

塩濃度が有明粘土とベントナイトの微視的土構造に与える影響について

佐賀大学 ○学 市原秀範
佐賀大学 正 鬼塚克忠
佐賀大学 正 根上武仁

1. はじめに

有明海一帯に広く分布する有明粘土は、高鋭敏比・高圧縮性を示す軟弱な粘土である。著者らはこれまで、有明粘土の力学的挙動と土構造、塩濃度の関連性について研究報告している。しかしながら、有明粘土の物理的性質と土構造の関連性については、未だ不明な点が多い。有明粘土の主要粘土鉱物は、低膨潤性のスメクタイト(モンモリロナイト群)といわれている。そこで、有明粘土およびベントナイトに対して、塩濃度・コンシステンシー限界・微視的土構造観察を行い、これらの関連性について考察する。

2. 試料および試験方法

本研究で用いた有明粘土(A)は、佐賀県杵島郡福富町の深度約 2.00mより採取した。ベントナイト(B)は群馬県碓氷群松井田地方より採掘されたものを用いた。試料の物理的性質を表-1 に示す。これらの試料を液性限界の約 1.2 倍で十分練り返し、約 20℃で圧密した。以下、室温試料を R とし、有明粘土を(AR0)、ベントナイトを(BR0)とする。また、塩分濃度(NaCl)を 3%に調整して同様に作成した試料を、有明粘土(AR3)とベントナイト(BR3)とする。なお、練り返した試料の再圧密荷重は、乱さない試料(AU)の圧密降伏応力と同等の 0.24kgf/cm²とした。

3. 実験結果および考察

3.1 液・塑性限界

表-2 に、有明粘土とベントナイトの液・塑性限界を示す。有明粘土に塩分を添加すると、液性限界・塑性指数が上昇した。ベントナイトの場合は、塩分を添加すると、液性限界・塑性指数が大きく低下した。

3.2 標準圧密試験

表-3 に、圧密前(再圧密後)の各試料の構成を示す。図-1 に各試料の標準圧密試験から得られた e-log p 曲線を示す。有明粘土の室温試料は、乱さない試料(AU)に比べ間隙比が小さい。これは、練り返しによる土粒子の結合力の低下が原因と考えられる。また、塩分添加(NaCl)の影響は見られない結果となった。ベントナイトは、塩分添加により大きく間隙比が低下した。塩分を添加していないベントナイト BR0 は、粘土粒子が電氣的に反発し合い、高間隙を維持しているものと思われる。塩分を添加した BR3 では、粘土粒子表面に Na イオンを吸着するため、電氣的な反発力が低下し、凝集すると考えられる。これは、液・塑性限界試験結果とよく対応している。

表-1 試料の物理的性質

試料		有明粘土 A	ベントナイト B
自然含水比	w(%)	135	0
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.59	2.57
強熱減量	Li(%)	7.80	5.65
塩分濃度	(g/l)	1.6(0.16%)	—
粒度組成	砂	(%)	1.2
	シルト	(%)	27.8
	粘土	(%)	71.0

表-2 液・塑性限界

	液性限界 w _L (%)	塑性限界 w _P (%)	塑性指数 I _p
AR0	123.5	53.2	70.3
AR3	129.1	46.4	82.7
BR0	332.0	26.2	305.8
BR3	98.0	33.6	64.4

表-3 各試料の初期構成

	含水比 w(%)	間隙比 e ₀	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)
AR0	107	3.05	1.33	0.640
AR3	109	2.99	1.35	0.648
BR0	340	9.08	1.12	0.255
BR3	93	2.18	1.56	0.808
AU	136	3.69	1.30	0.552

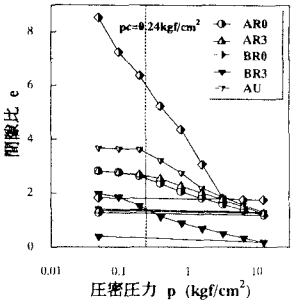


図-1 各試料の e-log p 曲線

3.3 一軸圧縮試験

図-2 に、各試料の一軸圧縮試験から得られた応力-ひずみ曲線を示す。乱さない試料(AU)は、室温試料に比べ、ピーク強度が高くひずみの増加に伴って応力が大きく低下している。室温試料は、塩分添加の有無に関わらずほぼ同じ結果となった。ベントナイトは、両試料とも自立せず、供試体作成が不可能であった。塩分添加試料 BR3 は、有明粘土より含水比が低く、間隙比も最も低いことから、Na イオン吸着作用による凝集が認められる。しかし、粘土粒子間の結合力は小さく、強度を発生するには至っていない。

3.4 電子顕微鏡観察(SEM 観察)

図-3 に、有明粘土とベントナイトの SEM 写真を示す。有明粘土は、粘土鉱物のほか珪藻遺骸やその破片の存在が確認できる。図-3(a-1) は、塩分無添加の有明粘土 AR0 である。丸みを帯びた小さな粒子が互いに付着した集合体と版状の粘土粒子表面に付着しているものが多数確認できる。図-3(a-2)は、塩分添加した有明粘土 AR3 である。AR0 に比べ、版状の粒子が多数見られる。また、AR0 は平面的であり、AR3 はやや立体的である。図-3(b-1)は、塩分無添加のベントナイト BR0 である。標準圧密試験の結果も併せて考察すると、版状の粘土粒子が端-端で結合し、立体的であるのが分かる。図-3(b-2)は、塩分添加のベントナイト BR3 である。最も間隙が小さく、版状の粘土粒子は見られない。NaCl によって、土粒子の凝集性が高まり、大きな間隙が減少していることが分かる。

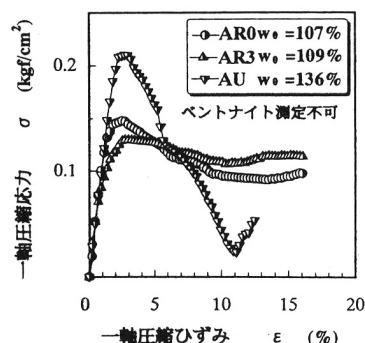


図-2 一軸圧縮試験結果

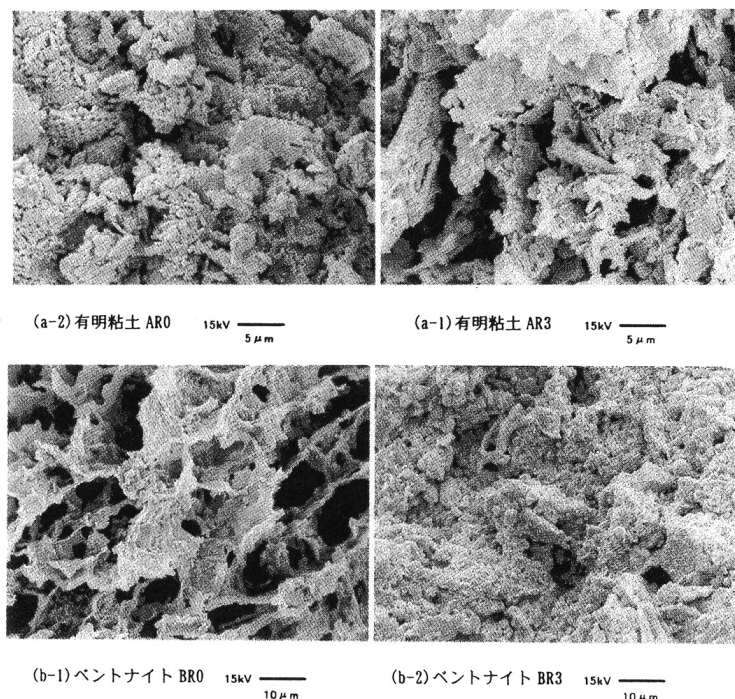


図-3 電子顕微鏡(SEM)写真

4. まとめ

- ① 有明粘土は、塩分(NaCl)の影響はあまり見られない結果となった。
- ② ベントナイトは、塩分を添加すると粘土粒子表面に Na イオンを吸着するため、電気的な反発力が低下し、凝集すると考えられる。その結果、液・塑性限界、間隙比、土構造などが変化する。
- ③ Na イオンは土構造を変化させるが、強度に明確な影響は及ぼさない。強度には他の要因が考えられる。

参考文献

- 1) 鬼塚克忠・根上武仁：有明粘土の微視的構造について、高温環境と土-粘土の微視構造から廃棄物の地中処分問題まで—シンポジウム論文集、pp.113-118、1997
- 2) 鬼塚克忠・根上武仁・市原秀範：有明粘土の再構成試料作成時の温度が微視的構造に及ぼす影響、平成12年度土木工学会西部支部研究発表会、第三部門、Ⅲ-67、A-322