

乾燥と水浸を与えた珪藻土のせん断特性

大分県立中津工業高校 正 立石義孝
佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
佐賀大学 理工学部 学 O 山下 章

1. まえがき

珪藻軟岩(一般には珪藻土と呼ばれている)は、堆積岩特有の固結力を有すが、乾燥した珪藻土を水に浸すと、土塊が崩壊するいわゆるスレーキング現象が生じる。珪藻土の自然斜面においてスレーキングによる浸食破壊が危惧される。そこで本報告は、乾燥させた珪藻土を条件を変えて水浸した後、一面せん断試験を行い、そのせん断特性を明らかにしようとするものである。

2. 供試体作成および試験方法

今回の試験に使用した試料は、大分県玖珠郡九重町に産出する珪藻土である。試料の物理的性質¹⁾を表-1に示す。一面せん断試験用供試体(直径6cm、高さ2cm)はブロックサンプリングした試料から、供試体の上下面が地表面に平行になるように削り出した。供試体の乾燥方法は、クラックが発生せずに110℃の炉乾燥質量にほぼ等しくなように、40℃～100℃まで段階的に5日間に渡って温度を上げた。図-1に示すように不攪乱試料に水浸を与えたもの(実験A)と乾燥した試料に3通りの条件で水浸を与えたもの(実験B、C、D)について、せん断速度0.25mm/min、荷重0.2～3.0kgf/cm²の7段階で一面CD試験を行った。

3. 試験結果と考察

3-1. せん断応力とせん断変位の関係(τ-D曲線)

図-2(a)に $\sigma=0.2(\text{kgf/cm}^2)$ 、(b)に $\sigma=3.0(\text{kgf/cm}^2)$ の τ - ΔH -D曲線を示す。今回の試験では垂直荷重 $\sigma=1.0\text{kgf/cm}^2$ を境に τ -D曲線に差が表れた。図-2(a)の実験Dのように、 $\sigma=1\text{kgf/cm}^2$ 以下ではせん断応力が一度ピークを示してもまた上昇し始め、前ピークより大きいピークを示す場合がある。ここではピークを示した順に、1次、2次、3次ピーク(1次ピーク強度<2次ピーク強度<...)と表す。2次・3次ピークの発生は垂直荷重の増加に伴うせん断面の形状の変化にあると考えられる。試験終了後、供試体のせん断面を観察すると $\sigma=1.0\text{kgf/cm}^2$ 以下では凹凸が生じているが、それ以上の垂直荷重では平滑である。せん断変位の増加に伴い発生したせん断面の凹凸が、せん断抵抗の増大を生んでいるものと考えられる。 $\sigma=0.2\text{kgf/cm}^2$ の場合、実験Aに対して実験C・Dは小さな1次ピークを示したが、実験Bには差が認められなかった。 $\sigma=3.0\text{kgf/cm}^2$ の場合にも同様の傾向を示した。

土粒子の密度 (g/cm ³)	2.083
自然含水比 (%)	169.0
湿潤密度 (g/cm ³)	1.292
乾燥密度 (g/cm ³)	0.481
間隙比	3.331
液性限界 (%)	NP
塑性限界 (%)	NP
細砂分 (%)	1.0
シルト分 (%)	45.0
粘土分 (%)	54.0
pH	2.35

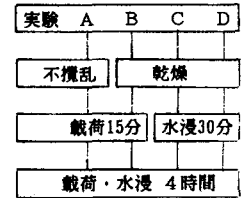


図-1 試料の荷重、水浸状況

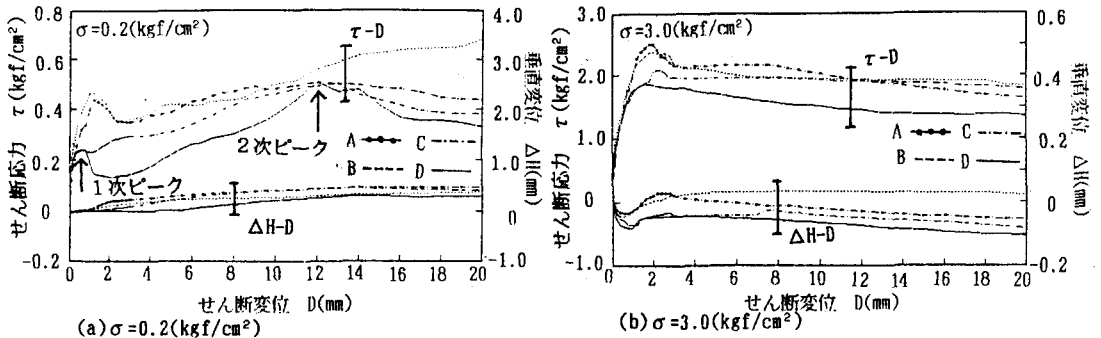
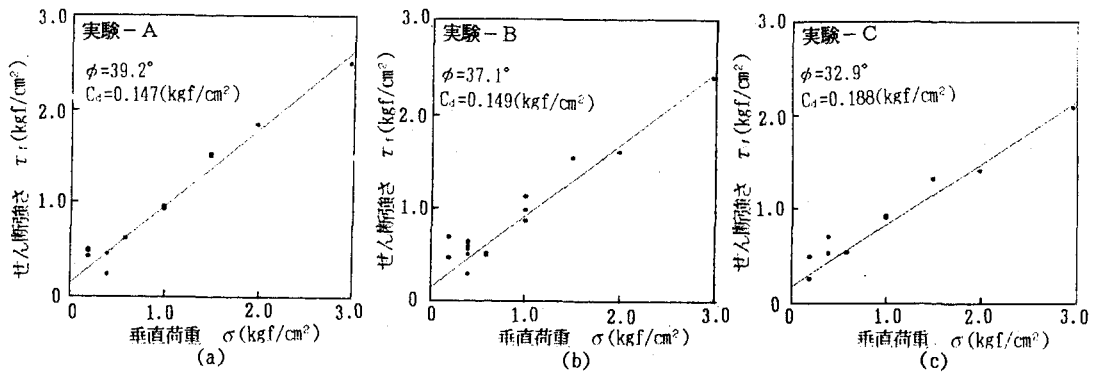


図-2 せん断応力・垂直変位・せん断変位曲線



3-2. 垂直変位とせん断変位の関係(ΔH-D曲線)

ΔH-D曲線は、4実験とも垂直荷重の増加に伴い体積の膨張量が減少していく傾向を示した。図-2(a)、(b)にも認められるように、実験Dが全ての垂直荷重で実験A、B、Cに対し小さな体積膨張を示した。大きな垂直荷重では、図-2(b)のようにせん断変位が1mmを越える辺りから供試体が収縮を示している。 $\sigma=2.0\text{kgf/cm}^2$ でも認められた。大きな間隙比でありながら強い固結力を有する珪藻土が、せん断により大きい垂直荷重 σ のもとで僅かであるが収縮する。

3-3. せん断強さと垂直荷重(τ - σ)

図-3に実験A、B、C、Dのせん断強さと垂直荷重の関係を示す。同一垂直荷重上の複数の点は2次・3次ピークが現れたことを示している。図中に示した破壊線、 C_0 、 ϕ_0 は、一次ピーク値で求めた。一次ピークでは実験Aと実験Bの間に強度差はあまり認められない。実験C、Dは、実験A、Bより少し強度が小さく、実験C、Dを比較すると実験Dの粘着力 C_0 が低い。しかし、2次・3次ピークを考慮すると $\sigma=1.0\text{kgf/cm}^2$ 以下では4実験ともせん断強さの差は、認められなかった。実験A・Bでは1次ピークに対する2次・3次ピークの増加量が0~50%程度なのに対し実験C・Dでは100~300%であり、その結果最大せん断応力が実験A~Dでほぼ一致するためである。乾燥した珪藻土への無載荷状態での水浸(実験C、D)が土構造を脆弱化させ不攪乱試料に比べ1次ピークを低下させるが、せん断変位の増加に伴い2次・3次ピークとして不攪乱試料と同程度のせん断強度を示す。これが珪藻土のせん断特性の特徴といえる。実験Cに対して実験Dが1次ピークで低い値を示したのは、実験Cでは供試体底部から水を送るため供試体中の空気は乾燥した供試体中を上方向へと抜けて行くが、実験Dでは上部から水を送るため圧縮空気が湿った供試体中を上方向に抜けていき、土塊が脆弱化するためと考えられる。

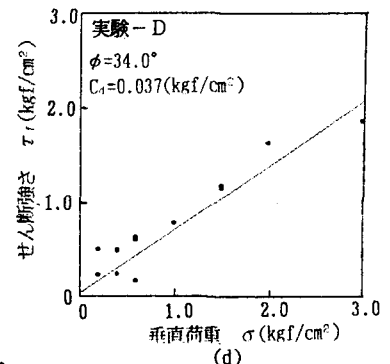


図-3 せん断強さと垂直荷重の関係
(実験A~D)

4. あとがき

珪藻土は、スレーキング現象を生じ数分後にはヘドロ化する。しかし一面せん断試験機内では、上下方向の拘束は無くとも側方からの拘束があるため、今回の実験では予想したほどの乾燥と水浸による著しい強度低下は認められなかった。しかし実際の斜面では、乾燥と水浸を最も受け易いのは拘束圧の小さい表層付近である。法面保護対策として植生が行われているが夏場は乾燥を受けるので十分な管理が必要と考えられる。なお、この研究は科学研究費、一般研究Bの補助を受けて実施された。

参考文献

- 1) 立石・鬼塚・吉武・小波：珪藻土の生石灰による安定処理効果 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, PP.568~569, 1992