

載荷速度を変化させた模型杭基礎の鉛直支持力特性

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○阿部慶太, 西岡英俊, 神田政幸
ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 千葉佳敬
(株)複合技術研究所 木口峰夫

1. はじめに

現行の杭基礎の鉛直支持力は一般に静的載荷実験による評価に基づいている¹⁾。しかしながら、地震時や列車通過時など載荷速度が大きい鉛直荷重が杭基礎に作用した場合、静的に載荷した場合と異なる鉛直支持力特性を示す可能性がある。そこで本研究では、杭模型に対してハンマーによる打撃の程度を変化させた鉛直載荷実験を行い、杭基礎の鉛直支持力特性に与える載荷速度の影響について検討した。

2. 実験の概要

図-1 に実験の概要を示す。実物の 1/40 の矩形断面(25mm×25mm)と杭長 750mm を有する中実で剛な杭模型を製作し、密な乾燥砂地盤(土質:乾燥豊浦砂, 平均粒径 0.1mm, 相対密度 $D_r=90\%$)中に 300mm 根入れさせ、杭頭をハンマーで打撃して載荷速度を変化させた動的載荷実験を行った。なお、相対載荷時間 T_r ²⁾は 34~67 程度であり急速載荷実験と同程度の載荷実験である。杭種は支持杭と摩擦杭(表面に乾燥砂をまぶし周面摩擦を大きくしたもの)を想定し、ハンマーの落下高さを変化させて、主に荷重を徐々に大きくする場合(以後、漸増載荷と呼ぶ。)と徐々に小さくする場合(以後、漸減載荷と呼ぶ。)で載荷を行った。なお、計測項目は、杭頭の鉛直荷重、杭体の鉛直加速度、速度および変位であり、動的および静的載荷時の鉛直支持力特性の比較のため、同一地盤条件で静的載荷実験を別途行った。

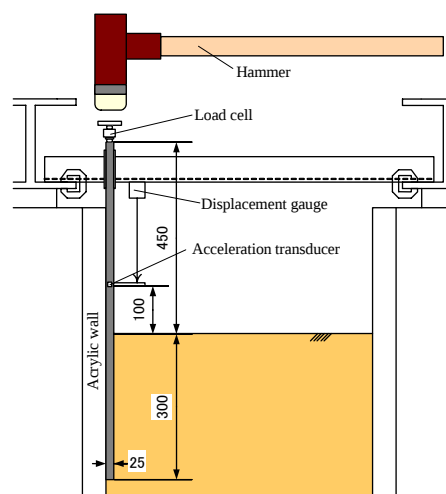


図-1 実験の概要

3. 地盤の動的抵抗成分と載荷速度との関係

図-2 に支持杭での漸増および漸減載荷時での鉛直荷重-鉛直変位関係を静的載荷実験結果(Static test)とともに示す。図中の細い鎖線(赤線, Dynamic test)がハンマーで載荷した際の実測値であり、太い一点鎖線(青線, No inertia)が杭体の慣性力を実測値から差し引いた値、すなわちハンマーで載荷した際の地盤抵抗力²⁾である。また、図中の●, ▲はハンマーで載荷した際の最大地盤抵抗力および除荷点抵抗力²⁾(杭体の速度がゼロ時の地盤抵抗力)であり、○, △は同変位時での静的抵抗力である。図-2 より、最大地盤抵抗力が大きい程変位が大きくなる傾向がある。また、除荷点抵抗力は参考文献 2)にあるように同変位時の静的抵抗力と同等であり、この傾向は処女地盤の状態で載荷した場合だけでなく、載荷速度を変化させて段階的に載荷した場合においても同様であることがわかる。なお、他のケースでも同様の傾向を示した。

図-3 は支持杭および摩擦杭での地盤の動的抵抗成分²⁾(=最大地盤抵抗力-除荷点抵抗力)と最大地盤抵抗力時の杭体の速度(杭体を剛とすればハンマーによる載荷速度に比例する値と考えられる)との関係(■: 漸減載荷, □: 漸増載荷)であり、データの傾きは減衰定数²⁾を表す。なお、マーク上付きの数字は載荷の順番であり、「1」は処女地盤で載荷した場合である。載荷速度の大きさ、載荷の順番および地盤の変位レベルに拘らず、支持杭での減衰定数は一定の値になる傾向にあり、摩擦杭での減衰定数は、載荷速度が小さい場合は

キーワード 杭基礎, 載荷速度, 鉛直支持力特性, 除荷点抵抗力, 減衰定数

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7261

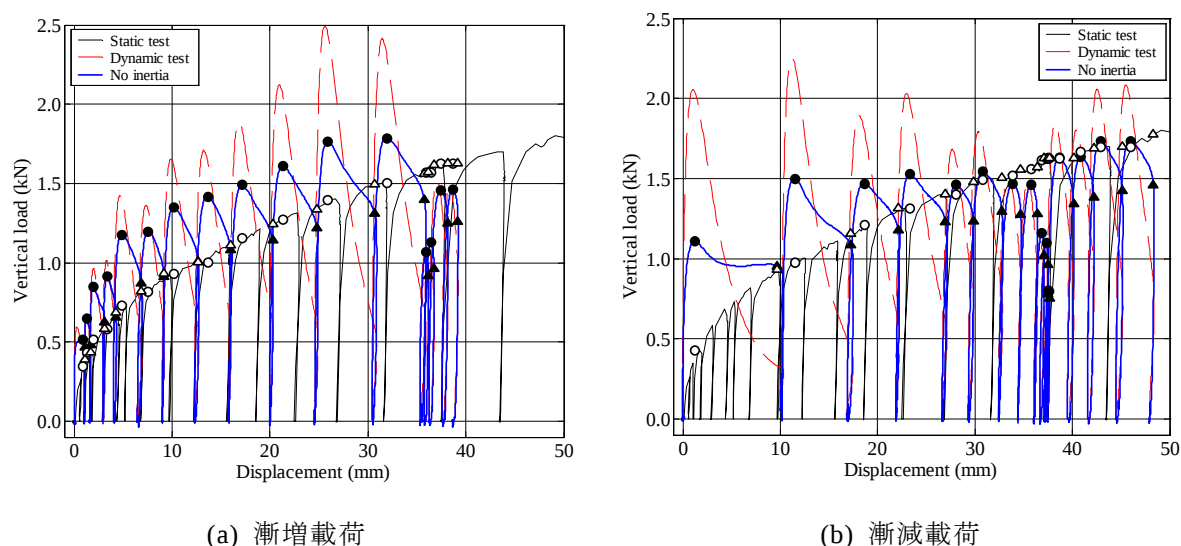


図-2 鉛直荷重－鉛直変位関係(支持杭)

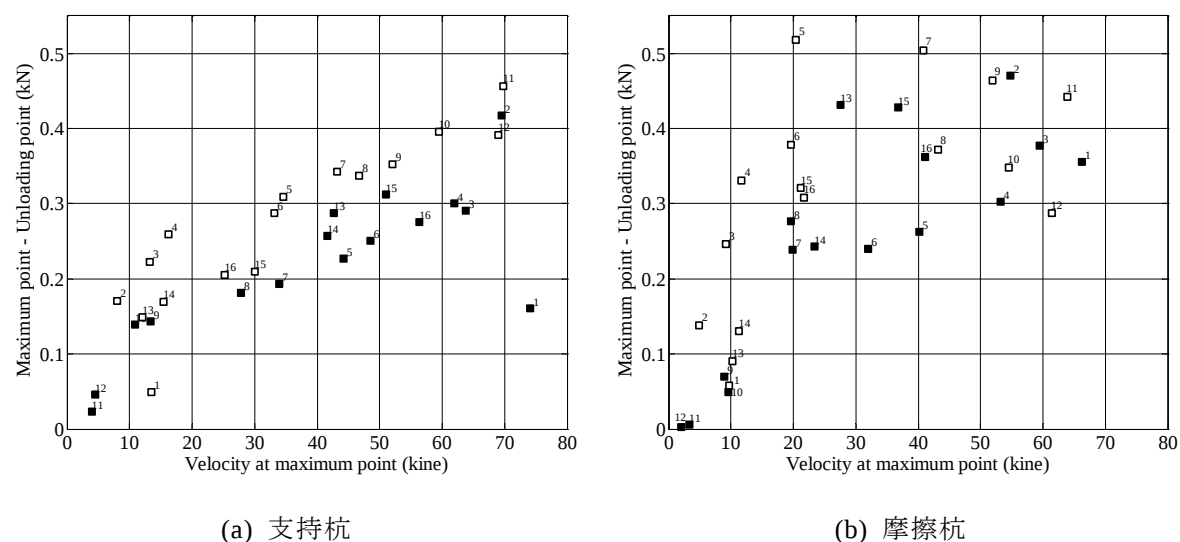


図-3 地盤の動的抵抗成分と載荷速度との関係

支持杭での減衰定数より大きく、載荷速度が大きくなるにつれ低下する傾向にある。また、処女地盤で載荷した場合の減衰定数は、それ以外の地盤の場合に比べ小さいことがわかる。

4. まとめ

杭基礎の鉛直支持力に与える載荷速度の影響を把握することを目的として、杭模型に対してハンマーによる打撃の程度を変化させた鉛直載荷実験を行った。その結果、以下の結論を得た。

- (1) ハンマーで載荷した際の除荷点抵抗(杭体の速度がゼロ時の地盤抵抗)は、載荷速度の大きさ、載荷の順番および地盤の変位レベルに拘らず同変位時の静的抵抗と同等になる。
- (2) 載荷速度の大きさ、載荷の順番および地盤の変位レベルに拘らず、支持杭での減衰定数は一定になる傾向にあるが、摩擦杭での減衰定数は、載荷速度が大きくなるにつれ低下する傾向にある。
- (3) 処女地盤で載荷した場合の減衰定数は、それ以外の地盤で載荷した場合の減衰定数に比べ小さい。

参考文献

- 1) 運輸省鉄道局監修, (財)鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物編, 1999 年。
- 2) (社)地盤工学会: 杭の鉛直載荷試験方法・同解説, 2002 年 5 月。