

塩分濃度が異なる有明粘土の非排水強度特性

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠

" " 正 吉武茂樹

" " 〇学 波多江公成

1. まえがき

有明粘土が超鋭敏の軟弱な地盤を形成している理由は、一つに液性限界を超える高含水比と、他の一つは低塩分濃度である。粘土に含まれる塩分濃度が強度に大きく影響している。そこで数年前より、粘土のコンシステンシーと強度との関係を究明してきた。昨年は、有明粘土を含む4種類の粘土を対象に、蒸留水、海水、海水に含まれる塩類を添加して、これらの影響を調べた¹⁾。その結果、海水を加えると、ベントナイトは液性限界が急減するが、カオリンはほとんど影響を受けないこと、塩分濃度が低い佐賀大学粘土はカオリンと同様あまり変化しないこと、すべての粘土の塑性限界は塩分の影響を受けないこと、海水に含まれる2価の塩類がわずかな量の添加でベントナイトの液性限界を低下させることなどが明らかになった。しかし有明粘土の物理的・力学的性質と塩分の関係が明らかになったとは言えない。そこで継続研究として、佐賀市内で採取した塩分濃度の低い粘土と、有明海の干潟から採取した塩分濃度の高い潟土を中心に、コンシステンシー試験と室内ベンセン断試験を行なった

2. 試料および試験方法

2.1 試料

用いた試料は表-1に示すとおりである。干潟から採取した川副潟土は佐賀市内で採取した佐大粘土や蓮池粘土の4~7倍の塩分を含んでいる。蓮池粘土は今回初めて用いた試料である。

2.2 塩分濃度試験

土質工学会基準の「土の水溶性成分試験のための試料調整」に従って試料液を作り、「土の塩化物含有量試験方法」に従って塩素含有量(%)を計算した。褐色のクロム酸銀の消えてなくなる時の試料液の色は0.02N硝酸銀溶液の力価を決定したとき($x=21.6\text{ml}$)の色に合わせた。

2.3 コンシステンシー試験

試験前の試料の準備は昨年の報告と同様である。塩分濃度の高い潟土に蒸留水を加えてコンシステンシー試験を行なう場合は、前もって希釈により塩分を取り除いた。潟土に海水を加えて試験を行なう場合は、前もって試料を空気乾燥し、いくらか含水比を落として、表-2の成分からなる人工海水を添加した。

2.4 室内ベンセン断試験

1) 佐大粘土には蒸留水を、川副潟土には人工海水を加えて繰り返し、これを直径6.7cm、高さ6.0cmのモールドに詰めて直ちに $6^\circ/\text{min}$ の速さで室内ベンセン断試験を行なった。含水比と非排水強度の関係を調べた。

2) 表-3に示す高塩分濃度水を作成し、佐大粘土300gに、蒸留水と高塩分濃度水の混合割合を4種類(A~D)変えて、計30mlを添加した。A: 蒸留水30ml、B: 蒸留水20ml、高塩分濃度水10ml、C: 蒸留水10ml、高塩分濃度水20ml、D: 高塩分濃度水30mlとした。塩類は完全には溶解せず沈澱物が生じるので、十分かき混ぜながら添加した。

表-1 試料の物理的性質

	蓮池粘土	佐大粘土	川副潟土
比重: G_s	2.55	2.56	2.61
液性限界: W_L (%)	116	116	149
塑性指数: I_p (%)	49	74	99
砂分: (%)	7	2	0
シルト分: (%)	65	4	2
粘土分: (%)	28	94	98
塩分濃度: Cl (%)	0.02	0.04	1.45

表-2 人工海水の成分

NaCl	27.2g
MgCl_2	3.8g
MgSO_4	1.7g
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.7g
K_2SO_4	0.9g
蒸留水	965ml

表-3 高塩分濃度水の成分

NaCl	54.4g
MgCl_2	7.6g
MgSO_4	3.4g
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3.4g
K_2SO_4	1.8g
蒸留水	193ml

3. 試験結果および考察

3.1 コンシステンシー

表-4に結果を示す。川副潟土に蒸留水を加えて希釈すると、塩分濃度は1.45%から0.24%の1/6に低下した。その結果、液性限界 w_L は149%から105%に減少した。塑性限界 w_P は塩分濃度の影響はほとんど受けないので、塑性指数 I_P が塩分溶脱により低下することになる。これは昨年¹⁾の結果と同様であり、有明粘土は塩分の溶脱により、液性限界が低下すること、繰り返した状態での強度が減少すること、鋭敏比が大きくなることが改めて確認できた。

試験前に自然含水比から乾燥させて含水比を下げた潟土に、人工海水を加えて試験を行ない、コンシステンシーに対する乾燥の影響を調べた。図-1に示すように、湿潤状態から開始したものが w_L は最も大きく、含水比を下げるほど低下した。塑性限界は乾湿の影響をあまり受けないようである。

3.2 非排水強度

各含水比に対する蓮池粘土と川副潟土の非排水せん断強度を図-2に示す。含水比が100~160%では、せん断強度 $s = (-0.417w + 58.3) \times 10^{-3} (\text{kgf/cm}^2)$ 、川副潟土では、 $s = (-0.417w + 65.8) \times 10^{-3} (\text{kgf/cm}^2)$ の関係が得られる。同じ

含水比で比較すると川副潟土の方が強度はかなり大きい。しかし、川副潟土はかなりシルト分を含んでいるので、一概に塩分濃度の違いとは言えない。塩分濃度の影響を調べるために、塩分濃度の低い蓮池粘土に潟土の2倍近くの塩分濃度になるよう、表-3の高塩分濃度水を混合した。その結果、図-3に示すように、塩分濃度が高くなるほど、強度は大きくなった。このことは、著者らがすでに行なった、繰り返した後所定の荷重で圧密した後の一面せん断試験より得られた一連の研究結果²⁾からも明らかである。

今後は、川副潟土の塩分を希釈して、図-2の含水比と強度の関係を調べる計画である。

表-4 川副潟土のコンシステンシーの結果

処理方法	未希釈	希釈	未	希	釈
添加水	海水	蒸留水	海	水	
含水状態	自然状態	一部乾燥			炉乾燥
w_L (%)	173	173	159	31	0
w_P (%)	149	105	128	124	90
w_P (%)	50	54	49	47	46
I_P (%)	99	51	79	77	44

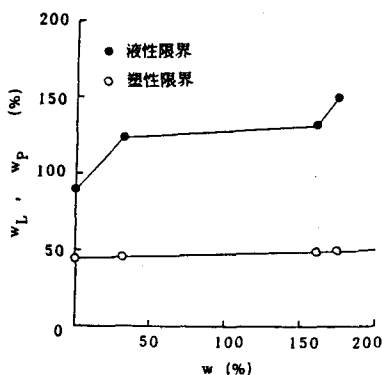


図-1 コンシステンシーにおよぼす試験前の含水比の影響

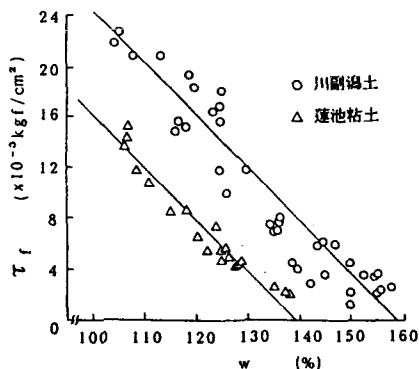


図-2 非排水せん断強度と含水比の関係

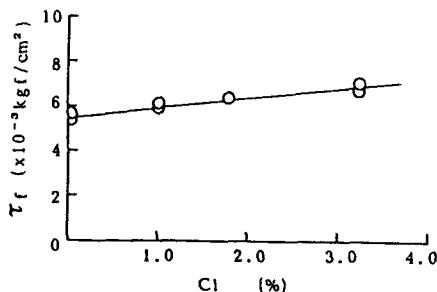


図-3 非排水せん断強度と塩分濃度の関係

参考文献

- 1) 鬼塚克忠・Y. タエシリ・江越 信 (1989): 各種粘土の性質に及ぼす塩分の影響、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.408~409.
- 2) 鬼塚克忠・中村六史 (1987): 塩分濃度の異なる有明粘土の強度回復、第22回土質工学研究発表会、昭和62年度研究発表講演集、pp.391~392.