

佐賀大学理工学部 正員 鬼塚克彦

佐賀大学理工学部 正員 吉沢茂樹

1. まえがき

締固めに不飽和工の強度異方性の現われ方は、締固め方法の違いによって、また、工が粘土工であるか、砂質工であるかによっても異なる。すなわち、動的に突固めた場合には、粘土工と砂質工とに全く逆の異方性を呈し、静的締固めでは同じ異方性を示す。このことから、工の中に含有される粘土分、砂分の多少も異方性に異なるものと推察できる。一般に、工は砂分の含有率が50%以上であれば砂の性質を有し、60%以上であれば砂質工の性質を有すると言われている。果して異方性の砂の含有率の増減によって異なるのか、締固め方法が違えばどうなるのか。そこで、一定の割合で粘土と粘土工を混合した中間工である混合工を作り、この混合工における強度異方性の現われ方について研究を行った。

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満砂である。その特性はTable-1のとおりである。混合工は白色粘土に豊満砂を加えて作り、その混合率は乾燥重量比で、

Sample	G_s	W_L (%)	W_p (%)	W_{opt} (%)	$R_d, max.$ (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

20, 40, 60, 80%の5段階とした。このうち最適含水比で、 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の立方体モールドに動的(3回25回)および静的に締固めた。これをFig.1に示すように、H, V Sampleと割り出した。

このH, V Sampleについて一面せん断試験を行った。試験方法は、前述の垂直荷重を12時間圧入した後、さらに、せん断する水浸試験と圧入した後、せん断荷に水を入れた垂直方向の変位がそろった後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

強度異方性: Fig.2に動的に突固めた砂の混合率0%, 80%の試体のせん断応力、垂直変位と水平変位の関係を示した。混合率0%の白色粘土工はH Sampleの方がせん断応力、せん断強度は大きい。 $(\tau)_H > (\tau)_V$, $(\sigma_v)_H > (\sigma_v)_V$ である。一方、混合率80%の混合工では、全く逆の挙動を示している。すなわち、V Sampleの方がせん断応力、せん断強度は大きく $(\tau)_V > (\tau)_H$, $(\sigma_v)_V > (\sigma_v)_H$ である。そこで、強度異方性 $(\sigma_v)_V/(\sigma_v)_H$ と砂の混合率の関係を示したのがFig.3である。これから、動的に突固めた場合には、砂の混合率が60%と越えるとV Sampleの方がせん断強度は大きく、60%以

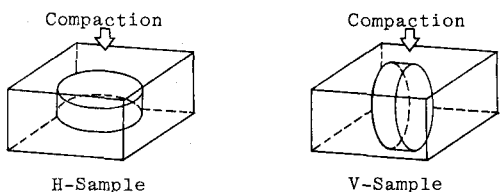
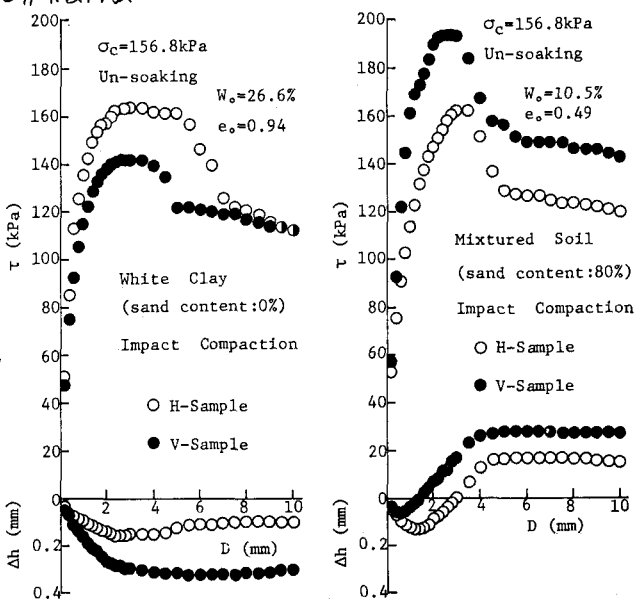


Fig.1 Samples (Consolidation test and shear test)

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

下はHSampleの方が大きい。静的締固めでは、混合率に関係なくVSampleのせん断強度が大きい。このことから、混合率が60%以下では粘土工の強度異方性で、60%以上では砂質工の強度異方性を有することが解る。

混合工の砂の混合率の増減によって、また、締固めの方法の違いによって異方性が現われる理由として次のようなことが考えられる。混合工と静的に締固めた場合には、大きな静的圧力での締固めにより工粒子が締固め方向に対して垂直方向に配列し、また、混合率60%以上の混合工の動的突固めでも工粒子が突固め方向に対しておおよそ垂直方向に配列しているものと思われる。この工粒子の配向性

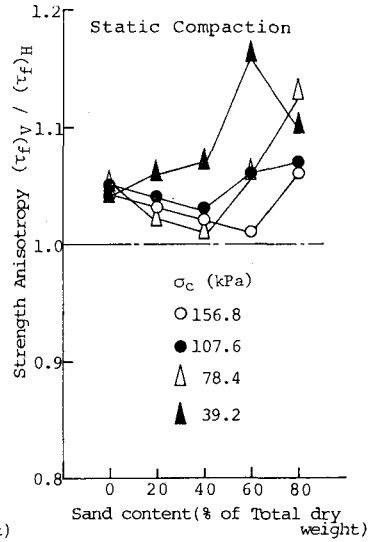
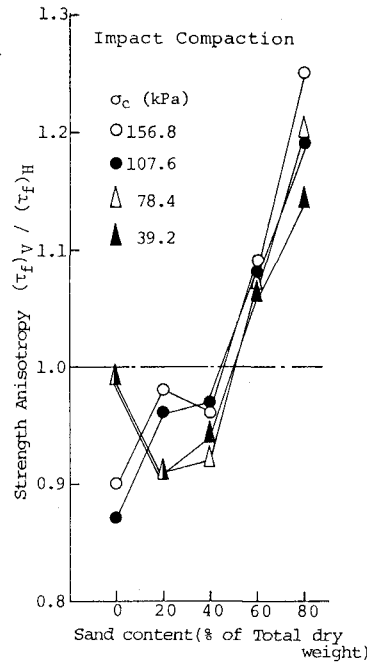


Fig.3 Relation between shear strength anisotropy and sand content

が、静的締固め、および混合率60%以上の混合工の動的突固めの強度異方性に大きく寄与しているものと推察できる。混合率60%以下の混合工の動的突固めでは、先行荷重の違いと粘着力の差の二つの理由が考えられる。上下方向に突固めの場合、削り出したHVSsampleの先行荷重は、一般に $(q)_H > (q)_V$ である。前者の静的締固めの白色粘土では $(q)_V / (q)_H = 0.4$ ほどという値が得られている。また、Fig.4に示すように粘土工の特性を有する60%以下の混合工では粘着力がHSampleに比べて大きく発揮されることである。動的に突固めの場合、工はランダムな構造を有するといわれているが、この実験結果から突固め方向に垂直な方向すなわち水平面の粒子配列が卓越し、水平面のはうが粒子接触面積は大きい。この面に沿ってせん断したときに、大きな粘着力抵抗が生ずるものと推察できる。これらの理由で、60%以下の混合工の動的突固めでは $(\tau)_H > (\tau)_V$, $(\sigma)_H > (\sigma)_V$ である強度異方性を示す。次に、混合率の増減による強度定数C、内部摩擦角 ϕ の変化

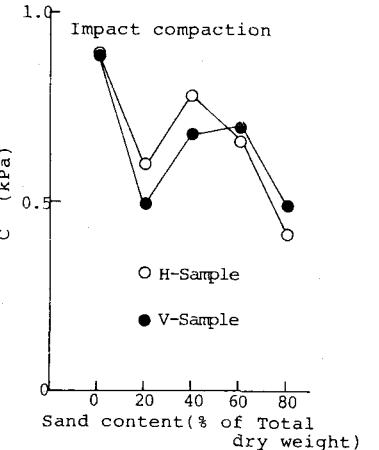


Fig.4 Relation between cohesion C, and sand content

とみくみすると、Fig.4に示す様に混合工の動的突固めの場合、粘着力は混合率が60%以上ではVSampleの方が、60%以下ではHSampleが大きい。内部摩擦角は、締固めの方法の違い、混合率の増減によるHVSsampleの違いはあまりみられない。この粘着力の違いは強度異方性に大きく影響を及ぼしているものと思われる。

また、混合工を水浸すると、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明らかに小さくなる。しかし、混合率0%、80%ではHVSsample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工というよりも砂に近い粒度分布を有している砂質土の性状が現れてくるものと思われる。混合率60%の場合には、砂質工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・市村(1979)：締固め工の圧縮異方性および強度異方性と締固め方法の關係について、土木学会論文報告集、

2) 鬼塚・林・市村・大石(1979)：締固め工の圧縮および強度異方性について、土木学会論文報告集、