

全自動ボーリングマシンの開発

一 ワイヤーライン用ノンコア削孔ツールの開発について 一

(株)クリステンセン・マイカイ ○宮本哲臣 (株)アサノ大成基礎エンジニアリング 立石 亮
 応用地質(株)河内 誠 川崎地質(株)近藤 勉 基礎地盤コンサルタンツ(株)武政 学
 (株)ダイヤコンサルタント 谷 和繁 中央開発(株)福原 誠 (株)ワイビーエム 奈須徹夫

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⁾。これらの問題解決を目指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⁾。

ワイヤーライン工法はコア削孔を基本としているが、地質調査ではノンコア削孔も必要である。そこで、本報告では、新たに開発したワイヤーライン用ノンコア削孔ツールについて紹介する。

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±1mm)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にワイヤーラインコアパーレルおよびロッドを示す。

調査ボーリングにおいては、地質の変化に伴い、メタルビットからダイヤモンドビットへと先端部の仕様を変更する場合があります。その際はロッド先端のコアパーレルを引き上げ、地上でビット等を交換する。ここに、適切な泥水管理やオペレータの高度なスキルが得られない場合、調査孔では、孔壁の崩壊や変形等が発生し、崩壊物が孔内に堆積し、閉塞することもある。その後、ボーリング調査を継続する場合、コアパーレルによる堆積物への再度のコア削孔が必要となり、ワイヤーライン工法の削孔効率を損なうことになる。また調査ボーリングの中にはコアの採取を必要としない調査もあり、コア削孔を行わないワイヤーラインツールが必要とされた。

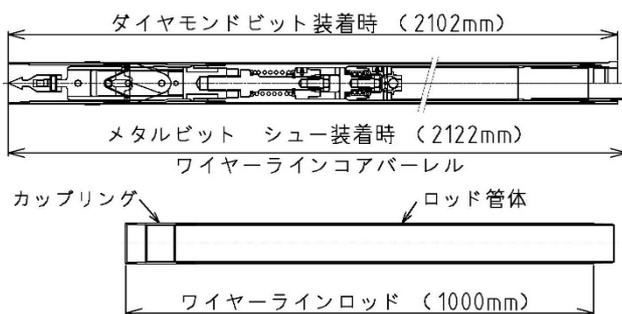


図-1 ワイヤーラインコアパーレルおよびロッド

3. ワイヤーライン用ノンコア削孔ツールの開発

従来のワイヤーラインコアパーレルの内管部は内部にコア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)、インナーチューブがアウターチューブと同一に回転しないための回転分離機構(ベアリング)を配置している。また、ラッチはアウターチューブと同一に回転できる構造となっており、さらに、土砂削孔用に開発した本ワイヤーラインコアパーレルにはシュー装着時におけるシューの突出度を制御するスプリングを配置している。そのためベアリングより上部(図-2においては左側)はアウターチューブと同一で回転する機構である。図-2にコアパーレルの機構図を示す。

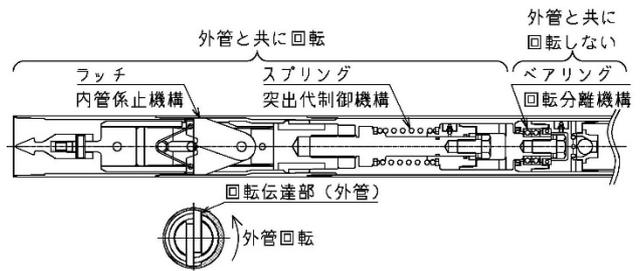


図-2 コアパーレルの機構図

今回開発したノンコア削孔ツールは、内管部先端にクロスビットを設置し、その先端から削孔水を噴射しながらクロスビットをアウターチューブ先端のビットと同期回転させる機構とした。そのため、内管部に配置されている回転分離機構のベアリングおよびスプリングを外した構造とし、クロスビットの外周面に通水孔を配置した。クロスビットの外径は、メタルビットの内径71mmに対して69mm、ダイヤモンドビットの内径65mmに対して63mmとした。図-3に先端部における切削水の流れを示す。

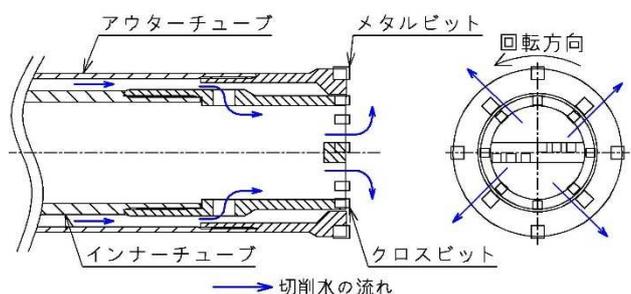


図-3 先端部における切削水の流れ

また、クロスビットに回転を伝達するインナーチューブは従来の外径73.0mm、内径66.9mm、肉厚3.05mmから同じ材質の外径73.0mm、内径60.5mm、肉厚6.25mmと肉厚を増やした管材を使用することにした。図-4にメタルビット用ノンコア削孔ツール（組立て状態、外管部、内管部）を示す。あわせて開発したダイヤモンドビット用ノンコア削孔ツールも含め、作業性と耐用性等を確認するため削孔試験を実施した。写真-1にメタルビット用削孔ツールを示す。

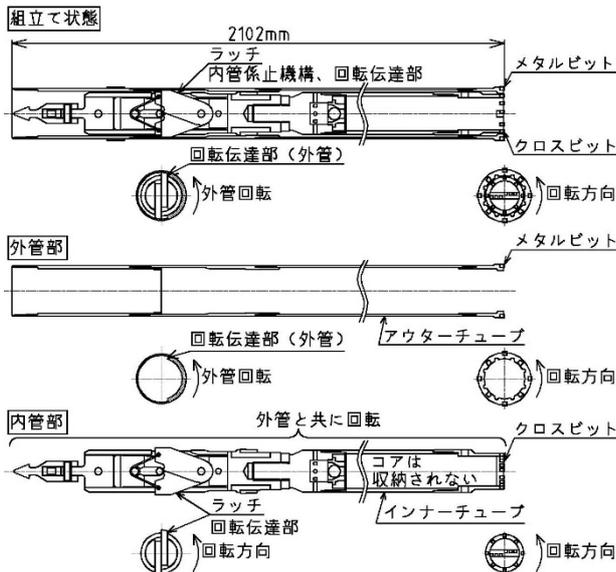


図-4 メタルビット用ノンコア削孔ツール



写真-1 メタルビット用削孔ツール

4. 削孔試験

ノンコア削孔試験は、佐賀県唐津市原の造成地にあるワイビーエム社有地で実施した。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。

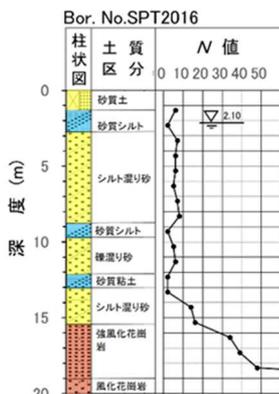


図-5 事前のボーリング結果

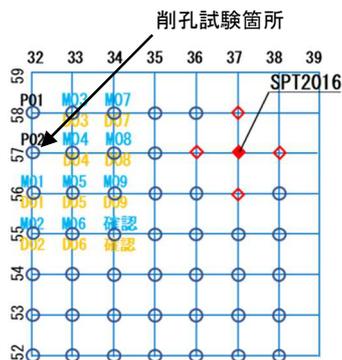


図-6 削孔試験位置

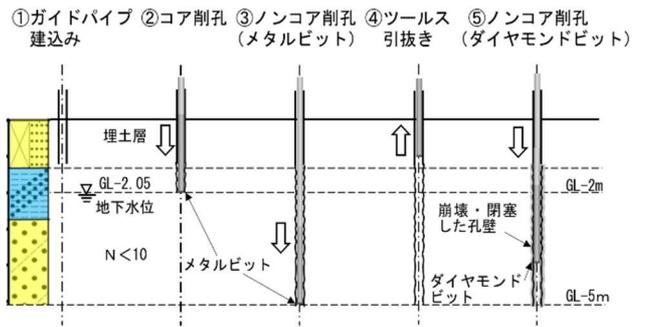


図-7 削孔試験工程

削孔試験工程を図-7に示した。削孔試験は、①ガイドパイプを建込み、②従来のシューを装着したコアバーレルにより、GL-2.0m までコア削孔した。ここに、削孔完了直後にコア切断のため、孔底より5cm の引き揚げを行った。次に③メタルビット用ノンコア削孔ツールを投入してGL-5.0m まで連続して削孔した。地層変化に対しダイヤモンドビットへの変更作業を想定して、④ツールを全回収した。⑤コアバーレル先端をダイヤモンドビットに変更し、ダイヤモンドビット用ノンコア削孔ツールを挿入し、同じボーリング孔をGL-5.0m まで、回転、送水を伴いながら再挿入し、再度全回収した。

ここに、コア削孔、メタルビット用ノンコア削孔ツールでのノンコア削孔およびダイヤモンドビット用ノンコア削孔ツールでの再挿入は、いずれもメタルビットによるコア削孔時の最適仕様（削孔速度15min/m、回転数45rpm、送水量20L/min）³⁾にて実施した。

削孔後の点検において、回収したツールには異常はなく、ノンコア削孔時、再挿入時のクロスビットの目詰まりは見られず、ツールの交換作業も問題なく行われ、実用性が確認できた。

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、地質調査ではコアの採取をしない削孔区間もあり、その対応も必要なことから、不要なコア削孔をせず全断面切削に対応可能なノンコア削孔用ツールを開発した。削孔試験の結果、ツールの実用性は確認できた。実務に反映するために適正な削孔仕様を求めておく必要がある。

《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,65-3,2017.5
- 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
- 3) 奈須徹夫・他:全自動ボーリングマシンの開発 — ワイヤーラインを用いた軟弱地盤の削孔について その2 —, 全地連「技術フォーラム 2021」(大阪), 2021.9