

建設省土木研究所 正員 ○松 尾 修
建設省土木研究所 正員 佐々木 康
建設省土木研究所 正員 舟 見 清 己

1. まえがき

飽和砂の液状化試験方法としてよく用いられる繰返し三軸試験機には現位置地盤における応力条件を再現する上で限界がある。これに対し、単純せん断試験機は供試体側面に等価なせん断応力が加わらない点を除けば、拘束応力の異方性や外力の載荷条件などにおいて再現性に優れている。しかるに、著者らはここ数年来、粗粒材の液状化発生条件に関する研究を大型繰返し三軸試験機を用いて行なってきたが、今度粗粒材まで扱えるような大型の単純せん断型液状化試験機を試作したので、その概要と実験例を以下に紹介する。

2. 試験機の概要

試験機本体の模式図を図-1に、試験装置の主な仕様を表-1にそれぞれ示す。本装置は大別して、供試体を入れるせん断槽、垂直荷重載荷装置、せん断力載荷装置、油圧ユニットおよび制御装置などから構成されている。せん断槽は厚さ0.8mmのゴムスリーブおよび内径30.2cm、高さ2.0cmのアルミ製のリング状拘束枠6段から成っている。この拘束枠間にはすべり摩擦を避けるために2mmの隙をあけ、テフロン製のスライダを付けている。本試験機のせん断機構は上部固定・下部摺動型であり、上載板に上載荷重を加え、また底板は台座との間に介したローラーベアリングにより支持され、アクチュエーターよりせん断荷重が加えられる。

また、計測装置としては供試体下部ペダスタル内に間隙水圧計を、上載荷重載荷用シリンダーに上載荷重および鉛直変位を測定するためのロードセル、ストレインゲージ型変位計を、またせん断荷重載荷用シリンダーにせん断荷重およびせん断変位を測定するためのロードセル、差動トランス型変位計をそれぞれ設置した。

3. 実験方法

はじめに供試体の作成を行なうが、まずゴムスリーブおよび拘束枠をペダスタルにセットし、その中に脱気水を満たし、別途脱気させておいた飽和試料をスプーンですくって密度が一樣になるように静かに水中落下させる。試料を詰め終わったら上部キャップをセットし、次に試料の飽和度を高めるために低水頭で通水を行なう。その後、所定の上載圧で圧密を行ない、圧密が終了したら上載圧および間隙水圧を同時に上げてバックプレッシャーをかけた後Bチェックを行なう。以上の過程が終了したら所定のせん断力振幅、振動数で

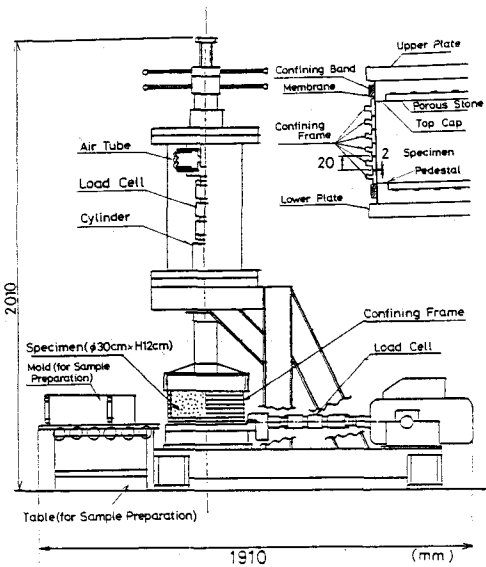


図-1 試験機本体の模式図

型 式	動的単純せん断試験機
供 試 体 寸 法	φ30cm×H12cm
垂直荷重載荷方式	空気圧シリンダー
最大垂直応力	3 kgf/cm ²
せん断力載荷方式	油圧アクチュエーターにより底板に載荷
最大せん断応力	2 kgf/cm ²
最大垂直変位	±10mm
最大水平変位	±25mm
振 動 数	0.1～10Hz
加 振 方 向	水平
加 振 波 形	正弦波、矩形波、三角波、ランダム波
加 振 方 式	電気油圧式
制 御 方 式	応力制御、変位制御

表-1 試験装置の主な仕様

繰返しせん断力を加え、液状化が完了するまで継続する。

4. 実験例および考察

本装置を用いて行なった液状化実験例として豊浦標準砂を用いた試験結果をここに掲げる。すべての試験は有効上載圧 1 kgf/cm^2 、バックプレッシャー 1 kgf/cm^2 で、加振方法は 0.5 Hz の正弦波応力制御で行なった。

図-2は試験記録の一例である。この図より、間隙水圧が上載圧に近づくにしたがいせん断ひずみが増大していることがわかる。また、図-3には4種類の応力比 $R (= \tau/\sigma'_v)$ で行なった実験結果を、過剰間隙水圧 u およびせん断ひずみ γ と繰返し回数 N との関係で示した。これらを液状化応力比 R_L と液状化回数 N_L の関係で整理し直したものが図-4である。ただし、図-4において液状化応力比は相対密度 $D_r = 50\%$ に対して補正したものをを用いている。また、図-4には比較のために、原田ら(1978)およびSeedら(1975)の実験結果も同様に補正して併記した。この図を見ると、液状化応力比が小さくなると液状化回数が増大していくという傾向が得られているが、この試験機から得られる液状化応力比は原田ら、Seedらの試験結果と比べると小さい値を与える傾向がある。

この試験機による試験が小さめの液状化強度を与える要因としては、供試体が一様な密度で作成されておらず局所的に緩い部分が内在する可能性、ならびに供試体と上下ペダスタルとの接面が平滑であるためにせん断力が一様に伝わらず応力集中を起こしている可能性などが考えられる。また、逆の要因として、図-1に見られるように拘束枠間に拘束されていない隙が存在するために、いくら供試体の飽和度を高めても B 値がせいぜい 0.6 程度であった事を付け加えておく。

したがって、今後さらに試験機の改良を行なうことにより本試験機を持つ特性を生かした種々の試験を行なっていく予定である。

5. 謝辞

最後に、基礎地盤コンサルタンツ(株)の安田進氏、前原幸嗣氏には種々の有益な助言を受け、また実験においては多大の協力を得た。ここに謝意を表します。

参) (1) 原田他「大型単純せん断型液状化試験機の開発と液状化実験例」, 第12回土工学研究発表会, 1978
(2) Seed, et al.; Determination of Soil Liquefaction Characteristics by Large-scale Laboratory Test, Report No. EERC 75-14 May

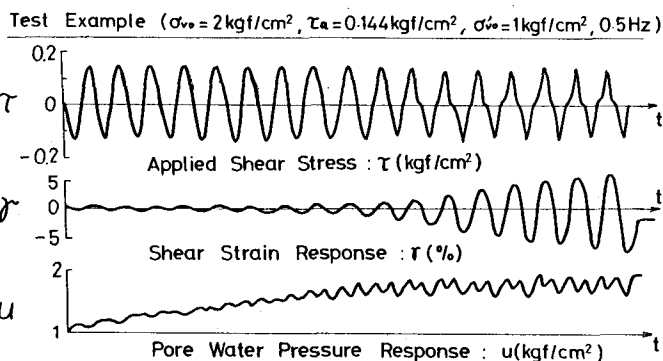


図-2 液状化試験の記録例

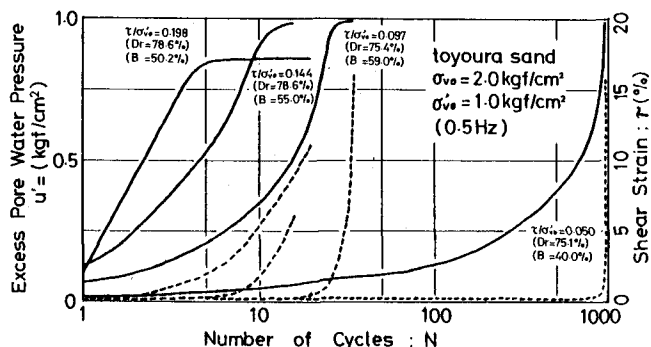


図-3 過剰間隙水圧・せん断ひずみと繰返し回数の関係

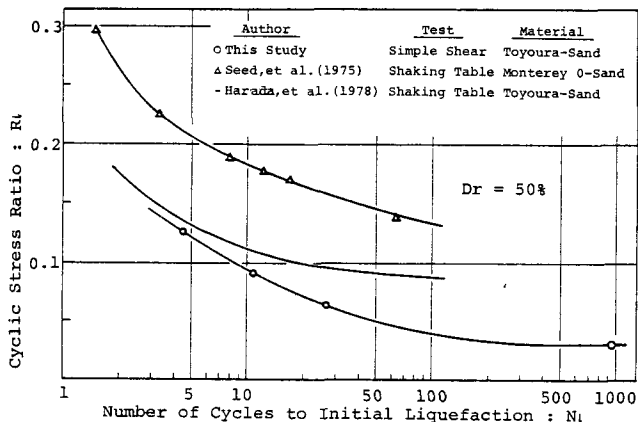


図-4 液状化応力比と液状化回数の関係