

Ⅲ－58

NBJ 工法による先端支持力向上杭の設計・施工

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○野村 友哉
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 日下 郁夫

1. はじめに

通常、仮橋台・仮橋脚の支持杭には H 形鋼が用いられることが多い。しかし、H 形鋼杭の先端支持力は H 形鋼の実断面積であり¹⁾、先端支持力を大きく取るために杭長が長く、もしくは杭本数が多くなり、工事費の増加や H 形鋼杭の打ち込みに伴う騒音・振動が増加する、という問題点がある。特に鉄道営業線近接工事では、杭の打ち込み時の振動が既設構造物や軌道に影響を与える可能性がある。それに対し、杭の支持力を向上する工法の一つに NBJ (Non-Boring Jet mixing for foot protection) 工法がある。今回、鉄道の河川橋りょう改築工事にあたり、栈橋・作業構台の支持杭打設に NBJ 工法を採用したのでその設計・施工について報告する。

2. 工事概要

本工事は、青森県を流れる七戸川の河川改修事業に伴い、河川と交差する東北本線の橋りょうを改築する工事である。構造形式は鉄道橋では初の 3 径間連続 PC アーチ橋で、現在線の上流側に橋りょうを構築する別線施工方式を採用している。河川内作業を伴うため、図-1 に示す工事用の栈橋 1 橋と作業構台 2 箇所を構築する。なお、栈橋の杭本数は 45 本、作業構台は 43 本(全て H 形鋼杭; H-300 を使用)で NBJ 工法にて施工した杭は栈橋で 30 本、作業構台で 23 本である。これは、NBJ 工法は施工時にセメントミルクが地表面に吐出されることから、現況河川の水質への影響を考慮して河川内の杭には NBJ 工法を適用しなかったためである。

3. NBJ 工法の概要・設計²⁾

(1) NBJ 工法の概要

NBJ 工法とは、予め H 形鋼杭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地盤にセメントミルクの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面積を、従来の実断面積から H 形鋼の閉塞断面積として杭の支持力を向上することができ、杭長の短縮、杭本数の削減を図ることができる。

(2) 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和となる。H-300 を例にとると、H 形鋼の先端断面積は実断面が 0.01184 m^2 である

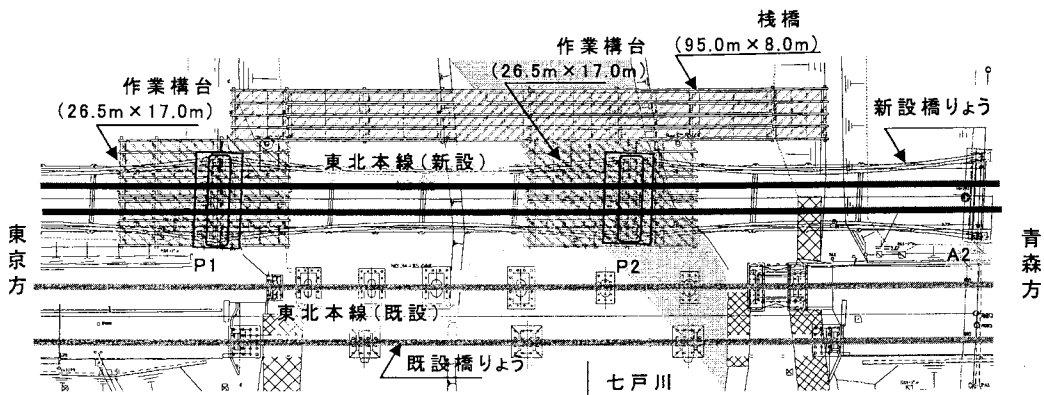


図-1 栈橋・作業構台平面図

のに対して、NBJ 工法では矩形断面の 0.09 m^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。

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。NBJ 工法を採用しないときは、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。

4. 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。これは、セメント系固化材を回転ノズルから高压噴射して地盤を切削するとともに、土粒子と硬化材を攪拌混合して固化体を造成する高压噴射攪拌混合工法である。CCP 工法により造成される改良体の径は約 450 mm～500 mm であり、目標一軸圧縮強さは $3,000 \text{ kN/m}^2$ である。

今回用いた固化材の種類および配合を表-1 に示す。

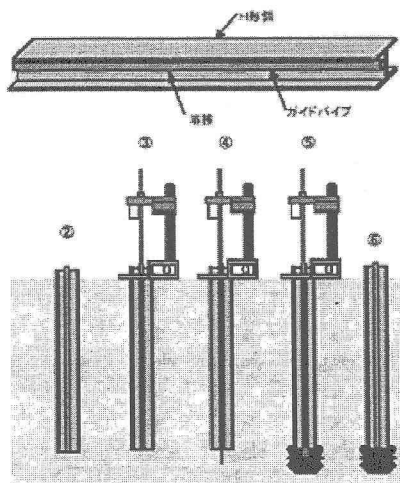


図-2 NBJ 工法施工手順

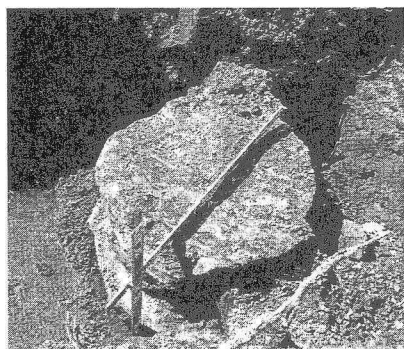


写真-1 試験施工の改良体

表-1 固化材の配合 (1.0 m^3 あたり)	
普通ポルトランドセメント	760 kg
混和剤	5 kg
水	757 L

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する。
- ② H 形鋼杭をパイプロハンマにて所定深度まで打込む。
- ③ CCP 施工プラントを設置し、高压噴射攪拌ロッドをガイドパイプ内に挿入する。
- ④ H 形鋼杭先端部から所定深度 (500 mm) まで削孔する。
- ⑤ ロッドを回転させて硬化材を噴射しながら引き上げ、H 形鋼杭先端まで改良体を構築する。
- ⑥ 高压噴射攪拌ロッドを引き抜く。

本施工前に、表-2 のように予め CCP 施工プラントを設定した上で、表-1 の配合により造成される改良体が所定の強度、径を満足することを確認するため、試験施工を実施した。その結果、一軸圧縮強度は $\sigma_{28} = 3,740 \text{ kN/m}^2$ 、径は約 500 mm となった。今回試験施工にて造成した改良体を写真-1 に示す。なお、試験施工は施工後の確認を容易にするため、施工深度を約 3m として行った。

表-2 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	0.08 $\text{m}^3/\text{分}$
噴射圧力	19.8MPa

5. 施工結果

試験施工の結果が良好だったため、表-1 の配合および表-2 のプラント設定により本施工を行った。施工に要する時間は一本あたり約 90 分、一日あたりの施工本数は概ね 6 本程度という結果となった。また、H 形鋼杭の沈下について計測を行った結果、最大荷重時で 1 mm～2 mm 程度の沈下であった。このことから、NBJ 工法により打設した杭は非常に沈下量の少ない杭であるといえる。

【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)東日本旅客鉄道株式会社：NBJ 工法設計施工マニュアル，2004.10