

III-A 58 CK₀U Test と CIU Test による不攪乱海成粘土のせん断挙動の比較

大成建設（株） 正会員 川手伸哉
 山口大学工学部 正会員 兵動正幸 中田幸男 村田秀一
 山口大学工学部 学生会員 柴田晴光

1. まえがき 粘土地盤の原位置における変形挙動をより正確にかつ能率的に調べることが要求されているなかで、自動 K₀ 圧密三軸試験装置の実用化が今後進展していくものと考えられる。著者らは、二重セル型の三軸試験機をパーソナルコンピュータで制御する K₀ 圧密三軸試験装置¹⁾を作成した。本報は、その試験装置を用いて、不攪乱海成粘土を対象に K₀ 圧密非排水三軸圧縮試験(CK₀U Test)および等方圧密非排水三軸圧縮試験(CIU Test)を実施し、両者のせん断挙動の比較を行うことで K₀ 圧密後のせん断挙動の特徴について調べた。

2. 試料および実験方法 試料は広島市南区出島の海底地盤から、固定ピストン式シンウォールサンプラーにより採取した粘土である。試料の採取深度および物理的性質を表-1に示す。表中、p₀ は土被り圧、p_c はリング型定ひずみ圧密試験から得られた圧密降伏応力である。実験には直径 5cm、

表-1 試料の物理的性質

Sampler	Depth G.L(m)	G _s	I _p	F _c (%)	p ₀ (kPa)	p _c (kPa)
Series1	14.00	2.660	75.9	79.3	76	120
Series2	18.00	2.693	38.0	55.2	93	155

高さ 10cm の円柱形に成形した供試体を用いた。実験装置は二重セル型三軸試験機にパーソナルコンピュータによる制御部を組み込んだものである。三軸セルに供試体をセットした後、初期等方圧密圧力 20kPa を与え、その後背圧を 200kPa まで 4 段階に分けて載荷した。K₀ 圧密にあたっては、供試体セット時の寸法に対して、側方ひずみを生じないように側方応力を制御しつつ、軸圧を原位置の土被り圧に達するまで、ひずみ速度 0.01%/min 一定で漸増載荷し、その後一定に保つように加えた²⁾。K₀ 圧密条件は、側方ひずみ ϵ_r を $\pm 0.005\%$ 以内に抑えることで満足しているものとした。なお、試験中リアルタイムにろ紙の排水量の補正¹⁾も行った。圧密の終了は、供試体底部中央で計測される過剰間隙水圧の消散をもって圧密終了とみなした。等方圧密にあたっては、土質工学会基準(JSF T 523-1990)³⁾に準じて行い、K₀=0.5 と仮定し、原位置の土被り圧の 2/3 まで等方応力を増加させ圧密を行った。等方圧密の終了は、すべての試験において過剰間隙水圧が消散し、一次圧密が終了したと考えられる 900 分とした。表-2 に実験条件および圧密試験結果を示す。このように、K₀ 圧密および等方圧密を行った供試体に対しひずみ速度 0.1%/min で非排水圧縮せん断を行った。

表-2 実験条件および圧密試験結果

Test No.	σ_{ac} (kPa)	K ₀	σ_c (kPa)	t _c (min)	ϵ_v (%)
Series1A	76	0.41	46	184	1.613
Series1B	51	1.00	51	900	1.724
Series2A	93	0.36	53	180	1.168
Series2B	62	1.00	62	900	1.965

σ_{ac} : 軸方向圧密応力 σ_c : 平均圧密応力

3. 実験結果 図-1(a),(b)は、CK₀U Test から得られた軸差応力と間隙水圧の軸ひずみとの関係および有効応力径路をそれぞれ示したものである。図-1(a)から、応力ひずみ関係は軸ひずみ 1.0~2.0% で明瞭なピークを示した後に軟化挙動をとり、不攪乱試料の年代効果を反映した過圧密的な挙動を示している。また、図-1(b)からも、有効応力径路は垂直に立っており、過圧密的な挙動が観察できる。図-2(a),(b)は、CIU Test から得られた軸差応力と間隙水圧の軸ひずみとの関係および有効応力径路を示したものである。図-2(a)から、応力ひずみ関係は軸ひずみ 2.5~3.5% で明瞭なピークを示した後に軟化を生じており、CK₀U Test と比較して破壊ひずみが大きく、わずかではあるが構造が破壊されていることが推察される。さらに、過剰間隙水圧の発生量は CK₀U Test のものに比べて大きいことがわかる。また、図-2(b)から、有効応力径路はピーク付近でダイレイティブな挙動を示している。ここで示した CIU Test は、CK₀U Test とほぼ等価な平均主応力で圧密を行ったため、軸方向圧密応力が土被り圧より小さいものとなっており、幾分過圧密の状態であったものと考えられる。

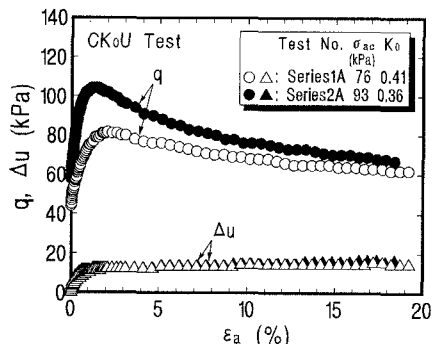


図-1(a) 軸差応力、間隙水圧と軸ひずみの関係

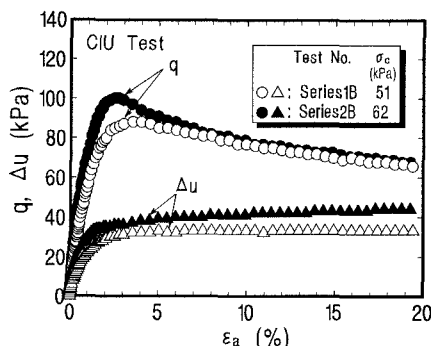


図-2(a) 軸差応力、間隙水圧と軸ひずみの関係

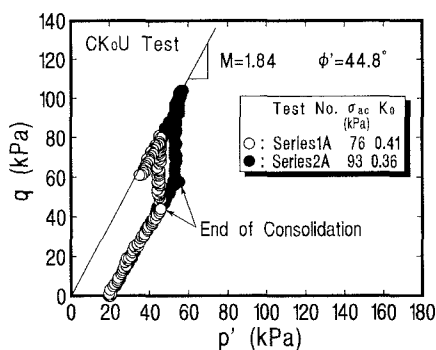


図-1(b) 有効応力径路

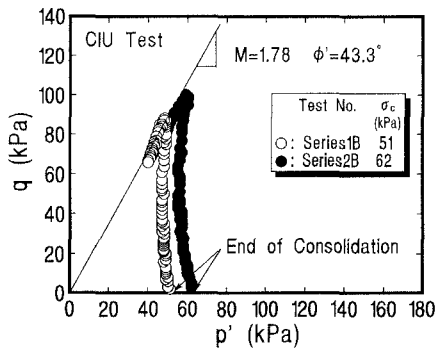


図-2(b) 有効応力径路

図-3 は、CK₀U Test、CIU Test、および一軸圧縮試験から得られたそれぞれの非排水強度の比較を行ったものである。図中、原位置の土被り圧まで等方圧密後、非排水圧縮試験を行って得た非排水強度も併記している。図からCK₀U TestおよびCIU Testから得られたそれぞれの強度 C_{u1} 、 C_{u2} の間には、大きな違いはみられないことがわかる。一方、一軸圧縮強度は三軸圧縮試験から得られた強度の6~7割の値を示しており、原位置強度を過小に評価する可能性があることを示唆している。

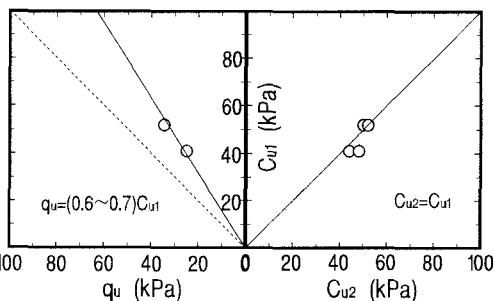


図-3 各強度間の関連性

C_{u1} : CK₀U Test から得られた非排水圧縮せん断強度
 C_{u2} : CIU Test から得られた非排水圧縮せん断強度
 q_u : 一軸圧縮試験から得られた非排水圧縮せん断強度

4.まとめ

①不攪乱海成粘土に対して行ったCK₀U TestおよびCIU Testから得られた非排水せん断挙動は、破壊ひずみの大きさや過剰間隙水圧の発生量において違いがみられたが、非排水圧縮せん断強度においては、大きな違いはみられなかった。②一軸圧縮強度は、従来から指摘されているように原位置強度を過小に評価する可能性があり、原位置強度の決定にあたっては、その適用範囲を慎重に選択する必要がある。

<参考文献> 1)柴田・川手・兵動・中田：粘土の三軸K₀圧密試験機の試作について，土木学会中国支部(1996).
 2)川手・柴田・兵動・中田：不攪乱海成粘土のK₀圧密三軸圧縮試験，第31回地盤工学研究発表講演集(1996).
 3)土質工学会：土質試験の方法と解説，pp.359~372,1990