

セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭の打設および引抜試験

J R 東日本 正会員 ○ 渡辺 康夫
 J R 東日本 正会員 佐藤 豊
 ジェイアール東日本コンサルタンツ 伊藤 芳春

1. まえがき

仮橋脚・仮橋台等の支持杭は、H 形鋼杭を打撃あるいは振動工法で打ち込む場合が多いが、鉄道近接工事では、夜間短時間施工あるいは狭隘箇所での施工となるため、大型のバイブロハンマーを搬入できない場合が多い。小型のバイブロハンマーを用いて H 形鋼杭を打設するためにウォータージェット工法を併用することとなるが、地盤が乱され支持力が低下するため支持地盤がより深くなり、杭長が長くなってしまふ。そこで、H 形鋼杭打設時にセメントミルクジェットの噴射を併用することにより打ち込み効率をあげ、セメントミルクの固結力により周面支持力を期待する工法を提案し、H 形鋼杭の打設試験および引抜試験を行ったので報告する。

2. セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭

セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭の先端の構造を図 - 1 に示す。図のように H 形鋼杭に取り付けたボーリングロッドとその先端に取り付けた注入ノズルとノズルを防護するメタルクラウンからなり、H 形鋼とボーリングロッドはガイドパイプにより水平移動を拘束し杭頭で固定している。打設は杭頭のバイブロハンマーの打撃力と注入ノズルから噴射されるセメントミルクの圧力を併用して行う。ボーリングロッドは H 形鋼杭打設後に引き抜き、次の杭の施工に転用することとなる。

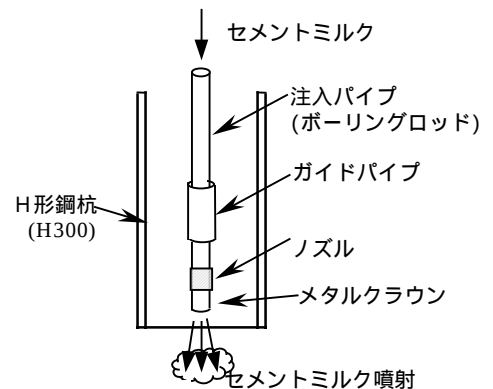


図 - 1 セメントミルク噴射併用 H 鋼杭

3. 打設試験

(1) 試験方法

本工法はウォータージェット工法を使用するような締まった砂層等を対象としており、茨城県猿島町にて試験を実施した。打設試験は、杭体 H - 300 × 300 長さ L = 13m の H 形鋼をバイブロハンマー（起振力 56kN）を使用して行った。バイブロハンマーは線間での施工時に使用する油圧ショベル装着式のものを想定して、能力を選定している。試験はセメントミルク噴射併用でノズル径および噴射流量を変えた 2 ケースと、セメントミルク噴射を使用しないものの 3 ケースを行った。打設試験で使用した噴出ノズルの径は 6mm（圧力 4N/mm²、吐出量 70λ/min）と 4mm（圧力 6N/mm²、吐出量 45λ/min）の 2 つを選定して打設試験を行った。

(2) 試験結果

打設時間と打設深度の関係を図 - 2 に示す。ここで、打設初期の打設深度と打設時間の関係が正確に取れなかったため、深度 1.3m 以深の関係のみを示している。今回試験で使用したバイブロハンマーは能力が小さかったため、バイブロハンマーで打設した

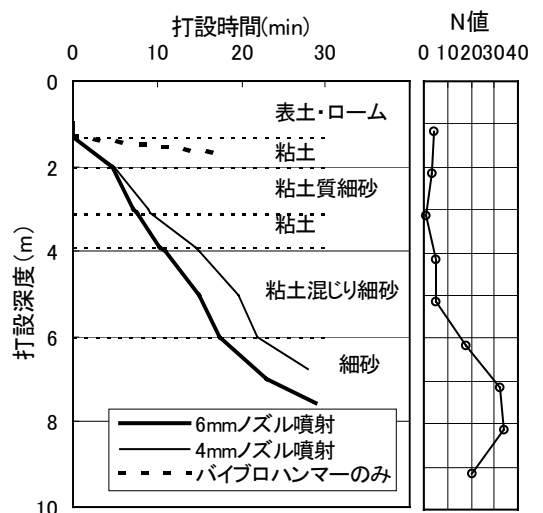


図 - 2 打設試験結果

キーワード：打込み杭，周面支持力，H 鋼杭

連絡先：東京都渋谷区代々木 2 - 2 - 2 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター TEL03-5334-1288 FAX03-5334-1289

場合で深度 1.7mしか打設できなかった。一方、セメントミルク噴射併用では 7m程度まで打設することができ、打設能力の向上を確認できた。また、ノズル径の違いでは 6mm のノズルでは打設速度が 4mm の約 1.3 倍となったが、セメントミルク使用量も約 1.3 倍となった。打設時に噴射したセメントミルクは地盤中の改良に使われるほかは、上部から排出されるため実際に施工に使用する場合には、改良効果と排出されるセメントミルクの量等を総合的に判断してノズル径や吐出量を決定する必要がある。

4. 引抜試験

(1)試験方法

H 形鋼杭 (H-300×300 L=10m) を打設し、バイプロハンマーで施工した無処理杭とセメントミルク噴射併用杭の引抜抵抗の比較を行った。打設は、起振力 800kN のバイプロハンマーを用いており、セメントミルク噴出併用 H 形鋼杭は、6mm(圧力 4N/mm²、吐出量 70λ/min) のノズルを使用して約 10 分で打設を終了している。引抜き試験は、地盤工学会基準「杭の引抜き試験方法・同解説」¹⁾ の 1 サイクル法で行った。今回使用した試験装置の概略図を、図 - 3 に示す。無処理杭の計画最大荷重は、杭の押込み時の摩擦力度を鉄道構造物等設計標準²⁾ の算定式を用いて求めることとし、砂質土 3N、粘性土 $q_u/2$ を用いて計算を行った結果、無処理杭の設計引抜き抵抗力は 450kN と算定された。

(2)試験結果

載荷荷重と引抜量との関係を図 - 4 に示す。今回の引抜試験では、設計引抜き抵抗力より大きな荷重 (無処理杭 690kN、セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭 1,200kN) を載荷したが、明確な引抜降伏点は見られなかった。しかし、過去に報告された引抜試験の降伏荷重時の引抜量は多くの事例で 5mm 以下であることから¹⁾、それぞれの杭の降伏変位を 5mm と仮定して降伏荷重を求めると、無処理杭では 660kN、セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭では 900kN となる。セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭の降伏荷重は無処理杭の降伏荷重の約 1.3 倍となり、セメントミルク噴射併用 H 形鋼杭の周面支持力は無処理杭より大きな値を期待できることが確認できた。

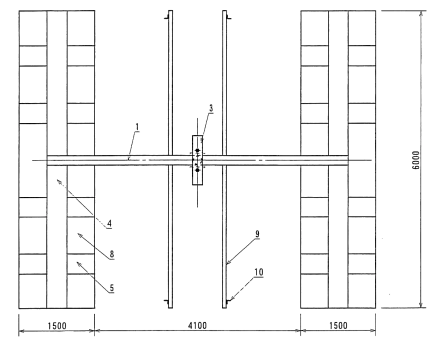
5. まとめ

本研究は、セメントミルクジェットを併用して H 形鋼杭を打設する工法を提案し、その施工試験と引抜試験を行った。その結果、以下のような知見が得られた。

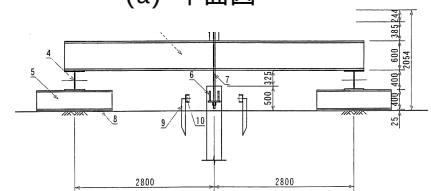
- (1)セメントミルク噴射を併用した H 形鋼杭の打設は、打込み杭に比べて打設効率が高く、夜間線間作業等における短時間作業で適用可能と考えられる。
- (2)セメントミルク噴射を併用した H 形鋼杭の周面支持力は、打込み杭より大きな値を期待できる。今後、セメントミルクによる周面摩擦力の改善効果を各土質毎に確認していきたいと考えている。

参考文献

- 1)杭の引抜き試験方法・同解説 土質工学会 平成 4 年 11 月
- 2)鉄道構造物設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物 鉄道総合技術研究所編 丸善 平成 9 年 4 月



(a) 平面図



(b) 正面図

図 - 3 引抜試験装置

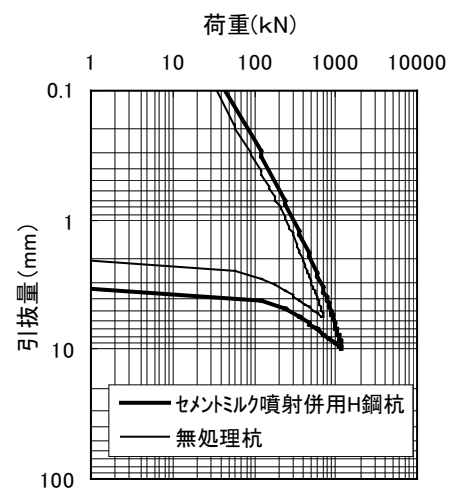


図 - 4 引抜試験結果