## 繰返し載荷リングせん断試験装置の開発

山口大学大学院	学	○藤井公博
山口大学大学院	Æ	鈴木素之

1. はじめに 平成 16 年新潟県中越地震では,砂質泥岩斜面で の大規模な地すべりにより,甚大な被害が生じた.しかし,砂 質泥岩や砂岩のような弱く固結した土の繰返し強度や大変形状 態でのせん断強さは明らかにされていない.本研究では,固結 土の繰返しせん断挙動ならびにせん断強度特性を明らかにする ため,定体積条件での応力制御方式の繰返しせん断が可能とな るリングせん断試験装置の開発を行った.本文では,試験装置 の詳細ならびにダミー供試体を用いた定体積試験方法の検討結 果について記述する.

2. 試験装置 本試験は既設のリングせん断試験装置,空圧サー ボコントローラー,ベロフラムシリンダー2 基,定体積コント ロール装置,動ひずみデータロガー,データ記録用パソコンか

ら構成されており,試験装置の全体を 図-1に示す.図-2に試験システムの構成を示す.赤線は空圧系,黒線は電気系の経路を示している.垂直応力,せん断応力,周面摩擦力,垂直変位,せん断変位が動ひずみデータロガーにより計測され,パソコンに記録される.

1) 繰返し載荷装置 繰返し載荷は,静 圧レギュレーターにより,ベロフラム シリンダー1 および 2 に空圧を供給し, 空圧サーボ弁を通じてベロフラムシリ ンダー2 に供給される空圧が増減する ことにより行われる.ワイヤーは図-2 の赤色点線に示すように,ベロフラム シリンダー1 からリングせん断容器を 一周して,ベロフラムシリンダ-2 と接 続されている.せん断変位はベロフラ ムシリンダーの可動軸の変位から算出 される.図-3 はリングせん断容器のワ イヤー取付け部を示している.繰返し <u>データ記録</u> データ記録 データ記録 で 供称 コントロール装置

図-1 試験装置の全体写真



図-2 繰返し載荷リングせん断試験のシステム構成

せん断は、ワイヤーを通じてリングせん断容器に回転トルクが円周 方向に交互に反転作用することにより、再現される.繰返しせん断 力は、トルクアームを介して、せん断力測定用ロードセル(圧縮・ 引張兼用)により計測される.試験装置の仕様は周波数が 0.001~ 9.9Hz,ベロフラムシリンダーの軸可動範囲が±75mmである.

2) 定体積制御装置 図-4 に定体積条件のリングせん断試験装置の 側面図を示している.垂直力および周面摩擦力はそれぞれ垂直力測 定用および周面摩擦力測定用ロードセルにより計測される.供試体 の垂直変位は垂直変位計1,2により計測され,2入力加算平均器で 平均値として算出される. 圧密時には,垂直圧力は図-2の垂直圧計 1 により手動制御される. 定体積条件時には,垂直圧の経路を切り 替え,2入力加算平均器から算出される垂直変位の変動に対して,



図-3 ワイヤー取付け

それをゼロとするよう に空圧サーボ制御器に よって垂直圧を変動さ せる仕組みになってい る.このときの垂直圧 は図-2の垂直圧計2に 表示される.

3. 試験方法 塩ビ製 のダミー供試体を用い て試体を用い て就体力法の検討を行った.供討な体寸法は内 を10cm,外径10cm,高 さ1cmの環状なるる. それ、外径10cm,高 さ1cmの環状なるわせ てある.せてあるわせ てまた、りコン グリースを塗布した. な話動から高さ1cmで行 われる.図-5,6 にリ ングせん断容器とダミ





図-5 リングせん断容器



図-4 定体積条件のリングせん断試験装置側面図 図-6 ダミー供試体の設置

ー供試体の設置状況を示している. ダミー供試体を せん断容器に設置後,所定の垂直圧力を載荷した. ダミー供試体の場合,ゆるみ層の消失により圧縮は 瞬時に終了するため,載荷時間は 10 分間とした. その後,上・下部リングの隙間dを設定し,垂直圧 負荷を手動から自動に切り替え,定体積コントロー ル装置を作動させた.垂直圧の変動が落ち着いた時 点で,ベロフラムシリンダーに空圧を供給し,空圧 サーボ制御器により繰返し載荷を開始した.このと き,垂直応力 $\sigma_N$ =98kPa,周波数f=0.5Hzとした.

<u>4. 試験結果</u> 図-7 に繰返しせん断力Tとせん断変 位Dの関係を示す.今回設定したTは-0.01kN~ 0.01kN程度であり,T~D関係から,ダミー供試体に 対してほぼ一様な繰返しせん断力を作用させ,その 結果としてほぼ同程度のせん断変位振幅が生じて いることがわかる.しかし,ダミー供試体せん断面 は凹凸が少なく,せん断面の摩擦抵抗が小さいため, 繰返し応力は低い値しか作用させることができな かった.図-8に,垂直応力 $\sigma_N$ および垂直変位 $\Delta$ Hと 載荷時間tの関係を示す. $\sigma_N$ が制御されて, $\Delta$ Hがほ ぼゼロに保たれていることがわかる.







5. まとめ 定体積条件での繰返し載荷が可能とな 図-8 定体積条件での垂直応力と垂直変位の関係 るリングせん断試験装置の改良を行った.ダミー供試体に対する予備試験結果から,本試験システムに おいて繰返し載荷が再現されていることを確認した.

謝辞:本研究は科研費・基盤研究(C)(課題番号:20560464,代表者:鈴木素之)の助成を受けたものである.ここに記して,関係各位に謝意を表す次第である.