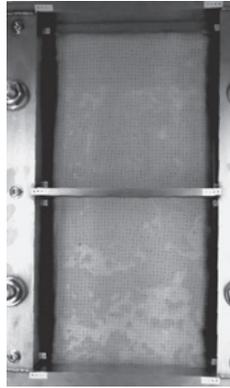


写真2 供試体側面の変形状況の例

接密着固定できるようにした。大型平面ひずみ供試体は断面220×250mm、高さ500mmの直方体で、3方向の局所主ひずみは、供試体側面において軸ひずみと $\epsilon_2$ 方向の水平ひずみをそれぞれ上中下3箇所において12個のLDT（生研リーフレットNo.189）で測定し、 $\epsilon_3$ 方向の水平ひずみは二つの高さにセットした二対のカンチレバー型変位計で測定した。

**実験結果例：**平均粒径11mmの礫質土を突固めて作成した供試体（ $\rho_d=1.95\text{g/cm}^3$ ）を用いて拘束圧78kPaで平面ひずみ圧縮試験を行った結果を図2に示す。この例に示すようにピーク強度発揮時以降にペDESTALの変位 $d$ が大きくなり、せん断層発生後の $\epsilon_3$ 方向への水平変位が拘束されていない状況が分かる。

上記と同様の供試体で荷重の途中に軸差振幅約400kPaで100回の繰返し荷重を行った結果を図3に示す。この試験においてメンブレン上に5mmグリッドとして設置した標点（写真2）をデジタルカメラに記録し、標点の変位を画像解析で求め、局所的な最大せん断ひずみ $\gamma_{max}$ の分布を算定した例を図4に示す。この例のピーク強度後の段階（図3、4中の番号45）では平均軸ひずみ3%程度が生じ、同時に15%以上の $\gamma_{max}$ が局所的に生じており、すでに明確なせん断層が進行的に形成されつつあることが分かる。

新たに開発した大型平面ひずみ圧縮試験装置を用いることにより、礫質土などの硬質地盤材料の平面ひずみ条件下での変形強度特性を精度良く測定することが可能となった。

【執筆担当 佐藤剛司・Maqbool Sajjad・堤 千花・古関潤一】

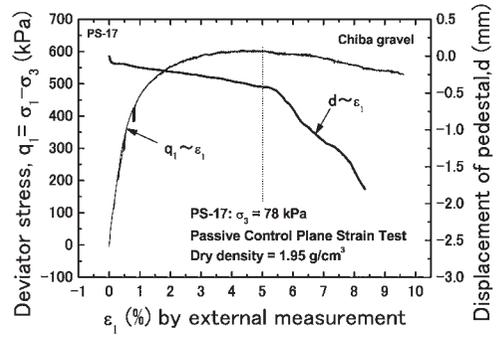


図2 礫質土の平面ひずみ圧縮試験結果例

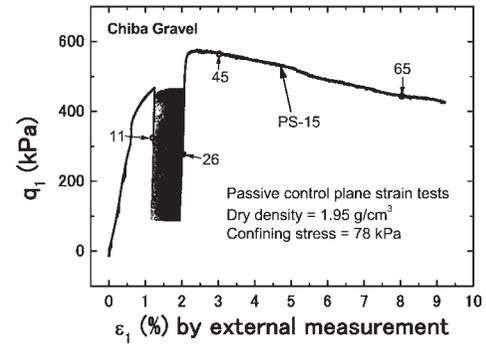


図3 礫質土の繰返し荷重試験の例

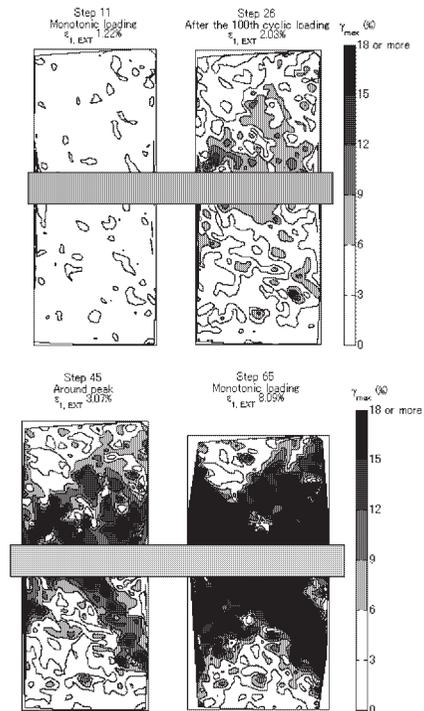


図4 局所ひずみ分布の算定例