

砂・粘土互層造成地盤の支持力特性に関する基礎的研究

佐賀大学大学院工学系研究科 学生会員
佐賀大学低平地研沿岸海域究センター 正会員

○永尾悠希
末次大輔

1.はじめに

江戸末期に建設された三重津海軍所跡（佐賀市川副町）の遺構において、船渠（ドック）側壁部と推定される護岸遺構や稽古場跡などから砂と粘土を交互に積み重ねた互層造成地盤が発見された（写真-1）¹⁾。また同時期に建設された築地反射炉（佐賀市多布施）の基礎部でも同様の造成地盤が発見されている。この工法は有明粘土が多く堆積している佐賀平野においての明治期以前の軟弱地盤対策技術の一種と考えられる。そこで、本研究では模型砂・粘土互層地盤を作製して、その支持力特性を室内貫入実験で検討した。



写真-1 三重津海軍所跡で発見された砂・粘土互層造成地盤

2.実験概要

発掘調査時の観察により、現位置での砂ならびに粘土の状態はともに硬質であったため、両材料ともに締め固めて造成されたと推察される。そこで今回の実験では、砂ならびに粘土を層状にかつ交互に締め固めて造成した砂・粘土互層模型地盤を作製した。実験には真砂土と有明粘土を使用した。それぞれの物理的性質を表-1 に示す。両試料土とも十分に締め固めて使用されていたと考えられるが、締め固め条件は不明である。そのため事前に締め固めエネルギーを変えた締め固め試験をそれぞれ行い、条件を決定した。真砂土は標準の締め固め試験に準じて試験を行った。一方で、有明粘土は自然含水比（180%）状態では締め固めができないので、当時は締め固めができる状態にまで乾燥させて使用したと推察される。そこで、本研究では締め固めができる状態まで乾燥させた有明粘土を用いることとした。今回は一度試料を乾燥させて徐々に含水比を増やす湿潤法で締め固め試験を行った（写真-2）。真砂土ならびに有明粘土の締め固め試験結果を図-1 に示す。最適含水比はそれぞれ真砂土 $w_{opt}=14\%$ 、有明粘土 $w_{opt}=45\%$ となったのでこれを締め固め時の含水比とした。作製した模型地盤は砂（Sand）と粘土（Clay）それぞれ単体の供試体（S および C）と、砂・粘土の2層で作成した互層模型地盤（S2 および C2）、4層で作成した互層模型地盤（S4 および C4）の6ケースである（表-2）。互層供試体の4ケースでは、砂と粘土の体積割合はすべて1:1とし、供試体6ケースすべて締め固めエネルギーは同じ（ 1650kJ/m^3 ）とした。載荷試験は、CBR試験用モールド（ $15\text{cm}\times 17.5\text{cm}$ ）内で作製した模型互層地盤に、変位速度（ 1mm/min ）で標準寸法の貫入ピストン（直径 50mm ）を貫入する方法で行った。それぞれのケースで3回本ずつ試験を行った。

表-1 物理的性質

試料		まさ土	有明粘土
自然含水比 (%)		180.4	11.3
土粒子の密度 (g/cm^3)		2.60	2.64
塑性限界 (%)			154.0
液性限界 (%)			50.3
粒度組成	礫分	5	
	砂分	85	
	シルト分	10	89
	粘土分		11



写真-2 乾燥後の粘土
(含水比 45%)

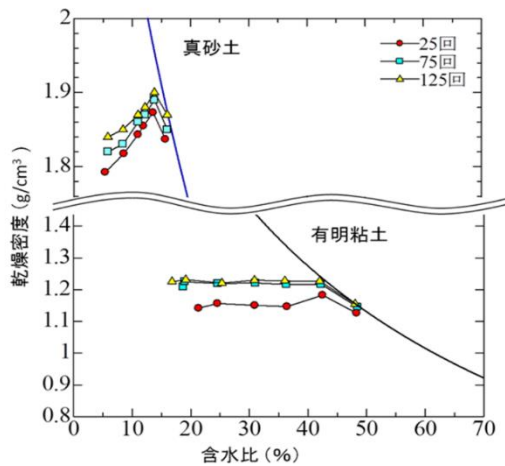
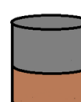


図-1 締固め曲線

表-2 供試体ケース

S	S2	S4
		
C	C2	C4
		

 : 砂  : 粘土

3.試験結果と考察

載荷荷重と貫入量の関係を図-2 に片対数グラフで示す。最上層が粘土層 (C, C2, C4) の結果を比較すると、粘土単体の供試体 (C) と粘土が上層になる 2 層の互層供試体 (C2) は、降伏荷重は殆どかわらなかった。4 層の互層供試体 (C4) は、単体供試体よりも 2 倍ほど大きくなった。これは強度が小さい粘土に比較的強度が大きい砂を挟んだことにより全体の強さが増したと考えられる。

次に、最上層が砂層 (S, S2, S4) の結果を比較すると、粘土の場合と同様、降伏荷重は砂単体の供試体よりも互層の場合が大きくなり、4 層の供試体で約 1.5 倍、2 層の供試体で約 2 倍も大きくなった。これは剛性の大きい砂の下に剛性の小さい粘土を置くことにより、荷重分散が生じたためと考えられる。

粘土単体供試体の降伏荷重を砂単体供試体の降伏荷重と比較すると、粘土単体供試体はとても小さいが、砂を挟み 4 層の互層にすることで砂単体の供試体以上の降伏荷重になっており、互層にすることで十分な強度を得ることができると分かった。

4.まとめ

本研究では、砂・粘土互層地盤が支持力特性に及ぼす影響を調べた。その結果、砂・粘土互層地盤には粘土のみの軟弱地盤の支持力を高める効果があることがわかった。

5.参考文献

- 1) 佐賀県教育委員会:幕末佐賀藩三重津海軍所跡, 佐賀市重要産業遺跡関係調査報告書第 1 集, pp.1-6,p.61,p.79,p.99,p.110,p.118,p.125,2012

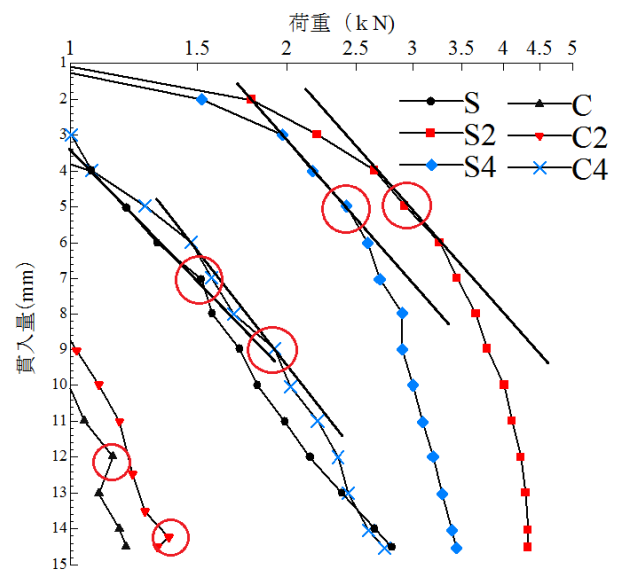


図-2 荷重－貫入量曲線

表-3 降伏荷重

粘土供試体	降伏荷重(kN)	砂供試体	降伏荷重(kN)
C	1.2	S	1.5
C2	1.5	S2	2.5
C4	2.0	S4	3.0