

I - B385

杭打ち作業による周辺地盤への振動伝播

日本道路公団 今村 壮宏
岡山大学環境理工学部 竹宮 宏和
日本道路公団 森山 陽一

1. はじめに

最近、大型化する構造物が軟弱地盤へも建設されることによって基礎に使用される杭もますます長尺化・大口径化している。しかし、打撃式による既製杭の施工は周辺への振動の問題を伴うおそれがあるため、市街地では予め発生振動を予測して、それが規定内あることを確認しておかなければ使用できないのが現状である。本研究は動状況下の振動予測を理論解析からアプローチするために、まず建設工事の地盤振動を計測し、波動の伝播を明らかにすると共に、3次元有限要素法を用いてシミュレーションを行った。

2. 地盤振動計測

われわれは「第二名神高速道路、飛島高架橋東(下部工)工事」における鋼管杭施工時の振動計測を行った。観測点は、図-1に示すように打設する杭から水平距離で20m, 30m, 40m, 50m, 60mの5点を選び、計測成分は各観測点とも水平方向(杭から波動の伝播方向)と鉛直方向の2成分とした。使用杭は $\phi 800 \times L29500$ であり、杭工法は油圧ハンマー(10t)による打撃工法であった。当該地盤は、地表面からG.L. -11mまでは沖積砂質土、G.L. -11m~G.L. -23mまではN値が5の軟弱な粘性土層があり、G.L. -35mを超えるとN値が50以上の洪積砂質土層となり剛基盤と見なすことができる。

3. 理論解析及び考察

杭打ち時の周辺地盤の振動予測を目的とし、計測結果との比較・検討を行う。解析手法としては、軸対称3次元有限要素法を用い、地盤の下方境界には剛基盤を仮定し、側方への半無限性は表面波の波動伝播理論に基づく伝達境界で置き換えることで考慮する。近傍地

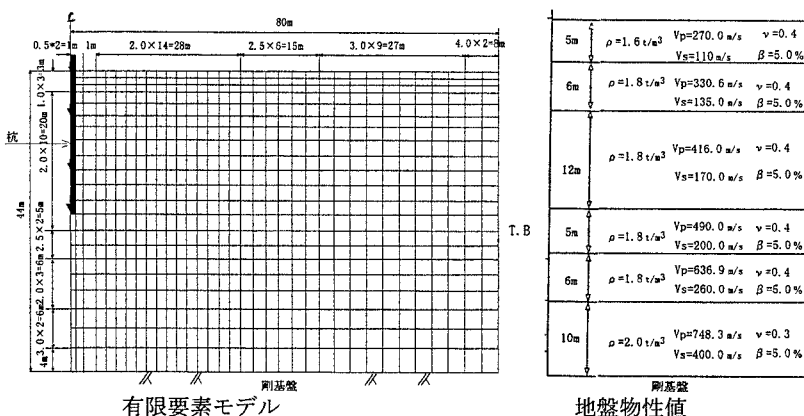


図-1 解析モデル

盤の内部減衰については複素弾性定数を採用する。図-1に本解析で用いたモデルを示す。本解析モデルでは支持層を水平に伝播する波を考慮するためにG.L. -34m~G.L. -44mに硬質な層の地盤物性を仮定した。杭体は等価なソリッド要素に置き換えた。載荷力には次式に示す $\sin^2$ 関数を仮定した。

$$P(t) = \sin^2(2\pi t / T) \quad t: \text{載荷時間で } 0 < t < T/2, \quad T \text{ は周期} \quad (1)$$

各杭先端深さごとの各層における杭の周面摩擦力と先端支持力を式(2)より求め、その比率により中心軸の節点に分布させて載荷力を与えた。

$$Ru = A_b q_b + \sum A_s f_s \quad (2)$$

ここで q_b : 杭の先端支持力 f_s : 杭の周面摩擦力

〒700 岡山市津島中 2-1-1 岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科

TEL (FAX) 086-251-8146

載荷時間 $T/2$ (s) は一打当たりの平均貫入量及び計測波形の周期より、杭先端深さが 3m のときは 0.10 (s)、15m、32m のときは 0.05 (s) とした。その荷重強度は、本解析によるそれぞれの計測点における (20, 30, 40 m) 解析ピーク値と計測ピーク値が合うように係数 α を掛けた。杭芯から 20m 地点での速度波形の比較図を図-2 に示す。杭先端が 3m、15m のときは解析結果、計測結果ともに直達波の周期に関しては概ね良一致した傾向を示している。

杭先端が 32m になり硬質層に達すると計測結果は複数の波が重なり合った波動場となっている。つまり、P 波、S 波、レイ波到達後も層内に閉じ込められた実体波による大きな振動が生じている。解析結果では支持層を水平に伝わる波を考慮するために 34m 以深に層を設けたが、モデル化における伝達境界のため、そのような傾向は現れていない。

図 3 は杭から 20m の計測点での軌跡を示したものである。杭先端が浅い (3m) のときは表面波が卓越しているのがわかる。また、杭先端が 15m、32m となるにつれて実体波と表面波が混在してくる。

図-4 に各杭先端深さでの最大速度振幅と杭からの距離との関係を示す。一般に載荷点からの距離減衰次式で表される。

$$A(r) = A_0 r^{-n} \exp(-\alpha r) \quad (3)$$

ここで、 A : 振幅, r : 杭芯からの距離, α : 内部減衰定数, n : 実体波に対し 1、円筒波に対して 0.5

図 4 にはオリジナルな応答値と $r^{1/2}$ を乗じた値を描いている。式 (3) による近似曲線と理論解析結果とは良い傾向を示しており、杭の先端が浅いときはレイリー波による振動伝播であることが分かる。深くなると実体波によることが分かる。

4. まとめ

本研究では鋼管杭打設時の周辺地盤への振動伝播を計測し、理論解析との比較から同波動場を特定し、距離減衰特性を示した。

参考文献: 竹宮他: 鋼管杭ハンマー打設における地盤振動評価について, 第 31 回地盤工学研究発表会発表講演集, 1996

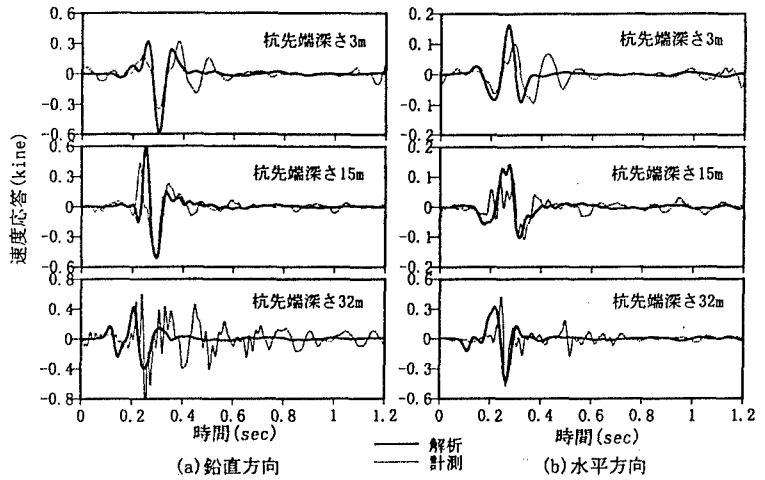


図-2 速度波形の比較

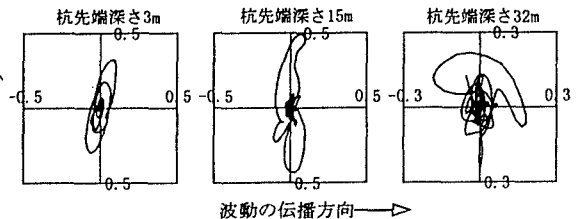


図-3 地表面の軌跡

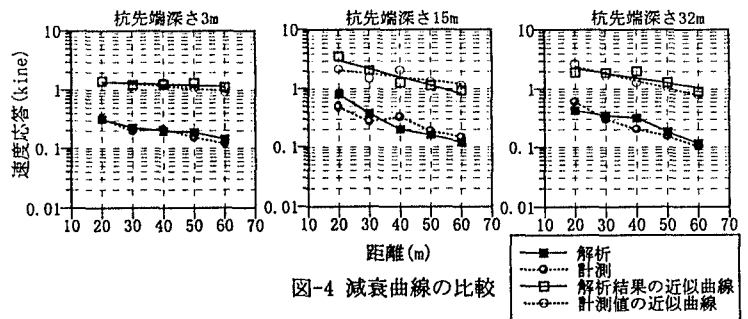


図-4 減衰曲線の比較