

鋼矢板圧入時の杭頭荷重を用いた N 値と土質分類の推定

技研製作所 正会員 ○西川 舞 技研製作所 正会員 尾川七瀬
技研製作所 非会員 野瀬竜男 技研製作所 正会員 石原行博

1 はじめに

油圧による静荷重で杭を圧入する圧入工法では、圧入時の油圧力や貫入長などを計測できる。筆者らは計測されたデータを PPT (Pile Penetration Test) データと呼び、このデータから SPT 結果や CPT 結果のような地盤情報を取得することを試みている。過去の検討により、閉端鋼管杭であれば、打抜 (杭を上下に動かす) しながら圧入することで、杭頭荷重から土質分類と N 値を予測できることが確認されており、同手法の鋼矢板への適用可能性も示唆されている¹⁾。本論では、軟弱地盤での鋼矢板圧入時の PPT データから同手法により推定した N 値と土質分類の精度について報告する。

2 試験の概要

400 ピッチ U 形鋼矢板を、表 1 に示す 4 種の条件で深度 14.3m まで打抜させながら圧入した。ストロークとは、打抜において杭を上下させる長さで、例えば 800-400 とは 800mm の下方向の変位と 400mm の上方向の変位を交互に与えることを意味する (図 1)。圧入機で計測した油圧から杭頭荷重 Q を算出した。貫入長 z は巻き取り式のストロークセンサを用いて計測した。

表 1 圧入条件

圧入方法：打抜		
試験 No	速度 [mm/s]	ストローク [mm]
No.1	30	800-400
No.3	300	800-400
No.5	30	400-200
No.7	300	400-200

3 N 値と土質分類の推定方法

3-1 杭頭荷重からの先端抵抗と周面抵抗の推定

式 1 および式 2 から、貫入長 z の時の周面抵抗 $Q_{s, cal}(z)$ と先端抵抗 $Q_{b, cal}(z)$ を算出する¹⁾。これらに鋼矢板の周面積および先端断面積 (完全閉塞状態を仮定) を考慮することにより、周面抵抗力度と先端抵抗力度を得る。ここで、 $Q_{down-i}(z)$ ($i=1,2$) は、杭先端が深度 z を i 回目に下方向に通過する際の杭頭荷重である。

$$Q_{s, cal}(z) = Q_{down-2}(z) \quad \cdots \text{式 1}$$

$$Q_{b, cal}(z) = Q_{down-1}(z) - Q_{down-2}(z) \quad \cdots \text{式 2}$$

3-2 N 値と土質分類の推定

先端抵抗力度 $q_b(z)$ と周面抵抗力度 $q_s(z)$ は、適切な係数を用いて CPT データ (q_t, f_s) に変換される²⁾。これらの CPT データを用いて土質分類と N 値を推定することができる。推定方法の詳細は文献³⁾に譲る。

4 地盤調査結果

図 2 に SPT の結果 (S-1) および CPT の結果 (C-1) を、表 2 に S-1 の土質試料に対する粒度試験の結果を示す。土質について、粒度試験結果との相関性、および深度区間 3.9~8m と 9.2~11.5m のシルト質砂層が互層であること (土質試料の目視による情報で、S-1 の記事欄に示されている) との対応から、C-1 の情報が適切であると判断できる。S-1 の N 値と C-1 の土質を統合した情報 (SC-1) を地盤調査結果として採用する。

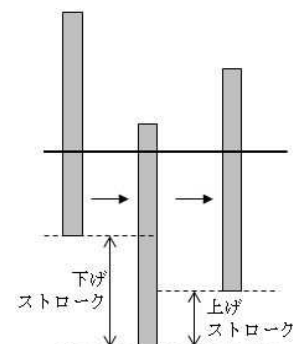


図 1 打抜ストローク

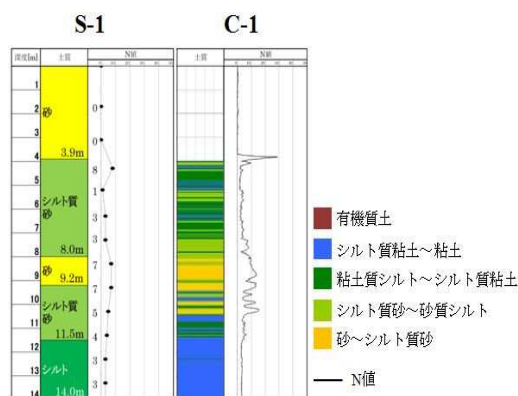


図 2 SPT と CPT の結果

表 2 粒度試験結果

深度区間 [m]	土質分類
5.00-5.45	砂混じり礫質シルト
7.15-7.45	粘性土質砂
8.15-8.45	粘性土まじり砂
10.15-10.45	シルト質砂
12.15-12.45	粘土質シルト
16.15-16.50	シルト質粘土
18.15-18.45	シルト質粘土

5 推定結果と地盤調査結果の比較

図 3 は、試験で得られた PPT データからの土質分類と N 値の推定結果を、地盤調査結果 SC-1 と比較したものである。

N 値について、深度区間 0～4m では推定値が SC-1 に比べて大きい。この区間はもともと巨礫を含んだ改良地盤であり、試験前に先行掘削

して細砂で埋め戻している。埋戻しから各試験の実施までの間に砂が締まったことが N 値に反映されたと考えられる。深度区間 4～14m では、9m 付近に極大値を持ち、それ以深では単調減少する SC-1 の傾向が、No.5 以外の全ての推定結果で表現されている。

土質については、深度区間 0～4m および 9m 付近の砂層はいずれの推定結果でも粒径が小さく評価された。深度区間 4～8m は、No.7 を除いて SC-1 と概ね一致している。深度区間 10～14m では、No.3 の推定結果が SC-1 と最も近い。

以上から、SC-1 と最も近い推定結果を与えたのは No.3 (速度 300mm/s 、ストローク 800-400) である。

6 推定結果の精度向上のための課題

6-1 圧入条件

速度の影響については、速度が速い方が土質を非排水側に評価し、N 値を低く評価する傾向となっている。一般化のためには、Finnie Factor を用いた考え方⁴⁾を適用するなど、排水条件の定量的な評価方法の確立が必要であり、。

ストロークについては、今回の推定結果では SC-1 との相関に与える影響は速度の影響に比べて小さい。圧入速度とデータ取得速度との兼ね合いで、安定した推定結果を得るための設定が決まると考えられる。

6-2 閉塞状態

鋼矢板の圧入時には土が鋼矢板の腹側に付着する閉塞現象が発生する。図 4 に示すように、閉塞状態は地盤条件等により変動すると考えられる。本論では、鋼矢板の先端抵抗力度の算出には完全閉塞を仮定した断面積(図 4(c))を用いたが、推定精度の向上のためには、部分閉塞状態を考慮した実質的な先端断面積(有効断面積)を考慮する必要があると考えられる。

謝辞

本論では「平成 23 年度高知県産学官連携産業創出研究推進事業委託業務」で取得されたデータを使用しました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) Ogawa, N. et al., Estimation of soil type and N value from data in press-in piling construction, 2012. (投稿中)

2) 石原行博他, PPT データに基づく土質分類および換算 N 値に関する研究, 2009.

3) Lunne, T. et al., Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice, 1997.

4) Okada, K. et al., Estimating Bearing Capacity and Jacking Force for Rotary Jacking, 2012. (投稿中)

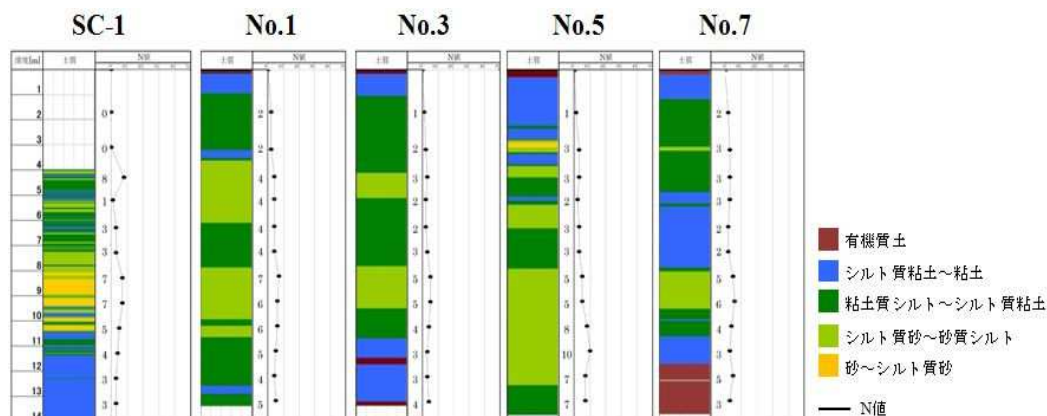


図 3 推定結果と地盤調査結果の比較

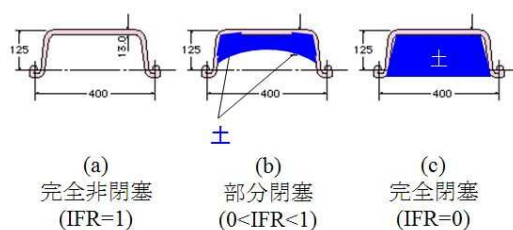


図 4 閉塞状態