

NBJ 工法による先端支持力向上杭の施工と引抜特性

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 野村 友哉
 JR 東日本 東北工事事務所 日下 郁夫

1. はじめに

鉄道構造物等設計標準では、H形鋼杭の先端支持力算定上の断面積はH形鋼の実断面であり¹⁾、より大きな支持力を得るためには杭長の延長、杭本数の増加等により周面支持力を増加させる必要がある。この場合、特に鉄道営業線近接工事では、杭打設時の振動が既設構造物や軌道に影響を与える可能性が大きい。それに対し、杭先端部を地盤改良し先端支持力算定上の断面を矩形断面で評価できるNBJ(*Non-Boring Jet mixing for foot protection*)工法²⁾を鉄道の河川橋りょう改築工事に採用したので、その概要と施工について説明し、杭の沈下及び引抜特性について報告する。

2. NBJ 工法の概要と設計

(1) NBJ 工法の概要

NBJ工法とは、予めH形鋼のウェブにガイド管を取り付けてパイプロハンマ等により打設した後、高圧噴射攪拌により杭先端に改良体を造成する工法である。これにより、杭の先端支持力を算定する際の有効断面積を実断面積からH形鋼の閉塞断面(矩形断面)積とすることができる。H-300を例にとると、H形鋼の先端断面積は実断面が 0.01184m^2 であるのに対して、NBJ工法では矩形断面の 0.09m^2 となり、先端支持力を約7.6倍に評価することができる。

(2) 採用の経緯

今回NBJ工法を用いたのは、青森県の河川改修事業に伴い東北本線の橋りょうを別線施工方式により改築する工事の棧橋・作業構台の支持杭である。棧橋・作業構台の平面図を図-1に示す。当現場は鉄道営業線に近接していること、起点側は軟弱地盤のため杭長が長くなること、終点側は良好な地盤で支持層が浅い反面、締まった砂層への打設となり杭撤去時に引抜が困難となる恐れがあったためNBJ工法を採用した。ただし、NBJ工法は施工時にセメントミルクを地表面に吐出するため、河川水質への影響を考慮し、河川内の杭にはNBJ工法を採用せず通常のパイロハンマによる従来工法により施工した(表-1)。

表-1 NBJ工法により施工した杭の内訳

	棧橋	作業構台	合計
NBJ工法	30本	23本	53本
従来工法	15本	20本	35本
合計	45本	43本	88本

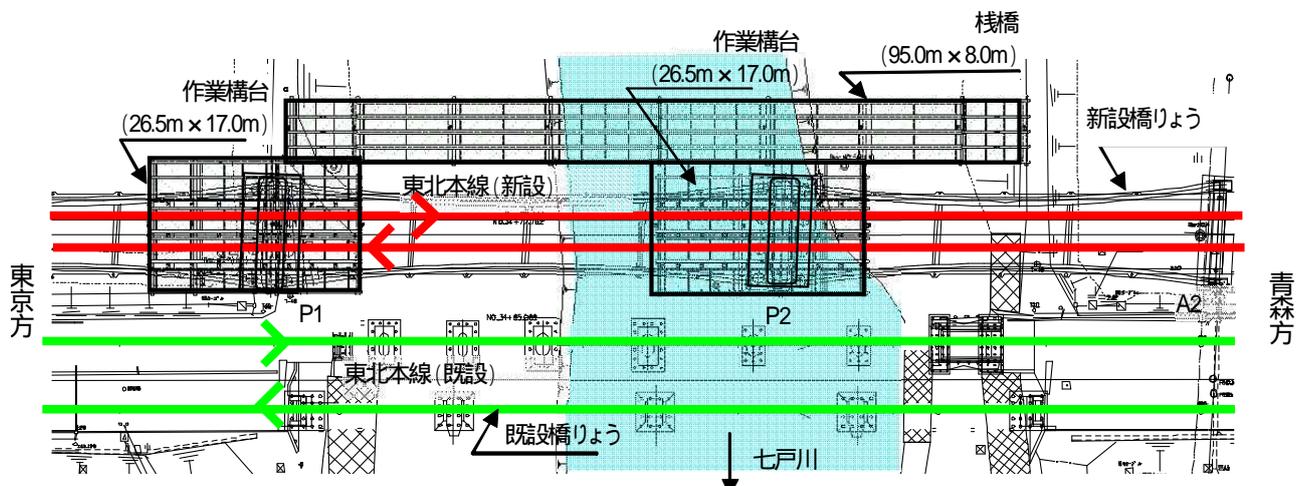


図-1 棧橋・作業構台平面図

キーワード; NBJ工法, H形鋼杭, 先端支持力

連絡先; 〒038-0012 青森市柳川1-2-74 JR 東日本 東北工事事務所 青森工事区 Tel 017-782-2905

(3) NBJ 工法の設計

NBJ 工法により打設した杭の杭頭における設計鉛直支持力は、先端開放杭の周面支持力と先端閉塞杭の先端支持力との合計となる。現地の地盤は、河川の右岸側（東京方）では、地表面から約 30m にわたって N 値 3 程度の軟弱地盤が堆積している。左岸側は、軟弱地盤は地表面から 8m 程度であり、その下は堅固な砂質土が堆積している。従来工法では、H 鋼杭長は左岸側で 36m～40m 程度、右岸側で 22m 程度であるのに対して、NBJ 工法を採用すると左岸側で 30～33m、右岸側で 13～16m と、杭一本あたり 6～8m、全体で約 400m 杭長を短くすることが可能となった。

3. NBJ 工法の施工

NBJ 工法では、H 形鋼杭の先端に改良体を造成する工法として CCP (Chemical-Churning-Pile) 工法を採用している。H 形鋼の矩形断面を確保するため、改良体の直径は 450mm 以上、また目標一軸圧縮強さは 28 日強度で 3,000kN/m² としている。NBJ 工法の施工手順を図 - 2 に示す。

- 1) H 形鋼のウェブ中心にガイドパイプを溶接。
- 2) H 形鋼杭をバイプロハンマにて所定深度まで打設。
- 3) 高圧噴射攪拌ロッドをガイドパイプ内に挿入。
- 4) 杭先端部から所定深度 (500mm) まで削孔。
- 5) ロッドを回転させて硬化材を噴射しながら引き上げ杭先端まで改良体を構築。
- 6) 高圧噴射攪拌ロッドを引き抜き、終了。

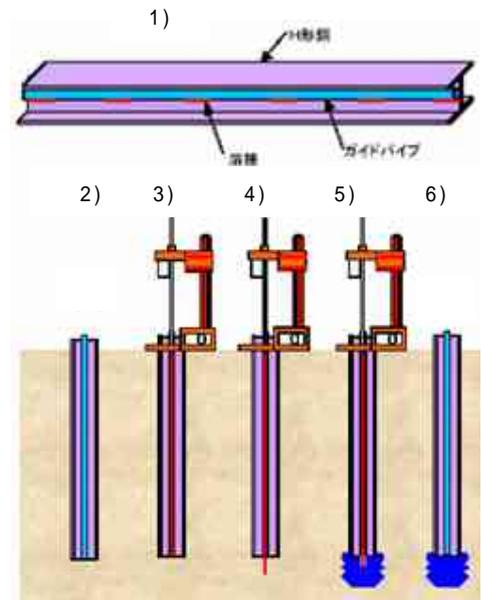


図 - 2 NBJ 工法施工手順

固化材の種類および配合を表 - 2、CCP 施工プラントを表 - 3 のように設定し施工を行った。なお、本施工時の改良体強度の確認方法は、地表に排出されるセメントミルクを採取し圧縮強度試験により確認した。

4. 杭の沈下と引抜特性

施工後、H 形鋼杭の沈下について計測を行った結果、最大荷重作用時で 1mm～2mm 程度の沈下量であった。このことから、NBJ 工法により打設した杭は沈下に対して非常に信頼性の高い杭

であり、沈下に対して厳しい管理が要求される鉄道仮線の橋脚・橋台基礎にも適用可能であるといえる。

H 形鋼杭と改良体との付着が実際の杭の引抜作業に与える影響は明らかでないため、引抜特性を現地にて確認することとした。引抜を行ったのは作業構台の杭で、杭先端部の地盤は N 値 30 程度の砂質土である。引抜の結果、通常の杭と同様に引き抜くことができた。また、H 形鋼の先端部にセメントミルクの付着はほとんど無く、付着が杭の引抜作業に与える影響はほとんど無いことが分かった。

5. おわりに

栈橋は平成 18 年度以降に引抜を行う予定である。引き続き、長期的な杭の沈下の測定と引抜特性について確認していきたい。

表 - 2 固化材の配合 (1.0m³ あたり)

普通ポルトランドセメント	760kg
混和剤	5kg
水	757ℓ

表 - 3 CCP 施工プラントの設定 (砂質土 N 値 > 20)

ロッド引上げ速度	6 分 / m
ロッド回転数	20rpm
固化材吐出量	0.08m ³ /分
噴射圧力	19.8MPa

【参考文献】1) 運輸省鉄道局監修：鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物），2000.6

2) 古山章一，佐藤豊：H 形鋼先端強化杭の先端支持力特性，第 54 回土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.54(3)，pp.812-813，1999.11