

三重津海軍所舟屋地区の地盤特性と基礎杭の施工方法

防衛大学校 正垣孝晴・奥田大史
佐賀市教育委員会 中野充・尾松匠磨
(株)興和 鈴木直文

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ドック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。同舟屋地区には、大型の建物が建設されていた形跡があり、2017 年 1 月から本格的な発掘調査が行われている。本稿は、この発掘調査の一環として、ボーリングに伴う試料採取とポータブルコーン貫入試験を行った結果から、舟屋地区の地盤特性と基礎杭の施工方法に関して検討する。

2. 地盤特性

舟屋地区で行った 2 本 (No.1 と 2) のボーリングの結果、掘削面から 1.4m の深度 (標高 -0.7m) で貝殻が 70~80% 含まれる粘性土が堆積している。この層の N 値は 3~5 であり、No.1 では約 5m の層厚で、標高 -4.4m で貝殻を含まない砂層に変化する。図-1 は、舟屋地区の発掘調査で発見された A1 から A8 と、A11 の木杭の位置を示している。またこれらの木杭の間でポータブルコーン貫入試験を 3ヶ所ずつ (計 27ヶ所) 行った。

コーン貫入抵抗から換算した非排水せん断強度 c_u を標高 E に対して図-2 にプロットした。地表から 2m 程度開削した際の工事や乾燥等に起因して、 $E = 0.38 \sim 1.48\text{m}$ の深度の c_u は、 $20 \sim 133\text{kN/m}^2$ と大きい。 $E = -0.87 \sim 0.38\text{m}$ の深度の間は、 $c_u = 10 \sim 50\text{kN/m}^2$ の範囲にあり、60m 程度の測線長を考慮すれば、水平方向の連続性が良い粘性土地盤と判断される。コーン貫入試験は、 $E = -(0.67 \sim 1.10)\text{m}$ の深さで 2 人の体重 (約 110kgf) 下で貫入不能となる層に到達し、この層はボーリング (No.1) で確認された貝殻混じり粘性土層に対応している。

図-3 と 4 は A1~A2 と A2~B1 の間で行ったコーン貫入試験の位置とその結果である。8 か所の測定位置が近接していることを反映して、 c_u の変動も図-2 のそれより小さく、深度とともに c_u が漸増する傾向が明瞭である。 c_u の平均値 $\bar{c}_u$ は $E = 0.4\text{m}$ で 17kN/m^2 、 $E = -0.7\text{m}$ で 20kN/m^2 であるが、深度に関係なく 7kN/m^2 程度の変動を有している。 $E = -0.25 \sim -0.25\text{m}$ の間で、A2-2' (□) の c_u が大きいのは、何らかの混入物による影響と推察している。

3. 杭の遺構に対する地盤工学的検討

舟屋地区で発掘された杭は、図-1 に示す A と B 列に規則的に配置されている。A 列の杭は杉材であり、樹皮が剥がされている。杭の直径 d と長さ l は約 40cm と 1.5m であり、写真-1 に示すように、下端が直角に切断されている。B 列の杭は、 d と l が約 15cm と 2m の皮付きの松杭が 3 本一組の群杭として施工されている。B 列の杭は、下端が 60°

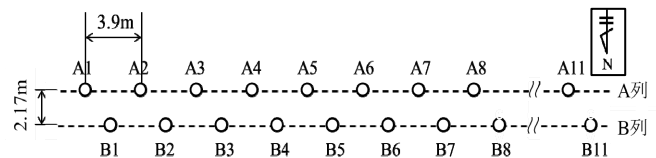


図-1 杭の発掘位置

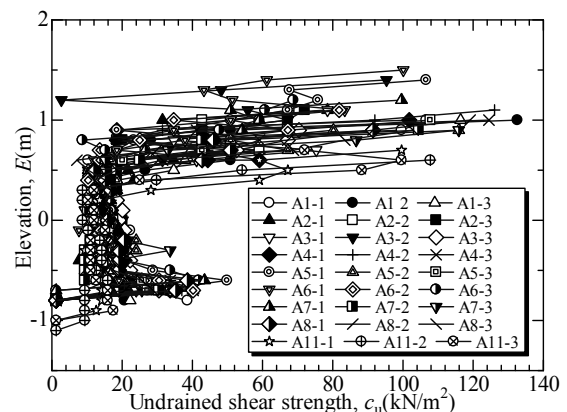
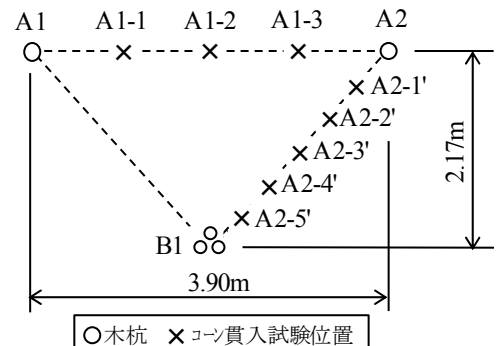
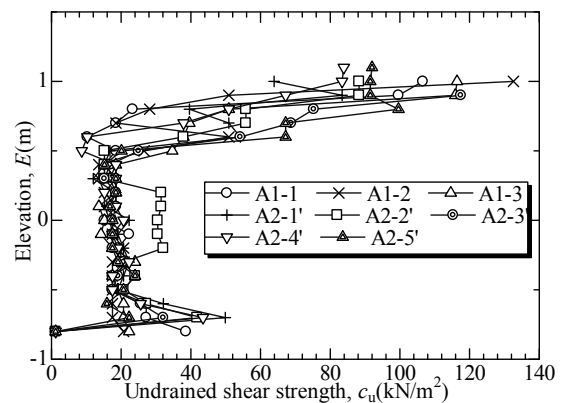


図-2 非排水せん断強度 (A1~A11)

図-3 コーン貫入試験位置
(A1~A2 間と A2~B1 間)図-4 非排水せん断強度
(A1~A2 間と A2~B1 間)

キーワード：三重津海軍所 基礎杭 粘性土 強度変化

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 Tel 046-841-3810



写真-1 杭下端部 (A1)

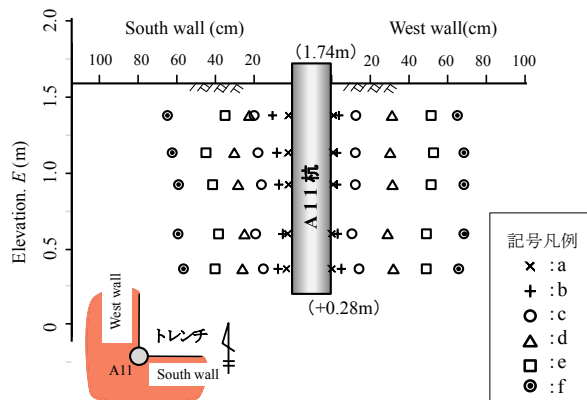


図-5 水平方向のコーン貫入試験の位置 (A11)

程度に加工されていることから打込杭と推察されるが、A列の単杭は埋込杭の可能性もある。

写真-2 に示すように、A11 の杭断面を 1/4 にトレンチして、杭周面と掘削面に対して図-5 の位置で水平方向にコーン貫入試験を行った。図-6(a), (b), (c) は、トレンチ南面の、それぞれ a, b, e の位置の結果であり、コーン貫入長(D_p)は 40cm である。これらの図からは、A列の杭の施工等を考察する。杭の設置法や周辺の粘性土の強度変化に杭の施工履歴等が残っている可能性が期待出来るからである。

図-6(a) に示すように、杭から 2cm 離れた a の位置では、 $E=60\text{cm}$ を除いて D_p が小さい領域で c_u が大きく、 D_p の増加とともに c_u が低下している。これは杭近傍の c_u が大きいことを意味するが、杭から 5~8cm 離れた (b) 図の $E=33\text{cm}$ でも同じことが確認できる。しかし、杭から 40cm 離れた (c) 図の e の位置では、このような傾向はなく c_u の変動も 9~18kN/m² の範囲に落ち着いている。図-6(a) の c_u の挙動は杭打設による排土に起因した密度増加と推察している。この位置の含水比が他より小さいことが理由である。

A11 杭のトレンチ西面の結果を同様に整理したところ、南面と比較して c_u の変動が大きく、南面で推察された打込杭が地盤強度に与えた影響はトレンチの西面では明らかでなかった。これは杭が鉛直でなく傾斜していたことが起因している可能性も排除できない。

4. おわりに

直径 40cm、長さ 1.5m の杭は、下端が直角に切断されているが、A11 に関する検討から、打込杭と推察された。

杭周辺の c_u が大きく、排土に起因すると推察された密度増加と含水比の低下が理由である。しかし、A と B 列の杭の役割と詳しい施工方法に関しては、新たな発掘を含む今後の体系的な調査が必要である。



写真-2 水平方向のコーン貫入試験 (A11)

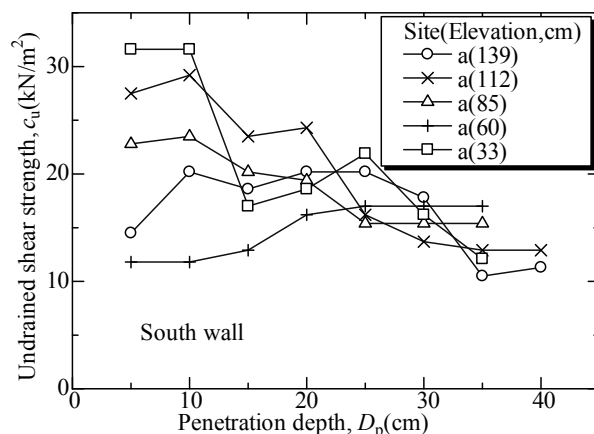


図-6(a) 非排水せん断強度 (A11)

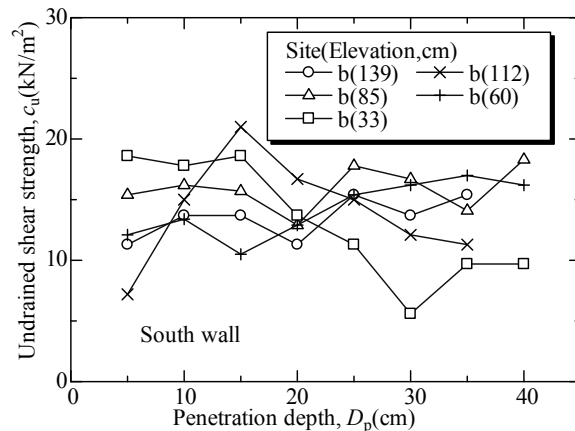


図-6(b) 非排水せん断強度 (A11)

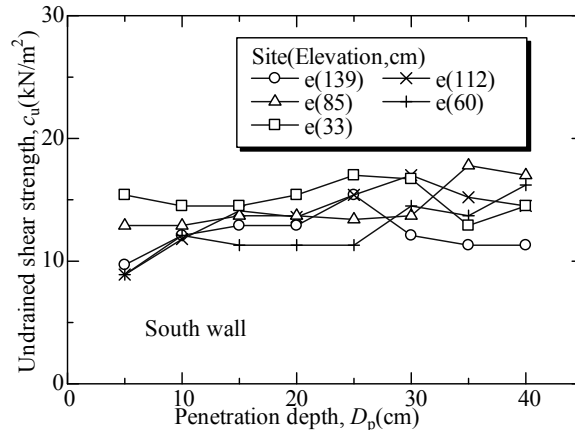


図-6(c) 非排水せん断強度 (A11)