

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

大成建設(株) 正会員 ○佐野 雄季 井上 政明 清水 剛
 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

台風や地震等の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・機能強化等の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）を併用したパイプ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併用パイプ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 という非常に高い水圧の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

本試験では、前年度に実施した鋼矢板打設試験¹⁾の結果を基に、超高压WJの改良を行った。前年度の打設試験では、超高压WJにより一軸圧縮強度が 100N/mm²を超える硬岩にひび割れを生じさせることで、削孔・破碎することが可能であることを確認したが、硬岩に対し鋼矢板を大きく貫入させるまでには至らなかった。このため、本試験に先立ち超高压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角度や噴射距離の検証を行い、ノズルの改良を図った。また、超高压WJによる硬岩の削孔・切削範囲を拡大するため、前年度の打設試験から超高压WJ配管の本数を2本増やし、配管4本を鋼矢板に配置した（図-2）。

試験では、1.0m³程度の大きさの花崗岩2個を使用した（写真-1）。硬岩の一軸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パイプロハンマ（SR-45）を使用した。



図-1 技術開発概念図

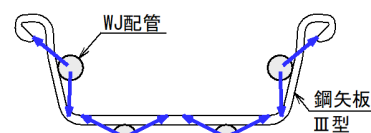


図-2 鋼矢板模式図

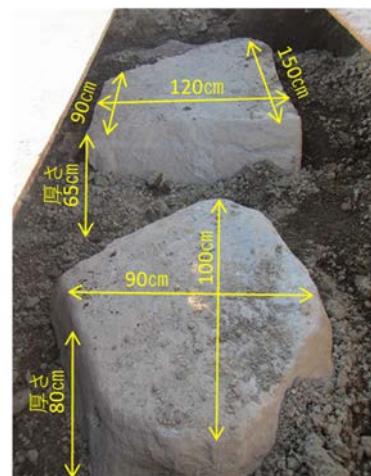


写真-1 硬岩設置状況

キーワード 硬岩, 鋼管, 鋼矢板, ウォータージェット, 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

鋼矢板打設試験は、超高压 WJ の噴射とバイブロハンマによる打撃を同時に行い、鋼矢板の貫入状況に応じて打設を一時中断し、鋼矢板と硬岩の状況を観察した。写真-2 に鋼矢板打設試験の状況写真を示す。

試験では、鋼矢板の打設開始後、硬岩が大きく割れる事象が確認された。しかし、割れた面の位置と超高压 WJ の噴射方向およびバイブロハンマにより打撃を加えた位置に明らかな相関が見られなかったことから、割れた面は節理面など硬岩に元々存在する弱部であったと考えられ、鋼矢板を貫入させるために硬岩を任意の位置で割ることは困難であることが分かった。

試験の結果、写真-2 に示す通り硬岩に対し鋼矢板を貫入させることができた。これは、超高压 WJ による硬岩の削孔・切削と、バイブロハンマの打撃による硬岩の破碎の相互作用により徐々に硬岩が削られていき、硬岩に対し鋼矢板を貫入させることができたものと考えられる。なお、今回の鋼矢板打設試験では時間的制約のため、試験時間内の打設で鋼矢板を硬岩に貫通させるまでには至らなかった。

打設1本目

①打設開始3分後



②打設開始13分後



③打設開始18分後

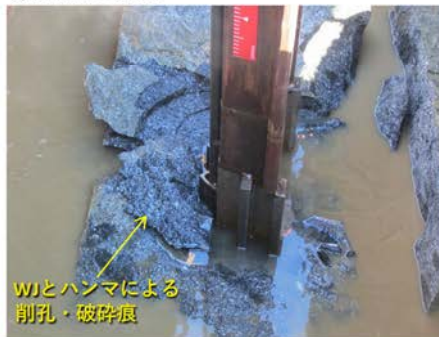


打設2本目

①打設前



②打設10分後



③打設開始30分後

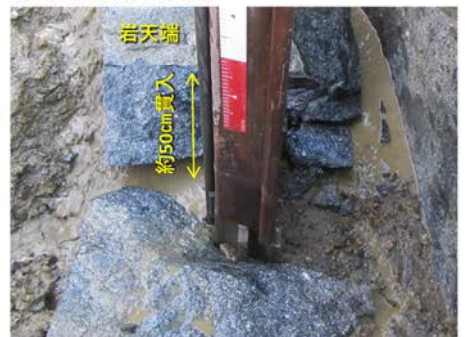


写真-2 鋼矢板打設試験状況

4. まとめ

- ・ 超高压 WJ による硬岩の切削・削孔と、バイブロハンマによる打撃を組み合わせることで、硬岩を徐々に破碎し、鋼矢板を貫入させることができる。
- ・ 鋼矢板の打設により硬岩を割ることができるが、剖面の位置は、硬岩の節理面など元々内在する弱部の位置に左右されるため、鋼矢板を貫入させるために硬岩を任意の位置で割ることは困難である。
- ・ 今後は、本試験の結果を基に超高压 WJ とバイブロハンマの打撃による硬岩の破碎メカニズムを検証し、硬岩への鋼矢板等の貫入効率の向上対策について更なる検討を行う。

参考文献

- 1) 清水 剛, 中村 広規, 井上 政明, 他: 硬岩系岩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76回土木学会年次学術講演会, VI-668, 2021
- 2) 地盤工学会: 岩盤の工学的分類方法 (JGS3811-2004), 2004.