

佐賀大学理工学部 正員 鬼塚克忠

佐賀大学理工学部 正員・吉武茂樹

1. まえがき

人工的に締固めた土中の応力は異方的であり、加えて土粒子の形状は一般に偏平である。従来の研究によると締固め土の構造はおもに締固め方法によって決まり、これが力学的特性を大きく左右すると考えられる。このように異方性を含めた締固め土の力学的特性は締固めの方法と密着な関係にある。著者らは従来より土の種類、締固め方法、締固めエネルギー、締固め時の含水比と密度、水浸、非水浸条件と締固め土の異方性との関係を明らかにしてきた。その結果、粘性土と砂質土では特に強度異方性に大きな違いがあることが解った。そこで今回、砂と粘性土を混合した中間土である混合土について同様な研究を行った。

2. 試料および試験方法

使用した試料は市販の白色粘土と豊浦砂であり、その物性はTable-1のとおりである。混合土は白色粘土に豊浦砂を加えて作り、その混合率は乾燥重量比で、

20, 40, 60, 80%の5段階とした。これらを最適含水比を中心の数回の含水比で、10cm/10cm×10cmの立方体モールドに動的および静的に締固めた。これをFig.1に示すように、H-V Sampleを削り出した。これらは直径6cm、厚さ1.2cmの供試体である。

このH-V Sample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100kg/cm²まで載荷できる高圧圧密試験機を用いた。各荷重段階の載荷時間は供試体の乾燥、収縮を極力小さくするために各々30分間とした。一面せん断試験は、所定の垂直荷重で1分間圧密した後、ただち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てからせん断する水浸試験とを実施した。せん断速度は0.5mm/minである。

3. 試験結果と考察

3.1 構造異方性: 動的および静的に締固めた混合土のH-V Sampleについて走査型電子顕微鏡で観察した。しかしながら、締固め方法、H-V Sampleの違いによる土構造の顕著な差は明確に確認できなかった。混合土の力学的特性と土構造の関係については今後の研究課題である。

3.2 圧縮異方性: 締固めた不飽和土の先行荷重は一般に大きく、またその決定方法も確立されたものがなく、はっきりした異方性は認められなかった。圧縮指数 n は動的実固め、実固めの回数 $N=25$ 、混合率0%、非水浸の場合 $(C_{cH} > C_{cV})$ となったがその差は極めて小さい。 $N=5$ の混合土については、同じく非水浸の場合、若干H Sampleの方が大きく $(C_{cH} > C_{cV})$ である。水浸すると異方性は消滅する。結果的には圧縮異方性は強度異方性に比べてかなり小さいようである。

3.3 強度異方性: 従来の結果から粘性土と砂質土ではまったく異なる異方性を呈したので、砂の混合率の増減とともに締固め方法の違いによって異方性が変化するものと考えられる。Fig.2に動的に実固めた砂の混合率0%, 80%供試体のせん断応力、垂直変位と水平変位の関係を示した。混合率0%の白色粘土ではH Sampleの方がせん断強度は大きく $(\tau_H > \tau_V)$ である。また体積収縮量も少なく、垂直応力が小さいと、より大きな正のダイレイタンスーを示す。一方、混合率80%の混合土では、V Sampleの方がせん断強度は大きく、より大きな正のダイ

Table-1 Properties of sample

Sample	G_s	W_L (%)	W_p (%)	W_{opt} (%)	$\gamma_{d,max.}$ (KN/m ³)	Distribution (%)				Classification
						Gravel	Sand	Silt	Clay	
White Clay	2.70	48	27	27	14.37	-	-	40	60	CH
Toyoura Sand	2.64	NP	NP	-	-	-	100	-	-	SP

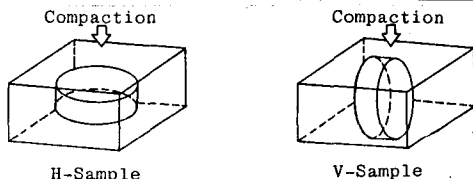


Fig.1 Samples (Consolidation test and shear test)

イレイトンシー特性を示している。このように動的に実固めた場合には、混合率の違いによって全く逆の挙動を示している。しかし静的締固めの場合には、砂の混合率に関係なくV Sampleの方がせん断強度は大きく、また、はっきりとは言えないが、体積収縮量も少なく、小さな変位で膨張に転じ易い傾向にある。

そこで、強度異方性 $(\tau_v/\tau_h)_H$ と砂の混合率の関係を示したのがFig.3である。これから、動的に実固めた場合には、砂の混合率が60%を越え、V Sampleの方がせん断強度は大きくなり、60%以下ではH Sampleの方が大きい。静的締固めでは、混合率に関係なくV Sampleのせん断強度がH Sampleよりも大きい。このことから、混合率が60%以下では粘性土の強度異方性を、60%以上では砂質土の特性を有することが解る。

一般に、土はその含有砂分が60%以下であれば砂質土として、85%以上であれば砂として取扱ってよいとの報告がある。異方性についても、ほぼ同じ様な結果が得られたのは興味深い知見であると言える。

次に、混合率の増減による強度分散 C 、内部摩擦角 ϕ の変化をみると、動的実固め非水浸の場合、粘着力は混合率が60%以下ではH Sampleの方が、60%以上ではV Sampleが大きい。静的締固めでは、混合率に関係なくV Sampleの方が大きい。内部摩擦角は締固め方法の違い、混合率の増減によるH.V Sampleの差は、あまりみられない。この粘着力の違いが強度異方性により大きな影響を及ぼしていると思われる。

また混合土を水浸すると、動的及び静的締固め、共に非水浸に較べて、各混合率とも強度は小さくなる。しかし混合率0%、80%ではH.V Sampleに幾分異方性がみられる。0%の場合には、粘着力の一部が残存し、80%では、砂と粘土の混合土というよりも砂に近い粒度分布を有しているの、砂そのものの性状を發揮しているものと思われる。混合率60%の場合には、砂質土の性質を有しているものと思われる、異方性は消滅する。

- 参考文献： 1) 鬼塚・林・吉武・大石(1979)：締固めた土の圧縮および強度異方性について，「土工学会論文報告集」
2) 鬼塚・吉武(1980)：締固めた混合土の圧縮および強度異方性について，「第15回土工学会研究発表会」

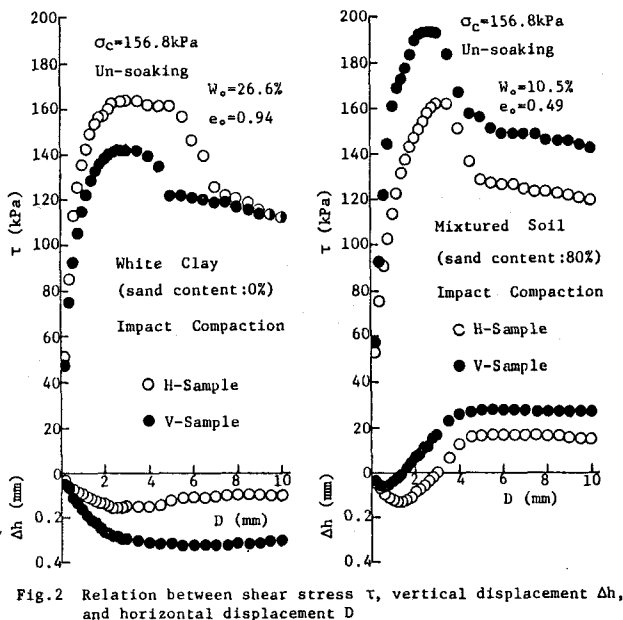


Fig.2 Relation between shear stress τ , vertical displacement Δh , and horizontal displacement D

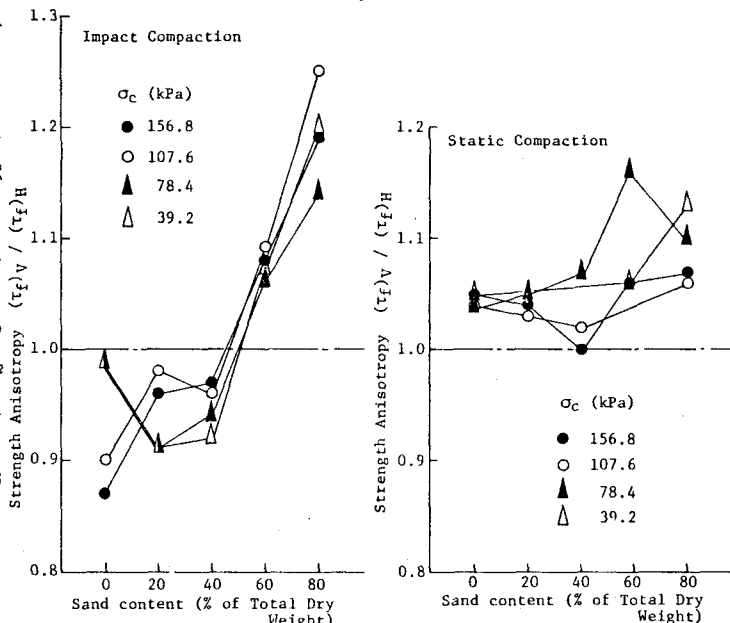


Fig.3 Relation between shear strength anisotropy and sand content