

乱さない三郡変成岩風化土の一面せん断特性

山口大学大学院 学生会員○小山泰正

山口大学工学部 正会員 山本哲朗 鈴木素之

日特建設(株) 正会員 原田 博

1. はじめに 山口県内において広範に分布する三郡変成岩およびその風化土は、発達した片理構造を有しており、降雨時にはこの面を弱面とした斜面崩壊が度々発生している。その片理構造が由来となって風化土においても強度・変形特性がせん断方向によって大きく異なることが示唆される^{1),2)}。山口県宇部市で採取した三郡変成岩風化土の乱さない試料を、原地盤の水平面に対して種々の切り出し角度で供試体を成形し、これを用いて圧密定圧一面せん断試験を実施した。本文ではこれら試験結果に基づいて乱さない状態での三郡変成岩風化土の強度異方性について検討した。

2. 試験概要

(1) 土試料の物理的性質 山口県宇部市西岐波において三郡変成岩の一種である泥質片岩風化土の乱さない試料を採取した。試料の物理的性質は、 $\rho_s = 2.7569 \text{ g/cm}^3$, $D_{\max} = 11.7 \text{ mm}$, $D_{50} = 0.009 \text{ mm}$, $F_c = 95.1 \%$, $F_{\text{clay}} = 35.2 \%$, $w_L = 53.4 \%$, $w_p = 22.7 \%$, $I_p = 30.7$ であり、高液性限界粘土(CH)に分類される。

(2) 試験方法および試験条件 供試体は原地盤における水平面に対して切り出し角度 α を 0° , 30° , 60° , 90° の4通りに変えて作製した。垂直応力 σ_N を 49 kPa, 98 kPa, 147 kPa

として24時間圧密後、せん断速度 0.02 mm/min , せん断変位 7 mm , 非水浸の条件で圧密定圧一面せん断試験を行った。ここで、今回実施した一面せん断試験は簡易定圧条件であり、ダイレイタンシーに起因する周面摩擦力によりせん断面に作用する垂直応力 σ_N は随時変化するので、 σ_N は周面摩擦力の影響を考え反力板側で測定した垂直力により算出している。

3. 試験結果と考察 図-1 に乱さない試料の初期状態量のばらつきを示す。図の左縦軸は初期間隙比 e_0 (記号: ●), 右縦軸は初期飽和度 S_{r0} (記号: ○), 横軸はサンプル数 N である。 e_0 に関して、平均値 $\bar{e}_0 = 1.332$, 最大・最小値の差 $\Delta e_0 = 0.383$ であり、また S_{r0} に関して $\bar{S}_{r0} = 76.2 \%$, $\Delta S_{r0} = 12.5 \%$

であった。 e_0 および S_{r0} の平均値からの最大・最小値の差の割合は、それぞれ $\Delta e_0 / \bar{e}_0 = 0.16$ および $\Delta S_{r0} / \bar{S}_{r0} = 0.29$ である。

図-2(a)～(c)にそれぞれ垂直応力 $\sigma_N = 49 \text{ kPa}$, 98 kPa および 147 kPa の下でのせん断応力 τ , 水平変位 D および垂直変位 ΔH の関係を示す。図中の記号は試料の切り出し角 α によって変えている。まず、図-2(a)の $\sigma_N = 49$

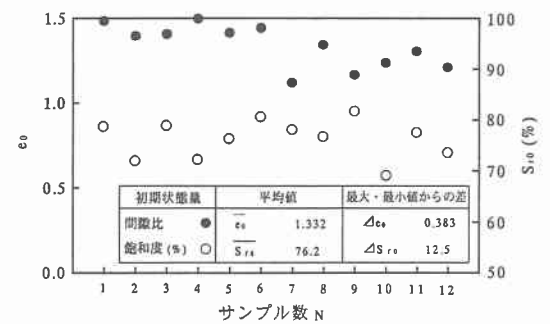


図-1 乱さない試料の初期状態量のばらつき

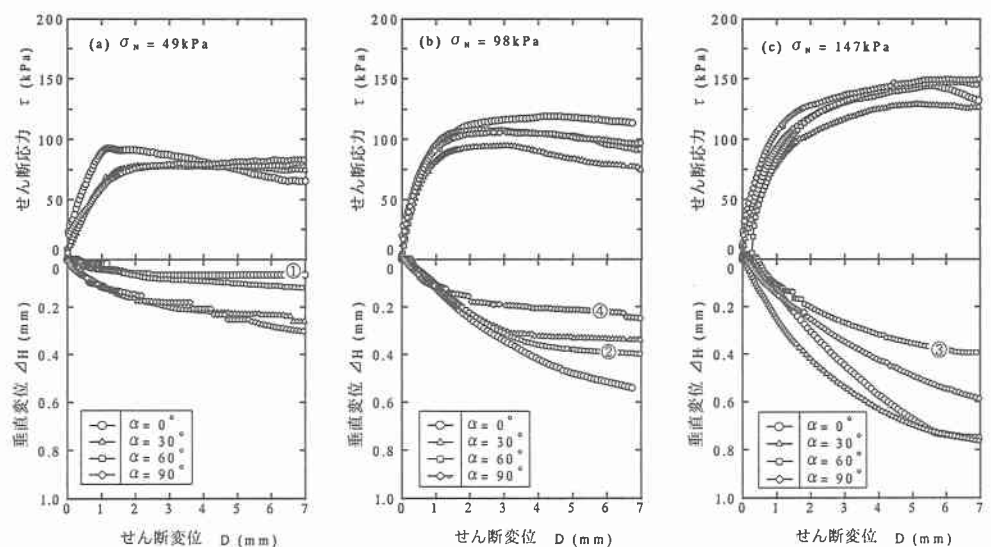


図-2 各 σ_N における τ - D - ΔH 関係

kPa の場合、 $\alpha=0^\circ$ (記号: ○)を除いて、 τ -D 関係では α の影響はあまりみられない。 $\angle H$ -D 関係では若干ばらつきがみられるが、これは不攪乱試料が元々有する不均一性が原因として考えられる。一方、 $\sigma_N=98$ kPa および 147 kPa の場合、 τ -D- $\angle H$ 関係に α の影響が明確にみられる。これらの挙動をより詳細に検討するために、図-3(a)~(d)に各切り出し角 α におけるせん断応力 τ と垂直応力 σ_N の関係を示している。各 α に対応する強度定数 ϕ_d 、 c_d は図中に示す。図-3(a)、(c)および(d)に示す応力経路①~④をみると、せん断に伴って σ_N が若干増加する傾向にあり、このことは図-2に示した τ -D- $\angle H$ 関係において、各 σ_N の下で $\angle H$ -D 関係の実測値は小さく、ダイレイタンスーはほぼ定常状態になっていることからわかる。図-4にダイレイタンスーによる間隙比変化量 Δe と切り出し角 α の関係を示す。 α が大きくなるにつれて、 $\sigma_N=49$ kPa の場合、 Δe は増加しているが、 $\sigma_N=98$ kPa および 147 kPa の場合、 Δe は減少する傾向にある。このように α と σ_N の大きさによってダイレイタンスーは大きく変化する。

図-5(a)および(b)にそれぞれ切り出し角 α と内部摩擦角 ϕ_d および粘着力 c_d の関係を示す。 α が大きくなると、 ϕ_d は大きくなり、 c_d は小さくなる傾向にあり、 $\alpha=0^\circ$ と 90° における ϕ_d および c_d の差はそれぞれ約 7.5° および20 kPaである。原地盤からの試料の切り出し角を大きくすると、せん断強度の発現は粘着成分から摩擦成分へと変化するようである。これらの強度異方性の原因として、三郡変成岩の片理構造に由来する土粒子の配向構造の違いが考えられる。

4. まとめ 本研究で得られた知見を要約すると次のとおりである。① 乱さない三郡変成岩風化土の内部摩擦角 ϕ_d は、原地盤の水平面に対する試料の切り出し角の増加に伴って大きくなり、逆に粘着力 c_d は小さくなる傾向がみられた。② 上記①の特性は乱さない試料が有する土粒子の原構造が、せん断方向によって異なる強度特性を発揮することを意味し、このような強度異方性を考慮した斜面安定解析をすることが必要である。

【参考文献】

- 1) 山本哲朗・大原資生・西村祐二郎・瀬原洋一：山口県下の三郡変成岩からなる切土砂面に見られる豪雨崩壊の特徴，地盤工学会論文報告集，Vol.36，No.1，pp.123~132，1996。
- 2) 山本哲朗・鈴木素之・宮内俊彦・植野泰史：三郡変成岩からなる切り土斜面の豪雨崩壊，土と基礎，Vol.47，No.8，pp.29~31，1999。

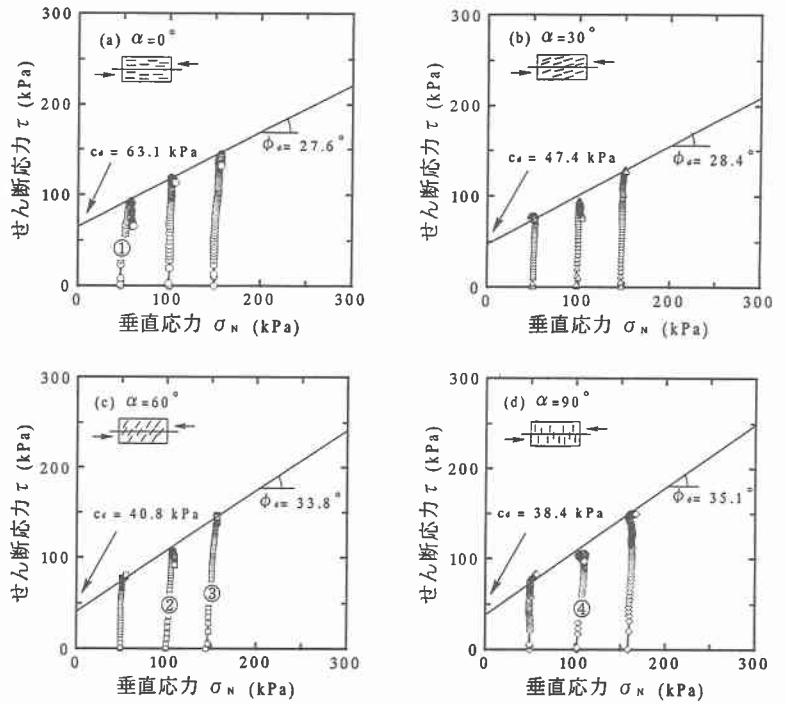


図-3 試料の切り出し角 α が異なる場合の応力経路と強度定数

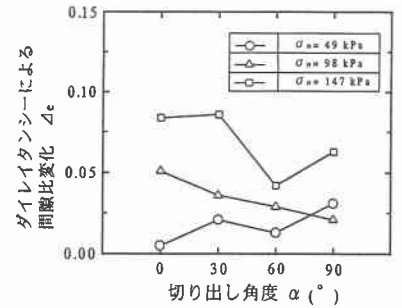


図-4 ダイレイタンスーによる間隙比の変化

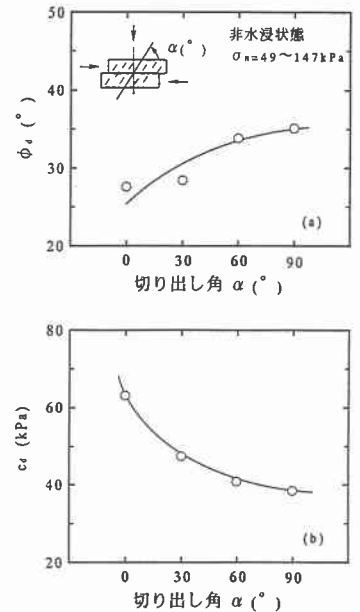


図-5 内部摩擦角 ϕ_d および粘着力 c_d と切り出し角 α の関係