

VI-156 近接施工における矢板打設振動の予測

東洋建設株式会社 正会員 小竹 望

1. はじめに

近接施工における杭打振動によって近接構造物への影響、周辺地盤の変状が懸念される場合には、圧入式、アースオーガ併用等の無振動工法が採用されることが多い。一方、経済性、施工速度の面では振動打設工法が有利になるが、打設振動が近接構造物に与える影響については確立された予測法もなく、地盤固有の動特性に依存するため、近接の度合に応じて打設工法を選定するのは難しい。本報告は、既設のRC構造物に近接して土留鋼矢板を打設する工事において、振動打設工法による施工可能範囲の評価を目的として動的FEM解析の適用を試みたものである。

2. 検討概要

図-1に示す検討フローに従って近接構造物の振動を評価した。振動打設機械は、高周波パイプロと超高周波パイプロを検討対象とした。

3. 地盤振動

1) 試験打設

上記2機種を用いて試験打設を行った。打設振動数 f (Hz)は、施工性、地盤振動状況より実施工を想定してそれぞれ25Hz、50Hzとした。打設位置からの距離 $L=2, 4, 8, 16, 32$ mの地表面上の各点で同時に公害用振動計により鉛直方向振動加速度レベルVAL(db)を測定した(図-3)。

2) 矢板打設振動のFEM解析モデル

試験打設の地盤振動測定結果との対応付けを目的として2次元動的FEM解析を行った。FEM解析モデルを図-2に示す。地盤は、平面ひずみ要素を用いて側面および底面に粘性境界を配した対称モデルとした。地盤振動の距離減衰は、要素分割の影響を大きく受けるが、ここでは要素幅が地盤を伝播する振動の波長の約1/6を満足するようにした。地盤定数を表-1に示す。ここでせん断弾性波速度 V_s は、 $V_s=80\sim 100N^{1/3}(m/s)$ を用いて換算した値である。振動源となる矢板は、通常の杭に比して断面積が小さく、先端抵抗より周面摩擦抵抗が相対的に大きくなるので線振源に近くなる。そこで梁要素で矢板をモデル化し、使用したIV型矢板1枚当りの断面定数を与えた。矢板の根入深さは、試験打設で測定加速度が最大となったGL-8 mとした。打設中は矢板周面の動摩擦抵抗と先端抵抗を上回る起振力が一定振動数で作用し、矢板とパイプロ振動部が一体とな

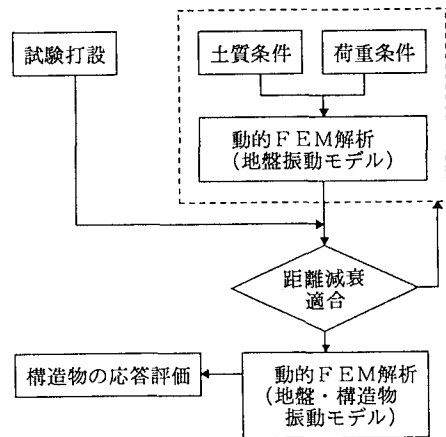


図-1 検討フロー

表-1 地盤定数

土層	層厚 (m)	平均 N値	S波速度 $V_s(m/s)$	単位体積重量 $\gamma_t(tf/m^3)$	ポアソン比 ν
Ac-1	3.0	3.5	150	1.60	0.49
As-1	7.0	11.8	180	1.75	0.49
Ac-2	10.0	6.3	180	1.65	0.49

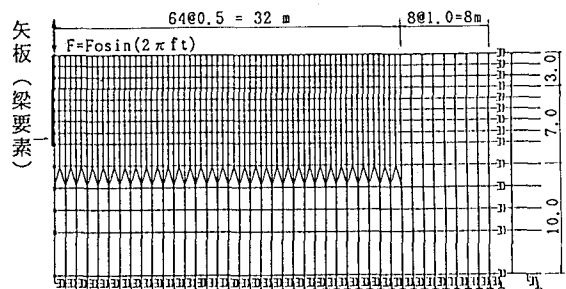


図-2 FEM解析地盤モデル

って振動していると考えられる。すなわち、外力として鉛直荷重 $F=F_0 \sin(2\pi ft)$ (F_0 : 起振力) が作用するが、実効起振力の測定値がないため、矢板頂部の最大加速度を規定するかたちで正弦波で強制加振した。

3) 解析値と実測値の比較

地盤の最大鉛直加速度の距離減衰を図-3に示す。均質地盤表面の点加振のように単調でなく、多層地盤に矢板に沿った線振源により加振した場合の振動伝播特性が複雑になることが認められる。実測値との対応付けにあたって、土質条件に関しては地盤剛性を変化させると要素分割との関係が新たに生じるので、減衰定数 h を主たるパラメーターとした。地盤を粘弾性体とする線形解析では加振加速度と地盤応答加速度は比例関係になるので、ここでは単位加振加速度の解析値を加速度・距離の両対数グラフ上でシフトすることにより実測値と比較した。その結果、 $h=0.20$ とすると両者に比較的良好な一致がみられた。解析上の実効加振加速度は、前記2機種それぞれ400gal, 600galと推定された。このときの地盤のせん断ひずみ γ は 10^{-4} のオーダーであり、このひずみレベルに対応する一般的な $h=0.05$ 程度の減衰定数に比して大きいものとなった。幾何減衰を考慮して整理する方法¹⁾もあるが、打設位置近傍では表面波と実体波が混在していると考えられるので採用しなかった。また、3次元効果として面外粘性境界を適用すると実測値より著しく大きい距離減衰となる傾向があったため対象外とした。

4. 既設構造物の振動

前段の地盤振動解析より得られた土質・荷重条件を用いて図-4に示す地盤・構造物系の解析モデルを設定した。 L を変化させて計算した結果を図-3に示す。構造物の振動は、構造物自身の剛性と質量により減衰され、同一打設距離の地盤振動よりやや小さいものであった。また、 L を大きくすると構造物の発生応力度も減少していくことが認められた。

5. おわりに

本文に示した土質・荷重条件に関する未知パラメータの設定方法によって矢板打設振動による地盤振動を動的FEM解析によってシミュレートすることができた。地盤・構造物系の振動解析による構造物の応答値に加え、既設構造物の残存耐力、振動量の許容値等の評価によって振動打設工法の適用範囲が設定され得ると考える。

[参考文献] 1)例えば、谷口ほか: 盛土を伝播する振動に関する有限要素解析、第14回土質工学研究発表会

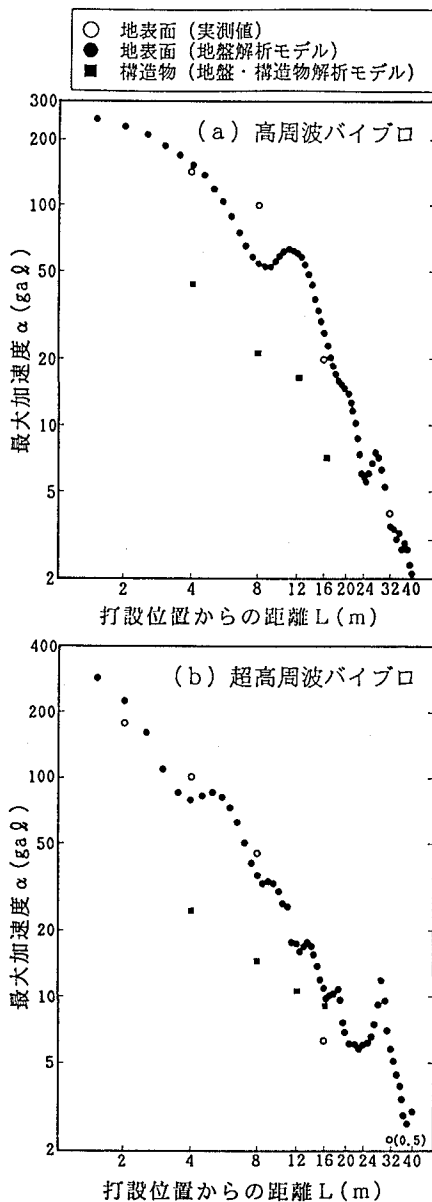


図-3 距離減衰

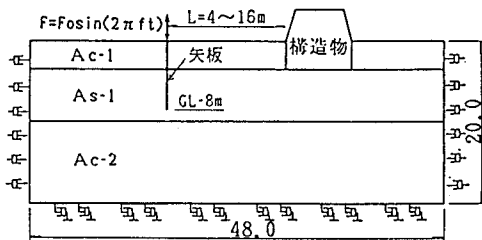


図-4 FEM解析地盤・構造物モデル