

珪藻土の力学特性と微視的構造

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

" 大学院 学○ 廣澤茂

1. まえがき

珪藻土は、極めて特異な物性、力学特性を有し¹⁾ その要因として、珪藻遺骸からなる土粒子構造や、それら土粒子間に働く発達した固結力などが挙げられる。今回は、既に報告している²⁾ 圧密非排水三軸圧縮試験後の試料を用いて電子顕微鏡による観察およびポロシメーターによる間隙径分布測定を行い、微視的な立場から珪藻土の土構造と力学特性との関連について考察する。

2. 観察・測定に用いた試料について

2-1. 電子顕微鏡観察

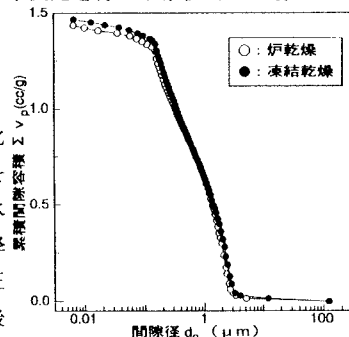
試料は大分県玖珠郡の工事現場における切土斜面より採取した未風化状態の珪藻土であり、その物性値などは既に報告している³⁾。この試料を用いて $\sigma_3=0.1\sim85\text{kgf/cm}^2$ の範囲で12通りの拘束圧力条件で圧密非排水三軸圧縮試験を行った。この中から、一次元圧密試験で得られた明確な降伏応力 $p_c=18.5\text{kgf/cm}^2$ をもとに、過圧密域での $\sigma_3=5, 15\text{kgf/cm}^2$ 、また正規圧密域での $\sigma_3=25, 65\text{kgf/cm}^2$ の4通りの拘束圧条件の三軸圧縮試験後試料を対象に、炉乾燥試料を用いて走査型電子顕微鏡での観察を行った。

2-2. 間隙分布測定試験

装置として水銀圧入型ポロシメーター装置(約 $400\sim0.0064\mu\text{m}$ の細孔径が測定可能)、試料は上述と同じ拘束圧条件のものを用いた。ここで、試料については、その乾燥法について配慮する必要がある。図-1に不攪乱試料における試料乾燥方法の違いによる間隙径分布の結果を示す。ここで、図b)の指数容積間隙分布とは、図a)における累積間隙容積の値を間隙径の対数で微分したものであり、細孔の分布状況を示すものである。図a)から凍結乾燥、炉乾燥の両試料ともほぼ同様な曲線形状を示し、累積間隙容積から計算すると凍結乾燥に比べ炉乾燥試料が約2.1%程度収縮している。また、図b)からも両曲線はほぼ同様の分布状況を示している。通常、間隙分布測定を行う場合、試料は乾燥収縮の影響を抑えるために凍結乾燥によるものを用いる³⁾。しかし、以上の結果から珪藻土については乾燥収縮の影響を無視できるとして、試料の乾燥はすべて炉乾燥で行った。

3. 試験結果および考察

図-2に累積間隙曲線を示す。この図より過圧密域での拘束圧力($\sigma_3=5, 15\text{kgf/cm}^2$)の曲線は、不攪乱の曲線と近い形状を示すのに対して、正規圧密域のものでは立ち上がりが緩やかになっている。図-3の拘束圧力と累積間隙容積の関係からも分かるように、不攪乱、 $\sigma_3=5, 15\text{kgf/cm}^2$ では累積間隙容積 Σv_v の値はほぼ横ばいであるのに対して、 σ_3 が p_c を越えると急激に Σv_v の値は減少し、さらに σ_3 の増加にともなって減少していく。写真-1に電子顕微鏡写真(不攪乱試料のものは $\sigma_3=5\text{kgf/cm}^2$ と比べてほとんど違いが認められなかったのでここでは省略する。)を示す。 $\sigma_3=5\text{kgf/cm}^2$ の写真では円盤状の多孔質珪藻遺骸が数多く存在している。 $\sigma_3=15\text{kgf/cm}^2$ のものでは円盤形状を保っているものの多少外縁が外れたものが確認でき、 p_c を越えた $\sigma_3=25\text{kgf/cm}^2$ では外れた外縁も細分化して全体的にも高密度化がうかがえる。 $\sigma_3=65\text{kgf/cm}^2$ になると、完全な形状の珪藻遺骸は見受けられず、更なる高密度化が進行している。図-4は指数容積



a) 累積間隙曲線

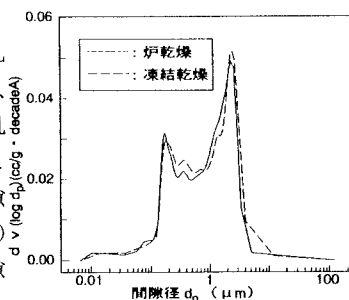
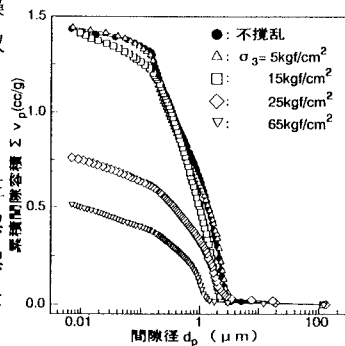
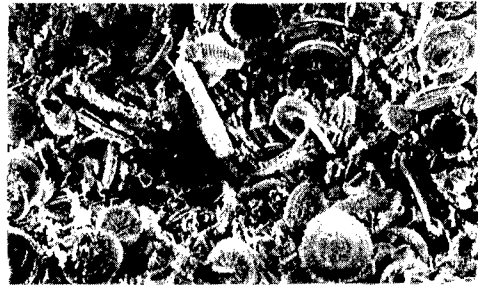
b) 指数容積間隙分布曲線
図-1 不攪乱試料の間隙分布

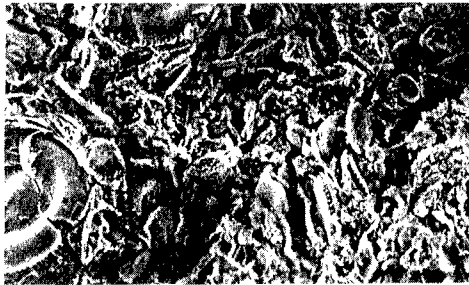
図-2 累積間隙曲線



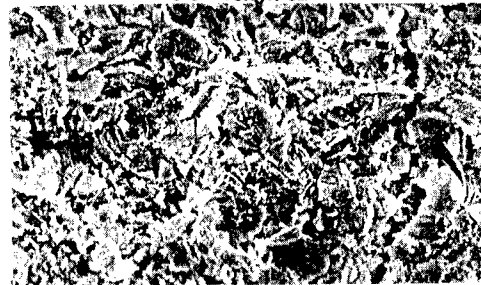
$\sigma_s = 5 \text{ kgf/cm}^2$



$\sigma_s = 15 \text{ kgf/cm}^2$



$\sigma_s = 25 \text{ kgf/cm}^2$



$\sigma_s = 65 \text{ kgf/cm}^2$

写真-1 電子顕微鏡写真

間隙分布曲線である。図a)に不攪乱と過圧密域、b)図に不攪乱と正規圧密域でのものを示す。図a)より、不攪乱と $\sigma_s = 5.0 \text{ kgf/cm}^2$ のものでは d_p が $0.2 \mu\text{m}$ と $3.0 \mu\text{m}$ 付近の二箇所ピークがあらわれており、ほぼ近似した分布状況となっている。 $\sigma_s = 15 \text{ kgf/cm}^2$ では、図-3では Σv_p の値は前者の二試料と近い値を示していたが、間隙分布状況は異なっており $0.2 \mu\text{m}$ 付近でみられたピークがなくなり、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 付近が増加している。一方、図b)の $\sigma_s = 25, 65 \text{ kgf/cm}^2$ ではピークが $1.0 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 付近の一箇所のみになり、その分布量も極端に減少する。

4. まとめ

以上の観察、測定結果から、1)珪藻土の場合、凍結乾燥と炉乾燥の乾燥法のちがいは乾燥収縮、土構造の変化はほとんどない。2)不攪乱および低圧状態では、間隙分布状況は二つの範囲に大別できる。3)累積間隙容積は圧力の増加にともなって減少し、特に p_c を境にした減少量が著しい。4)電子顕微鏡写真から圧力増加にともなう珪藻遺骸土粒子の破碎、高密度化する状況が確認されたが、このことは主に $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲の間隙径分布の減少という形にあらわれている。という結論が得られた。

最後にポロシメーターの使用に際して、多大なる御協力を頂いた九州工業技術研究所の井上耕三氏に謝意を表します。

参考文献 1) 立石・鬼塚・落合・林：大分県地方における珪藻土の工学的性質，土と基礎，Vol. 42, No. 5, pp. 47～52, 1994. 2) 立石・鬼塚・廣澤：大分県玖珠地方の珪藻土の三軸圧縮特性，土木学会第51回年次学術講演概要集，pp. 760～761, 1996. 3) 立石・鬼塚・廣澤：乾湿を与えた珪藻土の力学特性，土木学会第50回年次学術講演概要集，pp. 434～435, 1995. 4) 山口・池永：土構造評価への水銀圧入型ポロシメーター装置の利用，土と基礎，第41巻，第5号，pp. 15～20, 1993.

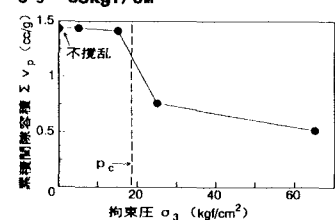
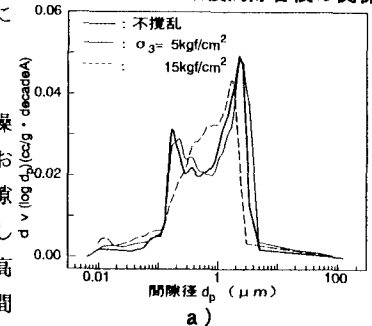
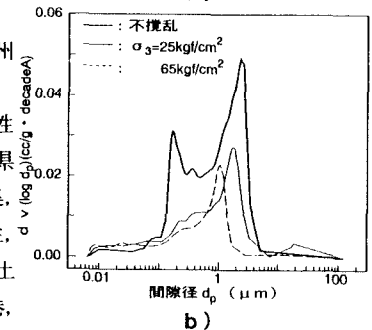


図-3 拘束圧力と累積間隙容積の関係



a)



b)

図-4 指数容積間隙分布