

高性能小口径杭工法の改良

＝杭径を拡大し、岩盤にも適用可能＝

(株)大林組 粕谷 悠紀

1. はじめに

高度経済成長期に建設された橋やトンネルの老朽化は社会的に大きな課題となっている。これらの既設構造物に対して、できるだけ交通規制を伴わず、経済的かつ短工期で施工可能な補強対策が求められている。

阪神淡路大震災を契機として、平成8年に改訂された道路橋示方書では設計荷重が増大した。そのため、道路橋基礎などの支持力不足あるいは杭の力不足が懸念された。これらの既設構造物の補強対策の一つとして、増し杭工法がある。

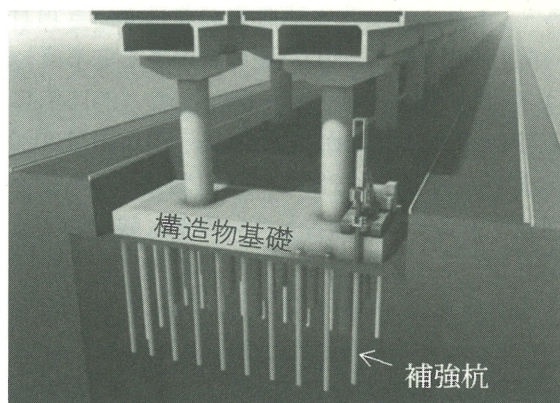
通常の杭で補強する場合、大型重機を使用する必要があるため、これまで、交通量の多い都市部では道路占有に伴う交通規制が必要であった。また、道幅が狭く傾斜のある山間部では搬入経路や施工スペースが確保できないなどの課題があった。

当社が開発した高性能小口径杭工法は、狹隘地、空頭制限下、斜面足場上でも施工が可能である。施工条件に応じて削孔機や揚重機を選定することで、高速道路沿線や鉄道沿線などの難しい杭工事にも対応可能である。

本工法はボーリングマシンを用いて二重管削孔し、鋼管を建て込んだ後にグラウトを充填し、地盤中に鋼管を定着させる小口径合成鋼管杭工法である。削孔時に孔底に残留するスライムが

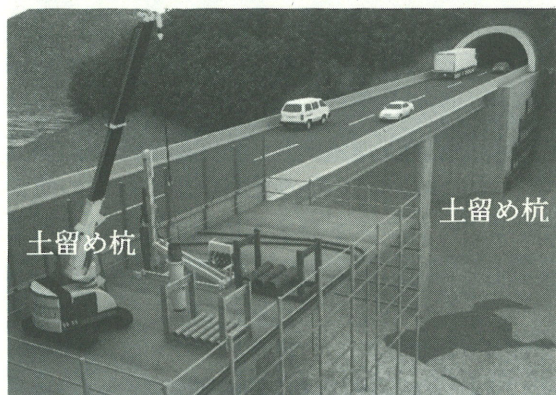
引き起こす支持力低下を改善するため、鋼管先端部に取り付けた攪拌ビットを用いて地盤改良し、改良体を造成することが本工法の特徴である。使用する削孔機は汎用的なロータリーパーカッションドリルであり、自走式のクローラ型と定置式のスキッド型がある。

これまで交通規制を最小限に抑えられるといった特長を活かして本工法を展開してきたが、道路橋などの構造物を補強する（第1図）場合には施工箇所あたりの杭の本数が増加することから、工期が長くなりコストも増大するケースがあった。また、これまでは粘土、砂、礫の地盤を対象としていたため、CM級より硬い岩盤には適用できないという課題があった。そこで、敵用可能な杭径を拡大することで施工



第1図 道路橋などを補強する高性能小口径杭

箇所あたりの杭の本数を削減し、また、CM級の岩盤への適用のほか、低コストな土留め杭（第2図）として利用できるように本工法を改良した。本稿では、改良した内容およびその施工事例について紹介する。



第2図 土留め杭として適用する高性能小口径杭

2. 杭径を拡大し、杭本数を削減 (改良①)

これまで適用可能な鋼管径は、直径165.2mmと190.7mmの2種類であった。コンパクトで軽量の機械本体を活かしたまま直径267.4mmの鋼管でも設計・施工できるように削孔機や付属設備の改良を行った（写真1）。削孔時の機械高

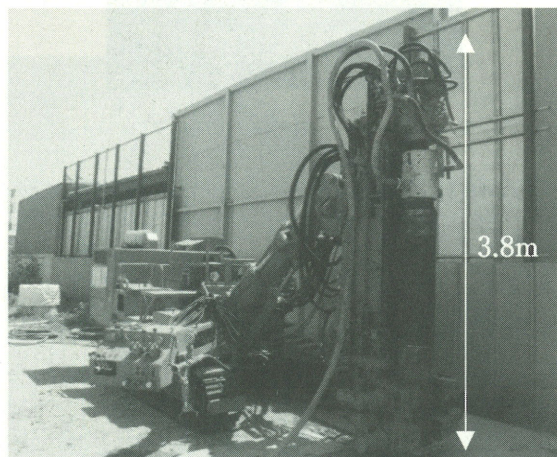


写真1 杭径拡大に対応した削孔機

さは3.8mであり、桁下などの空頭制限下でも施工可能である。

道路橋などの構造物に適用する場合、杭径を拡大することで1本あたりの補強性能が増大し、施工箇所あたりの杭本数を削減することができる。杭径が拡大しても1本の施工日数はほぼ変わらないことから、工期の短縮や工費の削減が期待できる。

写真2に道路橋基礎の耐震補強工事に適用した際の削孔状況を示す。削孔径は $\phi 335\text{mm}$ 、削孔長は5.5m、支持層はN値50の砂礫地盤であった。削孔後、ミニクレーンを用いて長さ1.4～1.7mの $\phi 267.4\text{mm}$ 鋼管の建込みを行った（写真3）。鋼管同士の接続はねじ継手を使用した。



写真2 道路橋基礎における増し杭の削孔状況



写真3 $\phi 267.4\text{mm}$ 鋼管の建込み状況

写真4に増し杭の施工完了状況を示す。杭頭部は円形支圧版を初めて適用し、増しフーチングと一体化を図った。



写真4 増し杭の施工完了状況

3. 硬い岩盤でも施工可能に (改良②)

従来の回転と打撃による併用でもCM級の岩盤を削孔するは困難であった。今回、コンパクトで軽量の機械本体はそのまま、ダウンザホールハンマーを活用できるよう改良したことで、CM級の岩盤でも杭の構築が可能となった。日本全国ほとんどの岩盤で施工でき、適用可能範囲は従来の約2倍に拡大する。

写真5に本工法で使用するダウンザホールハンマーの一例を示す。ケーシング内に収納したインナーロッドの先端に拡径ビットを取り付け、衝撃力で岩盤を砕いて削孔する。

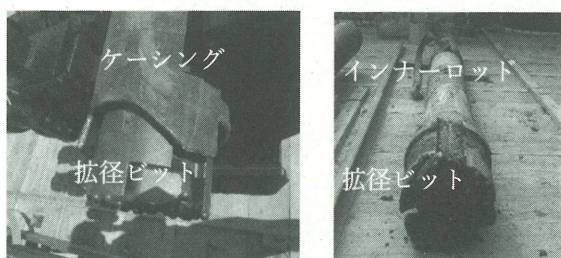
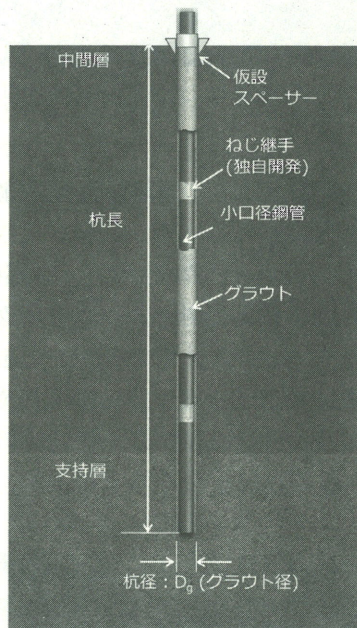


写真5 ダウンザホールハンマー

4. 土留め杭としても適用可能に (改良③)

これまでは、上部構造などの鉛直力を負担する「支持杭」として開発を進めてきた⁽¹⁾。一方、斜面などに施工する親杭横矢板形式の土留め杭は水平力に対して抵抗し、主として鉛直力を負担しない構造である。

従来の仕様のうち、特殊冶具で先端部を地盤改良して改良体を構築する工程や鋼管を持ち上げて杭頭部材と連結する工程を省略した(第3図)。その結果、工程の短縮や施工設備の簡素化により、低コストな土留め杭としての適用を可能とした。



第3図 土留め杭タイプの杭概要図

写真6に高速道路に近接した斜面足場上での削孔状況を示す。削孔機は軽量でコンパクトなスキッド型を使用した。削孔径は $\phi 255\text{mm}$ 、削孔長は最大15.5m、支持層はCM級の岩盤であった。当該箇所はダウンザホールハンマーを用いた二重管削孔を行っている。

写真7に斜面足場上での鋼管建込み状況を示す。直径190.7mm、長さ4mの鋼管を建込んで

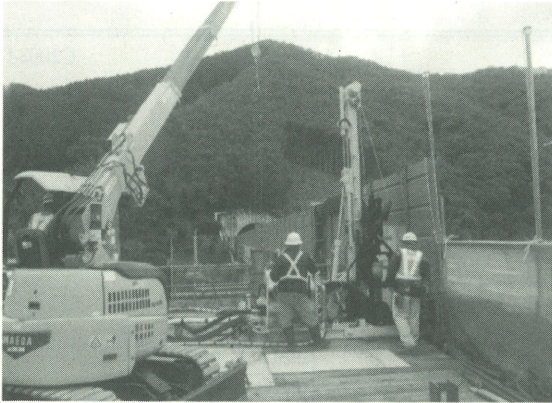


写真6 斜面足場上での削孔状況



写真7 斜面足場上での鋼管建込み状況

いる。写真8に親杭横矢板形式で土留め掘削が完了した状況を示す。土留め杭のピッチは750mmで、最終掘削深さは約9mである。土留



写真8 高速道路に近接した親杭横矢板形式

め杭の側面に等辺山形鋼を溶接し、掘削背面から横矢板を設置した。

5. 乾式削孔により排土費を削減 (改良④)

構造物基礎の補強杭では地盤の地下水位よりも深く杭を構築するので、削孔時に地下水が湧出し、削孔で発生した土砂と混入して泥水となる。この場合、地上からインナーロード内に送水し泥水を循環させることで土砂を地上に排出するが、軟弱な排出土砂が多く発生する。

このたび、盛土上の道路脇など地下水位より浅く杭を構築する場合において、空気の圧送と少量の泥水を用いる乾式削孔方法を開発した。その結果、排土処分費を大幅に削減でき、約1割のコスト低減が可能になった。

6. おわりに

本稿では、開発した高性能小口径杭工法に対して、杭径の拡大、硬い岩盤への適用、土留め杭にも適用、乾式削孔方法の開発により、適用範囲の拡大、工期の短縮、工費の削減などを実現した。今後はさらなる適用市場の拡大を図るとともに、安全かつ高品質な杭の構築に努める所存である。

<参考文献>

- (1) 粕谷悠紀・高橋真一・山本彰・稲川雄宣・渡辺郁夫・北出啓一郎：“小口径合成鋼管杭工法「ハイスベックマイクロパイル工法®」の開発”、大林組技術研究所所報、No.79、pp.1-8 (2015)

【筆者紹介】

粕谷 悠紀

(株)大林組 技術研究所
地盤技術研究部 副課長
＜主たる業務歴および資格＞
技術士（建設部門）、博士

