

III-501 場所打ち杭に対する静的・動的試験

九州大学工学部 学生員○麻生 稔彦

九州大学工学部 正 員 鳥野 清

九州大学工学部 正 員 堤 一

(株)建設技術研究所 正 員 松井 謙二

1. はじめに

著者らは静的載荷試験に代わり動的試験により杭の支持力を推定する方法を提案している¹⁾。これは杭を衝撃加振する事により得られる杭頭変位および杭頭ひずみから杭の動的挙動を明かにし、これより地盤ばねの変化に着目して支持力を推定しようとするものである。しかし、このような動的試験から得られる杭体および杭周面地盤の性質は静的なそれとは異なると考えられる。そこで、本研究は同一杭に対し静的載荷試験と動的試験の双方を実施し、杭の弾性係数や杭周面地盤ばね定数をそれぞれ求め比較・検討したものである。

2. 試験概要

今回の試験は2本の場所打ち摩擦杭 P_1 、 P_2 を対象とし、杭径はいずれも1.0m、杭長は P_1 が19.1m、 P_2 は18.6mである。図-1に杭設置地盤のN値を示す。なお、いずれの杭についても地表より約3mはフリクションカットが施されている。これらの杭について静的載荷試験と動的試験を行い杭頭における変位と杭体ひずみを測定した。ここで、静的載荷試験は最大荷重700tまで多サイクル荷重制御方式で行い、動的試験は重量1.0tのハンマーを杭上部に吊り上げ、高さ20~300cmの範囲で自由落下させることにより衝撃加振した。

3. 試験結果

静的載荷試験により得られた荷重と、フリクションカット部のひずみの関係より静的弾性係数 E_s を計算することができる。一方、動的試験では杭体内の衝撃波伝播速度 c を求め、密度 ρ ($=0.245\text{t/m}^3$)を用いて動的弾性係数 $E_D = \rho c^2$ より計算される。ただし、ここでいう弾性係数はいずれも杭を一樣な材質と考えた場合の等価弾性係数である。なお、衝撃波伝播速度 c は P_1 、 P_2 杭とも落下高さにより4400~4700 m/sとなったが、このばらつきは測定誤差やAD変換におけるサンプリング周波数の影響であると考えられる。 P_1 および

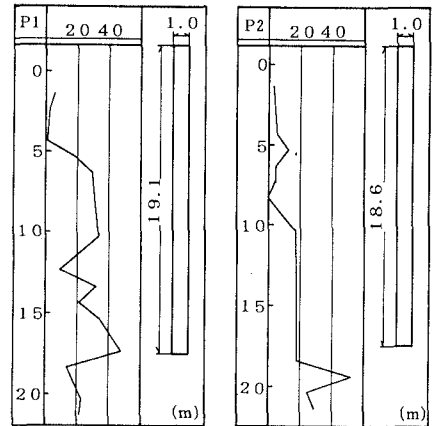


図-1 試験杭

P_2 杭の弾性係数を杭頭荷重との関係で図-2に示す。図に示す荷重は静的試験では載荷荷重を、動的試験では杭頭衝撃力の最大値である。 E_s は荷重の増加にともない徐々に低下するのに対して、 E_D は荷重によらずほぼ一定値となり、その値は E_s の1.5~2.0倍程度となっている。また、等価弾性係数を用いて鉄筋とコンクリートとの面積比より計算したコンクリートの平均弾性係数は静的で $2.2 \times 10^6 \text{t/m}^2$ 、動的で $4.2 \times 10^6 \text{t/m}^2$ であった。

静的地盤ばね定数 K_s は静的載荷試験による載荷荷重と沈下量の関係から求めることができる。一方、動的ば

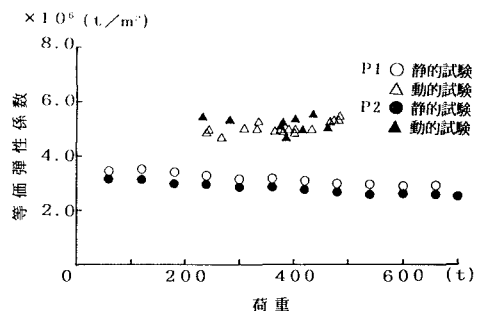


図-2 等価弾性係数

ね定数 K_D を最大衝撃力と最大動の変位より求めると、杭の固有周期と衝撃力の作用時間との関係で決まる応答倍率の影響を強く受けることになる。そこで、この応答倍率の影響を除くために杭の動的挙動より杭全体が一体となって振動する剛体振動の固有円振動数 n と、この時の振動質量 M を用いて $K_D=Mn^2$ から求めることとした。この振動質量 M は文献1)により杭体の質量のみでなく杭が排除した土の質量を付加質量として考慮する必要がある。ここで検討するばね定数はいずれも杭の先端ばねと周面ばねの両方を含めた杭頭ばね定数である。静的載荷試験 K_S と動的試験 K_D による地盤ばね定数の違いを図-3に示す。この図より、P1、P2杭のいずれの場合でも K_D が K_S よりも大きくなっているが、荷重300t以上になると K_D と K_S の差はかなり小さくなる。また、 K_S はP1、P2とも荷重の増加にともない一様に低下するのに対し、 K_D はP1で急激に低下するもの、P2では低下する度合が小さくなっている。また、図中の実線は道路橋示方書の方法により求めたばね定数であり、ほぼ K_S の平均的な値となっている。

静的載荷試験と動的試験よりそれぞれ支持力を求めるために荷重-沈下曲線を図-4、図-5に示す。ここで、動的試験においては横軸は最大衝撃力、縦軸は最大衝撃力を動的地盤ばね定数 K_D で除した静的変位である。また、図中の実線は測定値をワイブル曲線に近似したものであり²⁾、推定した支持力とはよく一致していることがわかる。しかし、P2杭では衝撃力が多少不足していたように思われる。

4. 結論

静的試験と動的試験による杭の弾性係数および地盤ばね定数を比較した結果、それらには差異があることが明かとなった。特に地盤ばねについては従来言われているように動的ばねは静的ばねの数倍であることが確認できたが、この値は常に一定ではなく荷重に依存することが明かとなった。

<参考文献>

- 1) 鳥野, 麻生, 松井, 前田, 場所打ち摩擦杭の支持力推定, 杭の打ち込み性および波動理論の杭への応用に関するシンポジウム発表論文集, pp.115~118, 1989
- 2) 塩井, 宇都, 冬木, 近藤, 桜井, 杭の荷重-変位曲線の非線形回帰結果による支持力の一評価法, 第23回土質工学シンポジウム発表論文集, pp.9~16, 1978

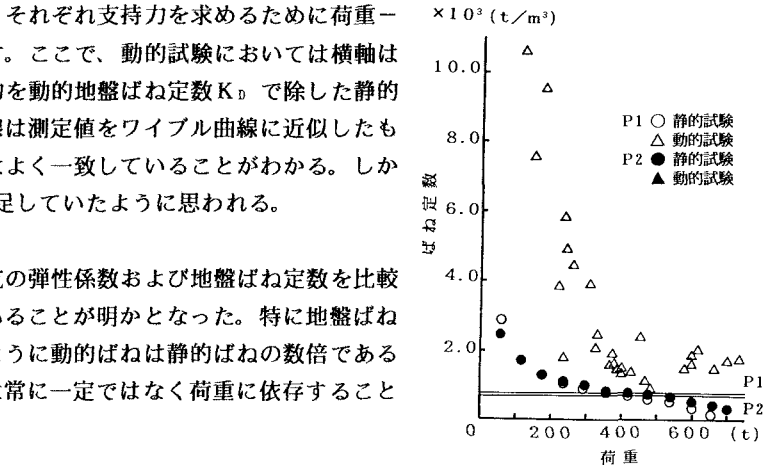


図-3 地盤ばね定数

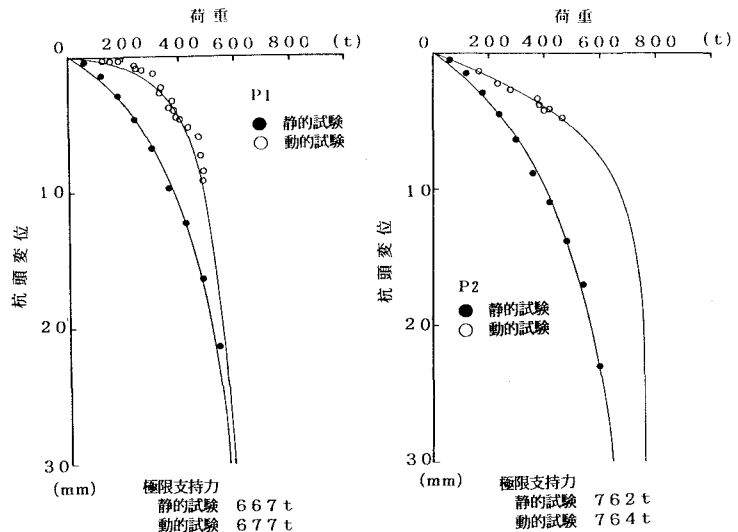


図-4 P1荷重-変位関係

図-5 P2荷重-変位関係