

Ⅲ-4 不飽和土の異方性について

佐賀大学 理工学部 正員 鬼塚克忠
〇吉武茂樹

1. まえがき.

粘土土と砂質土を用いて、締固め時の含水比の違い、動的突固めと静的締固めの方法の違い、水浸と非水浸の違いなどが締固めに不飽和土の圧縮異方性、強度異方性に及ぼす影響を、微視的構造観察、圧密試験、一面せん断試験によって明らかにした。

2. 試料と試体および試験方法.

試料は市販の白色粘土、福岡県甘木市の寺内沼のコア材料として用いられた風化片岩と佐賀郡川上を採取したマサエである。それぞれの諸性質は、Table-1 に示した。試体は 10cm X 10cm

X 10cm の立方体モールドに、動的、静的に締固め Fig-1 に示す様な H Sample, V Sample を削り出し、各々について構造観察、圧密試験、一面せん断試験を行なった。圧密試験は、不飽和状態のままの圧縮 (K₀ 圧密) を求めるために、乾燥収縮の影響を極力少なくする様に各荷重段階の載荷時間と各々 30 分間とした。他は標準圧密試験に準じて実施した。一面せん断試験は、前定の垂直荷重を 1~2 時間圧密した後さらにせん断する非水浸試験と、圧密した後せん断箱に水を入れて垂直方向の変位が落ちついたら (約 1~2 時間) かうせん断する水浸試験を実施した。

3. 実施した実験の種類

Table-2 の ● 印で示したものが実施した実験の種類である。

4. 試験結果と考察.

圧密試験と一面せん断試験の結果は Table-3 に示したとおりである。尚、今回試験を実施したマサエの粘着カ、内部摩擦角中についてはその数値を Table-4 に示した。

構造観察: 締固めに白色粘土と風化片岩の構造を観察するために、ミクロなレベルでの電子顕微鏡撮影とマクロなレベルでの水浸試験を行なった。しかしながら、両観察において、締固め方法、および H Sample, V Sample の違いによる締固め土の構造の顕著な差は確認できなかった。

Sample	G _s	W _L	W _p	W _{opt} (%)	γ _d max (g/cm ³)	Distribution (%)				Classification
						Gravel	Sand	Silt	Clay	
White clay	2.705	50	25	25	1.486	-	-	40	60	C H
Weathered Schist	2.771	36	10	15.3	1.777	29	45	18	8	S M
Masa soil	2.633	NP	NP	11.5	1.908	9.9	69.6	14.5	6	S M

Table-1

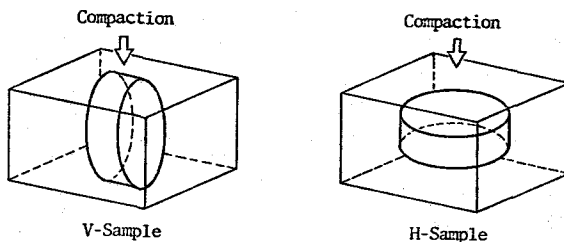


Fig.1 Samples (Consolidation test and Shear test)

Sample	Method of compaction	Direct Shear Test		Consolidation Test
		Un-Soaking	Soaking	
White Clay	Impact compaction (N=25)	●	●	●
	Static compaction	●	●	●
	Static compaction (0.90γ _d max)	●	●	●
	Static compaction (0.85γ _d max)	●	●	●
Weathered Schist	Impact compaction (N=15)	●		●
	Static compaction (N=25)	●		●
	Static compaction (N=50)	●		●
Masa Soil	Impact compaction (N=15)	●	●	
	Static compaction (N=25)	●	●	

Table-2.

圧縮試験結果：圧縮指数 C_c は、締固め方法や試料に関係なく、最適含水比付近で最小値となり乾燥側、湿潤側で大きな値をとる。これは、サクシオンによる粒子間圧縮力が最適含水比付近で最大となり、その結果この含水比で圧縮量が最小となるためと思われる。次に、その異方性についてみると、厳密には断定できないうが、締固め方法、試料に関係なく、 V_{Sample} の方が H_{Sample} よりも大きい様がある。従って、試験結果から e - $\log P$ 線を描いて先行荷重を求めめみたが、一般に高い密度に動的、静的に締固めた場合には、その値を正確に求めることは出来なかった。ただ、比較的小さい密度に静的に締固めた白色粘土にあっては異方性がみられた。即ち $(P_0)_H > (P_0)_V$ がある。

Sample	Method of compaction	Direct Shear Test		Consolidation Test
		Un-Soaking	Soaking	
White Clay	Impact compaction (N=25)	$(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$	$(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$	$(C_c)_V > (C_c)_H$
	Static compaction	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V = (\tau_f)_H$	$(C_c)_V > (C_c)_H$
	Static compaction (0.90fd max) (0.85fd max) (0.80fd max)	$(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$	$(\tau_f)_H = (\tau_f)_V$	$(P_0)_H > (P_0)_V$
Weathered Schist	Impact compaction (N=15) (N=25) (N=50)	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V = (\tau_f)_H$	$(C_c)_V > (C_c)_H$
Masa Soil	Impact compaction (N=15) (N=25)	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	
	Static compaction	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	

Table-3.

一面せん断試験結果：白色粘土の場合には、締固め方法の違い、密度の違いによって、せん断強度特性、ダイレイタンス特性に異方性が現われている。動的、比較的小さい密度に静的に締固めた時には、 H 、 V_{Sample} の先行荷重の差、粘着力の差によるものと思われる。また大きい密度に静的に締固めた時は、構造観察を正確にできなかったが、高い静的圧力での締固めにより、粒子が水方向に配向し、この土構造の影響

		Impact compaction (Wopt)				Static compaction (Wopt)			
		(N=25)		(N=15)		(N=25)		(N=15)	
		Un-Soaking	Soaking	Un-Soaking	Soaking	Un-Soaking	Soaking	Un-Soaking	Soaking
Cohesion (kg/cm ²)	V	0.52	0.44	0.29	0.10	0.41	0.01	0.26	0.09
	H	0.36	0.24	0.28	0.09	0.21	0.08	0.24	0.05
Angle of internal friction (o)	V	40	36	45	42.5	37	40	46	34
	H	42	36	45	40.5	39.5	38	41	36

		Impact compaction (Wdry)		Static compaction (Wdry)	
		(N = 25)		(N = 25)	
		Un-Soaking	Soaking	Un-Soaking	Soaking
Cohesion (kg/cm ²)	V	0.34	0.27	0.23	0.18
	H	0.15	0.12	0.24	0.05
Angle of internal friction (o)	V	42.5	36	39.5	31.5
	H	41.5	34.5	32	34

Table-4. Result of shear tests on Masa Soil.

が大きく現われたためと考えられる。次に、風化片岩、マサ土の場合には締固め方法、密度に関係なく、 V_{Sample} の方が H_{Sample} よりも大きい。これは、高、密度に静的に締固めた白色粘土と同じく土構造の影響によるものと思われる。水浸すると異方性ははたりに消滅するが、風化片岩の方が白色粘土よりもその変化は著しい。この理由として、白色粘土は水浸しても粘着力の一部が残存し強度の低下は少ない。風化片岩は水による潤滑作用で比較的小さい土粒子の再配列が可能のため強度の異方性ははたりに消滅する。尚、今回実施したマサ土の場合は、水浸しても異方性は残存する。今のところ、この点については不明である。

5. まとめ

- 1). 圧縮指数は、締固め方法、試料に関係なく、 V_{Sample} の方が大きい。また、先行荷重については、その値を正確に求めることはできなかったが、ほぼ、 H_{Sample} の方が大きいとみられる。
- 2). 粘土土は、締固め方法、密度の違いによって、せん断強度特性、ダイレイタンス特性に異なる異方性が現われる。水浸しても、その異方性ははたりに残存する。
- 3). 砂質土は、締固め方法、締固めエネルギーの大きさには関係なく、土粒子の配向性が強度異方性に大きく与えていると思われる。