

圧密履歴が構造異方性を有する有明粘土の三次元力学特性に与える影響

長崎大学工学部 学○横田 章文 同 濱田 秀喜
同 上 同 山中 稔 正 榎橋 由彦
同 上 同 持下 輝雄

1. はじめに

負荷を受ける土中の応力状態は、一般に主応力軸と鉛直軸は一致しない。一方、自然に堆積した粘土層では薄片状の粘土粒子が方向性を持って配列されることにより配向構造をなしており、かつ堆積面内では等方的な二軸直交性を呈する¹⁾。今回は、全国でも屈指の軟弱かつ鋭敏な沖積海成粘土として知られる有明粘土を試料とし、一次元予圧密によりあらかじめ構造異方性を付与した粘土試料から切出し角を種々変えた供試体を作成し、圧密履歴(正規圧密、過圧密)が三次元せん断時の力学特性に与える影響の解明を試みた。ここに、セル圧 $\sigma_c' = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$ での等方圧密が正規圧密状態となり、 $\sigma_c' = 0.72 \text{ kgf/cm}^2$ での等方圧密は過圧密状態(最大過圧密比 ≈ 2)となる。

2. 試料、供試体および試験方法・条件

(1) 試験装置、試料、供試体 用いた多軸試験装置は、Ladeの開発した試験機を参考に試作した装置を用いる²⁾。試料は、液性限界 W_L 以上の含水比で繰返し煮沸した有明粘土を内径15.5cmのモールドに詰め6段階にわたって圧密レベルを上げ最終圧密圧 1.5 kgf/cm^2 で予圧密を行う。供試体は予圧密試料から切り出し角 β を種々変えて一辺7.5cmの立方体を切り出す(図-1参照)。

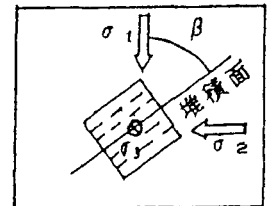


図1

切り出し角 β の定義

(2) 圧密方法 等方圧密を $\sigma_1' = \sigma_2' = \sigma_3' = K_0 \sigma_c = 0.72 \text{ kgf/cm}^2$ と予圧密終了時の鉛直軸荷応力と同じ応力 $\sigma_1' = \sigma_2' = \sigma_3' = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$ の二方法で行う。両圧密ともに間隙水圧が消散するまで圧密し、また、バックプレッシャーは、両圧密、せん断過程を通じて、 $\sigma_3 = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ を作用させている。以下、Case-1; 過圧密($\sigma_c' = 0.72 \text{ kgf/cm}^2$)、Case-2; 正規圧密($\sigma_c' = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$)と表わすものとする。

(3) せん断試験 間隙水圧消散後、 b 値一定、 σ_3' 一定で最大主応力 σ_1' をひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 0.076\%/min$ で載荷するひずみ制御方式の非排水せん断試験を行う。両試験の試験条件と b 値、 β は、一括して表1に示す。なお、 b 値は中間主応力 σ_2 の相対的大きさを示すパラメーターであり $b = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ で表わされる。

3. 実験結果及び考察

(1) 破壊時諸量 表1にC I U試験のCase-1とCase-2のそれぞれの破壊時の諸量を示す。

(2) 変形特性 最大主ひずみ-中間主ひずみ関係、および最大主ひずみ-最小主ひずみ関係の一例($b=0, \beta=0^\circ$)を図-2に示す。図中の直線は、理想的な等方体の $\epsilon_1 - \epsilon_2$ 、 $\epsilon_1 - \epsilon_3$ 関係であり、同じ等方圧密であっても、Case-2による試験の方が、Case-1による試験よりもこの直線に近づいていることが分かる。これは予圧密時に付与した構

表1 C I U試験のせん断試験条件と破壊時諸量

Case-1 $\sigma_c' = 0.72 \text{ kgf/cm}^2$							Case-2 $\sigma_c' = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$						
b 値	切り出し角 β	初期間隙比 e	$\frac{\Delta u}{\sigma_3'}$	$\frac{\sigma_1'}{\sigma_3'}$	内部摩擦角 ϕ'		b 値	切り出し角 β	初期間隙比 e	$\frac{\Delta u}{\sigma_3'}$	$\frac{\sigma_1'}{\sigma_3'}$	内部摩擦角 ϕ'	
0.0	0°	3.24	0.92	4.69	40.4		0.0	0°	2.30	0.62	3.51	33.8	
	30°	3.20	0.88	3.17	31.4			30°	2.51	0.68	3.86	36.0	
	60°	3.21	0.71	4.78	40.8			45°	2.57	0.75	5.10	42.2	
	90°	3.05	0.74	4.34	38.7			60°	2.52	0.63	3.41	33.1	
0.5	0°	3.05	0.58	3.50	33.7		0.5	0°	2.47	0.71	4.43	39.2	
	30°	3.24	0.77	6.17	46.1			30°	2.57	0.79	5.63	44.3	
	60°	3.36	0.85	4.31	38.5			45°	2.74	0.74	4.89	41.4	
	90°	2.98	0.72	5.41	43.5			60°	2.89	0.81	6.28	46.5	
1.0	0°	3.20	0.48	3.48	33.4		1.0	0°	2.57	0.79	5.63	44.3	
	30°	3.02	0.78	5.89	45.2			30°	2.70	0.73	5.11	42.3	
	60°	3.07	0.47	2.67	27.0			45°	2.55	0.78	6.01	45.6	
	90°	3.02	0.78	4.93	41.5			60°	2.66	0.83	7.18	49.1	

造異方性が、Case-1の場合は依然として保持されているが、Case-2では構造異方性が乱され、等方化されたものと考えられる。

(3) 間隙水圧特性 図-3は切り出し角 β と破壊時の間隙水圧との関係に着目したもので、Case-1では $b=0.0$ で最大値と最小値の差が小さく、またラインの形状は $b=0.5$ および $b=1.0$ と逆のラインを描いている。すなわち、間隙水圧の大きさが圧縮側($b=0.0$)と伸張側($b=0.5, 1.0$)で様相が全く違っていることになる。Case-2では、各 b 値の最大値と最小値の差は小さく、 β による影響が小さいことが認められる。しかも、 b 値の違いによる差も小さく、圧縮側と伸張側でほぼ等しい様相を示している。これらは先に述べた変形特性と同様の結果を表わしている。すなわちCase-1に比べCase-2の方がより構造異方性の等方化の度合いが大きくなっているのが分かる。また、全体的に間隙水圧が高くなっている。

(4) 強度特性 切り出し角 β と破壊時の有効応力比の関係を図-4に示す。Case-1では、間隙水圧特性と同様 $b=0.0$ が β の影響が最も小さく、様相も圧縮側と伸張側で逆になっている。また、圧縮条件($b=0.0$)における β と $(\sigma_1'/\sigma_3')_r$ の関係は、鬼塚ら¹⁾の結果と全く同様である。Case-2では、 $b=1.0$ で最大値と最小値の差が大きくなっているが、 $b=0.0$ 及び $b=0.5$ においては、その差は小さくなっている。ラインの凹凸も間隙水圧特性と等しく、ここでも等方化が進んでいると言うことができる。

4. あとがき

圧密履歴の差異は、その強度特性に多大な影響を与えることから構造異方性を有する実地盤を考慮する場合には十分留意する必要がある。具体的に構造異方性を有する地盤の支持力推定については、今回別途³⁾報告している。

参考文献

- (1) 鬼塚・林・平田・村田(1976): 土質工学会論報, Vol.16, No.3.
- (2) 棚橋・川口他(1985): 第20回土質工学研究発表会
- (3) 山中・棚橋・禿(1991): 平成2年度土木学会西部支部研究発表会概要

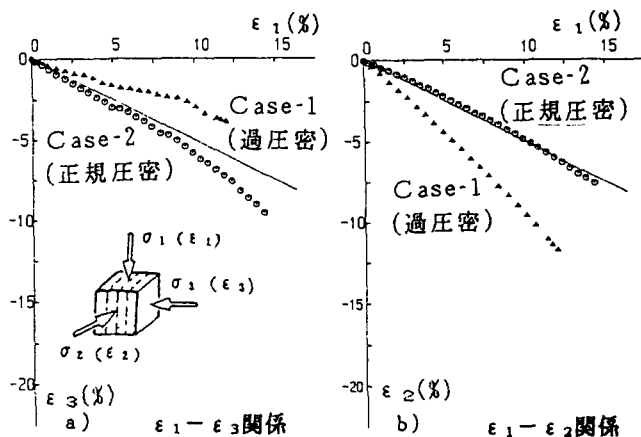


図2 主ひずみの関係 $b=0, \beta=0^\circ$

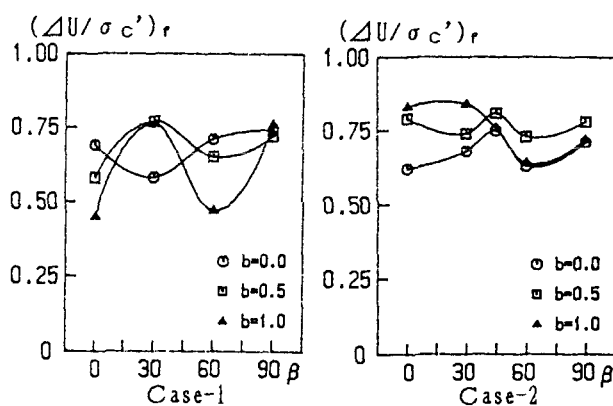


図3 切り出し角と破壊時の間隙水圧の関係

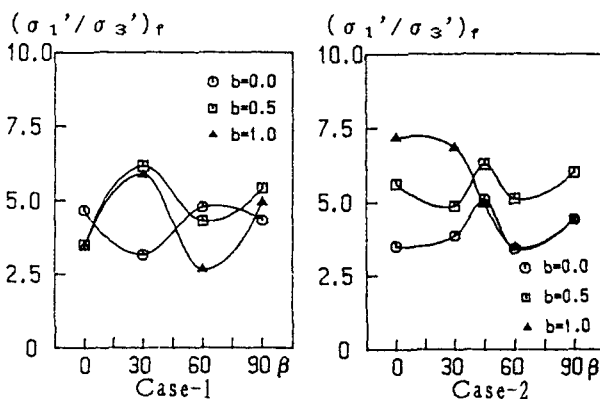


図4 切り出し角と破壊時の有効応力比の関係