

気泡式ボーリングから高品質コア採取システムへ

From Air Bubble Boring: the Hybrid Method to a Core Sampling System of High Quality

武田 伸 二 (たけだ しんじ)
ハイテック㈱ 技術部 次長

小宮 国 盛 (こみや くにもり)
ハイテック㈱ 代表取締役

竹内 一 郎 (たけうち いちろう)
日本振興㈱ 最高顧問

1. はじめに

「最新の気泡式ボーリング工法によるサンプリング技術」として、地盤調査法に関する小特集「最新のサンプリング技術」(土と基礎(平成10年5月))に、筆者らはハイブリッドボーリング工法(以下HB工法)の事例報告を行っている。HB工法は、既往気泡工法で検討されていない、①操作性の良い気泡発生装置の開発 ②コアチューブ・ダイヤモンドビットの開発 ③半割れアクリル管の導入等の研究開発を行い、成果をあげている。

HB工法は平成4年の実用開始から現在まで、全国でおおよそ130事例、約12,200mの実績があり、調査対象も地すべりやダム調査、盛土や原石山などの材料調査、廃棄物処分場など多岐にわたっている^{1),2)}。

近年、循環流体としてポリマーなどを用い、品質の良いコアを採取する方法が提案され、また、泥水を用いた、一種の職人的な技術で良好なコアを採取する方法などが採用され、従来の気泡式ボーリングを含め、高品質コア採取工法として総称されている。筆者らは高品質コア採取システムを、調査地内で複数のボーリングマシンにより、同一の精度の、品質の高いコアが採取できるシステムと位置づけ、HB工法の改良・開発を進めている。これらの開発の主眼は、切削断面の縮小化による掘進能率の向上と、コア採取後の人為的なコアの乱れを防ぐことに着目している。

本報告では、これらの高品位コア採取工法の現状を述べ、HB工法の新たな改良・開発の成果を紹介し、最近の実施したフィールドでの事例を紹介する。

2. 高品質コア採取工法

高品質コア採取工法と総称される工法としては、使用する循環流体により、ポリマー系、泥水、気泡に分けられる。

2.1 ポリマー系、泥水

ポリマー系は、市販されているCMC(カルボキシメチルセルローズ)やアクリルポリマー系の増粘泥水剤を循環流体に添加して用いられる。CMCはアニオン系のセルロール誘導体で、水に分解し、無色透明の粘ちょう液となり、土木工事や石油掘削の安定液として使用されている。これらの増粘剤を削孔水に添加することにより、

削孔水の潤滑性が高まる。潤滑性により低送水圧、小水量で削孔でき、水流による脆弱部のコア流失が少なく、高品質のコアが採取できる。泥水を用いる場合も同様に、送水圧、送水量を調整することによりコアの品質向上を行っている。特に泥水を用いる工法は、削孔中の送水圧、送水量に微妙な調整が要求され、掘進給圧もバランス給圧が要求されるなど、熟練したボーリング技術者の技術に負うところが大きい。

2.2 気泡式ボーリング

気泡式ボーリングは、高品質コアの採取を目的に開発された工法で、圧縮空気の中に界面活性剤等の泡発生剤を注入発泡させ循環流体とするもので、発泡方法として、滴下方式と差圧方式、ベンチュリー管方式等がある。気泡を循環流体とするため、過大な送水圧が発生することがなく、乱れない高品質なコアが採取できる。

HB工法は、液送ポンプと泡発生ノズルにより泡発生剤をバイパス管に噴出発泡させる方式で、高濃度の泡が安定供給でき気泡送圧力の微調整を可能にしている。これにより、滴下式や差圧式ではコア採取が困難な、地下水位以深および被圧地下水内で、高品質なコア採取を行っている。写真-1に気泡発生状況を示す。

3. HB工法の改良点

HB工法は、従来の気泡工法と異なり、操作性の良い気泡発生装置に特徴がある。また、HB専用品としてトリプルコアチューブ(半割れアクリル管を装着)・ダイヤモンドビットを開発し、従来採取が困難であった砂礫層や断層破碎部、岩盤すべり等のコア採取に成果をあげ



コアチューブ先端



削孔中

写真-1 気泡発生状況

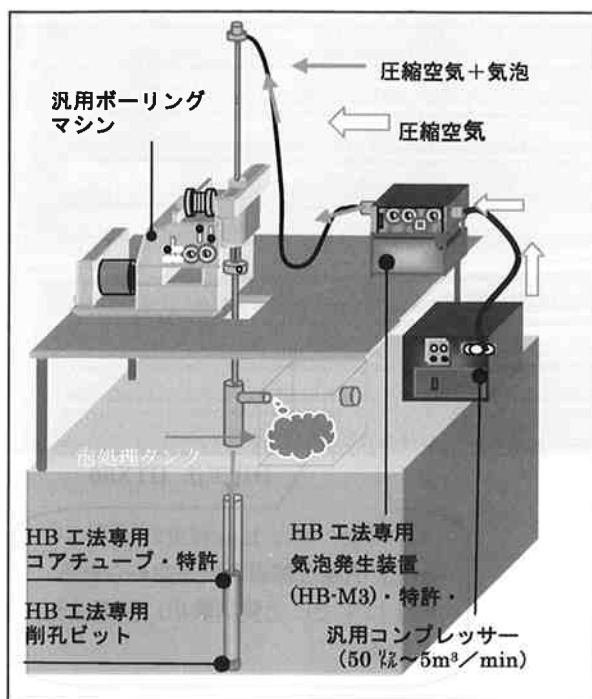


図-1 HB工法概要図

ている。図-1に工法概要図を示す。

近年、ダムの地質調査では、経済施工を目的としたD~CL級岩盤の評価や、貯水池内での岩盤地すべりのすべり面の把握を目的として、高品質コアの採取が求められる。また、このような調査においては、同時期に調査地内で複数のボーリングマシンによる、同一の精度のコア採取が求められる。

高品質コア採取が求められる調査地点の地質は、脆弱で孔壁が保持できず、特に地下水位が高い場合には、孔壁保護のため、ケーシング挿入やセメンテーションを行う必要がある。従来HB工法で使用しているトリプルコアチューブはビット外径がφ105mmであるため、φ127mmのケーシングを挿入している。この孔径の大きなケーシング挿入作業が、掘進能率の低下要因となっている（特に削孔深度の深い調査孔で低下が著しい）。この問題を解決するため、内管（鋼管）が半割れ型のダブルコアチューブ（φ86用、φ66用）を開発した。φ86のコアチューブではビット外径がφ90mmで、従来のトリプルコアチューブとほぼ同径のコアが採取でき、切削断面およびケーシング径の縮小化とあわせ、掘進効率が20~30%程度向上している。

また、コア採取後の人為的なコアの乱れを防ぐ目的で、以下の改良・開発を行っている。

(1) コアプッシャー (写真-2)

コアリフター部分は、コアがビニールスリーブに収納されていないため、リフターから取り出す時点で乱す場合が多く、この区間のコア評価を低くする場合がある。コアプッシャーはコア採取後、ビット内に残っているコアにダメージを与えずに、コアチューブ（内管）へ押し込み、コアリフター部分のコアの乱れを少なくしている。

(2) 半割れ内管 (写真-3)



コアプッシャー
(特許開 2003-56273)

写真-2 コアプッシャー使用状況



半割れ内管
(特許登録 3676292)

写真-3 ダブルコアチューブ半割れ内管でのコア収納状況

地質状況が悪い場合、コア岩片が菱形やくさび状となり、ビニールスリーブに収納されず採取される場合がある。このような場合、きれいに採取されているコアも取り出し時に乱れる。半割れ内管式の場合、コア採取後、コアを「半割れ内管」ごとコアチューブ（外管）から抜き出し、コアにダメージを与えずに、半割れ塩ビ管に移し替え、採取後のコアの乱れを防いでいる。

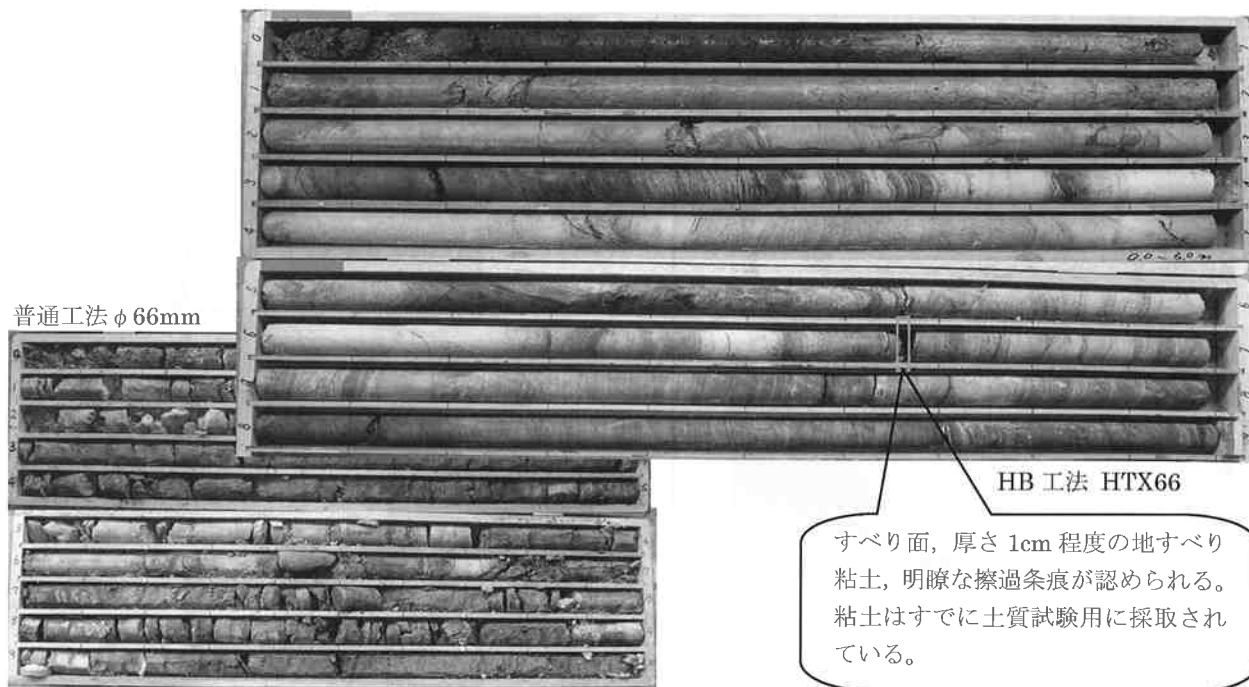
(3) 半割れ塩ビ管

コアを「半割れ塩ビ管」に収納することにより、コア箱内でのコアの乾燥・崩壊を最小限に抑える。

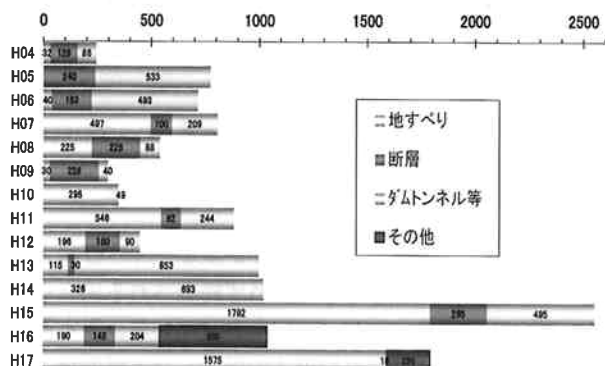
4. 調査事例

HB工法は、平成4年の実用開始から現在まで多くの施工実績がある。年度毎の調査の内訳と施工数量を図-2に示す。平成13年度以降の施工数量の増加は、半割れ内管型のダブルコアチューブ開発による掘進効率的向上と、削孔単価のコストダウン（当社比で約30%のコストダウン）に負うところが大きい。近年、特にすべり面の特定が困難な岩盤地すべり調査で、複数孔の高品質コア採取システムとしてHB工法が採用される事例が増えてきている。

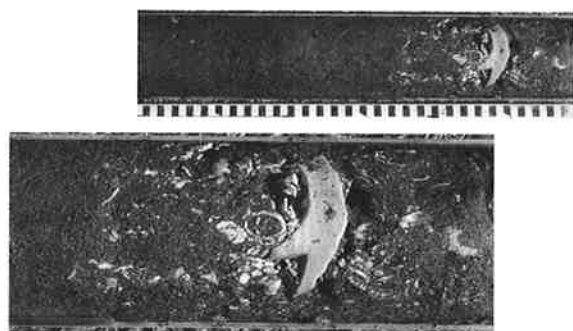
半割れ内管型ダブルコアチューブでの、コア状況を写真-4に示す。半割れ内管型はHTX86（φ86mm）とHTX66（φ66mm）があり、コア採取状況がより良いHTX86が採用される場合が多い。写真-4はHTX66での同一地すべりブロック内での、普通工法とのコア状



写真—4 HB 工法 HTX66 と普通工法のコア状況比較



図—2 調査内訳・数量の推移



写真—5 HTX86 でのコア採取状況

況の比較である。深度6.65 m 付近にすべり面があり、明瞭な擦過条痕の認められる幅 1 cm 程度のすべり粘土よりなる。

地下水調査に HB 工法を応用する事例が、平成16年

度より増加している（図—2 のその他）。HB 工法は水の使用量が少なく、コアへの循環流体の浸透が少ない。この特徴を生かし、間隙水抽出を目的とした洪積・沖積層のコア採取を実施している。写真—5 にこの様な堆積層での HTX86 でのコア状況を示す。写真は深度 5 m 付近の砂層中の貝殻・貝殻集部で、陶器片が挟まっている。緩い砂と脆い貝殻、硬質な陶器片等の、異なる硬さ試料を乱さず採取できる。

5. あとがき

HB 工法の改良・開発により、複数のボーリングマシンによる、同一の精度の品質の高いコアが採取できるシステムが形づくられつつある。今後このシステムが汎用工法となる開発研究を続けたい。

謝 辞

コア写真の掲載を許可していただいた、(株)産業技術総合研究所、ならびに長崎県北振興局には記して感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 武田伸二・竹内一郎：気泡式ボーリング工法による硬岩断層破碎部でのコアサンプリングの適応性，地盤工学会軟岩と硬質土のロータリー式サンプリング技術と物性評価に関するシンポジウム発表論文集，pp. 83～88, 2000.
- 2) 亀尾佳宏・杉村淑人・竹内一郎・武田伸二：気泡式ボーリングによる河床堆積物のコアサンプリングの適応性，応用地質第44巻，4号，pp. 243～248, 2003.

(原稿受理 2005.12.14)