

首都高速道路公団 正会員 ○荒神 敏郎
 建設機械化研究所 正会員 内藤 誠一
 東海林良美

1. まえがき

東京湾環状道路の一環として建設計画が進められている横浜港横断橋の基礎(多柱式基礎)は、第三紀層の三浦層(土丹層、一軸圧縮強度約 30 kg/cm^2)を支持地盤としているが、基礎の支持機構上から土丹層を掘削してケーソンを貫入する計画である。しかし、架橋地点の土丹層は水面下50m〜70mとかなり深く、さらに、ケーソン刃口直下を径7.0mから径11.0mまで拡張掘削する大規模掘削となるため、現有大口径掘削機では掘削径が不足する。また、最大級の掘削機の改良を行っても、掘削能率やずり揚げ方法に問題が残るため、本橋の土丹層掘削を確実にを行うためには、新機種の開発が必要となった。

新機種の開発にあたっては、現有機械の延長線上にあり比較的实现性のある機械として以下の3機種の検討を行った。

- ①現在かなりの大型機械があり、ウェル沉下に伴う6.0mの拡張掘削の実績および大深度における掘削実績の多い大口径回転式掘削機を使用した「大口径回転式拡張掘削機」
- ②建設省土木研究所で考案した径3.5mの掘削機を大型化した「大口径回転式多軸掘削機」
- ③石炭採掘およびトンネル掘削等に使用されているアーム式掘削機を竖孔用の水中掘削機とした「アーム式水中掘削機」

上記の3機種については各々長一短はあるが、以下に示すような要素を考慮して「アーム式水中掘削機」の開発を行うこととした。①掘削に必要なトルクが小さい。②ケーソン刃口下の拡張幅が大きい。③他機種より軽量なため機械の取扱いが有利である。

本文は、以上のような調査検討を行って開発されたアーム式水中掘削機の概要および掘削試験結果について述べるものである。

2. アーム式水中掘削機の概要

本機は図-1に示すように、構造物上に組立られた槽部と掘削機本体に装置された掘削ヘッド部および両者を接続するエアリフトパイプ部によって構成される。

(1) 槽部

槽部は下部架台と上部トラスより構成され、上部トラスには掘削機全体が吊下げられて格納されるスペースが確保されている。

(2) 掘削ヘッド部

掘削ヘッド部は切削部本体、グリップおよびロータリテーブルから構成されている。切削部本体の構造は、ドラム、水中電動機、減速機、俯仰用シリンドラを装置したものであり、ドラムは円錐台で周面に28本のピックが埋込まれている。また、切削部本体を保持するグリップは、上下2段に3脚の支持部がありケーソン内壁に固定される。ロータリテーブルは油圧駆動で耐水压対策を行っている。また、ロータリテーブルとグリップの間には、ドラムの切込み作業を確実にするために切削部本体の伸縮機構が設けられている。

3. 掘削試験内容および試験結果

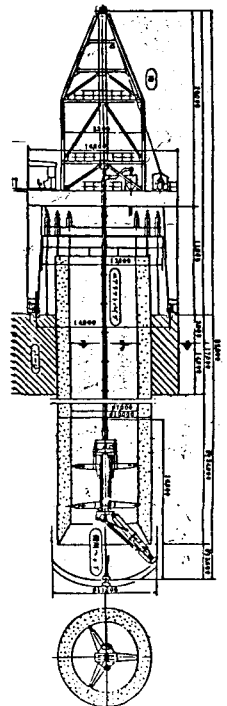


図-1 掘削機組立図

掘削試験は、直径6.0 mの水槽を製作して底板に掘削地盤（モルタル、土丹）を打設し、この地盤を水槽に梁から吊下げられた掘削ヘッドによって掘削を行い、掘削性能および吸込み性能等の確認を行った。表-1に試験の種類および内容を示す。

(1) 掘削性能試験

図-2に巡回掘削時の水中モータ出力（気中掘削）を示す。モータ出力と掘削土量とは比例関係にあり、掘削土量の増加に伴ってモータ出力も増加している。また、掘削機の仕様値55 KWに対して水中モータの最大出力は、掘削土量0.54 m^3/min （切込み深さ0.2 m、切込み巾0.7 m、巡回速度4 m/min ）で約40 KW（負荷率73%）である。なお、巡回方向の違いによるモータ出力の差はない。

図-3に掘削時のロータリーブル巡回トルク（気中掘削）を示す。同図の巡回トルクの最大値は、掘削土量0.62 m^3/min （切込み深さ0.2 m、切込み巾0.7 m、巡回速度4 m/min ）で9.0 t・m（空転トルク0.74 t・mを含む）であり、掘削機の仕様値22.5 t・mの約40%の負荷率である。また、最大トルクより押付力（最大トルク／その時の巡回半径）を求め、その値を用いて本工事での径1.0 m掘削を行う場合の最大トルクを求めると19.0 t・mとなり、仕様値の約84%の負荷率であり十分掘削可能と判断される。

(2) 吸込み性能試験

ざり揚げ性能に関する調査は、吸込み口の適正位置の決定およびざり揚げ能力の確認が主であった。吸込み口の適正位置については、当初掘削面から36 cmであったが、掘削後の孔底の残土量が図-4に示す状態であったため、吸込み口の位置を36 cmから25 cmと低くして掘削後の残土量を測定した結果、図-5に示すように残土量が半減した。また、この残土の処理については、俯仰角3度ピッチ、巡回速度3 m/min の条件で、俯仰角23.7度から2度まで1回、俯仰角14度から2度まで2回（孔底が球面であるために残土が中央に集まり易いため）掘削面からドラムを若干離してスライム処理した結果、多少微粒子の沈殿物の堆積がみられたが非常に良好であった。

3. あとがき

今回の掘削試験において、本機の掘削性能およびざり揚げ性能に関する基礎データが得られた。また、今回のデータから本工事の掘削機の能力を推定すると、現在の設計仕様値内で十分掘削可能であることも立証された。

今後は、掘削機を完成させ、現地陸上部において本工事より若干小径の径6.0 mの試験工事において各種性能の確認を行い、本工事の掘削作業が確実に進める掘削機に仕上げるために万全を期したい。

表-1 試験内容

掘削性能試験	吸込み性能試験	掘削性能試験
掘削地盤の種類（モルタル、土丹）	掘削地盤の種類（モルタル、土丹）	掘削地盤の種類（モルタル、土丹）
掘削ヘッドの仕様（径、長さ、重量）	掘削ヘッドの仕様（径、長さ、重量）	掘削ヘッドの仕様（径、長さ、重量）
掘削速度（巡回速度、掘削速度）	掘削速度（巡回速度、掘削速度）	掘削速度（巡回速度、掘削速度）
掘削深度（切込み深さ）	掘削深度（切込み深さ）	掘削深度（切込み深さ）
掘削径（切込み巾）	掘削径（切込み巾）	掘削径（切込み巾）
掘削時間（巡回時間）	掘削時間（巡回時間）	掘削時間（巡回時間）
掘削土量（巡回土量）	掘削土量（巡回土量）	掘削土量（巡回土量）
掘削機の種類（ロータリーブル、ドラム）	掘削機の種類（ロータリーブル、ドラム）	掘削機の種類（ロータリーブル、ドラム）
掘削機の種類（ロータリーブル、ドラム）	掘削機の種類（ロータリーブル、ドラム）	掘削機の種類（ロータリーブル、ドラム）

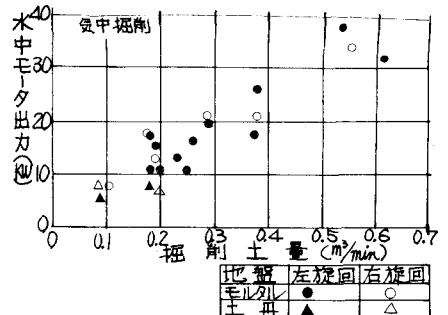


図-2 掘削時(巡回時)の水中モータ出力

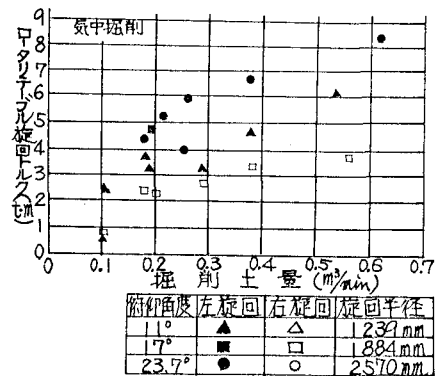


図-3 掘削時のロータリーブル巡回トルク

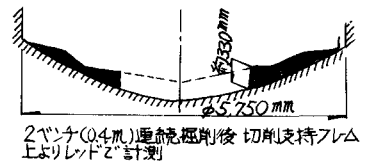


図-4 水中掘削後の残土量
(吸込み口の高360mm)



図-5 水中掘削後の残土量
(吸込み高さ250mm)