

Ⅲ-B52 杭先計測法による杭の動的支持力推定に関する基礎研究

東海大学大学院 学生会員 ○佐藤 友哉
石川島プラントエンジニアリング 正会員 沢田 純
東海大学工学部 正会員 近藤 博

1. はじめに

静的支持力を杭の支持力とする我が国では、杭の支持力の確認のために静的載荷試験が通常実施されている。しかし、静的載荷試験の実施には長時間要するとともにかかる費用も膨大である。そのため、杭の打ち込み時に杭頭で測定した応力と加速度（実際は積分した速度）から、静的な杭支持力等を推定する動的載荷試験（以下杭頭計測法と記す）が数多く実施されている。

動的載荷試験値と静的載荷試験値の比較検討は杭の分野で行われ、静的貫入抵抗が動的貫入抵抗を上まわるとの報告¹⁾が多いようである。また、山肩ら²⁾は、重錘落下試験と平板載荷試験を実施し、衝撃荷重の最大値と静的支持力は等しいと仮定してもほぼ妥当であるとの結論を導いている。

本研究は、供試地盤の影響を排除するために同一土層上で静的載荷試験と動的載荷試験を交互に実施する方法を採用した。また、条件を簡素化するために先端支持力のみに着目し実験を行った。さらに、今回は、いまだ議論のある杭頭計測法の問題点を排除する観点から、杭先端部で応力等を測定する手法を用いて動的支持力を測定し、静的支持力との比較検討を試みたものである。

2. 実験装置と実験方法

供試地盤：供試地盤はCBR試験用のモールドに、カオリンクレイと標準砂を8:2の割合で混合したものを入れ、静的に4層に分けて締め固め作製した。総厚は17.5cmで、CBR値は約0.43%となっている。

模型杭：図-1は模型杭（以下センサ棒と記す）の概略を示したものである。センサ棒は先端部に加速度計と半導体ひずみゲージを設置するために、アルミニウム製のパイプを用い、両端にアルミの円形板を張りつけた構造になっている。また、センサ棒の周面に作用する抵抗を排除するために、先端部の円形板はパイプ部より半径を1mm大きくしてある。

載荷実験：動的載荷試験は供試地盤上に、センサ棒を設置し、落下高さ20cmの位置から重量4.65kgfの鉄製ハンマを自由落下させセンサ棒を打撃して行った。そのときセンサ棒先端部の応力と加速度及びレーザ変位計を用いてセンサ棒の貫入量を測定した。静的載荷試験は、載荷速度1mm/分でセンサ棒を供試地盤に1cm貫入させた。

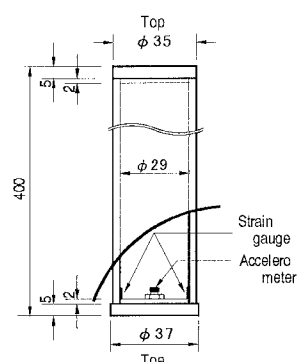


図-1 模型杭

動的支持力と静的支持力の比較は、載荷順序の影響を見るために、動的→静的→動的載荷試験（以下、DSD試験）、及び静的→動的→静的載荷試験（以下、SDS試験）の2種の実験を基本に行った。

3. 実験結果と検討

3.1 センサ棒の挙動

図-2は動的載荷試験での時刻歴応答の一例を示したものである。(a)はセンサ棒先端での荷重波形を示したものである。この図から、供試地盤の強度に比較して重たいハンマを用いて実験を行ったので、荷重値がほぼ一定を示し、センサ棒先端付近の供試地盤が塑性域まで達していると判断できる。(b)はセンサ棒先端

キーワード：載荷試験，支持力，動的，機械インピーダンス

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL・FAX 0463-50-2169

での加速度波形を示したものである。打撃初期の大きな加速度はセンサ棒の振動を、後半部はセンサ棒内を伝播する波動と地盤との関係で生じている加速度と思われる。(c)はセンサ棒中央部で測定した変位波形を示したものである。図から、時間約12msecで最大の変位を示し、その後センサ棒がリバウンドしている様子が観測されている。

図-3は、センサ棒先端部の機械インピーダンスの時刻歴を示したものである。この波形において、時間2.5msec～15msecの間は滑らかな勾配であり、ほぼ一定値と見なすことが出来る。つまり、インピーダンスがほぼ一定値ということは、力と速度のバランスが取れている状態であり、この図からも荷重の飽和域で供試地盤が塑性域に入っていると判断できる。

3.2 支持力

図-4はSDS試験を行ったときのP-S関係を示したものである。実線が動的載荷試験結果、点線が静的載荷試験結果から描いたものである。図から、明らかなように二段目の静的の結果よりも前後の動的の結果の方が荷重が大きく出ていることが分かる。また、三段目の静的試験のP-S関係は、一段目の静的試験の延長線上にのる傾向を示した。この載荷順序を変えた実験結果からもわかるように、動的載荷試験から得られる荷重値のほうが静的載荷試験から得られる値よりも大きいことがわかる。

既存の研究で、動的支持力（＝動的成分＋静的成分）≦静的支持力との報告が多いのは、杭周辺地盤のセットアップの問題、打撃力の不足、支持力計算法の問題とともに、センサを含めた計測システム全体に問題があるものと推察される。

Gobleら³⁾は、動的載荷試験における貫入抵抗は静的抵抗と貫入速度に比例する動的抵抗の和と考えている。つまり、貫入速度=0のときを最大静的抵抗と考えると、静的支持力を推定している。図-4中の●印は速度ゼロの個所を示したものであるが、貫入速度ゼロでの荷重値は静的支持力値よりも大きな値を示していることがわかる。

4. まとめ

杭頭計測法とは異なり、杭先端で応力測定する方法を用いて、動的載荷試験を行ったところ、従来の一般的な報告とは異なり、動的支持力（＝動的成分＋静的成分）は静的支持力よりも大きいことが明らかになった。また、動的載荷試験での速度成分がゼロの場合における静的成分は静的支持力を上回り、広く用いられているGobleらのモデルに問題があることを示唆するものである。動的支持力と静的支持力の差はセンサ棒の質量と加速度を乗じた値によく一致する傾向を示したが、まだ詳細な検討が必要と判断している。

参考文献

- 1) 例えば、澤井廣之・塩井行武・他2名、土木学会論文集、No.575、(1997)
- 2) 山肩邦男・伊藤淳志・他2名、第29回土質工学研究発表講演集、(1994)
- 3) Goble,G.G.,Rausche,F. and Likins,G.E. : Proc.Int.Seminar on the Application of Stress-Wave Theory on Piles,(1980)

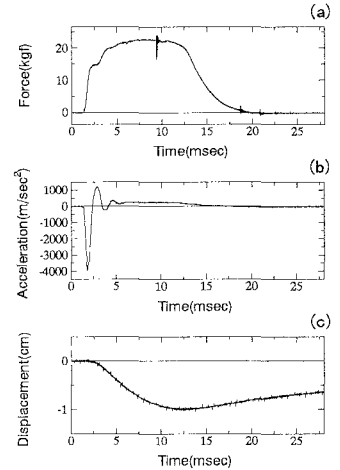


図-2 時刻歴応答

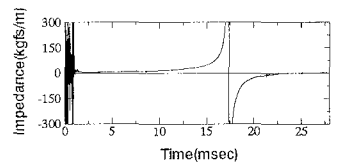


図-3 時刻歴応答

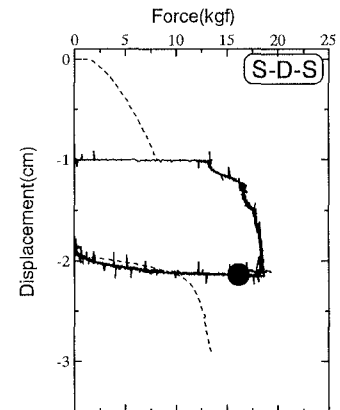


図-4 P-S関係