

東海大学大学院・学生会員 佐藤 友哉

東海大学工学部・学生会員 石井 督

東海大学工学部・正会員 近藤 博

1. はじめに

日本での基礎構造物の品質や信頼性の評価は、静的載荷試験による支持力を基に行われている。しかし静的載荷試験は、多額の費用と時間を要するため十分な数の杭に試験を実施できないのが現状である。そこで、安価かつ短時間で実施出来る、動的載荷試験や急速載荷試験の実用化が望まれている。動的支持力と静的支持力の比較検討は、各所で行われている。一般に、杭の支持力関係は、(静的支持力) $\geq$ (動的支持力) との報告が多い。最近の境ら¹⁾の研究においても、表-1 に示すように、動的載荷試験から求めた抵抗値が静的載荷試験結果よりも小さく報告されている。山肩ら²⁾も、室内模型実験で重錘落下実験と平板載荷試験を実施し、重錘の貫入量がある程度以上進めば、衝撃荷重の最大値と静的支持力は、ほぼ一致するとの結論を導いている。

本研究は、杭の先端支持力のみに着目し、同一供試地盤上で動的載荷試験に続けて静的載荷試験を実施し、両者の関係について検証した。その結果、(動的支持力) $\geq$ (静的支持力) の関係になることが分かった。そこで、既往の研究は、ハンマ重量等の選定に問題があると判断し、これらを変えた実験を行い、動的載荷試験の持つ基本的特性等について検討したものである。

2. 実験装置と実験方法

供試地盤：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、含水比を約20.0%に調節し、CBR試験用のモールドに四層に分けて、静的に締固め作製した。その総厚は17.5cmで、CBR値は約0.53%である。

模型杭：図-1 は模型杭（以下、センサ棒）の概略を示したものである。

センサ棒は、全長 40cm のアルミニウム製のパイプで、両端にアルミの円形板を貼付した構造となっている。表面にひずみゲージ、両端内部には加速度計を設置している。また、土中貫入時の周面抵抗の影響を排除するために、先端部の円形板はパイプ外径より大きくなっている。

実験方法：動的載荷試験は供試地盤上にセンサ棒を設置し、ハンマを自由落下させて実施した。ハンマの落下高さは、センサ棒上端から 20cm の位置を基本とした。ハンマは、直径 5cm で長さが 5~60cm の 6 種類となっている。試験は、センサ棒先端部の荷重と加速度、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、動的載荷試験に用いたセンサ棒を、載荷速度 1mm/分 で供試地盤に貫入させて実施した。

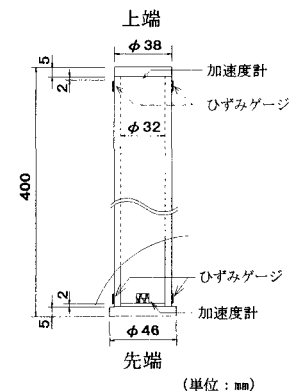


図-1 センサ棒の概略図

3. 実験結果と検討

図-3は、ハンマの落下高さを20cmとし、ハンマ長（ハンマ重量）を変えて実験したときの荷重—貫入量曲

Keywords : 急速載荷試験, 動的載荷試験, 動的支持力, 静的支持力

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

線（以下、P-S 曲線）である。ハンマ長 5, 10, 20cm までは荷重値は増加していくが、30, 45, 60cm の場合には、貫入量 1cm 以上では、ほぼ同じ P-S 経路を通る様子が見られる。これから、土被りや土層の側面の影響により、貫入量が大きくなるにつれ、荷重値は増加するものの、センサ棒先端付近の供試地盤が塑性域に達していると判断できる。

図-4 は、ハンマ長 30cm で、落下高さを 10, 20, 30cm と変えたときの P-S 曲線である。ハンマの落下高さが 20cm と 30cm では、ほぼ同じ P-S 経路を通るようである。点線は、動的载荷試験後に行った、静的载荷試験の P-S 曲線である。動的载荷試験値より小さい値となっていることがわかる（静的载荷試験後に動的载荷試験を実施しても、両者の関係は同様である）。

図-5 は、動的载荷試験時のレーザ変位計で計測した貫入量と荷重からなる P-S 曲線（黒線）と、センサ棒先端で計測された加速度を二階積分して求めた貫入量と荷重からなる P-S 曲線（灰色線）である。点線は、動的载荷試験後に行った、静的载荷試験の P-S 曲線である。積分して求めた貫入量は、加速度波形を一階積分して求めた速度波形の基線を補正し、これを積分して求めたものである。リバウンド量は異なるものの、ほぼ同じ傾向を示していることが分かる。図中の●印は、センサ棒の速度ゼロの地点（最大貫入量を示す点）を示し、この点での荷重値は、静的支持力値よりも大きな値を示している。図中の○印は、センサ棒の貫入速度=0 のときの加速度から求めた慣性力を、貫入速度=0 の時の荷重値から引いた値を示している。図から明らかなように、○印は、静的载荷試験の降伏点の位置とほぼ一致する傾向を示した。今回用いた、短いセンサ棒の場合には、先端抵抗値と加速度を測定することにより、動的支持力から静的支持力を推定できるようである。しかし、実際の杭の場合には、杭の長さの問題を検討する必要があると判断される。

4. まとめ

杭の先端支持力のみに着目し、同一供試地盤上で動的载荷試験に続けて静的载荷試験を実施し、以下のことが明らかになった。

1. 地盤の塑性域に達するようなハンマ重量及び、ハンマの落下高さを選定すると（動的支持力） $\geq$ （静的支持力）の関係になる。
2. 静的载荷試験での降伏点は、適切な動的载荷試験が実施できれば、動的载荷試験時のセンサ棒の速度、加速度を考慮すると推定できる。

参考文献

- 1) 澤井寛之, 塩井幸武, 吉田好孝, 境友昭: 杭頭計測法による杭の支持力管理技術, 土木学会論文集Ⅲ, No. 575, Ⅲ-40, pp. 199~205, 1997-9.
- 2) 山肩郁男, 伊藤淳志, 下平祐司, 無津呂大介: 重錘落下締め固め工法に関する室内模型実験 (その2), 第 29 回土質工学研究発表会, pp. 2065~2066, H6-6.

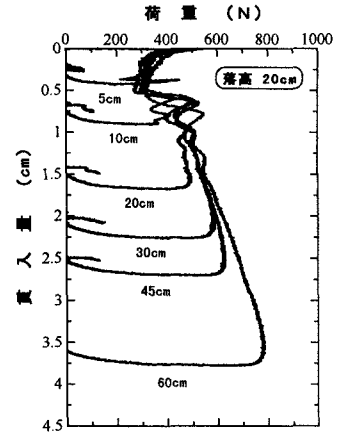


図-3 ハンマ重量と P-S 曲線

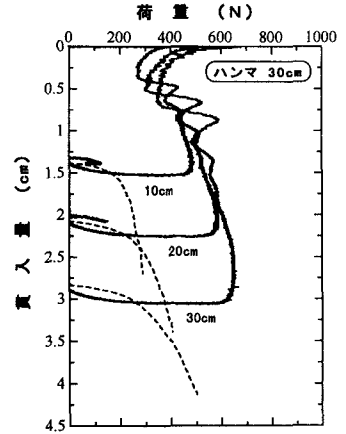


図-4 ハンマの落高と P-S 曲線

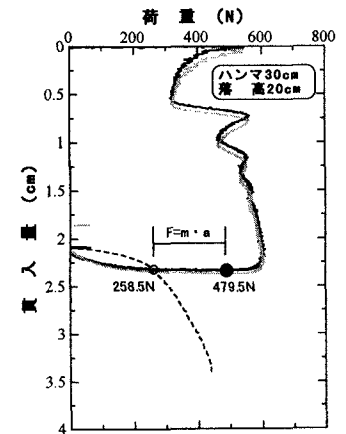


図-5 動的载荷試験と静的载荷試験