

全自動ボーリングマシンの開発

一 軟弱地盤削孔用ワイヤーラインツールの開発について その2

(株)クリステンセン・マイカイ ○宮本 哲臣, 松熊 晋也 (株)アサノ大成基礎エンジニアリング 立石 亮
川崎地質(株) 星野 一永 基礎地盤コンサルタンツ(株) 武政 学 (株)ダイヤモンドコンサルタント 佐藤 明
中央開発(株) 福原 誠 (株)ワイビーエム 津留崎 一洋, 奈須 徹夫, 矢羽田 祥貴

1. はじめに

地質調査業界では、熟練オペレータの退職増加と新規入職者の減少が進んでおり、ボーリング技術の伝承と将来のオペレータ不足が危惧されている¹⁾。これらの問題解決の一策として全自動ボーリングマシンおよびそれに使用するワイヤーラインツールを開発してきた²⁾。

本発表では、ツールにおける削孔から回収作業における取り扱い、耐久性を向上させたワイヤーラインコアバレルIV型について紹介する。

2. 削孔ツールについて

これまでに開発したワイヤーラインツールは従来のスリーブ内蔵二重管サンプラーと同等の仕様とし、コア径を65mm、1回あたりの採取長を1mに設定した。また、標準貫入試験に用いるSPTサンプラー(外径 $51\pm 1\text{mm}$)が挿入できるようメタルビットの内径は71mmとしている。図-1にコアバレルIII型およびコアバレルIV型を示し、写真-1にコアバレルIV型を示す。

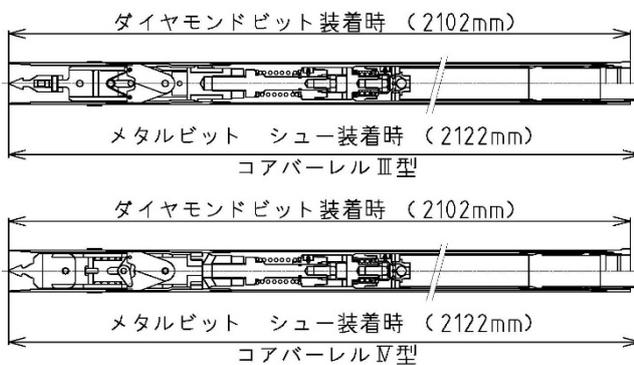


図-1 コアバレルIII型およびIV型



写真-1 コアバレルIV型

3. ワイヤーラインコアバレルの改良点

新たに開発したコアバレルIV型では、耐久性強化に加え、削孔後のインナーチューブ回収作業および試料の取り出し作業の負荷低減を図っている。

(1) 耐久性の向上

図-2にコアバレルIII型およびIV型のラッチ機構図を示す。従来のコアバレルの内管部は内部に試料を収納するための空間を持つ筒状のインナーチューブを有しており、その上部には削孔時に内管部を外管内の所定位置に固定するための内管係止機構(ラッチ)を配置している。ラッチの開閉動作はラッチスプリングにより制御し、III型にも同様の機構を設けていたが、削孔水を循環させる場合、削孔水に混入している土砂により開閉動作に不具合が発生しやすく耐久性に問題があった。

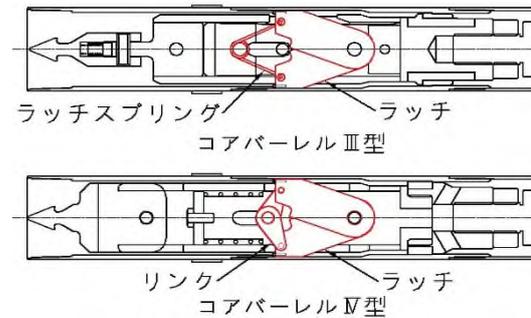


図-2 コアバレルIII型およびIV型のラッチ機構図

コアバレルIV型では、ラッチ部の開閉動作をスプリングからリンク機構に変更し、ラッチ作動の信頼性、耐久性の向上を図った。

(2) 作業負荷の低減

本コアバレルはシュー稼働用とコア切り用の2つのスプリングが担う機能を1つのスプリングによって兼用する機構を採用しているが、地質の変化に合わせてメタルビット(シュー)タイプからダイヤモンド(コアリフター)タイプに交換する際に、ヘッド部にON/OFFの切り替え用スペーサー取り付けが必要があった。III型ではヘッドを分解する構造であったが、IV型では、スペーサーを挿入する構造とし、ヘッドの分解作業を無くし、作業負荷を大幅に低減した。図-3にIV型のスペーサー取り付け構造図を示す。

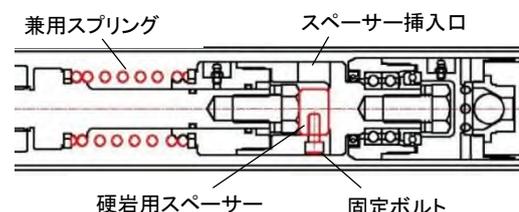


図-3 コアバレルIV型のスペーサー取り付け構造図

(3) 安全性の向上

インナーチューブの引き上げ、落下挿入作業時はオーバーショット下部にインナーチューブがスピアヘッドを介して吊り下がっており、テンションがかかった状態で、オーバーショットとスピアヘッドを外す作業が伴った。IV型では、スライドプレートを用いてインナーチューブを保持することでテンションがない状態での取り外し作業を確保した。図-4にスライドプレートの構造を示す。

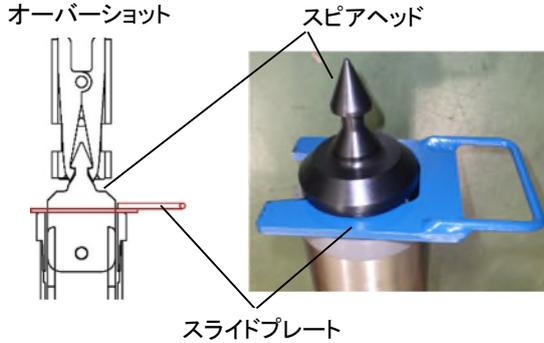


図-4 スライドプレート構造

4. 削孔試験

IV型の削孔特性を確認するために、佐賀県唐津市原の造成地にあるワイビーエム社有地で削孔試験を実施した。当該地盤は、一級河川松浦川の氾濫原に位置し、均質なゆるい砂質土が厚く分布しており、削孔試験は、その地表部5mで行った。図-5に事前のボーリング結果、図-6に削孔試験位置を示した。

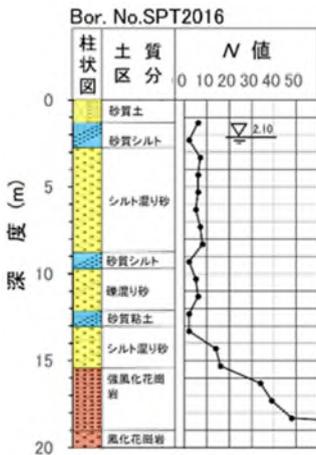


図-5 事前のボーリング結果

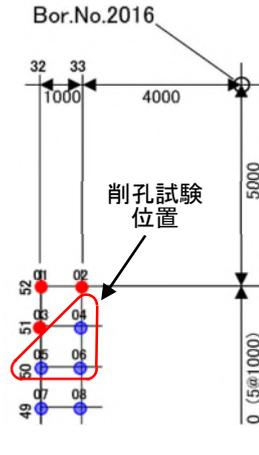


図-6 削孔試験位置

表-1 試験ケース

孔No.	コア削孔長(m)		削孔速度 (min/m)	回転数 (rpm)	送水量 (L/min)
	深度	区間長			
04	2.0-5.0	3.0	5	15	10
05	2.0-5.0	3.0	15	15	30
06	2.0-5.0	3.0	15	45	20

表-1に試験ケースを示す。当該試験では、IV型での作業性および削孔特性の確認のため、2018年度に求めた

削孔仕様の適正順位が最適値と第5位、第9位の3つの仕様で削孔し、品質工学による SN 比で比較した。ここに、No. 04が第9位、No. 05が第5位、No. 06が最適値の仕様である。削孔作業に際して、新機構のラッチの作動、スライドプレートを用いた作業手順等について確認した。

図-7に深度とトルクの関係を示す。SN 比は、最適値仕様の No. 06が21.6db に対して、第5位の No. 05も21.6db と同じ値を示した。一方で、平均トルクは、No. 06の30.7N・m に対し、No. 05では24.0N・m と低い。

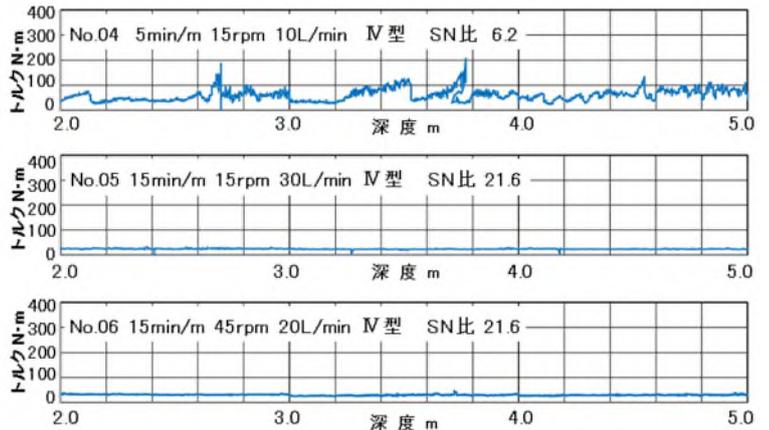


図-7 深度とトルクの関係

写真-2に示す No. 05の採取試料の状況からは矢印で示した部分は扁平で乱れており、送水で乱した試料を採取したため、トルク上昇が見られず高い SN 比が得られたものと思われる。したがって、No. 06の仕様が最適と判断され、IV型においても No. 06の仕様（削孔速度15min/m、回転数45rpm、送水量20L/min）が適切な削孔仕様であると考えられる。

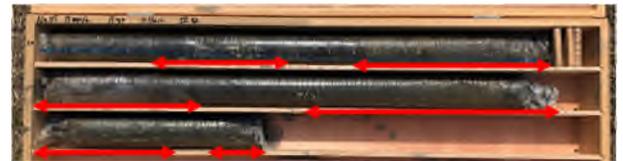


写真-2 No.05 の採取試料

5. まとめ

今回、全自動ボーリングマシン開発の一環として、耐久性の向上、作業負荷の低減、安全性の向上を目的としたワイヤーライン用コアパーレルIV型を開発し、削孔試験を行った結果、所定の性能を確認できた。また、IV型においても従来どおりの削孔仕様が適用できることを確認した。

《引用・参考文献》

- 1) 岩崎公俊:技術伝承に関わる全地連の取り組み, 地盤工学会誌,65-3,2017.3
- 2) 宮本哲臣・他:全自動ボーリングマシンの開発 - 軟弱地盤削孔用ワイヤーラインツールの開発について -, 全地連「技術フォーラム 2021」(大阪), 2021.9