

大分県 玖珠郡九重産珪藻土の工学的性質

大分県立日田林工高校 ○立石 義孝
九州大学工学部 落合 英俊
九州大学工学部 林 重徳
九州大学工学部 坂井 晃

1. まえがき

玖珠地方に産出する珪藻土は、第四紀の前期更新世に古玖珠湖において繁殖した単細胞の珪藻遺骸を主体とし、一部粘土や火山灰などを含む堆積土である。微細な珪殻のみが化石化残存したもので極めて多孔質で特異な物性に加え、ぜい性的な変形挙動を呈する。土質工学上の分類は、植物起源の有機質土で普通の粘土鉱物とは成因が異なることから特殊土として取扱われている。珪藻土の土質工学的特性に関する研究は極めて少ないが、近年地域の開発事業により山間部に堆積している珪藻土を対象とした工事が増加しており、地盤材料としての工学的性質を明らかにしておく必要がある。以上のことから、基礎的な実験結果をもとに珪藻土の工学的特性の一部について考察を行なう。

2. 珪藻土の形成過程と層序

大分県における珪藻土の分布状況・地形・地質及び地史は、文献 1) において詳細に報告したが、地層群の層序区分の関係は、最下部に位置する変朽安山岩類及び緑色凝灰岩の上に載る安山岩類と堆積層を玖珠層群といい、この層群を下部より宝泉寺・野上・日出生の各部層に分けている。今回使用の珪藻土は、野上部層に属し、豊肥火山活動の時期に淡水の珪藻が最も適した好条件のもとに繁殖した遺骸が堆積したものである。野上部層の珪藻土は、化石珪藻を多量に含む珪藻土であり、珪藻の種類はCyclotellaを優占種とし、StephanodiscusやMelosira等を混在種としている。層厚は、5~7m程で粗目竊状のほぼ水平な構造を形成している。

3. 供試体及び試験方法

今回、試験に用いた珪藻土は、玖珠郡九重町野上に産出する野上部層のものである。試料の乱れをなくすため、掘削現場で堆積方向に留意しながらブロックサンプリングした。一軸圧縮・圧裂引張り・一面せん断の各試験及びその他の試験方法は、JISに規定された試験方法により実施した。

4. 試験結果と考察

1) 物理・化学的性質

珪藻土の物理的性質を表-1,表-2に示す。普通土に比べて比重,密度は小さく、特に乾燥密度が非常に小さいため間隙比は大きな値を示す。このため自然含水比は極めて高い。粒度分布は、ほぼ均等なシルト分が主体であり、他は粘土分である。シルト分が多いために液・塑性限界値の測定は不可能であった。珪酸の含有量が80%以上を占め、他に酸化アルミニウム、酸化第二鉄などからなり大部分が珪酸からできている。土粒子の構成は、珪藻遺骸がほとんどで他に石英・長石等の造岩鉱物及び火山灰等である。これらの粒子間に結合力が働き固結して軟岩状を呈して

表-1 珪藻土の物理的性質

採取地	九重町野上(奥双石)
色調	水平竊状の灰白と緑灰
比重	2.08
自然含水比	168.6%
湿潤密度	1.24g/cm ³
乾燥密度	0.46g/cm ³
間隙比	3.54
砂分	0%
シルト分	67.8%
粘土分	32.2%

表-2 珪藻土の化学組成とpH

化学成分(%)									pH(Kcl)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig.loss	Total	
87.60	2.61	1.03	0.33	0.12	0.52	0.47	5.57	98.25	2.03

いると考える。結合力の最も強いものは、セメンテーションでコロイド状の珪酸・アルミニウムあるいは鉄の水酸化物、有機物や各種の炭酸塩類が関与し、かつ電気化学的作用があり土粒子表面の電荷イオン等が関係している。他に焼成作用として地質学的な時間の経過とともに結合力が増大したものと考える。pHは、層により異なるがpH2.03（測定条件、乾燥土：水＝1：4.5）と強酸性である。この原因は、硫酸塩や塩化物中の陽イオンが土中に含まれる粘土鉱物によって塩基置換され、溶液中に塩酸や硫酸が生じる場合と硫化水素が発生し常時水分が供給される状態にある土中では、3種の硫黄酸化細菌（*Thiobacillus* spp）が自然更新（succession）しながら硫酸を生成しpHを低下させる²⁾ 場合がある。本珪藻土の場合の主たる原因は、後者でpH / 1 / 2がpH9.0になるまでは主として*Thiobacillus x*が作用し、pH 9.0～5.0の範囲では*Thiobacillus thioararus*が増殖して硫酸を生成し、pH5.0以下の範囲では*Thiobacillus concretivorus*が主として繁殖し硫酸を生成し最終的にpH2.0まで到達する。

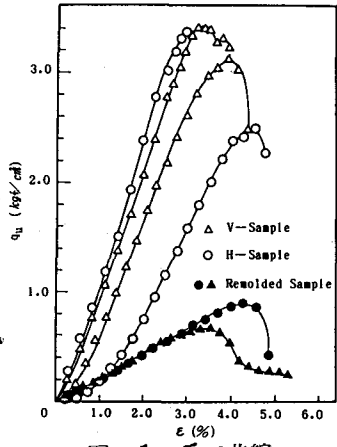


図-1 σ-ε曲線

2) 力学的特性

一軸圧縮試験の供試体は、圧縮方向が堆積面と垂直なH-Sample及び堆積面と平行なV-Sampleを作成した。図-1は応力～ひずみ曲線である。せん断面は水平と67～75°の角度をなし顕著なピークが現われる。破壊時は、縦方向に引張りクラックを生じ、ピーク後は、急激に応力低下しぜい性的破壊に至る。鋭敏比は、3.7～5.8と沖積粘土に相当するが、ぜい性度は5.4～/6.3となり軟岩に属する。図-2、図-3に一面せん断試験結果のτ～D、Δh～Dの各曲線及びτ～σ図である。σの増加とともに、せん断剛性及びτを生じる時のDの値は大きくなっており、破壊形態もぜい性的破壊から延性的な破壊へ移行している。Δh～D曲線では、σが小さいとΔhは増加しダイレタンスが始まりτ_pに達すると急増する。破壊後もダイレタンスは生じるが増加率は徐々に低下して平坦になる。σが大きくなるとせん断開始直後Δhは減少するがτ_pに達するまで増加し破壊後は平坦な傾向となる。図-3は、ピーク及び残留の各強度をτ_p、τ_rとして示したものである。ピーク強度のばらつきが大きく、φ_pは10°以上も異なるが、φ_rでは43°程度に落ち着く。

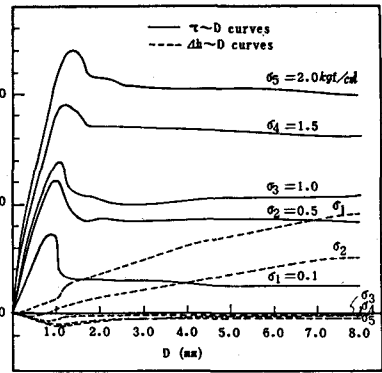


図-2 τ～D曲線とΔh～D曲線

5. あとがき

珪藻土は、堆積岩特有の固結力を有し極めて多孔質であるが、強度は高くぜい性的な挙動を呈する。外的作用などで土の構造が乱されると、特異な強度・変形特性を示す。このため、設計・施工に際しては留意する必要がある。日頃よりご指導を戴いている九州産業大学教授 山内豊聡博士(九州大学名誉教授)に感謝いたします。尚、本研究の一部は、昭和60年度文部省科学研究費補助金(奨励研究(B))によるものである。

参考文献

- 1) 立石・山内・落合・林：大分県玖波郡九重産珪藻土の物理・化学的性質，第3回日本地質学会九州支部研究発表会予稿集，pp.45～48，1985。
- 2) Parker, C.D.: Species of Sulphur Bacteria Associated with the Corrosion of Concrete, Nature, 159(4039), pp.439～440, 1947.
- 3) 土質工学会編：土質調査試験結果の解釈と適用例，第5巻—粘土圧縮試験，土質工学会，pp.175～215，1979。

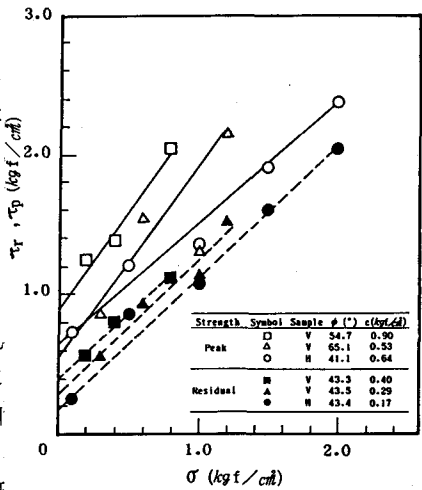


図-3 τ_p～σ及びτ_r～σの関係