

リアルタイム支持層確認システムによる打ち止め管理の実績

前田建設工業株式会社 正会員 佐々木 一郎
 前田建設工業株式会社 正会員 青柳 茂男
 前田建設工業株式会社 正会員 ○内藤 久士

1. はじめに

仮橋施工において、杭先端が支持層に未到達の場合、設計支持力が得られず、仮橋の安定が確保できない。一方、支持層過到達の場合、施工ロスが大きくなり、工程に影響する。これらのことから、支持杭の支持層管理（打ち止め管理）は重要である。特に、地盤が固く打込み進捗が滞る場合は、効率的に支持層確認を行うことで、施工のロスを大きく軽減できる。一般に、載荷試験による支持力算定方式では、現場測定に時間を要するため、杭全数を打ち止め管理することは困難である。そこで、短時間で測定できる手法の一つとして、打込み速度とモーター出力の現場測定値から支持力値を算出し、打設中に支持層確認を行う、リアルタイム支持層確認システムがある。

本論は、ダウンザホールハンマ工法により削孔後、支持杭であるH鋼型杭打込み時に、このリアルタイム支持層確認システムを用いた打ち止め管理の実績について述べるものである。

2. 支持力測定方法の概要

本工事の施工手順を図1に示す。削孔はダウンザホールハンマ工法にて行い、支持層と想定される地層に到達した後にH型鋼杭を打込み、リアルタイム支持層確認システムを用いて支持力を確認する。支持力が設計支持力を超えていた場合は、支持層到達完了として施工を完了し、支持力不足の場合は、再削孔を行う。

本工事で使用したリアルタイム支持層確認システム（ソーキ製 NETIS 登録番号：KTK-120001-A）は、自動追尾式トータルステーションから毎秒打込み深さを測定、バイブロ機からのモーター出力を受信して、リアルタイムで支持力計算を行うものである。H型鋼杭打込みに使用する機械は、現場が狭隘な施工場所のため、バックホウタイプの機械（SJX-400（精光重機製））を使用した。この機械のモーター出力は最大で56kWとなっており、一般的な大型の電動バイブロ機（60kW～200kW）よりも小さい機械である。打込み深さ測定用ミラーの取り付け位置は、振動の影響がないようにSJX-400のアーム先端部に設置し、モーター出力受信機と自動追尾式トータルステーションは、振動の影響がない所に設置した（写真1、写真2）。

支持力の算定は以下の式によって表す。

$$R_u = \frac{10 \cdot P_w}{\alpha V + M}$$

R_u : 動的極限支持力 (kN)

P_w : モーター出力 (kW)

α : 速度ロス係数（機械の種類による）

V : 杭の最終打込み速度 (cm/sec)

M : 機械能力係数（機械の種類による）

（引用：バイブロハンマ技術研究会 動的支持力算定式より）

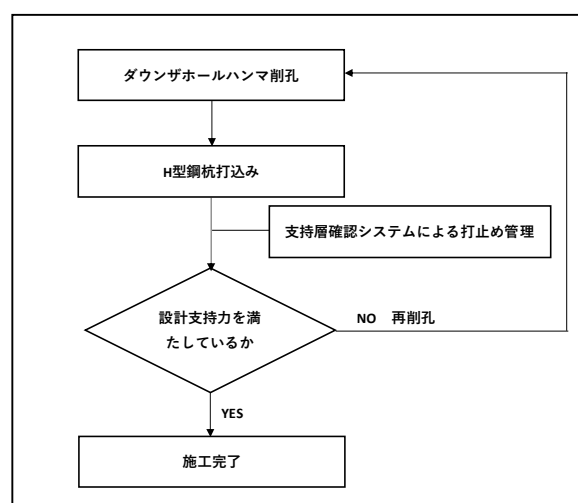


図1. 施工手順（フロー図）

キーワード ダウンザホールハンマ工法、バイブロハンマ、支持層管理、リアルタイム支持層確認システム

連絡先 〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町 4-11 前田建設工業（株）東北支店 TEL 022-225-8326

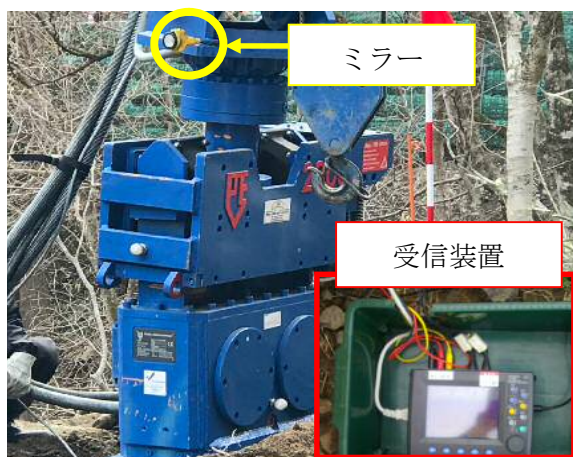


写真 1. バイブロ機と受信装置

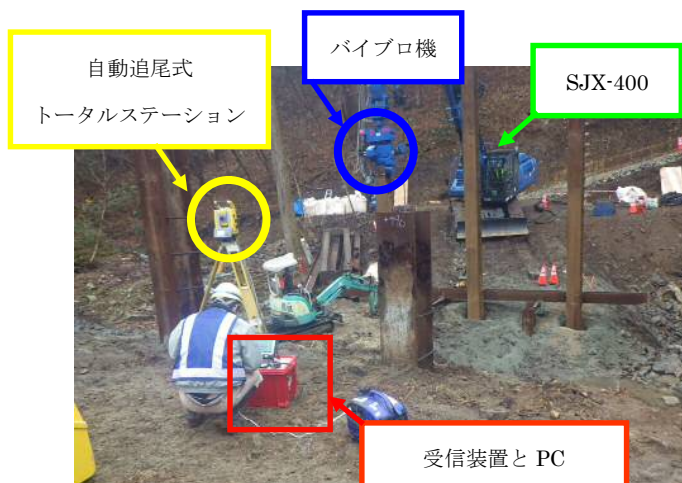


写真 2. 支持力計測状況

3. 測定結果と効果の確認

現場での H 型鋼杭打込みによる支持地盤の計測結果を以下に示す。支持力の測定結果は、リアルタイムで打込み記録表に記録され、PC モニターで確認できる (図 2)。設計支持力は、支持杭の施工箇所毎に違いがあるが、570kN~1100kN という中で、各々最大支持力が設計値以上であることが確認された (図 3)。今回は、バックホウタイプの打込み機での施工であり、モーター出力に限界があるため、確認できる支持力の最大値は 1140kN であった。なお、事前に実施した H 鋼型杭 No. 5-1~No. 5-3 の急速載荷試験結果は 2500kN であったため、モーター出力が高い機材を使用すれば、もっと高い支持力結果が得られたと思われる。しかしながら、今回のような設計支持力の場合、リアルタイム支持層確認システムは、採用した SJX-400 のバイブロモーター出力であっても十分に適用可能であり、有効に打止め管理を行えることが確認できた。

打込み全長の記録表

工事名称: 第17-41370-0150号 道路橋りょう整備(河川)工事(トンネル)		打設日: 平成31年03月06日(水)	
施工箇所: 福島県双葉郡大熊町上地内		工事場所: 福島県双葉郡大熊町上地内	
施工法: H鋼杭の動的支持力管理式		監 査 者: 田中・福地大一定建設工事共同	
杭番号	No. 5-3	打込み機	型式
杭規格	H-400, 0×400, 0×18, 0×21, 0	パイプロハンマ	PVB-2308
設計支持力	570 (kN)	モーター出力	111.0 (kg・m)
杭長(m)	L= 10.100 (m)	圧力変換係数	1.8 (H・m)
打込み長(m)	g= 0.192 (m)		

測 度	時 刻	打込み位置 (m)	打込み時間 (s)	打込み速度 (cm/s)	モーター 圧力 (MPa)	出 力 (kW)	動的 支持力 (kN)
-8.438	15:00:36	00:00	00:00	0.0	0.3	0.6	—
-8.657	15:01:15	00:39	00:39	0.6	27.3	49.2	969.0
-8.657	15:01:31	00:16	00:16	0.6	27.5	49.5	974.7
-8.773	15:01:51	00:20	01:15	2.2	26.2	47.2	850.2
-8.974	15:02:15	00:24	01:39	0.6	30.2	54.3	1069.0
-8.974	15:03:01	00:46	02:25	0.1	30.9	55.6	1127.4

図 2. 測定結果記録表

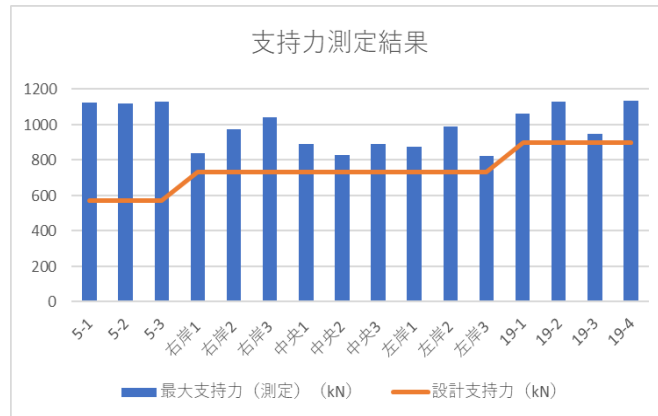


図 3. 支持力測定結果

4. おわりに

リアルタイム支持層確認システムの導入により、打設中に設計支持力を満足していることを確認しながら、H 型鋼杭の打込みを行うことができた。現在、このシステムにより施行した仮橋は問題なく使用できている。バックホウタイプの打込み機施工であっても、支持層深度が設計より高く出て、設計深度までの打込みが困難な場合は、このシステムの導入は効果があると考えられる。今後は、クレーンで使用するタイプのバイブロ機でのモーター出力の違いによる差異等、他の支持層や現場での活用実績との比較を行って管理手法を確立させていきたい。また、ダウンザホールハンマ削孔時点において、支持層を確認できるシステムがあれば、施工効率は更に改善されるため、今後も検討していく所存である。

参考文献

バイブロハンマ技術研究会発行 「H 鋼杭打込み時のバイブロハンマによる暫定的な動的支持力式」