

III-38 不飽和土の土構造と力学的特性について

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克彦

○正 吉武茂樹

学 久保信幸

1. 予えき：土構造は、土の種類や土の状態の違いによって異なる。特に、締固め土では、締固め方法の違い、締固め時の密度や含水比の違い、あるいは、土が砂質土であるか粘性土であるかによっても異なる。また、乱さない土と締固めた土とでも土構造は異なるものと考えられる。このような土構造の違い、特に、土粒子の配列構造の違いは、土の力学的特性(強度異方性を含む)の違いに大きな影響を及ぼしているものと思われる。着者らは、乱さない土や締固め土について、また、土の種類を変えて一面せん断試験を実施し、土構造(土粒子の配向性)と力学的特性の関係を明らかにした。なお、一面せん断試験を実施した理由としては、せん断面の角度が規定できることである。このせん断面が明確であるとすることは、着者らの研究目的である土構造と力学的特性との関係と試験結果から類推するうえで重要なものである。

2. 試料および試験方法：2.1 試料 試験に使用した試料は、白色粘土、まじ土、砂と粘土の混合土、不飽和の粘性土等である。乱さない試料は、CBR用モールドを切土斜面上に静かに押し込んで採取した。また、締固め土は、市販の含水比 $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の立方体モールドに締固めて作成した。これからFig. 1に示すようにH Specimen, V Specimenと削り出した。供試体の寸法は、 $\phi 6 \times 2\text{cm}$, $\phi 6 \times 1.2\text{cm}$ である。

2.2 試験方法 試験に使用した機械は、従来のおよび改良型の一面せん断試験機である。改良型の試験機では、圧密定圧せん断、圧密定体積せん断試験を行った。せん断方法は、応力制御とひずみ制御と併用した。非水浸試験は、初め分間圧密した後、1分間にせん断を行い、水浸試験は、圧密後、給水して垂直方向の変位が落ち着いてからせん断を行った。

3. 試験結果と考察：3.1 異方性を考慮した乱さない土の力学的特性 乱さない状態を採取した試料のせん断応力、垂直変位と水平変位の関係はFig. 2のようにになる。なお、この図の破線は、乱さない土と同じ密度と含水比を持つ様に静的に締固めた供試体のものを示している。乱さない土では、小さな水平変位で

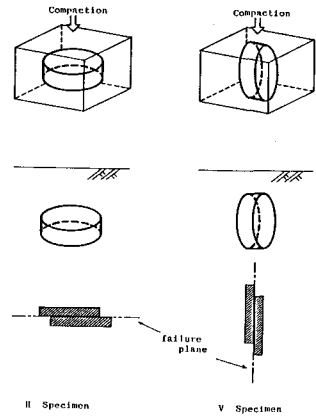
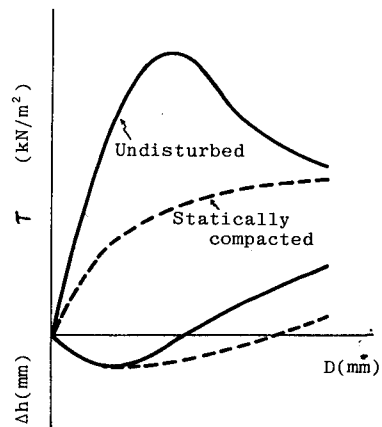


Fig.1 H specimen and V specimen

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

せん断応力の明確なピークが現われ、また、垂直変位についても、膨張に転じ易く、その量も大きい。一方、静的に締固めた供試体では、水平変位の増加とともに、せん断応力は徐々に増大し、ピークは見られない。しかしながら、残留強度は両者ともほぼ一致している。このことは、乱さない供試体の土構造がせん断応力のピークを示した後、せん断による粒子碾碎などの原因によって乱され、それに締固めた供試体の土構造に近づくためと思われる。また、乱さない供試体の膨張量が大きいということは、この供試体が強い固結力、すなわち、堅固な土構造を有しているものと推察できる。このことは逆に、この固結力の差が、乱さない供試体と静的に締固めた供試体のピーク時

のせん断応力の差によるものと考えられる。純粋な、乱さない工の H Specimen, V Specimen のせん断応力, 強度を比較すると次のようになる。V Specimen の方がせん断応力, 強度ともに大きく, $(\tau_N) > (\tau_H)$, $(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$ である。また, 垂直変位にフックも, V Specimen の方が膨張に軟じ易い。せん断応力, 垂直変位と水平変位の関係は Fig. 3 のようになると思われる。

3.2 異方性を考慮した締固め工の力学的特性 締固め工の場合, その締固めエネルギーがかなり大きいので, 締固めによる粒子破碎などの影響が大きく, せん断応力の明確なピークは見えない。せん断応力は, 水平変位の増加とともに徐々に増大して行く傾向にある。次に, 締固め工の強度異方性は, 締固め方法, 工の種類, 締固め密度によっても異なる。すなわち, マス工や風化片岩等の砂質土を締固めると, 締固め方法や含水比, 密度に関係なく, V Specimen の方が, せん断応力, 強度は大きい。 $(\tau_N) > (\tau_H)$, $(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$ である。砂と粘土の混合土では, 砂の混合率が 60% を超えると同様の傾向を示す。またダイレイタンス性を持つ V Specimen の方がより大きな値を示す。締固めた粘土土の場合は, 締固め方法の違いによって異なる。静的締固めでは砂質土と同じく, $(\tau_N) > (\tau_H)$, $(\tau_f)_V > (\tau_f)_H$ になる。動的締固めでは締固めエネルギーの大小によって強度異方性は異なる。

3.3 土構造: 一面せん断試験の結果に基づいては電子顕微鏡による土構造の観察を行って(1)から, 乱さない工および締固め工の土構造を推定するとあるべき次の様になる。締固めた粘土土にフックは, Yong と Warkentin の考えを参考にモデル化した土構造の概念図 Fig. 4 によって大

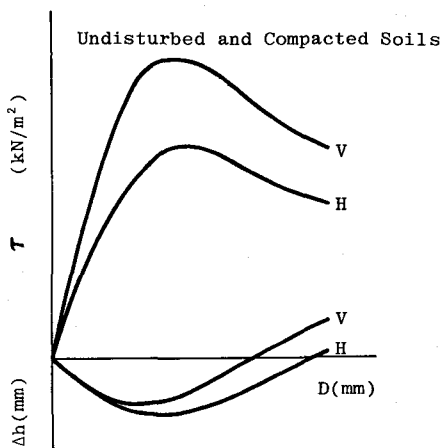


Fig. 3 Relation between shear stress τ , vertical displacement Δh and horizontal displacement D

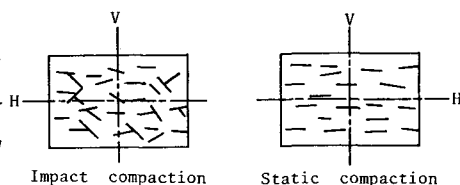


Fig. 4 Effect of compaction method on soil structure

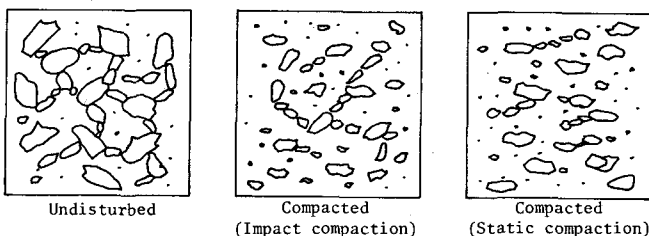


Fig. 5 Soil structures of decomposed granite soils

部分が説明できる。すなわち, H 方向にせん断した場合, 動的締固めの方が静的締固めよりもせん断強度は大きい。また, V 方向にフックは, 逆に, 静的に締固めの方が大きい。次に, 砂質土, 特に, 乱さないマース工と締固めたマース工の土構造を簡単にモデル化してみると Fig. 5 のようになる。乱さないマース工では, ランダムな土構造ではあるが, 水平方向の粒子配列が卓越しているものと考えられる。また, 乱さない工は, 工粒子間の結合力が強く, 堅固な土構造を有しているものと思われる。静的に締固めた場合は, 工粒子が水平方向により配向した土構造に, 動的締固めでは, 乱さない工と同様の土構造になっているものと推察できる。

すなわち, 上記の土構造はほとんど一面せん断試験の結果から推定したものであり, 土構造と力学的特性の関係をよりよく解明するためには, 電子顕微鏡による土構造の観察やサクションの測定がより必要と思われる。

参考文献

- 鬼塚茂徳・吉武茂樹「混合工の強度異方性」工質工学論文報告集(1983) Vol. 23, No. 4, pp. 149~156
鬼塚茂徳・吉武茂樹「マース工の異方性について」昭和70年度土木学会西部支部研究発表会, 講演要録集