

III-477

スタナミック試験と静的載荷試験結果の比較

鋼管杭協会(櫛クボタ) 正会員 西村真二

1. はじめに

杭の鉛直支持力を確認する方法として、静的鉛直載荷試験(SLT)が基準化され利用されている¹⁾。しかし、この方法は、実荷重状態に近い方法で杭を載荷することから、結果に対する信頼性は高いが、装置が大規模で試験時間も長く、コストの面で問題がある。最近、簡易な載荷試験法としてスタナミック試験法が開発され、国内でも数例が試みられている。ここでは、スタナミック試験(STN)と静的載荷試験結果の比較を行い、荷重沈下曲線の相関について議論する。

2. スタナミック試験の解析

STNは、推進剤の燃焼によるガス圧により反力体を打ち上げ、その慣性力を反力として杭を載荷する方法(図1参照)で、その試験結果から静的な荷重沈下曲線を解析する方法として、初期剛性法(INITIAL STIFFNESS METHOD)²⁾、修正初期剛性法(MODIFIED INITIAL STIFFNESS METHOD)³⁾、平衡点法(EQUILIBIUM METHOD)⁴⁾等が提案されている。これらの方法は、杭を剛体とみなして、載荷荷重(P_{stn})が杭体の慣性抵抗(FA)、地盤の静的抵抗(FU)および粘性抵抗(FV)と釣り合うとして、 FU が地盤の静的な抵抗状態として計算するものである。

$$F_{stn} = F_u + F_v + F_A$$

$$\begin{aligned} F_u &: \text{地盤の静的抵抗} = k u & k &: \text{バネ係数} & u &: \text{変位} \\ F_v &: \text{地盤の粘性抵抗} = c v & c &: \text{ダンプン定数} & v &: \text{速度} \\ F_A &: \text{杭体の慣性抵抗} = m a & m &: \text{杭体質量} & a &: \text{加速度} \end{aligned}$$

しかし、これらの方法は、得られた FU とSLTの曲線は、概ね良く一致するが、荷重の初期段階では FU の方が小さくなり、 FV を過大に評価している傾向がみられることが指摘されている⁵⁾。図2に砂地盤おける鋼管杭(表1のA)に実施したSTNに対し、平衡点法で解析した結果を示す。やはり、荷重の初期段階において、 FV を過大に評価している傾向がみられる。

3. STNとSLTの荷重沈下曲線の相関

図2で荷重沈下曲線を比較すると、以下の点が観察される。

- ・STNとSLTは、初期からある程度まではほぼ一致している。
- ・平衡点(最大沈下点 $V=0$)は、SLTの曲線上にほぼ乗っている。

このことから、曲線が離れていく点を決めることができれば、簡易な解析でSTNの結果から静的な荷重地下か曲線を推定することができることがわかる。ここでは、加速度の変化に着目し、その最大点を曲線の変化点として沈下曲線を求めてみた。検討したのは、表1に示す過去に国内外において実施されたケースで、同じ杭でSTNとSLTが実施されたものである。その結果を図3～図6に示す。加速度最大点と平衡点は、簡易に直線で結んだが、その結果は概ね良好であることがわかる。この加速度最大点は、STNにおける変曲点とみられ、SLTの降伏点とは違った意味を持つと考えられる。

5. おわりに

今回の検討の結果、STNの加速度最大点を曲線の変化点としてこれを平衡点と結ぶことにより、SLTと良い相関が得られた。今後はこの方法の理論的な検証が必要なことは、言うまでもないが、このような簡易な方法でSTNから地盤の静的な抵抗状態を推定することができれば、簡易な載荷試験法であるSTNの普及につながると考える。最後に、本試験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、執筆に際し指導頂いた研究会各位に謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 土質工学会: 杭の鉛直載荷試験法基準・同解説(1993)
- 2) Middendorp, P., Bermingham, P. and Kuiper, B. (1992): Statnamic load testing of foundation piles, Proc. of 4th Int. Conf. on Appl. of Stress-Wave Theory to Piles, 585-588
- 3) 松本他(1994): スタナミックデータを利用した杭の静的荷重-沈下曲線の一計算法, 第29回土質工学研究発表会
- 4) Horvath et al(1993): The equilibrium point method of analysis for the Statnamic loading test with supporting case histories, Proc. of DFI Conf., Pittsburgh.
- 5) 西村(1994): 砂地盤における鋼管杭のスタナミック試験, 第29回土質工学研究発表会
- 6) Tubakihara et al(1994): A Statnamic Loadig Test Test of a Cast-in-Place Concrete Pile in Japan, 3rd Int. Conf. on DEEP FOUNDATION PRACTICE inc. PILETALK Int. '94 Proc. of DFI Conf., Bruges
- 7) Bermingham hammer corp. (1993): STATNOMIC LOAD TESTS ON DRILLED SHAFTS AT CUPERTINO, CALIFORNIA

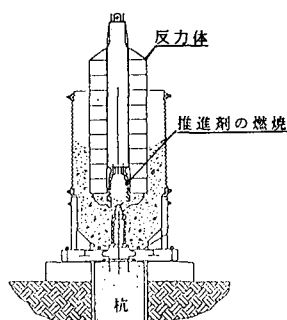


図1 スタナミック試験概要

表1 検討試験例

	杭種	杭長 [m]	断面積 [m^2]	杭質量 [kg]	地盤	出典
A	鋼管杭	13	0.0716	1799	砂	(5)
B	鋼管杭	11	0.0410	3470	軟岩	(4)
C	場所打ち杭	18.2	0.7850	32000	砂	(6)
D	場所打ち杭	9.1	0.6567	13745	レキ	(7)

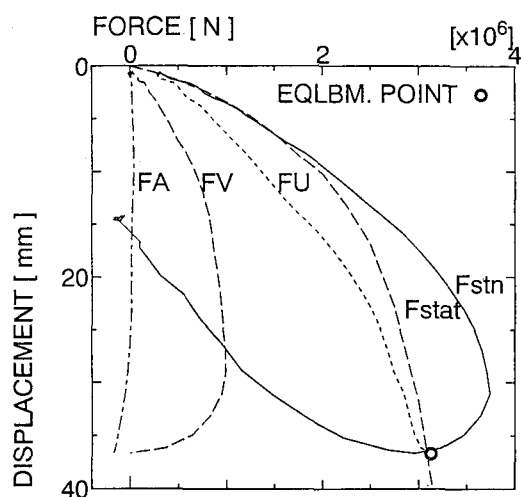


図2 平衡点法 (A)

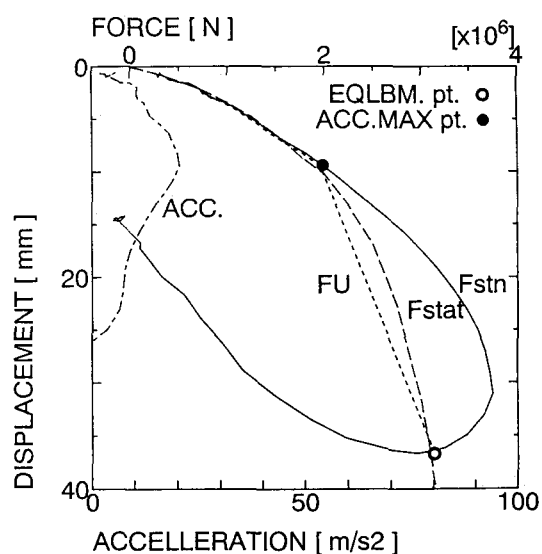


図3 加速度最大点法 (A)

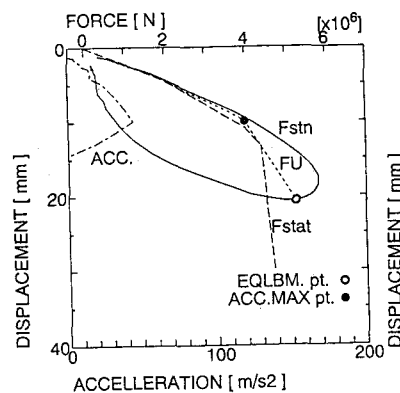


図4 加速度最大点法 (B)

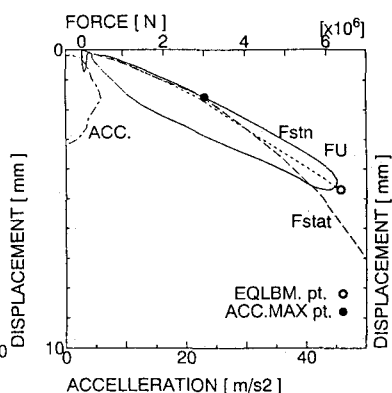


図5 加速度最大点法 (C)

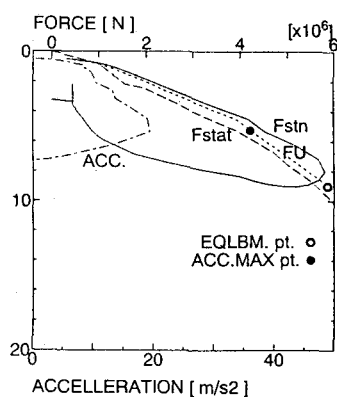


図6 加速度最大点法 (D)