

バイブロハンマ工法の荷重計測と生産性向上

鹿島建設(株) 正会員 ○内田拓史, 高田丈夫, 曾根川大治, 亀井良至, 三室恵史

1. はじめに

バイブロハンマ工法ではバイブロハンマ設計施工便覧¹⁾等で示されるバイブロハンマの起振力を考慮した算定式で吊り能力検討を行うのが一般的である。しかし、バイブロハンマが改良されクレーンの共振を抑制した可変モーメント型が普及している昨今では、吊り荷重が過大に見積もられている可能性がある。そこで、当該工法で鋼矢板引拔を実施する工事において、先行区間で実施した吊り荷重の計測結果を基に引抜時の作業半径を独自に設定し、引抜作業を実施した。この結果、鋼矢板引拔と関連作業の合理化が図れたので、その実績について述べる。

2. バイブロハンマ工法の吊り荷重の算定式について

バイブロハンマ工法に用いるベースマシンはクローラークレーンなどが主だが、そのクレーンの吊り上げ荷重の算定にあたっては、次式により求めることが一般的である。

$$F = Wc + W + Wp + (Po/g) \times \alpha \cdots \textcircled{1}$$

F : クレーンの正味吊り上げ荷重(t), Wc : クレーンフックの質量(t), W : バイブロハンマの本体質量, Wp : 材料の質量(t), Po : バイブロハンマの最大起振力(kN), g : 重力加速度(m/s^2), α : 作業係数 (0.15: 打込み時, 0.25: 引抜き時))

このうち第1項～第3項は死荷重であり、第4項がバイブロハンマの振動によりクレーンにかかる荷重であり、起振力とは上下方向の振動力のことである。バイブロハンマの振動で鋼矢板等の杭材の周面摩擦力や先端抵抗力を動的に低減させ、起振力やバイブロ本体重量が前述の抵抗力を上回ると打込みが可能となるが、周面摩擦力や先端抵抗力、振動により作用する荷重の評価が難しく、①式のように算定しているのが現状である。

3. 算定式見直しと生産性向上

バイブロハンマの改良に伴い、従来からの荷重算定式が実態と乖離している可能性があるため、実施工において荷重計測を行い検証する必要がある。日本建設機械施工協会(JCMA)においては2015年10月に荷重算定式の作業係数等の見直しについて起案され、調査が進められている。

算定式がより実態に即したのに見直された場合、バイブロハンマ工法の実績向上が図れる。例えば、同一のベースマシンとした場合、算定値の低減により作業半径が拡大し、重機移動の削減/必要ヤードの削減/施工ステップ・段取替えの削減/仮設構台の支持スパンの拡大、といった効果が見込める。また、同一の作業半径で比較した場合、ベースマシンの小型化/必要ヤードの削減/狭小エリアでの適用/仮設構台の鋼材スリム化、といった効果が見込める。つまり、バイブロハンマ工法だけでなく、付随する仮設全体の工程短縮や工事費低減が可能となり生産性が向上する。図-1に合理化の例を示す。また、作業半径やベースマシンの自由度が増すことにより、他の杭打ち工法の代替となりうる可能性もある。

4. 事前計測と作業計画の見直し

2018年3月に躯体工事に伴う土留め鋼矢板引抜において、先行区間で事

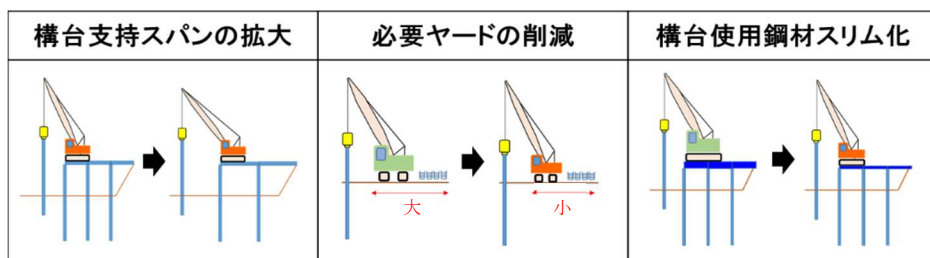


図-1 合理化例

表-1 使用機材

杭種	鋼矢板
形式	FSP-IV
長さ	11.5m(一部14.0m)
重量	0.9t(一部1.1t)
バイブロハンマ	電動式普通型60kW級
メーカー	調和工業(株)
型式	CV2-80
起振力	49t・f
重量	4.76t
クレーン	55tクローラークレーン
メーカー	日立住友建機(株)
型式	SCX-550

キーワード バイブロハンマ, 起振力, 吊り荷重, 作業半径, 施工合理化, 生産性向上

連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町 2-1-1 大宮プライムイースト 5 階 鹿島建設関東支店土木部 TEL048-658-7510

前計測を実施した。この時点では従来の算定式に基づいた作業計画（作業半径 7m）で施工した。その際に使用した機材の緒元を表-1 に示す。計測結果の一例を図-2 に示す。このとき得られた荷重の最大値は 11.3 t で算定値の 18.9 t の 6 割程度であった。この結果をもとに作業計画を見直し、施工の合理化を目指した。

作業計画は次のとおり修正した。クレーン吊り荷重を「死荷重+3.0 t」とするとほぼ計測値を包絡することから、①式の第 4 項に相当する荷重を 3.0 t と定めた。この「死荷重+3.0 t = 9.9 t」が計測の信頼性や施工の不確実性を考慮して、クレーン定格総荷重の 80% (10.6 t) 未満となるよう、作業半径を 10m とした。なお、計測結果の最大値はこの荷重を超過するが、瞬間的な値で発生確率が小さく、定格総荷重 (13.3 t) を超えないため許容することとした。施工概要を図-3 に示す。使用機材は表-1 のとおりで変更していない。

5. 修正作業計画の実施結果

2018 年 12 月に同工事の後行区間で上記作業計画にて計測を実施しながら施工を行った。施工状況を写真-1 に示す。その際に計測された結果はほぼ事前計測と同様であり、作業半径が従来の 7m から 10m に拡大したことで、図-4 に示すように施工フローを見直し、パイプロ作業だけでなく付随作業も合理化できた。しかしながら、一部で想定した荷重を超過したケースも見られ、確定的な要因を見出せるには至らず、更なる実績の蓄積が必要と言える。

6. まとめ

得られた実績、知見を以下のとおりまとめる。

- ・本施工条件において、従来の算定式に対し発生荷重は 6 割程度であった。
- ・事前計測結果を基に、クレーン能力検討を行い、作業半径を独自に設定し施工した。
- ・その結果、概ね計画どおりの結果が得られたが、一部で、計画値を超過したケースもあった。
- ・修正作業計画により、パイプロ作業だけでなく仮設計画全体の合理化で生産性向上が図れた。

7. 今後の課題

パイプロ荷重算定式の見直しを進めるためには、さらなるデータの蓄積が必要である。土質や使用鋼材の種別、パイプロ機種、WJ 併用の有無等、吊り荷重に影響を及ぼすと考えられるパラメータは多岐に渡るため、多くの施工実績、データ収集が欠かせず、パイプロメーカーも含め業界全体で取り組むことが求められている。

参考文献

- 1) パイプロハンマ工法技術研究会：パイプロハンマ設計施工便覧，2006

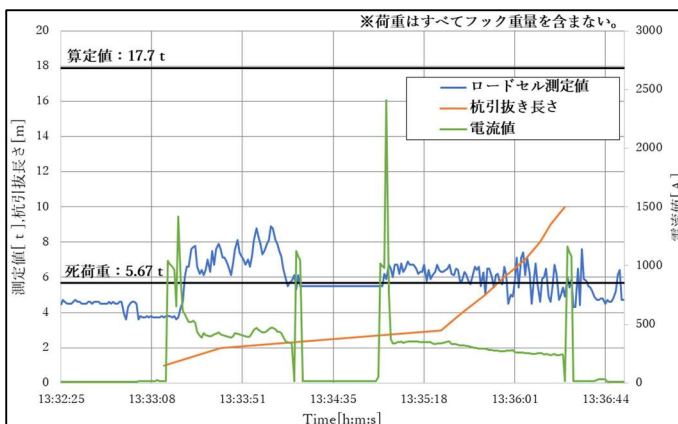


図-2 計測結果の一例

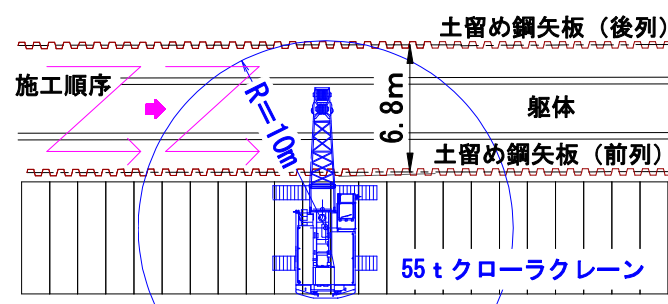


図-3 施工概要



写真-1 鋼矢板引抜施工状況

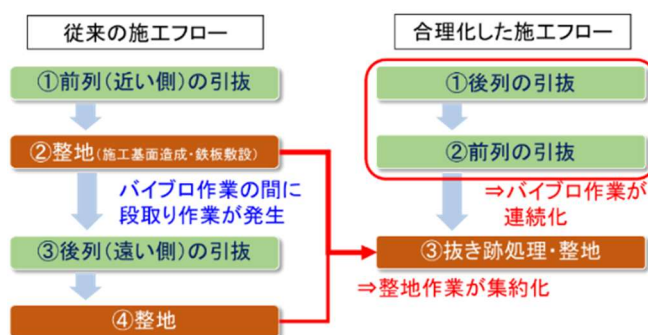


図-4 施工フロー比較