

三重津海軍所ドライdock渠底部粘性土の強度・変形特性

防衛大学校 正垣 孝晴 ○ 樋上 行基

1. はじめに

三重津海軍所は、佐賀藩が 1859 年に設置した洋式海軍施設である。我が国で現存する最古のドライdockがこの敷地内に地中保存され、2015 年に登録された世界遺産「明治日本の産業革命遺産」の構成資産の一つになっている。2013 年の発掘調査では、dock 東側に木組みによる 4 段の渠壁が出現し、2016 年 3 月までの西渠壁に相当する場所の発掘調査では、西渠壁部と予想される基底部に約 80cm 厚の貝殻層の存在が確認されたが、東渠壁のような木組み構造はdockの西側では発見されていない。

本稿は、2018 年度調査として、渠底部でポータブルコーン貫入試験 PCPT とボーリング孔からチューブサンプリング TS で採取した試料に対して行った一軸圧縮試験 UCT と標準圧密試験 SOT から、渠底部地盤の強度・変形特性を考察し、その荷重履歴を検討する。

2. 検討方法

三重津海軍所ドライdockが地中保存されている修覆場で行った 45-mm サンプラー¹⁾による TS と 37 個所で行った PCPT の位置を図 - 1 に示す。TS のためのボーリング Bor.9,10,11 は、dock 軸に直行した位置に配置し、それぞれ、木組み構造の外側、渠壁部の木組み構造の 2 段目、dock 渠底の中心軸上である。また、PCPT の 28~37 が木組み構造の 2 段目、7~14 が 3 段目、他が渠底部に対応している。PCPT と TS は、それぞれの学会基準^{2),3)}に従った。

3. コーン貫入試験による非排水強度特性

図 - 2 は、渠底部の Bor.11 測線上のdock軸に直行する PCPT から得た非排水強度 c_u を標高 E (T.P) に対してプロットしている。 $E=-1.7\text{m}$ 程度までの浅部のプロットは、開削と発掘作業による地盤の乱れを反映して小さい。この粘性土層は、有明粘土であり、コーンの先端が貝に当たった際に大きな c_u を発揮しているが、これらを除くと、 c_u は図中に赤の破線で示す 30 kN/m^2 程度の変動を有して深度と共に漸増している。

dock の中心軸に位置する PCPT は、図 - 2 のプロットの記号 (Δ) で示している。しかし、このプロット

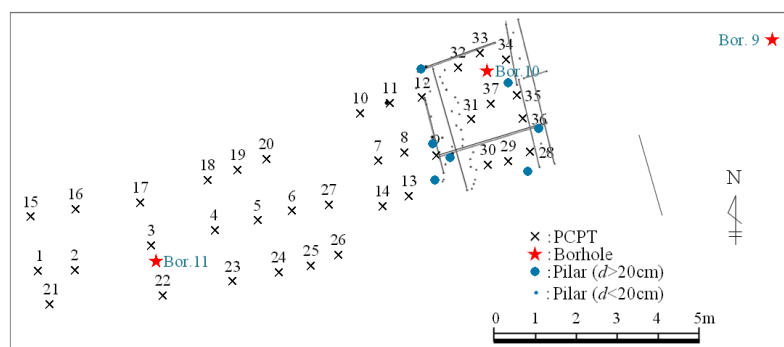


図-1 Borhole と PCPT 位置

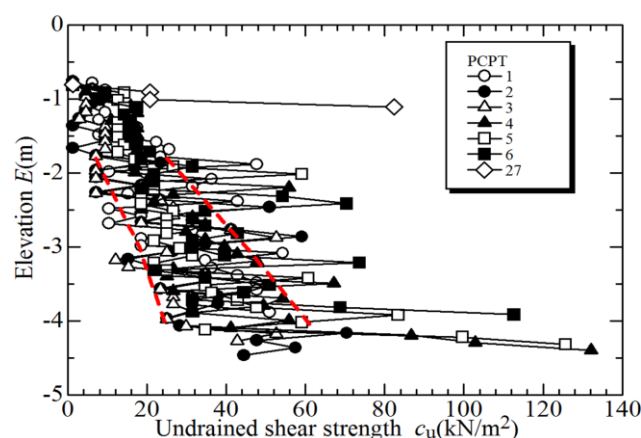


図-2 PCPT 結果 (渠底部の Bor.11 測線)

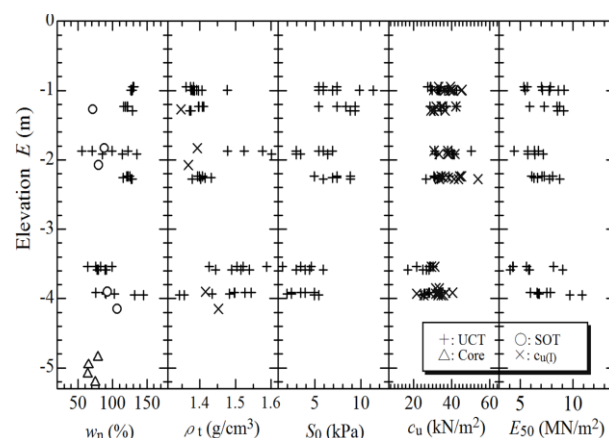


図-3 一軸圧縮試験結果 (Bor.11)

の c_u は、他のそれらと同等であり、ドックの中心軸上に船荷重等のより大きな荷重履歴の痕跡の存在は認識できない。

4. 一軸圧縮試験と圧密試験による強度・変形特性

UCT (○), SOT (×), コアチューブで採取した試料 (△), 一軸圧縮強さ q_u の半分 ($q_u/2$) とした非排水強度 c_u , q_u とサクシオン S_0 から推定した原位置の非排水強度 $c_{u(l)}$ (×) を E に対して図-3 にプロットした。なお、図-3 の w_n , ρ_t , E_{50} は、それぞれ自然含水比、湿潤密度、変形係数である。 w_n は深度の増加と共に $E=-1.2\text{m}$ で 130% (塑性指数 I_p は 73%) から、同 -3.8m で 57% (同 23%) と小さくなり、上層の細粒土から粗粒土に遷移する堆積環境を反映している。 S_0 と c_u の深度変化も、このような塑性と指標的性質のそれを反映している。

図-4 は、Bor.11 の圧密試験による e と圧密圧力 σ'_v の関係であり、異なる 5 深度の結果である。有効土被り圧 σ'_{v0} 下の間隙比 e_1 , 圧密降伏応力 σ'_p , 圧縮指数 C_c , σ'_p/σ'_{v0} で定義し

た過圧密比 OCR と体積ひずみ ϵ_{v0} から推定した原位置の $\sigma'_{p(l)}$ ⁵⁾, $C_{c(l)}$ ⁵⁾, $OCR_{(l)}$ ⁵⁾ を図-5 に併せてプロットした。 $E=+4.2\text{m}$ までの最大盛土荷重に対して、 $E=-2.08\text{m}$ の $OCR_{(l)}$ は 0.72 であり、これは σ'_{v0} ($=59.7\text{kN/m}^2$) の荷重に対して未圧密状態であること示している。この供試体の ϵ_{v0} は 5.3% と大きく、 $C_{c(l)}=0.57$ と小さい。Bor.9 の現地表面部である $E=+2.4\text{m}$ では、 $\sigma'_{v0}=28\text{kN/m}^2$ であるが、これに相当する OCR は 1.38, $OCR_{(l)}$ は 1.54 となり、若干過圧密の値であり、上記に述べた未圧密地盤であることと整合する。

5. おわりに

当該地は、三重津海軍所開設のための造成期 (1858 年頃) から、佐賀商船学校期 (1902 年頃), 佐野記念館公園期 (2003 年頃), 最近の造成工事期の 4 度に亘る改変を受けている。地盤の荷重履歴は、極めて複雑である。したがって、修理のために入渠した電流丸の荷重 (29.1kN/m^2) ⁶⁾ 履歴を検討することは困難である。渠底部粘性土の地盤工学的性質が明らかになってきたが、渠壁部の基礎を含む施工法の検討は今後の課題である。

参考文献

- 1) Shogaki, T (1997) : A small diameter sampler with a two-chambered hydraulic piston and the quality of its samples, *Proc. 14th ICSMFE*, Hamburg, pp. 201-204.
- 2) 地盤工学会基準 (JGS 1431-2003), ポータブルコーン貫入試験, 地盤調査の方法と解説, 地盤工学会, pp.290-295, 2004.
- 3) 地盤工学会基準 (JGS 1221-2003), 固定ピストンサンプラーによる土試料の採取方法, 地盤調査の方法と解説, 地盤工学会, pp.194-204, 2004.
- 4) Shogaki, T. (2006) : An improved method for estimating *in-situ* undrained shear strength of natural deposits, *Soils and Foundations*, Vol.46, No.2, pp.109-121.
- 5) Shogaki, T. (1996) : A method for correcting consolidation parameters for sample disturbance using volumetric strain, *Soils and Foundations*, Vol.36, No.3, pp.123-131.
- 6) 正垣孝晴 : 三重津海軍所遺構の地盤工学的分析, 佐賀市教育委員会報告書, 2016, 2017.

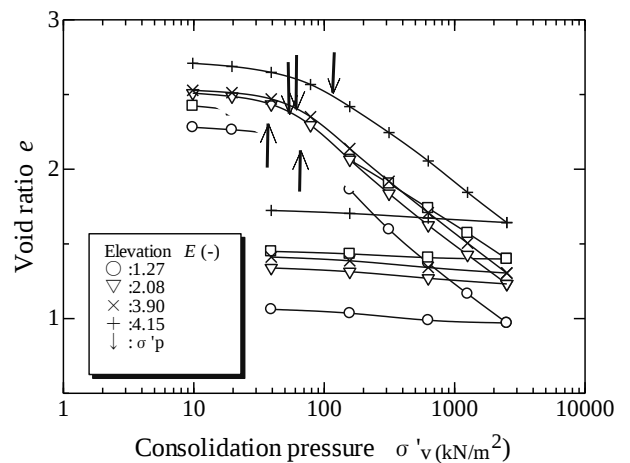


図-4 圧密試験結果 (Bor.11)

