

大型ハンマーを用いた場所打ち杭の支持力推定

九州大学工学部 正員 〇麻生 稔彦、堤 一
 九州共立大学工学部 正員 鳥野 清
 日本道路公団 正員 前田 良刀
 (株)建設技術研究所 正員 松井 謙二

1. まえがき

著者らは場所打ち杭の支持力を簡便に推定する方法として、杭頭部を打撃することにより得られる杭頭変位および杭頭ひずみを用いる方法を提案している¹⁾。これまでの研究では重量1tfのハンマーにより打撃していたが、今回、ハンマー重量の違いが提案法に与える影響を検討するために重量4tfと9tfのハンマーによる打撃試験を実施したのでその結果を報告する。

2. 試験杭および試験概要

今回試験を行った場所打ち杭の概要と地盤状況を図-1に示す。対象とした杭はいずれも東京湾横断道路取り付け道路の基礎杭であり、A杭は杭長 $L=30.2\text{m}$ 、杭径 $\phi=1.2\text{m}$ 、B杭は杭長 $L=39.2\text{m}$ 、杭径 $\phi=1.2\text{m}$ であり、いずれも摩擦杭である。打撃試験ではA杭、B杭とも重量4tfのハンマーを高さ20cm~210cmの範囲でクレーンにより吊り上げ、自由落下させることにより杭を衝撃加振した。なお、杭頭部にはハンマーの打撃から杭体を保護するために木製のクッションを設置している。また、B杭では重量9tfのハンマーによる試験も併せて実施した。衝撃加振時の杭の挙動を知るために図-1の測点におけるひずみと杭頭変位を測定した。

3. 試験結果

図-2に打撃試験により得られた杭頭ひずみの時刻歴を例として最大落下高さについて示す。これらの波形を比較すると、A杭4tf、B杭4tf、B杭9tfの順に衝撃力の入射継続時間が長くなっていることがわかる。ここで、A杭4tfとB杭4tfとでは試験条件が全て同じであるため、この差が発生する理由は不明であるが、9tfハンマー使用時にはクッション

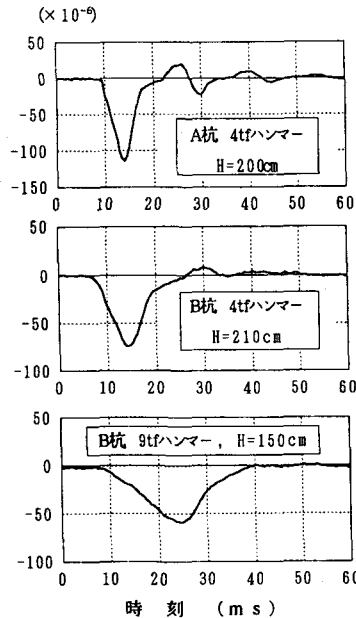


図-2 杭頭ひずみ波形

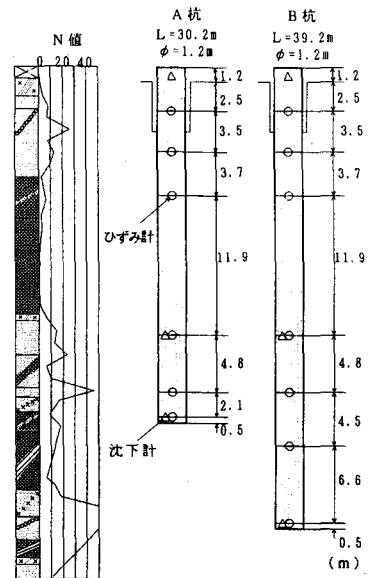


図-1 試験杭概要

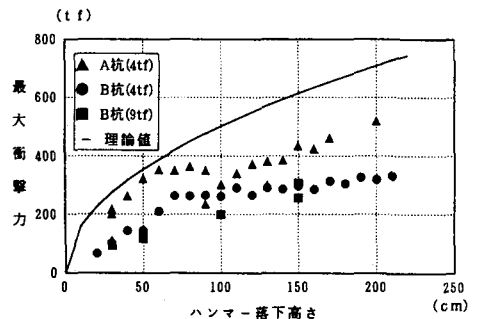


図-3 最大衝撃力

材の弾性変形量が大きくなるため、衝撃力が一時的にクッションに蓄えられた後、杭へ伝わるためと考えられる。

杭頭において測定されたひずみの最大値より求められる最大衝撃力とハンマー落下高さとの関係を求めると図-3となる。ここで、杭の動的弾性係数は衝撃波の伝播速度より計算でき、A杭では 4.02×10^8 tf/m²、B杭では 3.92×10^8 tf/m²であった。図より同一落下高さにおいてもA杭とB杭とでは最大衝撃力が異なることがわかる。同一ハンマーによる打撃ではほぼ同程度の最大衝撃力が得られるものと考えられるが、4tfハンマー使用時にもA杭とB杭とでは差があり、落下高さ200cmではB杭はA杭の7割程度となっている。一方、9tfハンマー使用時には4tfハンマーより最大衝撃力は小さくなっている。これは、衝撃波の入射継続時間とも関係していると考えられる。そこで、衝撃力と入射継続時間によりハンマー打撃の力積を求めると図-4となる。力積としてみると4tfハンマー使用時にはA杭、B杭ともほぼ同じ値となっており、9tfハンマーを用いると4tfハンマーより大きくなっていることがわかる。また、図-3に示した理論値は波動理論より導かれるものであるが、実験値とは一致していない。これは、波動伝播の状況が理論と異なることや計算に使用するパラメーター値が正確に得られていない等によるためと考えられる。

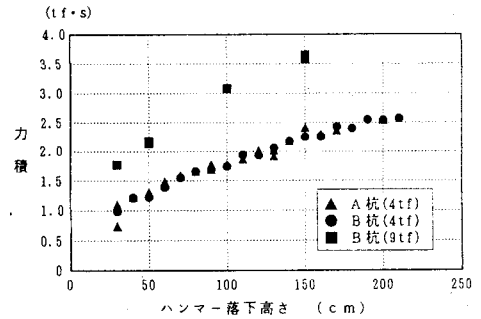


図-4 力積

これまでの研究により、ハンマー打撃時の杭の動的挙動は剛体振動と伸縮振動から成ることを明らかにしている。今回の試験結果について剛体振動と伸縮振動を求めた例を、A杭ハンマー落下高さ200cmの場合について図-5に示す。解析により求めた杭頭変位は実測変位と良く一致しており、これまでの解析方法を用いることにより今回の杭についても、その動的挙動をとらえることが可能であった。ここで、B杭については杭頭変位がうまく測定されておらず、解析を行うことができなかった。

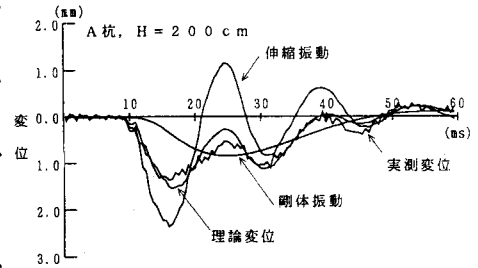


図-5 変位波形

図-5に示した解析を各ハンマー落下高さごとに行えば、剛体振動の動的ばね定数が求められる。最大衝撃力を動的ばね定数で除すことにより得られる換算変位量を用いて、最大衝撃力と換算変位量の関係を求めると図-6となる。この図より最大衝撃力-換算変位量の関係をワイブル曲線に近似して極限支持力を求めると854tfとなり、静的載荷試験の結果802tfと良く一致している。

4. 結論

今回の試験により、打撃試験に用いるハンマー重量の影響を明らかにした。また、静的載荷試験結果と打撃試験により推定された支持力は良く一致し、打撃試験の有効性が確認された。

<参考文献>

- 1) K. UNO et. al., A new method for estimating the bearing capacity of a cast-in-place pile, Proc. of Application of Stress-Wave Theory to Piles, 1992

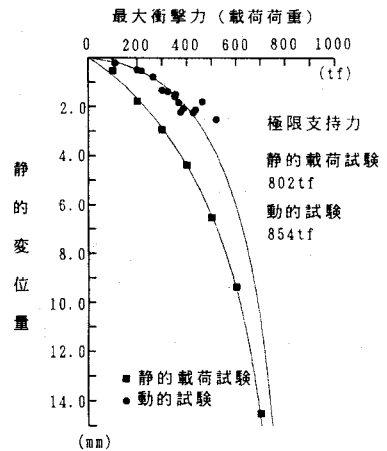


図-6 衝撃力-変位曲線