

## 硬岩系岩盤への杭打設における超高圧ウォータージェット活用に向けた検証試験

大成建設(株) 正会員 ○清水 剛 中村 広規 井上 政明  
 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

台風や地震による緊急工事や、重要インフラの強靱化、機能強化等のニーズの高まりから、より強固な地層に鋼管や鋼矢板を打設する工事が増加している。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）併用工法が多く用いられてきた。しかし、当該工法は軟岩系岩盤層や転石層等の硬質地盤には適用できない。その場合、先行削孔置換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。

本研究では、鋼管や鋼矢板等を硬岩系岩盤に直接打設するための補助工法として、新たな WJ 併用パイプロハンマ工法を開発することを目的とする。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、同 245MPa という非常に高い水圧の WJ（以下、超高圧 WJ）を鋼管や鋼矢板等に取り付け、硬岩系岩盤を削孔・切削しながら打設する工法である（図-1）。

本報では、当該技術開発のフェーズ 1 として実施した、硬岩に対する鋼矢板打設試験について報告する。

## 2. 試験概要

本試験は、硬岩に対し超高圧 WJ を装着した鋼矢板（Ⅲ型）をパイプロハンマ工法により打設した場合、どのような事象が生じるかを検証する目的で行った。超高圧 WJ のみを使用した CASE1、従来型 WJ を補助的に追加した CASE2 について試験を実施した（表-1）。

CASE1 は、鋼矢板隅角部に超高圧配管を 2 本配置し、先端ノズルは各配管につき 2 個ずつ取り付けた。CASE2 は、貫入抵抗が大きいと予想される矢板隅角部にも WJ を噴射するため、CASE1 の先端ノズルを 2 個から 3 個に増やし、中央に従来型 WJ 配管を配置した。なお、鋼矢板下端には補強材（高張力鋼）を取り付けた。

対象とする硬岩は、各ケースとも 1.0m<sup>3</sup> を超える大きさの花崗岩とした。それぞれから切り出した資料を用いて確認した一軸圧縮強度試験の結果は CASE1 : 163N/mm<sup>2</sup>、CASE2 : 128N/mm<sup>2</sup> であり、ともに硬岩系岩盤の強さ“A”に区分される<sup>1)</sup>。それらの硬岩は、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。打設には調和工業(株)製 油圧式可変超高周波型パイプロハンマ（SR-45）を使用した。

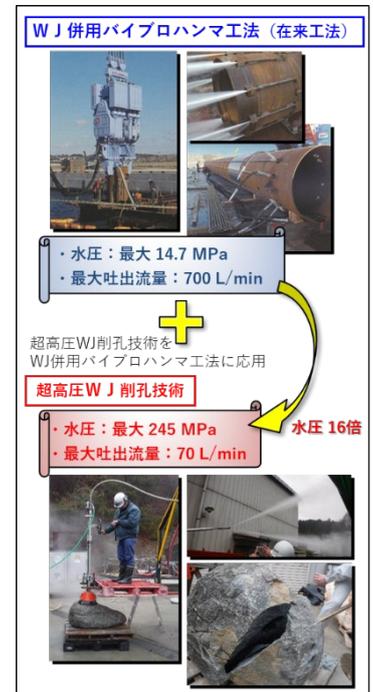


図-1 技術開発概念図

表-1 試験ケース

	CASE1	CASE2
超高圧WJ	配管2本（ノズル2個ずつ）	配管2本（ノズル3個ずつ）
従来型WJ	なし	配管1本（ノズル1個）
鋼矢板 模式図		
鋼矢板 写真		
硬岩		

キーワード 硬岩、岩盤、鋼管、鋼矢板、ウォータージェット、パイプロハンマ

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

### 3. 試験結果

CASE1 は図-2 に示す流れで試験を実施した。まず、硬岩に鋼矢板を当てた状態で超高压 WJ のみを 5 分間噴射した (①)。次に、超高压 WJ を噴射させながらバイブロハンマを起動し 11 分間打設した後、同様に 15 分間打設した (②, ③)。各ステップの硬岩の状況を写真-1 に示す。また、観察結果を以下に記す。

- ① 超高压 WJ の噴射により硬岩の節理に沿って亀裂が発生した。また、亀裂に WJ の噴射が当たった箇所では深さ 117mm の削孔が確認され、亀裂がない箇所では深さ 15mm 程度の削孔が確認された。
- ② 亀裂が拡大し、破片が散乱していた。深さ 100~180mm 程度の削孔が確認された。鋼矢板先端部が硬岩に対し貫入初期の形跡があり、40mm 程度のめり込みが確認された。
- ③ 硬岩表面が破砕し、深さ 180~210mm 程度の削孔が確認された。矢板断面全体が 60mm 程度めり込んだ形跡が確認された。

CASE2 は図-3 に示す流れで試験を実施した。まず、硬岩に鋼矢板を当て超高压 WJ と従来型 WJ を 5 分間噴射した (①)。次に、超高压 WJ と従来型 WJ を噴射させながらバイブロハンマを起動し 15 分間打設した後、同様に 11 分間打設した (②, ③)。各ステップの硬岩の状況を写真-2 に示す。また、観察結果を以下に記す。

- ① CASE1 と同様、硬岩に亀裂が生じた。WJ 噴射のみの削孔深さは 18mm~29mm であった。
- ② 硬岩表面に著しい破砕が確認された。深さ 120~200mm を超える削孔が確認された。矢板断面全体が 40mm 程度めり込んだ形跡が確認された。
- ③ 硬岩表面に深さ 110mm 程度の破砕が確認された。

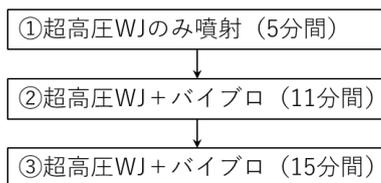


図-2 CASE1 試験フロー

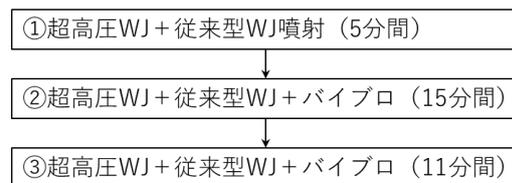


図-3 CASE2 試験フロー



写真-1 CASE1 試験結果 (左: ①, 中: ②, 右: ③)



写真-2 CASE2 試験結果 (左: ①, 中: ②, 右: ③)

### 4. まとめ

- ・ 超高压 WJ により、 $100\text{N}/\text{mm}^2$  を超える硬岩の節理面に沿ってひび割れが生じ、削孔も可能である。
- ・ バイブロハンマの起振力を可変させ、超高压および従来型 WJ の突出圧力を最大程度まで上げることで、硬岩系岩盤を破砕することが可能となる。
- ・ 次のステップでは、硬岩系岩盤に杭を打設するために削孔と破砕の組み合わせのさらなる検証を行う。

### 参考文献

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