

硬質地盤の沈下掘削を可能とする水中掘削機の適用実績

阪神電気鉄道(株) 杉垣直哉
 鹿島建設(株) 正会員 ○酒匂智彦 坂根英之 小倉 剛 坂梨利男 松井貴志
 (株)加藤建設 正会員 濱田良幸 齋藤 茂 内山敬二
 アジア海洋(株) 鳥井正志 本田 啓 安田海人

1. はじめに

オープンケーソン工法では、土丹などの硬質地盤の掘削が課題となる。その課題を解消すべく新たな水中掘削機を開発し、現場に適用した。本稿ではその実績について報告する。

2. 開発の経緯

オープンケーソン工法は、ケーソン内の地盤を大気中または水中においてグラブバケットなどにより掘削を行い、ケーソン自体の重量及び圧入アンカーによる沈下荷重を利用して沈設させるものである。地下での有人作業がないといった安全性に優れる一方、掘削地盤が硬質の場合、ケーソン刃口の直下を掘削しないとケーソンを沈下させることができない。しかし、グラブバケットでは刃口部直下を直接掘削できないため、ケーソンを陸上に構築する前に地上から刃口部の硬質地盤を掘削が容易な碎石などに置き換える必要がある。そのため、オープンケーソン工法は平面形状や深度、対象地盤など適用範囲の限定、硬質地盤の置換掘削の費用増加や工期の延長などの課題があった。この課題解消を目指し、写真-1に示す硬質地盤の沈下掘削を可能とする水中掘削機を開発した。

3. 水中掘削機の概要

図-1にケーソン刃口部における掘削イメージを示す。水中掘削機は、通常のグラブバケットなどにより直接掘削できない硬質地盤が出現した時に、地上部からクローラークレーンを用いて投入し、ケーソン刃口部直下の沈設に必要な範囲をオーガーにより掘削する。さらにケーソン刃口部直下だけではなく、ケーソン中心部の硬質地盤を先行削孔して緩めることによって、グラブバケットなどによる掘削作業の効率化を可能とする。

水中掘削機は、ケーソン内の掘削位置に設置完了後、3本の不陸調整脚（調整範囲 $\pm 0.45\text{m}$ ）で水中掘削機本体が水平になるようにレベル調整し、硬質地盤の掘削を開始する。掘削は、掘削ブームを伸縮、前後左右に旋回させることによりカッターヘッドを掘削位置に合わせることで行う。

図-2に遠隔操作モニター画面の例を示す。水中掘削機の

キーワード ケーソン工法, オープンケーソン, 掘削機械, 技術開発

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 土木管理本部 TEL03-5544-1111



写真-1 硬質地盤対応水中掘削機

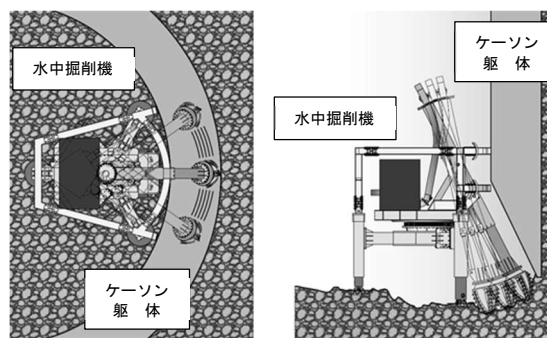


図-1 ケーソン刃口部における掘削イメージ

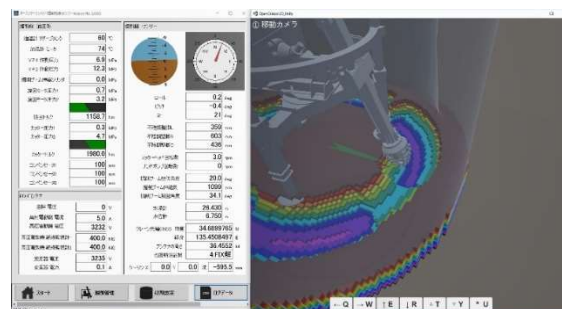


図-2 遠隔操作モニター画面の例

設置深度や平面位置，姿勢は，GNSS（測位衛星を利用した全世界測位システム）や水中掘削機に搭載された各種センサーの情報を遠隔操作モニター画面に表示して視覚的に把握することによって，精度よく掘削することを可能としている。

4. 現場適用状況

今回対象としたケーソン躯体は全長 44.2m，内径 7.6m である。GL-30m 付近に N 値 50 以上の第一天満層（砂礫）が出現するため，水中掘削機の掘削対象土層とした。図-3 にボーリング柱状図を示す。掘削土が対象土層に変化した段階で水中掘削機の投入を行った。写真-2 に水中掘削機吊り込み状況を示す。掘削機の諸元は，総重量約 14t，長さ・幅ともに 4.3m，高さは 5.8m である。

水中掘削機は，整備工場から分解されて現場搬入し組立を行い，発電機および運転制御ケーブルを接続し，可動部やセンサーが正常に機能することを投入前に確認した。

水中掘削機の操作は，写真-3 に示すように近接した現場詰所内に設営した遠隔操作システムのモニターを見ながら行った。

掘削状況の確認は，モニターに表示される水中掘削機の動きと同期した 3 次元グラフィックとオーガーの各種油圧負荷値から判断して行った。ケーソン刃口部を深さ 70cm 掘削したことを判断したのち，沈設用ジャッキによりケーソン躯体の圧入を行った。ジャッキ圧力を確認しながら，ケーソン躯体を圧入した結果，約 25cm の沈設がスムーズに完了させることができた。

5. まとめ

今回の実施工より，水中掘削の状況確認，操作方法の注意点，今後の適用に向けた改善点等の抽出ができ，貴重なノウハウを蓄積することができた。なお，参考までに図-4 に圧入ジャッキ圧力と沈下量の関係を示す。水中掘削機による掘削を行った場合の圧入荷重が，グラブバケットによる掘削の場合より比較的小さいことを示している。これは水中掘削機による刃口部直下の掘削による緩め効果があることを示していると考えられる。

今後は，この水中掘削機の利点を活かせる現場への適用・展開を進めていく。

参考文献

- 1)小倉ほか：硬質地盤に対応したオープンケーソン工法，令和3年度建設施工と建設機械シンポジウム，2021



写真-2 水中掘削機吊り込み状況



写真-3 操作状況

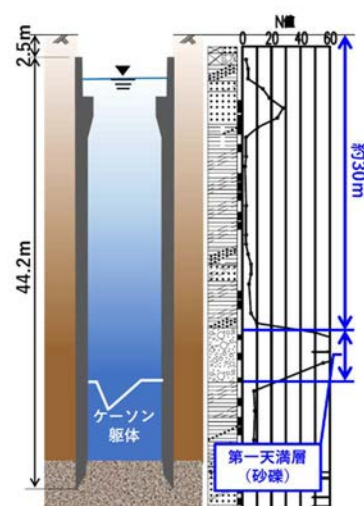


図-3 土質柱状図

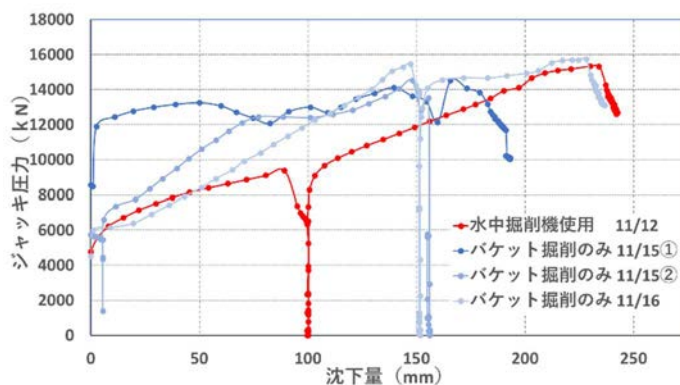


図-4 圧入ジャッキ圧力と沈下量