

珪藻土と有明粘土のEDTA処理による 圧密特性の変化

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
理工学部 学 〇岡部弘幸

1. まえがき

珪藻土、有明粘土ともに自然堆積土であり、特に有明粘土には多量の珪藻遺骸が含まれているためか、両者の物理的性質は類似している。両者ともその長期間にわたる堆積過程においてセメンテーションを有する土構造を形成しており、練り返しなどによりひとたびその土構造が破壊されると、極めて軟弱になる。今回は珪藻土、有明粘土を用い、それぞれ不攪乱試料、練り返し試料およびリーチング（EDTA溶液によりセメンテーション物質を人工的に除去）を与えた試料について、液性限界および圧密特性の変化を調べた。また、圧密試験から求めた透水係数の変化についても言及する。

2. 試料および試験方法

実験に使用した試料は大部分県玖珠郡九重町下尾本の工事現場における切土斜面より採取した不攪乱（未風化）の珪藻土と、佐賀県小城郡芦刈町の深度2mで採取した乱さない有明粘土である。表-1の物理的性質からも分かるように間隙比、含水比は類似した値を示している。液性限界は湿潤有明粘土、空気乾燥した珪藻土を乱した後、 $425\mu\text{m}$ ふるいに通過させた試料と、その後さらにEDTA溶液で処理した試料を用いて、通常の液性限界試験器とフォールコーン試験器の2通りで測定した値である。なお、リーチング溶液には0.3mol濃度のエチレンジアミン四酢酸二ナトリウム(EDTA)を用いた¹⁾。これらの液性限界をもとに(1)不攪乱試料、(2)練り返し試料、(3)含水比を液性限界に調整した練り返し試料、(4)EDTA処理後含水比を液性限界に調整した練り返し試料の4通りについてそれぞれ一次元圧密試験を行った。圧密圧力は珪藻土で 80kgf/cm^2 、有明粘土で 12.8kgf/cm^2 まで段階載荷し、一つの荷重段階で24時間圧密とした。

表-1 珪藻土と有明粘土の物理的性質

	珪 藻 土	有 明 粘 土
土 粒 子 の 密 度(g/cm^3)	2.01~2.09	2.56~2.60
湿 潤 密 度(g/cm^3)	1.24~1.30	1.35~1.43
乾 燥 密 度(g/cm^3)	0.46~0.56	0.58~0.66
自 然 含 水 比 (%)	137~169	130~150
自 然 間 隙 比	2.89~3.54	3.30~3.90
シ ル ト (%)	0~16	0
粘 土 (%)	65~68	31~35
液 性 限 界 (%)	20~32	63~69
EDTA処理の液性限界 (%)	142~150	118~126
	128~138	93~100

これらの液性限界をもとに(1)不攪乱試料、(2)練り返し試料、(3)含水比を液性限界に調整した練り返し試料、(4)EDTA処理後含水比を液性限界に調整した練り返し試料の4通りについてそれぞれ一次元圧密試験を行った。圧密圧力は珪藻土で 80kgf/cm^2 、有明粘土で 12.8kgf/cm^2 まで段階載荷し、一つの荷重段階で24時間圧密とした。

3. 試験結果および考察

珪藻土と有明粘土の液性限界試験を行った結果、双方ともにEDTA溶液で処理すると15~20%程度液性限界の値が減少することが分かった。これはセメンテーション物質による粒子間結合力がEDTA溶液で処理することによって除去され、低い含水比で同様の柔らかさが得られたものと考えられる。

図-1に不攪乱試料の一次元圧密試験の結果を示す。珪藻土 $p_c=18.5\text{kgf/cm}^2$ 、有明粘土 $p_c=0.24\text{kgf/cm}^2$ と両者とも明確な降伏応力が得られた。ここで両者の圧密降伏応力は有効土被り圧によって生じた圧密降伏応力に相当せず、セメンテーション（土粒子間の化学的な結合作用）による結合力を含んだものであり²⁾、特に珪藻土においてはその影響が顕著に現れている。図-2は珪藻土の(2)練り返し試料、(3)含水比を液性限界に調整した練り返し試料、(4)EDTA処理後含水比を液性限界に調整した練り返し試料の1次元圧密試験の結果である。珪藻土の練り返し試料の $e-\log p$ 曲線は直線にならないが、これは試料を練り返すことによって骨格構造は破壊されるものの粒子間のセメンテーションが一部残存しているの

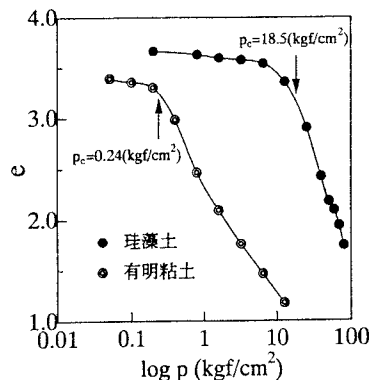


図-1 不攪乱試料の $e-\log p$ 曲線

ではないかと思われる。これらの試料の見かけの降伏応力 p_c を比較するとEDTAで処理しない自然含水比 $w_n=158\%$ 、液性限界含水比 $w_L=149\%$ の2つの含水比の違う試料では p_c はほぼ同じ値になるのに対し、EDTAで処理した試料の p_c は若干低い値を呈する。これは残存する粒子間のセメンテーションがリーチング作用により除去されたためだと考えられる。一方有明粘土では3つの練り返し試料の間に顕著な差は認められなかった。図-3、図-4は(テルツァギーの圧密理論のもとに)圧密試験から求めた透水係数 k と間隙比の関係である。両者の不攪乱試料での透水係数は、珪藻土で $10^{-9} \sim 10^{-8}$ (cm/sec)、有明粘土で $10^{-8} \sim 10^{-6}$ (cm/sec) となり、間隙比が類似しているにも関わらず有明粘土が珪藻土の100~1000倍の透水性を持つことが分かる。有明粘土の e - $\log k$ 曲線はほぼ直線を呈するが珪藻土の場合降伏応力 p_c を境に透水性は若干増加する傾向にある。一方、練り返しを与えた場合、有明粘土では不攪乱試料と比べ若干透水性が低下する傾向にあるのに対して、珪藻土の場合は不攪乱試料に比べ明らかに透水性が増す。これは圧密の進行および練り返しによって珪藻土の粒子が破碎し、本来の間隙の径が大きくなったために透水性が増したのではないかと思われる。

4. まとめ

珪藻土の力学特性を支配していると思われる骨格構造とセメンテーション作用を『練り返し・EDTA処理』で除去し、液性限界試験、一次元圧密試験を行い、次のような結果を得た。

- 1) 珪藻土と有明粘土ともにEDTA溶液で処理することにより液性限界が15~20%程度低下する。
- 2) 不攪乱試料の一次元圧密試験を行った結果、珪藻土 $p_c = 18.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、有明粘土 $p_c = 0.24 \text{ kgf/cm}^2$ と、明確な圧密降伏応力が得られた。
- 3) 珪藻土の練り返し試料の一次元圧密試験の結果、EDTA溶液で処理した試料は処理しない試料より見かけの圧密降伏応力が低下する。
- 4) 有明粘土は練り返すことにより透水性が低下するが、珪藻土では練り返すことにより透水性が増加する。

今後EDTA溶液で処理した不攪乱試料についても一次元圧密試験を行いたい。また、透水試験も行う必要がある。最後に、本研究に当たりご教示をいただいたインド科学大学Nagaraj教授(昨年、佐賀大学客員教授)に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 小宮・新城：泥岩の圧縮特性について、第6回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp. 67~72, 1984.
- 2) 立石・鬼塚・落合・林：大分県地方における珪藻土の工学的特性, 土と基礎, V01. 42, NO. 5, pp. 47~52, 1994.

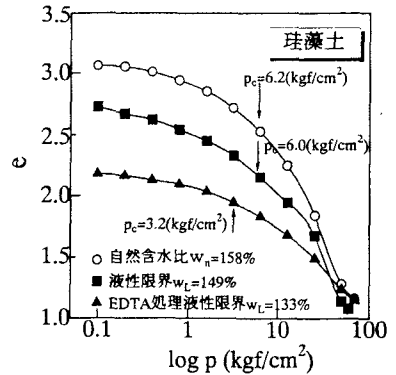


図-2 珪藻土の練り返し試料の e - $\log p$ 曲線

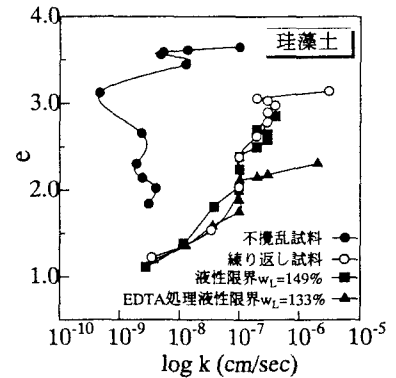


図-3 珪藻土の e - $\log k$ 曲線

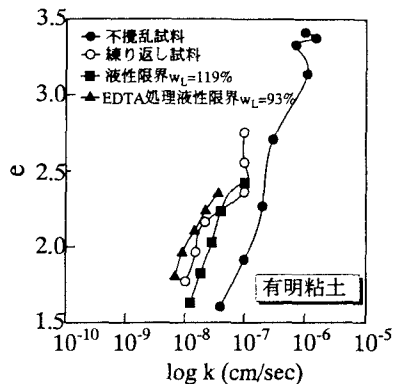


図-4 有明粘土の e - $\log k$ 曲線