

京都大学 正員 ○深川 良一
 京都大学 正員 下田 秀樹
 京都大学 正員 島 昭治郎

1. はじめに

K₀圧密の可能な特殊な三軸装置を設計製作し、この装置を用いて豊浦標準砂に對するK₀圧密排水せん断試験を行った結果について報告する。この特殊な三軸装置の詳細は既に報告(深川・下田・尾上・島、1980, 第15回土工質工学研究発表会)したが、実験の結果、特殊な三軸装置および通常の三軸装置によるK₀圧密排水せん断試験から得られた破壊時の内部摩擦角がかなりの相違を示したのび、その原因を調べるために、通常の三軸装置を用いて簡単な実験を行った。

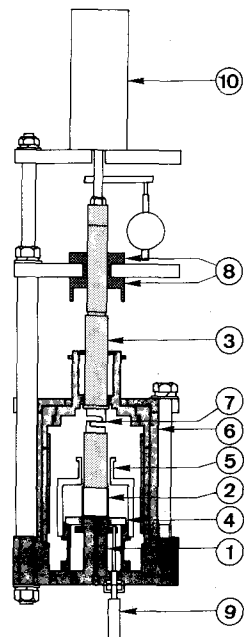
2. 実験方法

2.1. 特殊な三軸装置を用いたK₀圧密排水せん断試験

図-1に特殊な三軸装置の概略を示す。図-2はK₀圧密中の供試体周辺部の模式図である。用いた試料は豊浦標準砂であり、D₁₀=0.16mm, D₆₀=0.21mm, G_s=2.65である。供試体は、乾燥砂を所定の量だけ量り、三層に分け、セットされた金属の筒(コンテナーと称する)内の水面に一定の距離を保ちながら注ぎ込み、コンテナー側面を金属棒でタッピングすることにより成型した。試料とコンテナー内壁との摩擦を考慮し、供試体長/供試体径=1とした。またこの摩擦を軽減するために、コンテナー内壁をテフロンコーティングしたものを採用したが、砂質土では偏りがつきやすくあまり実用的でない。またピストンを直接コンテナー内にとう入すると①金属と金属では摩擦が大きい、②ピストンとペダスタルの中心を厳密に合せればならない、など好ましくはないと思われそのび図-2に示すように厚さ1cmのテフロンの円板を用いている。さらに、端面摩擦を切り替えるために、アルミ箔とシリコンゲリースを塗布した薄いゴム膜2枚を用いている。

2.2. 内部摩擦角の相違を説明する種々の要因

特殊な三軸装置と通常の三軸装置を用いてK₀圧密排水せん断試験を行うと、破壊時の内部摩擦角は前者の方がおよそ10°程大きい。これは以下の原因によると思われる。1)前者では供試体長/供試体径=1であり、端面摩擦の影響が大きい。2)前者ではピストンが固定されているのに対し、後者では固定されておらず、軸ひずみの増大に伴ってキャップの中心軸が動くことが多い。3)後者は供試体成型時、外部からの擾乱の影響を受けやすい。具体的に挙げるならば、①ワールドを外す②キャップにOリングをかける③ピストンをキャップ上部に定着させる、ときなどであり、せん断強度低下に繋がる恐れがある。4)K₀圧密された試料がCを持つ(仮説)ためにC=0という仮定より導いたφが大きくなる。5)「K₀」圧密後の粒子の堆積構造が異なる。前者の方がよりK₀



1 pedestal
 2 container
 3 rod
 4 O-ring holder
 5 inner cell
 6 cell
 7 load holder
 8 stopper
 9 container drawer
 10 bellows cylinder

図-1. 特殊な三軸装置

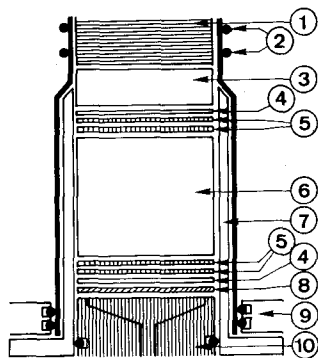


図-2. 供試体周辺部の模式図

状態に近いものと思われる。6)特殊な三軸装置自体に問題がある。ここでは1), 2), 3), 4)に関してそれらの影響を調べるために簡単な実験を行った。1)は、供試体の初期間隙比がほぼ同じに行うよう調整した。通常の三軸装置を用いる場合、比較のために(可)と関連)、等方圧密排水せん断試験を行った結果も報告してある。2)に関しては供試体長と端面摩擦の有無の組合せを変えることによる影響を調べた。3)に関してはキャップ(長さ50mm)上部にピストン径(11.0mm)よりわずかに大きい穴(直径11.1mm、深さ20mm)をあけ、キャップの中心軸が直ぐなようにした。3)に関しては特殊な三軸装置のセル内コンテナを用いて供試体の成型を行い、等方圧密排水せん断試験に供した。拘束圧をかけた状態をコンテナを下ろし供試体を成型するのむねはがたいと思われる。4)に関しては特殊な三軸装置を用い、有効拘束圧を変えて試験を行った。

3. 実験結果

図-3に特殊な三軸装置を用いた場合の破壊時のMohrの応力円を示した。破壊包絡線はほぼ原点を通る直線となり、 $\phi = 50.8^\circ$ であった。仮定4)は成立し、 ϕ が大きいと思われる。なお図-3, 4中の番号は表-1の試料番号に対応している。

図-4, 表-1に1), 2), 3)に関する実験結果を示した。端面摩擦の影響の大きいことがわかる。通常の三軸装置についてはBishop & Green (1965, Géotechnique, Vol. XV, No. 3)の結果とほぼ同様の傾向を示すが、H/Dの小さい領域では2枚の薄ゴム膜を用いても幾分端面摩擦の影響が残る。特殊な三軸装置と通常の三軸装置より得られた ϕ を比較すると、総体的に前者の方が大きい値を示すが、乱れの影響による。キャップの可動性(軸対称応力状態に対応する変形を考えた場合キャップはrigidである方が望ましいと思われる)にして、 ϕ を小さくする方に作用すると思われるので、今後さらにデータを集積し、最終的に結論を出す予定である。

4. 最後に

この特殊な三軸装置は不攪乱砂の変形強度特性の確定に威力を発揮すると思われる。さらに改良を重ね、精度の良いデータの集積を図り、行きたくと考えている。

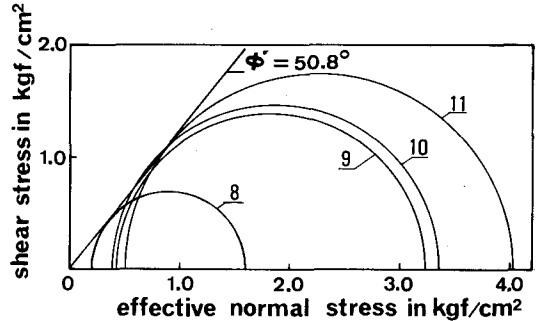


図-3. 特殊な三軸装置による実験結果

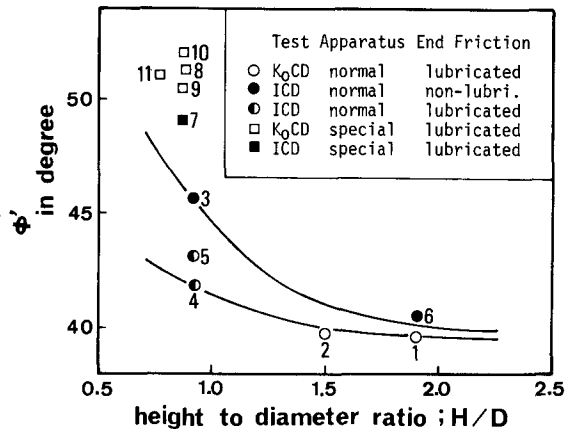


図-4. 種々の要因の ϕ におよぼす影響

表-1. 特殊な三軸装置および通常の三軸装置による排水せん断試験結果

| Num. | Test | p_0 kg/cm ² | e_0 | Apparatus | Cap Flexibility | End Friction | Height to Diameter Ratio | ϕ degree |
|------|-------------------|-----------------------------|-------|-----------|--------------------|-----------------|-----------------------------|------------------|
| 1 | K ₀ CD | 3.87 | 0.713 | normal | flexible | lubricated | 1.89 | 39.7 |
| 2 | K ₀ CD | 3.60 | 0.706 | normal | flexible | lubricated | 1.50 | 39.8 |
| 3 | ICD | 0.50 | 0.693 | normal | flexible | non-lubri. | 0.95 | 45.7 |
| 4 | ICD | 0.50 | 0.701 | normal | flexible | lubricated | 0.95 | 41.9 |
| 5 | ICD | 0.50 | 0.683 | normal | rigid | lubricated | 0.94 | 43.2 |
| 6 | ICD | 0.50 | 0.698 | normal | rigid | non-lubri. | 1.90 | 40.6 |
| 7 | ICD | 0.50 | 0.723 | special | rigid | lubricated | 0.87 | 49.1 |
| 8 | K ₀ CD | 0.19 | 0.676 | special | rigid | lubricated | 0.88 | 51.3 |
| 9 | K ₀ CD | 0.43 | 0.689 | special | rigid | lubricated | 0.87 | 50.5 |
| 10 | K ₀ CD | 0.48 | 0.706 | special | rigid | lubricated | 0.86 | 52.0 |
| 11 | K ₀ CD | 0.50 | 0.721 | special | rigid | lubricated | 0.77 | 51.1 |