

東北大学工学部(学)。河野 浩

同上 (正) 菅野 高弘

同上 (正) 柳沢 栄司

1. はじめに

地震時の砂地盤の液状化現象は従来実体砂のS波重複反射理論で解析されており、その簡便性とともかなりの精度で解析できることからよく用いられている。しかし、過去の地震被害の実例からLove波やRayleigh波といった表面波の影響がかなりあることが報告されている。主応力の回転を伴うRayleigh波については中空ねじりせん断試験装置を使用してその応力状態を再現することができ、種々の知見が得られている。堆積面に平行な2成分のせん断力が作用するLove波の伝播時の砂の変形特性については、現段階ではあまり知見が得られていない。本研究では、Love波の伝播時の応力・ひずみ状態を再現すべく、二方向せん断試験装置を開発し若干の基本的データが得られたのでここに報告するものである。

2. 実験装置

図-1に示すようにLove波の伝播時の応力およびひずみ状態では堆積面に平行な2方向のせん断応力・せん断ひずみを有しており、このような応力・ひずみ状態を既存のせん断試験装置で再現することは難しい。図-2は今回開発した二方向せん断試験装置であり、供試体は $10 \times 10 \times 10$ cmの立方体で図-1の変形モードを再現できるようにになっている。図中の座標軸は図-1に合わせてあり、 X_1 方向は紙面に直交している。鉛直方向の応力のは上下のプレッシャーバッグによって載荷し、左右の載荷板によってせん断ひずみを生じさせるようになっている。載荷はペロラムシリンダーに油圧を介して行ない、ひずみ制御・応力制御の両方法を切替えることができる。この載荷板は供試体との接触面を中々に変形できるように特殊な支持機構を備えており、左右の載荷板はタイロッドによって同様の動きをする。図中の X あるいは Y 方向のシリンダーの動きを止めることによって、Simple Shear試験を行なえる。測定系は X 方向・ Y 方向の載荷板の変位および載荷重、上下プレッシャーバッグの変位、排水試験の場合はビューレットによって体積変化を、非排水試験の場合は間隙水圧計により供試体内部の間隙水圧を測定する。

供試体のせん断時の変形挙動を正確に測定するためには試験装置自体の特性を十分把握する必要があり、特にせん断変形時に等体積で変形できるかが問題となる。図-3に鉛直応力 $\sigma_v = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、供試体の代わりに水を入れた状態で XY 同方向せん断変形させた時の間隙水圧 U の発生を示す。図より若干変形によって水圧が変化することがわかるが、その量は最大 0.02 kgf/cm^2 程度であり実用上問題がないと考えられる。また載荷系の機構、ジョイント、ベアリング、プレッシャーバッグの変形等による複合的な反力の発生はLove波伝播時の応力、ひずみ条件を再現する

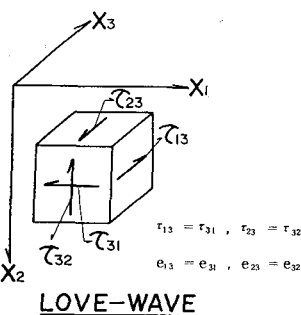


図 - 1

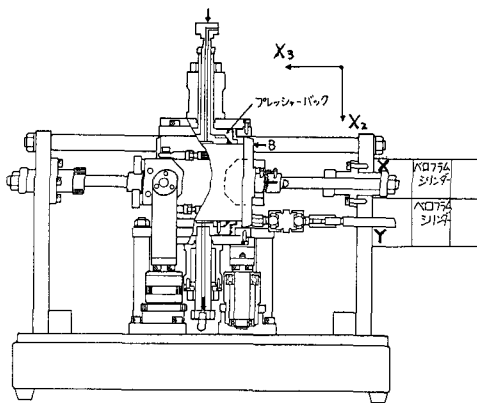


図 - 2

ために選けられず、図-4に示すようなヒステリシスループを描いている。このループは変形のレベルに応じて繰り返しに対して同じ経路をたどる。よってこの値を補正值として実際に供試体に作用する力を求めている。

3. 実験方法および結果

実験に用いた試料は豊浦標準砂 ($G_s = 2.645$, $e_{max} = 0.969$, $e_{min} = 0.614$) である。供試体の作成は直径2.7cmのノズルから落下高1.0cmで空中落下させて高1.0cmを三層に分け分るく平板でタンピングすることによって作成している。飽和度を上げるため

にCGを約30分負荷し、脱気水を約48時間かけて流している。

バックプレッシャーは1 kgf/cm²でスケンプトのB値はB=0.96以上に2実験を行なっている。上載圧(鉛直応力)の $\sigma_v = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ 載荷している。今回示す実験結果は試験装置の詳細

のために行なったものである。相対密度Dr=57.5% 非排水試験で

ひずみ制御、繰り返しXY両方向にひずみを与えたものである。(図-5) 図-5(a)にはX軸方向の載荷カーセ

ン断ひずみ関係を(b) Y軸方向、(c)にはせん断ひずみと発生する間隙水圧との関係を示した。空中落下法によって作成される供試体は水平成層地盤に近い構造を有しており、構造異方性X,Y方向の軸力の違いを表わしている。すなわちX方向では剛性が大きくY方向では小さくなっていることがわかる。また繰り返し載荷による剛性の低下と間隙水圧の発生・蓄積が明瞭に現われており、Love波伝播時の液状化の可能性を示唆している。

4. 結論

Love波伝播時のような二方向せん断変形を受ける砂の挙動を求めるための新しい試験装置を開発し、液状化実験が行なえることを示した。今後、応力制御により同様の実験を行ない二方向せん断時の液状化強度を求める予定である。

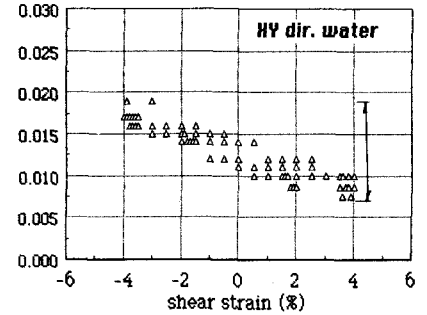


図-3

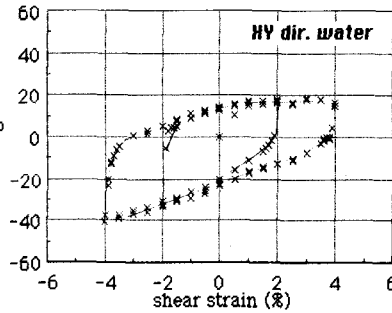


図-4

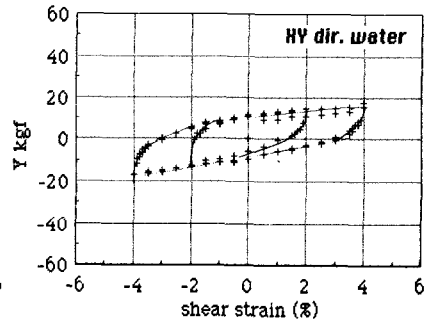


図-4

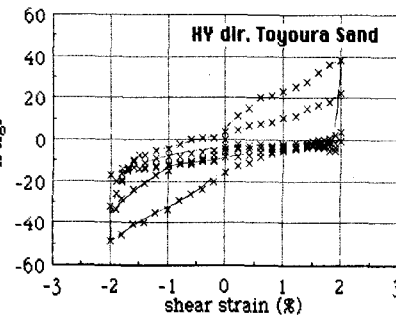


図-5 (a)

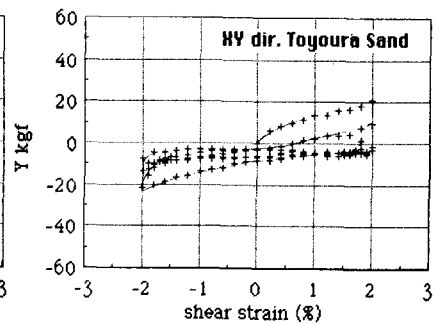


図-5 (b)

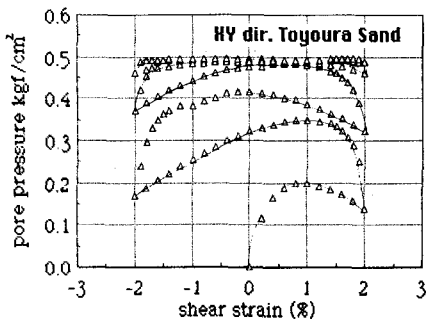


図-5 (c)