

佐賀大彦 理工学部 ○正員 鬼塚克忠
台武茂樹
学生 政安欣典

1. まえ書き 着者らは、この数

年、人工的に縮固めた不飽和土の構造異方性、圧縮異方性および強度異方性、縮固め密度と含水比、縮固め方法、縮固めエネルギー、繰返しセン断、水浸・非水浸条件と如何なる関係を持つのか明うかにすべく研究してきた。本報告は着者の従来の研究成果と整理し、新にに得られた興味ある知見を述べるものがある。

2. 着者の従来の研究方法とその結果

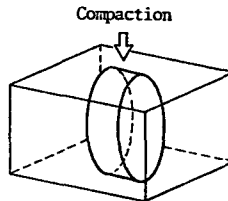
2.1 研究方法: Table-1に示す白色粘土、砂質土の風化片岩とマサ土を用い、所定の含水比に調整し、10×10×10cmの立方体モールドに、動的および静的に縮固めた。(Table-2参照) これをFig.1のように、H-SampleとV-Sampleに削り出し、構造観察、圧密試験、一面セン断試験を行なった。圧密試験は各荷重段階の載荷時間を各々30分間とし、他は標準圧密試験に準じた。一面セン断試験は、所定の垂直荷重で1~2時間圧密した後、さらににセン断する非水浸試験と、圧密した後 セン断箱に水を入れて垂直方向の変位が落ちついたらセン断する水浸試験を実施した。セン断速度は1mm/minである。

2.2 研究結果 構造異方性: 電子顕微鏡撮影と水浸試験による構造観察から、明確な土構造異方性はYong and Weirantunらの考えと着者がモデル化した土構造を考えると、大分説明が可能となる。

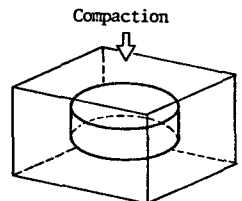
圧縮異方性: 縮固め土の先行荷重は一般に大きいので、通常の標準圧密試験では正確にその値を求めることは難かしい。しかし、比較的小さい密度に縮固めた場合はこれらの値が測定できる。粘土土の先行荷重は $(P_0)_H \approx 2(P_0)_V$ 。圧縮指数 C_c については、比較的大きい密度に動的および静的に縮固めた白色粘土、と風化片岩の場合は $(C_c)_V > (C_c)_H$ となった。

Table - 1 Properties of sample

Sample	G_s	W_L	W_p	W_{opt} (%)	ρ_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
Toyoura sand	2.641	NP	NP	-	-	0	100	-	-	S P



V-Sample



H-Sample

Fig.1 Samples (Consolidation test and Shear test)

Table-2 Test Program (● Test completed)

Sample	Method of compaction	Consolidation test	Direct shear test	
			Un-soaking	Soaking
White clay	Impact compaction (N=25)	●	●	●
	Static compaction	●	●	●
	Static compaction (0.90 ρ_d max)	●	●	●
	Static compaction (0.85 ρ_d max)	●	●	●
Weathered schist	Impact compaction (N=15)	●	●	—
	(N=25)	●	●	—
	(N=50)	●	●	—
Masa soil	Impact compaction (N=15)	—	●	●
	Static compaction	—	●	●
Mixtures of white clay and toyoura sand	Impact compaction (N=15)	●	—	—
	Static compaction	●	●	—

(N=Number of blows)

強度異方性： 粘性土は締固め方法や密度の違いによって異方性は異なる。比較的大きい密度に動的に、および比較的小さい密度に静的に締固めにもつて、非水浸条件にあって $(\sigma)_H > (\sigma)_V$, $(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$ となる。この強度異方性は先行荷重および粘着力の差に起因するものと考へられる。一方、大きい密度に静的に締固めの場合には、上記とは逆に $(\sigma)_V > (\sigma)_H$, $(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$ となる。これは粒子の配向性の影響を大きく受けたためであろう。水浸による異方性はかなり消滅する。砂質土では、非水浸の場合、締固め方法、密度に関係なく V Sample の方が H Sample より強度は大きい。これは土粒子の配向性の強度異方性に大きく寄与しているものと思われる。

3 今回の研究方法とその結果 3.1 研究方法：強度異方性は粘性土と砂質土では異なることが明らかになった。そこで、白色粘土に新たに重粉砂を加えて締固めに混合土の H, V Sample について圧密試験と一面せん断試験を実施した。混合土の重粉砂の混合率は乾燥重量比で、0, 20, 40, 60, 80% の5段階とし、各混合率の最適含水比で動的および静的に締固めた。圧密試験は 100 kg/cm^2 まで載荷する高圧圧密試験機を用いた。一面せん断試験は従来の同様であり、にはせん断速度を 0.5 mm/min とした。

3.2 研究結果 圧縮異方性： 混合率 $r=0\%$ $N=25$ の動的締固めの供試体およびこれと同じ含水比・密度を持つ静的締固めの供試体について、 $(R)_H > (R)_V$ を得た。また圧縮指数については、混合率 $r=0\%$ の粘性土の場合、明確な異方性は見出せなかった。には混合率 $r=20\%$ $N=15$ の場合、 $(C_c)_H > (C_c)_V$ となった。→ 同様のデータは高圧圧密試験によるものであり、これらの試験結果の方がより信頼性を得ていると言える。

強度異方性： 粘性土と砂質土とはまったく異なる異方性を呈した。砂の混合率が増減とともに異方性は変化するという予想された。強度異方性と砂の混合率との関係を示したのが図2である。これから混合率 $r < 60\%$ は白色粘土の強度異方性を示し、 $r > 60\%$ は砂質土の特性を有するものと解する。一般に、砂分が 60% 以下は粘性土として、65% 以上では砂として扱ってよいという報告があるが、異方性についてみると、砂分が 60% 以下の得られたのは極めて興味深い見解と言える。

参考文献

- 1) 豊原・林・吉武・七戸 (1979)：締固め土の圧縮および強度異方性について、「土質学会論文集」
- 2) 豊原・吉武 (1979)：締固め土の圧縮異方性および強度異方性と締固め方法の関係について、「土質大気理工学部集報」

Table-3 Result of Consolidation test and Shear test

Sample	Method of compaction	Consolidation test	Direct shear test	
			Un-soaking	Soaking
White clay	Impact compaction (N=25)	$(C_c)_V > (C_c)_H$ $(R)_H > (R)_V$	$(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$	$(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$
	Static compaction	$(C_c)_V > (C_c)_H$ $(R)_H > (R)_V$	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V \approx (\tau_f)_H$
	Static compaction (0.90rdmax) (0.85rdmax) (0.80rdmax)	$(R)_H > (R)_V$	$(\tau_f)_H > (\tau_f)_V$	$(\tau_f)_H \approx (\tau_f)_V$
Weathered schist	Impact compaction (N=15) (N=25) (N=50)	$(C_c)_V > (C_c)_H$	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V \approx (\tau_f)_H$
Masa soil	Impact compaction (N=15) (N=25)	—	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$
	Static compaction	—	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$	$(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$
Mixtures of white clay and toyoura sand	Impact compaction (N=15) (N=25)	$r=20\%$ $(C_c)_H > (C_c)_V$ —	—	—
	Static compaction	$r=20\%$ $N=15$ $(C_c)_H > (C_c)_V$	—	—

(N=Number of blows, r=Sand Content (% of Total Dry Weight))

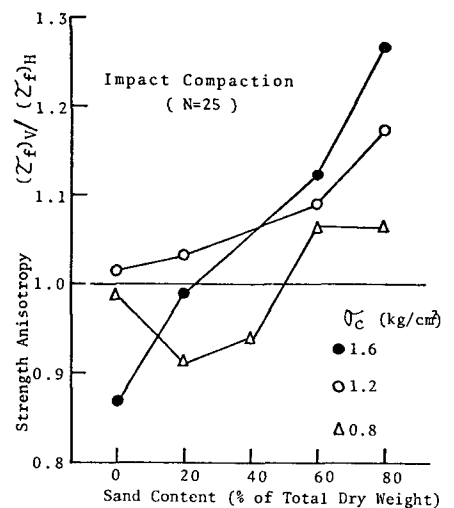


Fig.2 Relation between Shear strength anisotropy and sand content