

バイブロハンマ工法による鋼管杭打設時の振動影響予測解析

○(株) エイト日本技術開発 正会員 岩田 克司
 (株) エイト日本技術開発 正会員 尾儀 一郎
 国土交通省中国地方整備局 和田 誠
 国土交通省中国地方整備局 庄司 彰

1. 検討概要

広島県呉港では阿賀マリノポリス地区と東広島県自動車道を接続するマリノ大橋（仮称）の整備が進められている。マリノ大橋は橋長 710m の 7 径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋であり、側径間にあたる栈橋構造部の基礎工としてバイブロハンマ工法による鋼管杭（φ1600、L=56m）の打設が計画されていた。鋼管杭最前列は工事境界から約 48m の地点に打設されること、および対象地点は層厚約 30m の軟弱な沖積粘性土層（N=0）が堆積していることから、周辺家屋に対する振動の影響が懸念されていた（図1、図2参照）。そこで、2次元 FEM による振動解析により影響予測検討を実施し、その結果から対策工と適用範囲を設定した。

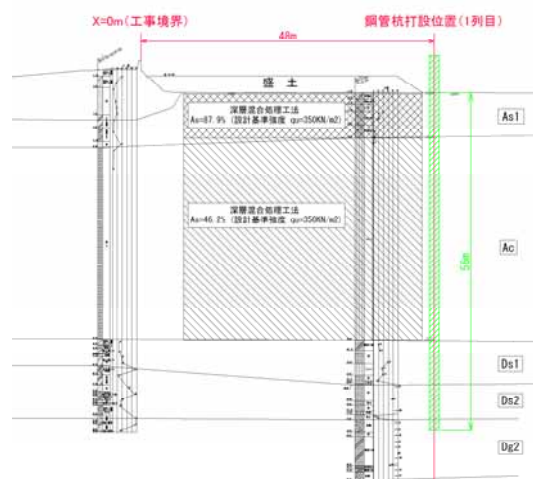


図-2 対象地点の地質縦断面図

2. 振動予測手法

杭打設方法はバイブロハンマ工法であったことから、式(1)に示す正弦波で杭天端を強制変位点加振することにより振動解析を実施した。

$$d = \alpha \times A_v \times \sin(2\pi f_h) \cdots \cdots \text{式(1)}$$

ここに、 d ：入力強制変位、 A_v ：バイブロハンマの変位振幅¹⁾、 f_h ：バイブロハンマの振動数、 α ：解析の振動レベルを測定結果に合わせるための補正係数（振動測定データより逆算）。

3. 振動予測解析ケース

振動予測解析は、次の2段階で実施した。

- (1) 栈橋用H鋼杭(H350)打設時（予測解析(1)と称す）
- (2) 鋼管杭（φ1600）打設時（予測解析(2)と称す）

ここで、予測に用いたバイブロハンマの諸元を表1に示す。予測解析(1)によりウォータージェット併用バイブロハンマ工法（以下、ジェット併用と称す）が必要と判断し、予測解析(2)では実際にジェット併用による試験施工を実施し、対策工の妥当性を検証した。なお、対策工適用範囲は図-1に示すように1列～4列目（16本）である。

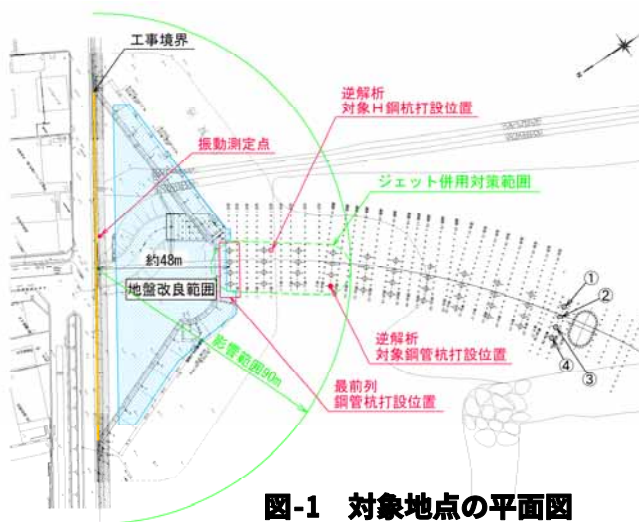


図-1 対象地点の平面図

本検討では、予測精度の向上と対策工適用の妥当性検証のために、杭打設時の振動測定を実施し、その結果を2次元 FEM 解析モデルにフィードバックするといった情報化施工の手法を適用した。本報文では、杭打設時の振動測定データを踏まえた振動測定結果や、振動対策後の測定結果と予測結果の比較について概要を報告する。

キーワード：鋼管杭、ウォータージェット併用バイブロハンマ工法、情報化施工、振動予測解析

連絡先：〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11 TEL03-5341-5134 e-mail：iwataka@jecc.co.jp

表1 バイプロハンマの諸元

	H型鋼杭打設	鋼管杭打設
形式	ZERO-120VR	VM8-6000A
モータ出力	90kw	200×2 kw
偏心モーメント	421.8 N・m	5886 N・m
振動周波数	18.3Hz	11.0Hz
起振力	567.9kN	2863.2 kN
振動部重量	6000kg	35600kg
杭重量	H-350：7560kg	48174kg

4. 振動予測解析結果

(1) H鋼杭打設時の測定データに基づく予測解析

予測解析(1)の結果を図3に示す。図中の▲■はそれぞれ無対策(バイプロハンマ単独打設)、対策時(ジェット併用)による振動予測結果である。この結果、杭打設位置より90m(護岸位置より42m 陸側)で特定建設作業の規制に関する基準75dBを超えるため、振動低減対策工が必要と判断した。ここで、ジェット併用の振動解析では、参考文献¹⁾より打設位置から7mの地点で5dB振動が低減するように設定した。この結果、護岸より陸側で75dBを超える範囲は存在しないことが明らかになかったため、振動対策工として採用することとした。なお、図4の加速度コンターより、盛土部の地盤改良により振動が遮断されていることが確認できる。

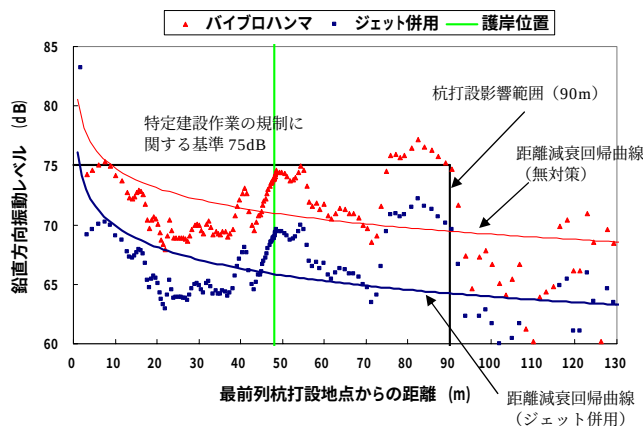


図3 予測解析(1)の結果

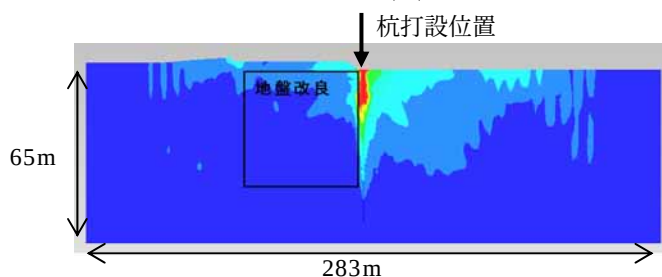


図4 バイプロハンマ打設による加速度コンター

(2) ジェット併用時の測定データに基づく予測解析

図5に予測解析(1)と予測解析(2)の結果、および杭打設時の実測値²⁾を示す。実測値は予測解析(1)よりも予測解析(2)に近くなっており、2段階予測により

予測精度の向上が図れた。さらに、実測値は規制基準75dBを超えておらず、無事施工を完了できた。今回採用した情報化施工による成果と考えられる。

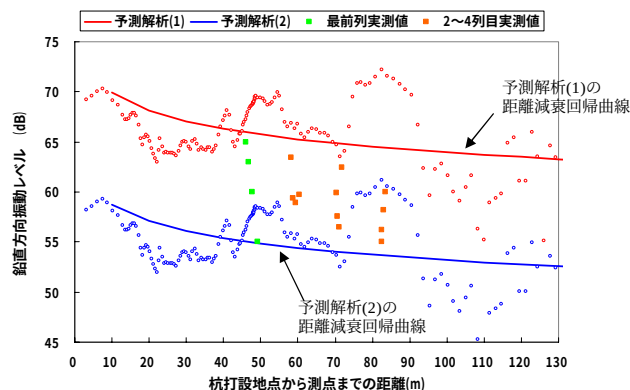


図5 影響予測解析結果と振動測定結果の比較

(3) 振動測定データと予測解析方法に関する考察

予測解析(1)に用いた測定値を図6に示す。本検討では、安全側の配慮から振動測定で得られた全杭打設時の最大値を用いた。この値は平均値に対して $+2\sigma \sim +3\sigma$ 程度大きい値であった。図7には最前列杭について予測値と実測値を対比した。これによると、平均値 $+\sigma$ 程度の測定値を用いて係数 α を逆算すれば、実測値と概ね整合することが確認できた。

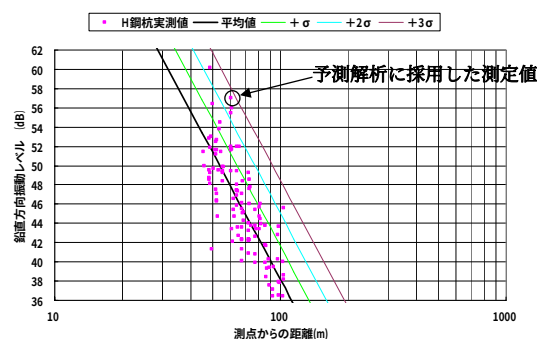


図6 予測解析(1)に採用した振動データ

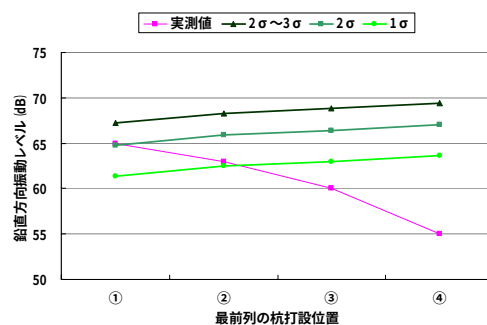


図7 逆算に用いた振動データの影響

参考文献 1) バイプロハンマ設計施工便覧、平成18年8月、バイプロハンマ工法技術研究会

2) 振動測定データ提供；東亜建設工業(株) 呉港阿賀作業所