

大阪市立大学工学部 正員 東田 淳
同 大学院 学生員 大島昭彦
同 (現 村本建設) 有本 有

1. まえおき

現在行われている粘土の圧密非排水せん断試験の中で、原地盤と同様に圧密を一元的に行うことができるものに、一面せん断試験による圧密定体積試験がある。これに対し、従来の K₀ 圧密三軸試験では、排水方向が半径方向であるから、圧密過程は三次元である¹⁾。そこで、圧密過程を一元的圧密で行え、かつ圧密終了時の K₀ 値を測定できる K₀ 圧密三軸圧縮装置を試作し、この装置を用いて C_U 試験を行い、等方三軸、従来 K₀ 三軸、一面せん断の各試験法と比較した。

2. 試作した K₀ 圧密三軸圧縮装置と試験方法

図-1 は K₀ 圧密三軸装置である。装置は鉛直に分割された剛な圧密リング^③と、これを開閉するための 2 個の油圧シリンダー^⑩、圧密リングを中心軸から対称に開閉するためのガイド^⑤、ガイドの固定板^⑥、上下載荷板^{⑦⑧}、並びに油圧配管系から構成される。圧密リングは油圧シリンダーの働きにより、圧密中は一体化され、圧密終了後、外側に押し広げられる。油圧はセル外の油圧ポンプから配管系を通して油圧シリンダーに送られる。また圧密中の摩擦軽減のため、圧密リング内面はテフロン加工し、シリコンオイルを塗布した。

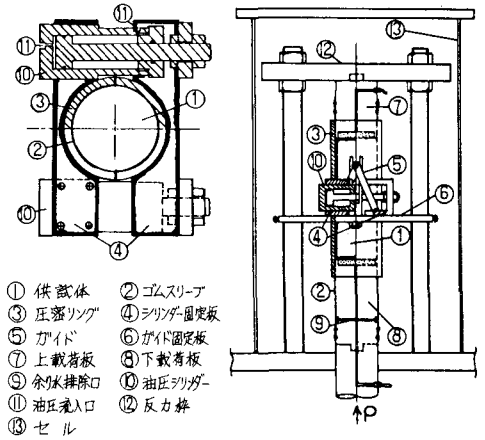


図-1. 新 K₀ 圧密三軸装置

今回の試験方法は以下の通り。ゴムスリーブをかぶせた供

試体を下部載荷板にセットし、あらかじめ一体化した圧密リングを供試体の上方からおろした後、上部載荷板を供試体にのせ、ゴムスリーブをかぶせ固定する。圧密中、圧密リングが開かないように圧密圧力相当分の油圧を油圧シリンダーに送った後、BP 1 kgf/cm² をかけ、60 分程度放置する。余り水が下部載荷板とゴムスリーブ間にたまるのを防ぐため、等方的に軸圧、側圧をかけた後、排水バルブを開いて圧密を開始し、すぐに側圧を想定される K₀ の値よりやや低い圧力まで下げる。圧密中は圧縮量と排水量を測定するだけで、従来型 K₀ 三軸試験のような圧力制御はしない。3 方法により圧密を打ち切り、排水バルブを閉じる。側圧を一定にして軸変位が生じないように軸圧を調節しながら、圧密リングをゆっくり 1 hr 程度かけて開く。開き終了時の σ_1 、 σ_3 、 u の各測定値より $K_0 = \sigma_3 / \sigma_1$ を求め、ただしに

表-1 実験条件と結果

試験法	供試体 寸法 cm	せん断速度 の分	BP	圧密圧力 kgf/cm ²	圧密時間 min	圧密後の 寸法	K ₀	σ_{max} kgf/cm ²	σ_{max} の ひずり %	Cu/p
新 K ₀ 三軸	$\phi 5 \times 10^h$	0.035 kgf/cm ² ・min 60 min 放置	1 kgf/cm ²	2.29	390	2.26	0.57	0.72	8.0	0.333
				3.29	300	2.18	0.52	0.97	8.4	
				4.29	239	2.14	0.54	1.27	5.3	
				2.00	195	2.26	0.54	0.70	3.0	
従来型 K ₀ 三軸	同上	同上	同上	3.00	210	2.18	0.51	0.99	1.0	0.333
				4.00	185	2.16	0.51	1.33	3.0	
				2.00	180	2.22	—	0.89	10.9	
				3.00	240	2.17	—	1.26	7.5	
等方 三軸	同上	同上	同上	4.00	155	2.02	—	1.65	15.0	0.378
				2.00	14	2.30	—	0.50	1.8	
				3.00	15	2.17	—	0.88	2.0	
				4.00	12	2.16	—	1.10	1.5	
一面 せん断	$\phi 6 \times 2^h$	0.5 kgf/cm ² ・min 0.5 mm/min	—	2.00	14	2.30	—	0.50	1.8	0.275
				3.00	15	2.17	—	0.88	2.0	
				4.00	12	2.16	—	1.10	1.5	

3. 新 K₀ 三軸試験 (C_U) の結果

実験に使用した試料は、大阪南港で採取した埋立粘土の 0.3 mm 以下の通過分と、市販のカオリンを乾燥重量比 1 : 2 の割合で混合し、初期含水比 94 % (相対含水比 $W_r = 2$) のスラリーにして、0.7 kgf/cm² の圧密圧力で再圧密したものである。試料

の物理性質は、 $G_n=2.67$, L_L 表-2 圧密リング開放時の測定値

$=62$, $PL=30$, $Ip=32$ である。圧密荷重 開放後 開放後圧 軸収縮量 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$

実験結果を図-2, 3, 表-1

1に示す。表-2には圧密リ

ング開放時の軸圧の変動と、

軸収縮量、間引き水圧増加分を示した。圧密リング開放によって

供試体の有効応力状態が変化しないとすると、軸圧の変化分は圧

密リングと供試体の摩擦によるものと考えられ、その大きさは表

-2に示すように圧密荷重に対して9.6~16.4%となった。

4 各種試験法との比較

新K₀三軸試験と同じ粘土試料を用いて、等方三軸、従来型K₀三軸、一面

せん断の3種類の圧密非排水試験を行い、結果を比較した(図-2~5、

表-1参照)。従来型K₀三軸試験は片持梁式の側方変位計によって、供試

体の側方ひずみを計測し、ひずみが0になるように側圧を制御した²⁾。一面

せん断試験は改良型一面せん断試験機による圧密定体積試験を行った。

圧密打切はいずれも3方法によった。排水距離の相違を考慮すると、等

方、従来型K₀三軸の両者の圧密時間は新K₀三軸に比べかなり長時間とな

った。また新K₀三軸と一面せん断の圧密時間はほぼH²則が成立っている。

C_u/p 値は新K₀三軸と従来型K₀三軸が0.333と同じになった。この両者

に比べ、等方三軸は0.378と大きく、これまで報告されている傾向と一致

した³⁾。一方、一面せん断の C_u/p は0.275とかなり小さい。一面せん断と

新K₀三軸は圧密形態が同じなので、両者の C_u/p の差はせん断方法の差によ

ると考えられる。せん断速度は新K₀三軸の方が一面せん断よりかなり小

さいので、この差はせん断速度によるものではない。この両者の差の原因と

しては、圧密時の σ_1 の方向と破壊面のなす角度の違い、すなわち土の異方

性によるものがまず考えられる。図-7は今回用いた試料とほぼ同じ試料

の強度異方性に関する一面 σ_1 せん断⁴⁾の結果で、これまでの報告⁴⁾⁵⁾と同

じ傾向が認められる。今回の新K₀三軸と一面せん断の強度比は1.2:1で、

図-7の $\theta=60^\circ$ の主働側と $\theta=0^\circ$ の強度比1.1:1より大きいが、これ

は土の異方性以外に、圧密時間の影響、一面せん断における進行性破壊の影響等

が原因となっていると考えられる。

新K₀三軸と従来型K₀三軸の両者の C_u/p 値が、圧密形態、圧密時間が異なるにも

かかわらず、当初の予想と異なり同値となった点は今後検討していきたい。

謝辞: 本稿をまとめるに当り御指導を賜った大阪市立大学三宅教授、高田講師

に謝意を表します。

<参考文献>

1) 土質試験法(改訂版) PP541, PP516

2) 三宅他(1978): 各種試験法による C_u/p 値の比較: オ13回土質工学研究発表会

3) 柴田(1975): 飽和土の強度増加率 C_u/p について: オ20回土質工学シンポジウム PP131 他

4) 高田他(1978): 一面せん断 σ_1 試験による再圧密粘土の強度異方性: オ33回土木学会年次学術講演会

5) 西垣他(1978): 再圧密粘土の強度異方性に関する各種試験法の比較:

同上

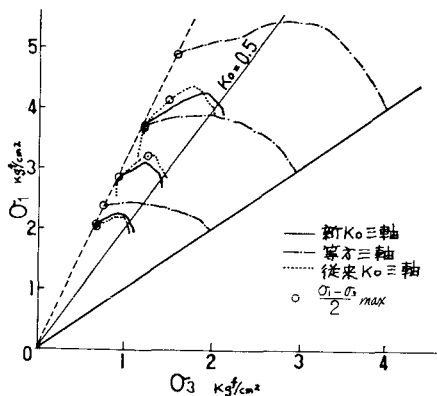


図-2 レンドリッフの有効応力経路

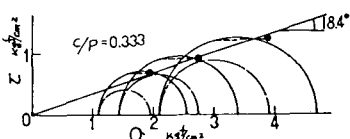


図-3 新 K₀ 三軸

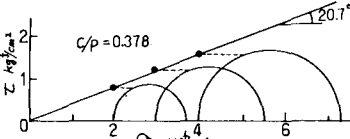


図-4 等方三軸

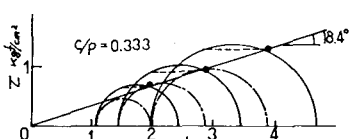


図-5 従来型 K₀ 三軸

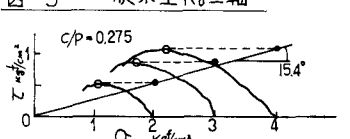


図-6 一面 σ_1 せん断

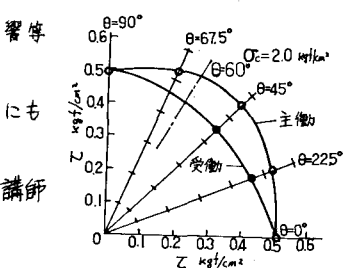


図-7 一面 σ_1 せん断の強度分布