

硬質地盤への杭打設における超高压ウォータージェット削孔技術活用に向けた検証試験

大成建設(株) 正会員 ○野田 剛史 井上 政明 佐野 雄季
調和工業(株) 非会員 大森 貴光 中崎 悠太
(株)久野製作所 非会員 久野 浩二 遠藤 一広

1. はじめに

頻発化、激甚化する自然災害に対する緊急対策工事や、重要インフラ施設の強靱化・機能強化等に対するニーズの高まりから、硬岩系岩盤や転石層等の硬岩を含む硬質地盤に対し、鋼管杭や鋼矢板を打設する技術の需要が増加している。従来、鋼管杭や鋼矢板打設の補助工法にはウォータージェットカッター（以下、WJ）を併用したバイブロハンマ工法が多く用いられてきたが、当該工法は硬岩を含む硬質地盤には適用できない。この場合、先行削孔工等による補助工法を採用することが一般的であるが、工程とコストの面で負担が大きい。

本研究は、鋼管杭や鋼矢板を硬質地盤に直接打設するための補助工法として、新しい WJ 併用バイブロハンマ工法を開発することを目的としている。これは、従来の最大吐出圧力 14.7MPa の WJ（以下、従来型 WJ）に替えて、同 245MPa という非常に高水圧の WJ（以下、超高压 WJ）を鋼管杭や鋼矢板に取り付け、硬岩を含む硬質地盤を削孔・切削しながら打設する工法である（図-1）。

本稿では、本研究の基礎実験として実施した硬岩に対する鋼矢板打設試験の内容について報告する。

2. 試験概要

本試験に先立ち、前年度実施した鋼矢板打設試験¹⁾の結果を基に、超高压 WJ ノズルの要素試験を実施した。要素試験では、硬岩をより効率的に削孔・切削することができる噴射距離と噴射方法の検証を行い、超高压 WJ の噴射面に対して噴射距離を変化させながら噴射することで削孔効率が向上することを確認した。また、鋼矢板先端に取り付ける先端補強矢板の内部に超高压 WJ の水路を設け、噴射角度を鉛直に対して 30° 傾斜させることで、超高压 WJ の噴射をより鋼矢板直下の硬岩に当てられるように加工を行った（図-2）。

試験には 0.6m³ 程度の大きさの花崗岩 3 個を使用した（写真-1）。硬岩の一次圧縮強度はいずれも 100N/mm² 以上であり、硬岩系岩盤の分類要素のうち「岩石の強さ」における区分「A」に相当する²⁾。硬岩は、概ね平らな面を地表に出した状態で土中に固定し、露出面に鋼矢板を打設した。鋼矢板の打設には調和工業(株)製 油圧式可変超高周波型バイブロハンマ（SR-45）と同社製 電動式可変モーメント型バイブロハンマ（ZERO-80VR）の 2 種類のバイブロハンマを使用し、同等起振力で原動機の駆動源の違いによる貫入効率の違いを確認した。

3. 試験結果

鋼矢板打設試験の打設方法は図-3 に示す通り、超高压 WJ の噴射のみと超高压 WJ の噴射とバイブロハンマによる同時打撃を繰り返し行う方法で実施した。

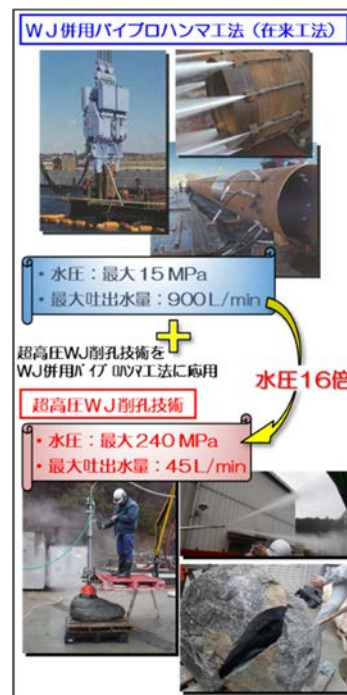


図-1 技術開発概念図

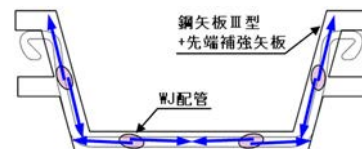


図-2 鋼矢板模式図



写真-1 硬岩設置状況

キーワード 硬岩、鋼管、鋼矢板、ウォータージェット、バイブロハンマ

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木本部土木技術部海洋技術室 TEL 03-5381-5285

また要素試験の結果を踏まえ、超高压 WJ の噴射のみ行う際には、硬岩と鋼矢板の接地面を基準として鉛直方向に 0 cm, 15 cm, 30 cm の 3 段階で順に鋼矢板を上下動させながら噴射を行うことで、鋼矢板直下の広範囲に超高压 WJ が噴射されるように操作を行った。

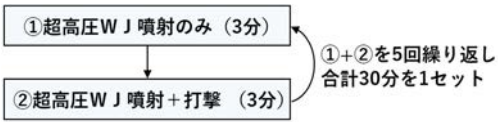
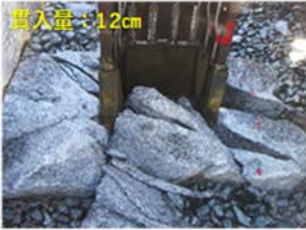
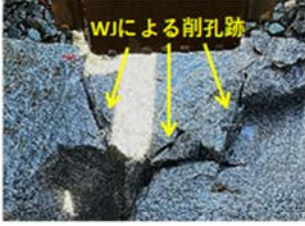
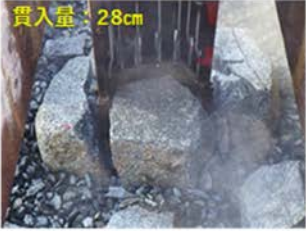


図-3 打設試験方法

表-1 に試験結果の一覧を示す。鋼矢板を上下動させながら硬岩に超高压 WJ を噴射したことで、硬岩が鋼矢板の形状に沿って削孔されていることを確認できた。更にバイブロハンマによる打撃を加えることで鋼矢板の形状に添って硬岩が割裂し、鋼矢板を硬岩に貫入させられることを確認できた。一方で硬岩の節理の位置によっては、節理に沿った亀裂も発生してしまい、硬岩が薄い板状に分裂する状況が確認できた。薄い板状に分割されてしまうことで硬岩に対する WJ 噴射の削孔効果が低減し、矢板の貫入効率も低下する。なお、今回の鋼矢板打設試験では時間的制約のため、最大 2 セットまで打設を行ったが鋼矢板を硬岩に貫通させるまでには至らなかった。またバイブロハンマの駆動源の違いによる貫入効率の差については、今回の結果では貫入量としては油圧>電動となったが、硬岩の割れ方による貫入量への影響が大きいと考えられるため、駆動源の違いによる効果を評価するには至らなかった。

表-1 打設試験結果一覧

Case	打設状況			
	打設30分		打設60分	
1 (電動)				
2 (油圧)				
3 (電動)				

4. まとめ

- ・ 先端補強矢板の内部に超高压 WJ の水路を設け一定の噴射角度を付けたこと、鋼矢板を上下動させながら超高压 WJ を噴射することで、鋼矢板の形状に沿って硬岩を削孔でき、任意の位置で硬岩を割ることが可能となった。
- ・ 硬岩の割れ方次第では、その後の超高压 WJ 噴射による削孔効果が低減してしまい、鋼矢板を硬岩に貫通させることは困難となった。

参考文献

1) 佐野 雄季, 井上 政明, 清水 剛, 他: 硬質地盤への杭打設における超高压ウォータージェット活用に向けた検証試験, 第 77 回土木学会年次学術講演会, VI-196, 2022

2) 地盤工学会: 岩盤の工学的分類方法 (JGS3811-2004), 2004.