

Ⅲ-469

鋼管杭スタナミック試験の予測解析例

西松建設㈱ 正会員 武井正孝
フグロジャパン 続 誠
金沢大学工学部 正会員 松本樹典

1. はじめに

スタナミック試験¹⁾（以下STN試験とする）の実施にあたっては、事前に杭や地盤の条件に合わせて載荷条件（最大荷重、反力体の質量）を決定しておくことが望まれる。その方法のひとつとして、波動理論による解析プログラムにより予測解析を行う方法がある。

本報では、鋼管杭のSTN試験に対する予測解析事例について報告する。

2. スタナミック予測プログラムの概要

本解析は、TNOWAVEにより行った。TNOWAVEは、特性曲線法に基づいた杭中の応力波解析プログラムであるが、杭頭への入射荷重（スタナミック荷重）の計算方法に特徴がある。本プログラムでは、薬室内の推進剤の爆発時に発生するガスの膨張速度から、反力マスおよび杭頭に作用する力を算定している。ガスの膨張速度は、推進剤の質量・形状（表面積）・化学組成、薬室の初期の温度・圧力・体積等により支配され、それらの条件から半経験的に決定される。

3. 予測対象スタナミック試験事例

予測対象としたSTN試験の事例は、珪藻泥岩に打込まれた鋼管杭²⁾に対して実施されたものである。図-1に地盤、杭設置状況を、表-1に試験杭の諸元を示す。試験地盤は、珪藻泥岩の均質な地盤であり、開端の鋼管杭をディーゼルハンマーにより打設したものである。

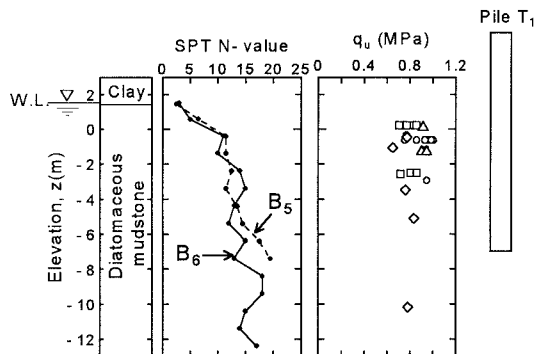


図-1 予測対象STN試験の地盤概要と杭の設置状況

表-1 試験杭の諸元

長さ	L (m)	11.0
外径	D (mm)	800.0
板厚	t_w (mm)	12.1
等価板厚	t_w^* (mm)	16.5
断面積	A (m ²)	0.41
ヤング率	E (MN/m ²)	2.06×10^5
密度	ρ (ton/m ³)	7.89
波速度	v_c (m/s)	5110

4. 予測解析

4.1 解析条件

本解析では、地盤抵抗モデルとして、直列のスプリング（地盤バネ）とスライダーに、ダッシュポットを並列させた地盤抵抗モデルを用いた。ただし、TNOWAVEでは、バネ定数の代わりにQuake値（ τ_{max} に達する時の弾性変位量）を入力する。各地盤パラメータは次のように決定した。

対象地盤は、珪藻泥岩の均一地盤であるが、図-1に示した地盤調査の結果から、深度3mで上下2層に分けて各パラメータを設定した。3m以深では、一軸圧縮強度 q_u は約0.8MPaでほぼ一定である。 τ_{max} は、この q_u から、地盤が過圧密であることおよびBurland³⁾の提案（ $\tau_{max} = \alpha c_u = \alpha q_u / 2$; $\alpha = 0.5$ と仮定）に基づき0.2MPaとした。3m以浅については、0~3mの平均的な N 値が、3m以深の N 値の半分程度であるため、0.1MPaとした。

また、Quake値は、TNOWAVEのマニュアル⁴⁾の推奨値の平均的な値とし、ダンピング定数は、同じく推奨値の最小値を用いた。

表-2 解析に用いた地盤パラメータ

Depth from G. L. z (m)	τ_{max} (MPa)	Quake (mm)	c (Ns/m ³)
0.0 to 3.0	0.1	10	0.1
3.0 to 8.5	0.2	10	0.1

4.2 予測解析結果

杭頭の荷重 F_{sm} および変位 u の時間変化を図-2に示す。図中には、実測結果も破線で示している。解析に

よる荷重は実測結果をよく予測している。変位については、戻り時は実測と合っていないものの、最大変位時までは実測の傾向とよく対応している。

$F_{stn} \sim u$ 関係の予測結果と実測結果を図-3に示す。最大荷重時以降は実測との対応は良くないが、それ以前では実測結果をよく予測している。ガスの膨張速度から半経験的に荷重条件を決定し、地盤調査結果から地盤モデルのパラメタを決定したことを考慮すれば、本予測手法は試験実施前の予測としては妥当であろう。

解析により予測した $F_{stn} \sim u$ 曲線と、解析に用いた τ_{max} とQuake値を用いて荷重伝達法により計算される静的荷重沈下曲線を図-4に示す。後者は前者の除荷点付近を通っていることがわかる。

予測した静的荷重沈下曲線と試験位置の静的載荷試験結果の比較を図-5に示す。降伏荷重は予測結果の方がやや大きいですが、全体的な傾向は概ね一致している。

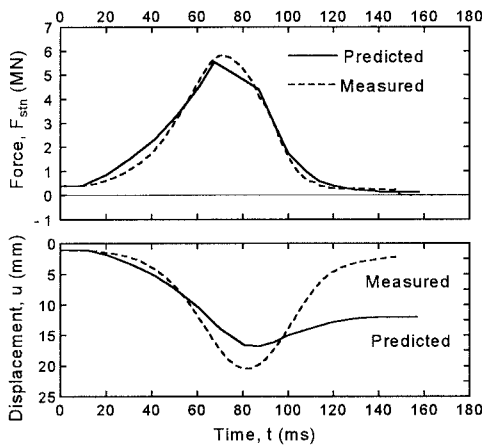


図-2 スタナミック試験シグナルの予測結果と実測結果

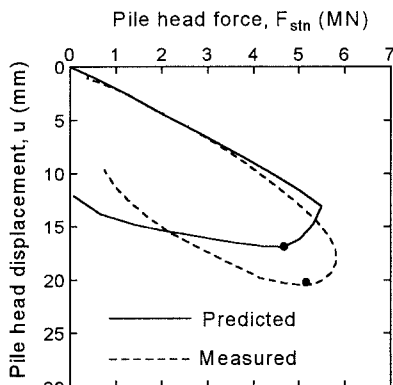


図-3 $F_{stn} \sim u$ 関係の予測結果と実測結果

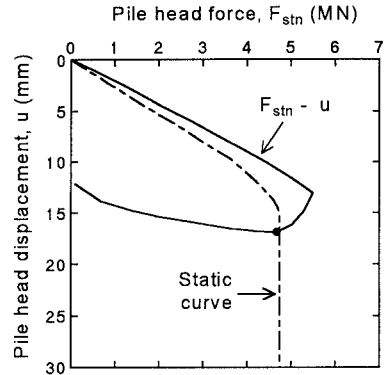


図-4 予測解析で得られた $F_{stn} \sim u$ 関係および静的荷重～沈下関係

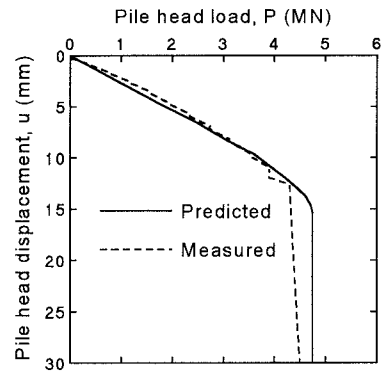


図-5 静的荷重～沈下関係の予測結果と実測結果

5. まとめ

今回のSTN試験事例は、予測プログラムを用いることにより、その結果を比較的良好に予測できた。

今後、地盤パラメタの設定方法および異なる杭種・地盤に対する適用性についても検討を重ねることで、予測精度の向上を図ることが必要である。

なお、本報の試験および解析は、急速載荷試験法研究会の活動の一環として実施されたものである。執筆に際し御指導頂いた研究会各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) Bermingham, P and Janes, M. (1989) : An innovative approach to load testing of high capacity piles, Proc. Int. Conf. Piling and Deep Foundations, London, pp.409-413.
- 2) 松本樹典・道勇治・平野忠夫・続誠(1993) : 珪藻泥岩に打設された鋼管杭の急速載荷試験—スタナミック試験の適用, 第28回土質工学研究発表会, pp.1675-1678.
- 3) Burland, J. (1973) : Shaft resistance of piles in clay, Ground Engineering, Vol.6(3), pp.30-42.
- 4) TNOWAVE STATNATIC PREDICTION, Users Manual-Supplement, Version 1.0.