

解説

アルティミット工法における 多様な土質変化への対応

あらき だいすけ
荒木 大介
機動建設工業(株)
関東支店営業課課長



1 はじめに

推進工法は日本ではじめて施工してから半世紀以上たち、その間様々な技術発展を遂げてきました。しかし、推進工法が土の中を進む工法であるがゆえに、土質との関係は切っても切れない関係です。

特に近年は長距離の推進施工が多くなり、途中で土質条件が変化する「互層地盤」の施工が増えています。

刃口式推進工法であれば、切羽が崩壊しなければ土質が大きく変化しても施工は可能でしたが、密閉型機械式推進工法では、土質が大きく変化すると対応が難しく、最悪は推進不能になる可能性があります。

今回はアルティミット工法における土質変化の対応について、施工事例も含めてご紹介したいと思います。

2 アルティミット工法での土質変化への対応

アルティミット工法には泥水式、土圧式の2方式があり、様々な施工条件、土質条件に対応できるように選択可能としています。

ビットの種類、配置、面板の形状などは計画段階でボーリング柱状図や粒度分布等の土質データに基づいて検討し、推進施工に最適なビットや面板を選定する「面板選択システム」があります(図-1)。

この段階で、推進路線に大幅な土質変化がない場合

は、対応できるビット配置や面板形状を選択します。

しかし、推進途中で大幅な土質の変化があり、推進開始時のビットで対応できない場合は、途中で掘進機機内からビットを交換することで対応が可能です。掘進機内からビット交換する面板はチャンバ内で作業する必要性から特殊面板となります。

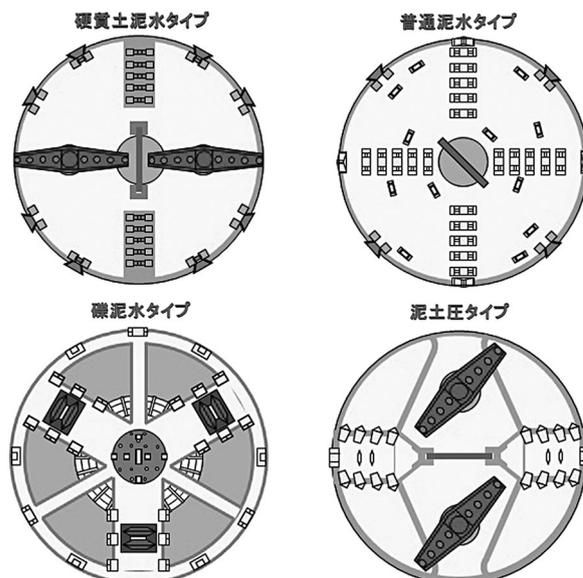


図-1 面板選択システム

掘進機機内からビット交換を行えるのは、泥水式で呼び径1000以上からとなり、交換時の切羽の崩壊や止水のために薬液注入工法や低圧圧気工法等の補助工法

掘進機機内ビット交換

切羽周囲の地盤を地盤改良または圧気設備で圧気かけることで地山からの出水を抑え、掘進機チャンバ隔壁に取付けられたマンホールからチャンバ内に入りビットを交換します。

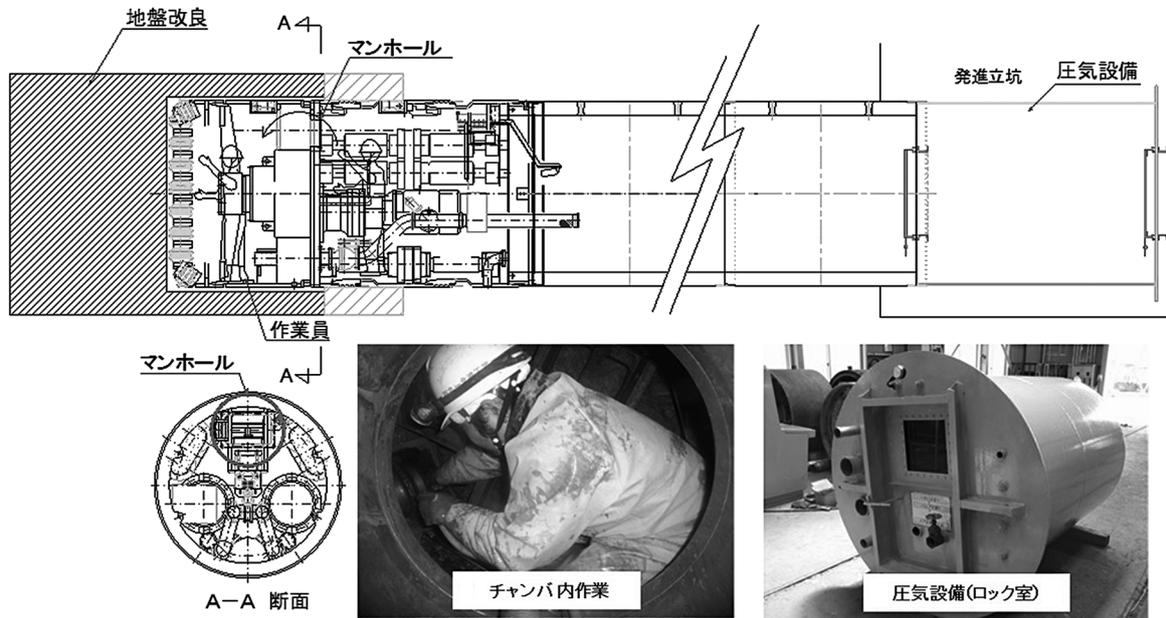


図-2 掘進機機内ビット交換概要図

を併用することになります(図-2)。補助工法の選択は地下水圧や現場条件等を考慮して決定します。

また、この機内ビット交換は土質の変化だけではなく、ビットの摩耗による交換にも使用します。

3 施工事例

アルティミット工法における土質変化による機内ビット交換の施工事例を紹介します。

3.1 粘土質礫層⇒凝灰角礫岩⇒砂質シルトでの施工事例

【工事概要】

工事場所：兵庫県

呼び径：2000

推進延長：L=463.046m

土被り：3.11～6.37m

地下水位：GL-1.0m

土質：礫混り砂質シルト⇒粘土質砂礫⇒

凝灰角礫岩⇒礫混り砂質シルト⇒粘土

本工事は兵庫県内にて呼び径2000の雨水幹線をL=463.046m敷設する工事でした。

土質調査から発進してからは礫混り砂質シルト、粘土質砂礫層となっていました。推進延長約157mから一軸圧縮強度58.8kN/m²の凝灰角礫岩が約72m確認されており、通過した後も礫混り砂質シルト、粘土と土質が大きく変化する路線でした(図-3)。

凝灰角礫岩層の前後が粘性土を含んだ土質であり、凝灰角礫岩に対応したビットでは粘性土による閉塞が考えられたので、凝灰角礫岩層の層境でビットを交換する必要がありました。

推進路線が国道であり交通量も多かったことからビット交換用の立坑を築造することもできなかったため、掘進機機内からのビット交換を採用しました。

地盤の補強および止水のため、事前にビット交換を行う位置を薬液注入工で地盤改良を行い、掘進機を地盤改良範囲まで推進して停止し、地盤改良範囲内でビット交換を行いました。地盤改良範囲は「日本薬液注入協会 薬液注入工設計資料」の管路発進防護工の考え方からトンネル天端、側部、底部の改良の厚みを計算し範囲を決定しました。

掘進機は機内からビット交換ができるようチャンバ内に入り出ることができるマンホールが設置してあり、切羽の安全を

確認後、作業員がマンホールからチャンバ内に入り作業ができるようになっていきます (図-4)。

ビット交換は下記の順番で行いました (図-5)。

- (1) 発進から凝灰角礫岩層までは、外周にはローラビット、面板正面には固定ビットの配置。
- (2) 凝灰角礫岩層では面板正面の固定ビットをローラビットに変更。
- (3) 凝灰角礫岩層を通過後、到達までは外周および面板正面のローラビットを固定ビットに変更。

ビット交換を行ったことで凝灰角礫岩層含む互層地盤を推進でき、無事に到達・施工を完了する事ができました (写真-1)。

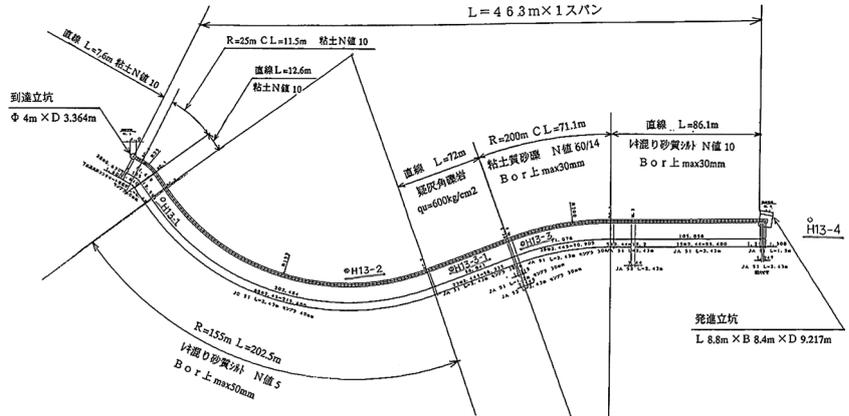


図-3 推進路線と土質分布

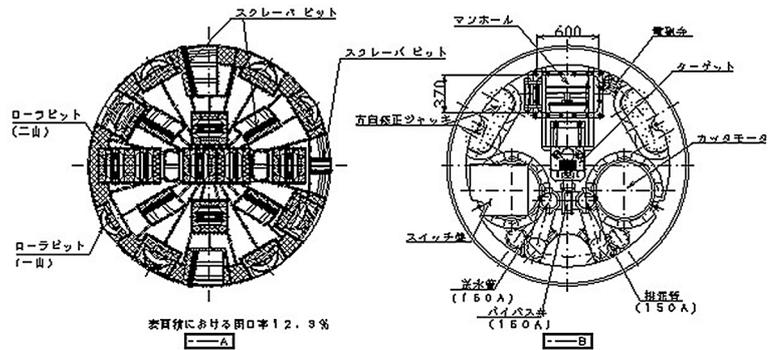
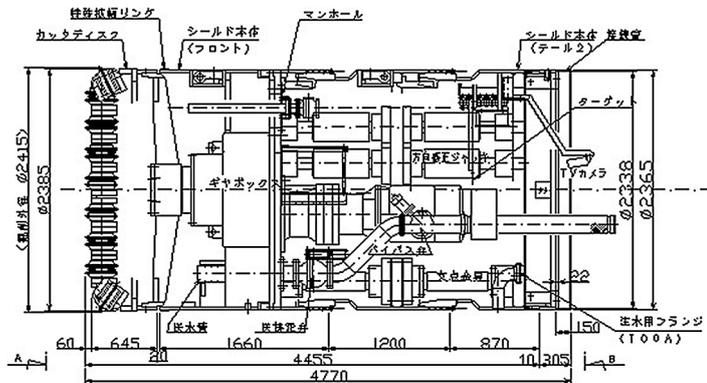


図-4 掘進機図面



写真-1 到達后面板

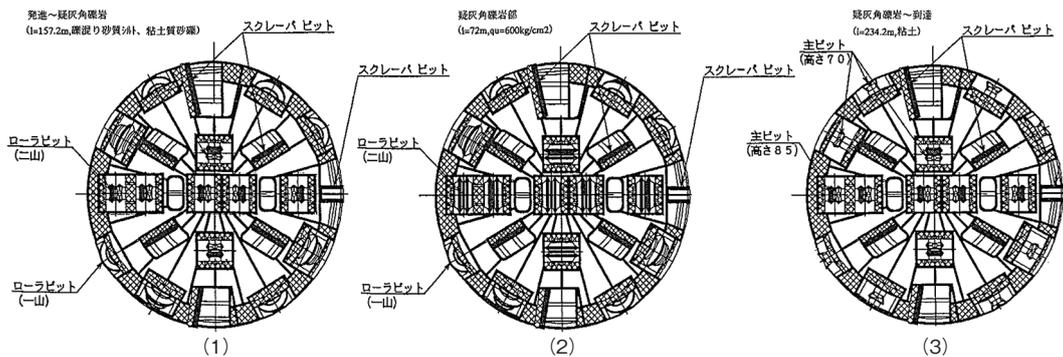


図-5 ビット交換后面板

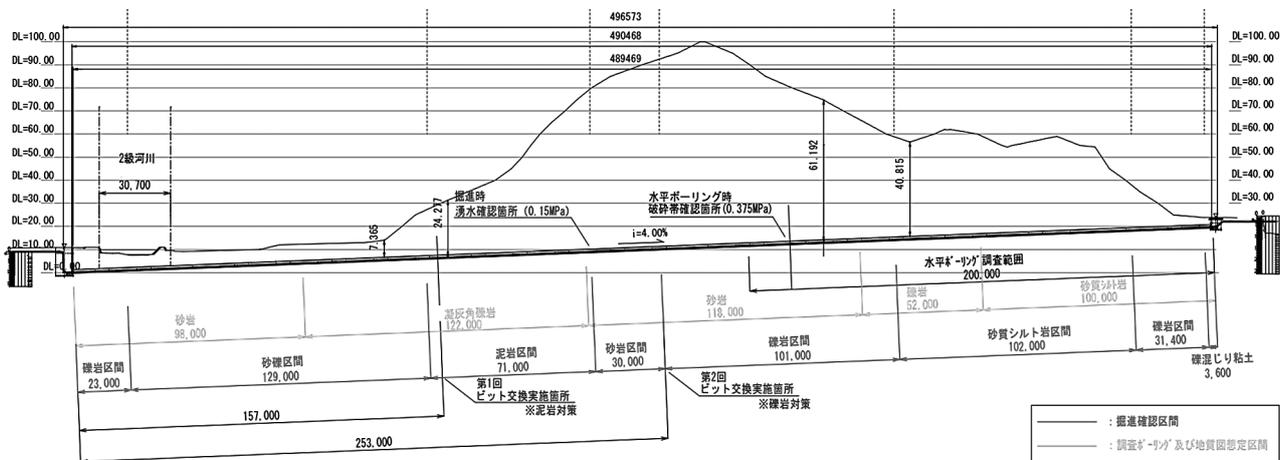


図-6 推進路線と土質分布

3.2 礫岩⇒砂礫層⇒泥岩⇒砂岩⇒ 礫岩での施工事例

【工事概要】

工事場所：富山県

呼び径：1350

推進延長：L=489.86m

土被り：3.0～88.0m

地下水位：GL-1.0m

土質：礫岩⇒砂礫⇒泥岩⇒砂岩
⇒礫岩⇒砂質シルト岩⇒
礫岩⇒礫混り粘土

この工事は富山県内で呼び径1350の管路を延長490m敷設する工事でした。河川を横断し山間部を通過する工事だったため、事前調査の結果から土質の変化とビットの摩耗が想定されました（図-6）。

推進路線が山間部で土被りも大きくビット交換の立坑の築造が困難なことから掘進機内からのビット交換を採用しました（図-7）。

ビット交換に伴う地盤改良は事前に行わず、低圧圧気工法を含めて検討した結果、岩盤層であり切羽の崩壊の恐れもなく、地下水の出水を薬液注入で抑えることができるかと判断し交換時に機内から薬液注入を行う方式としました。

推進延長約140mから岩盤と砂礫の層境に入り、152mで完全に泥岩層に変化し日進量が低下しました。

当初の土質想定では礫岩が続き220m付近の砂岩層

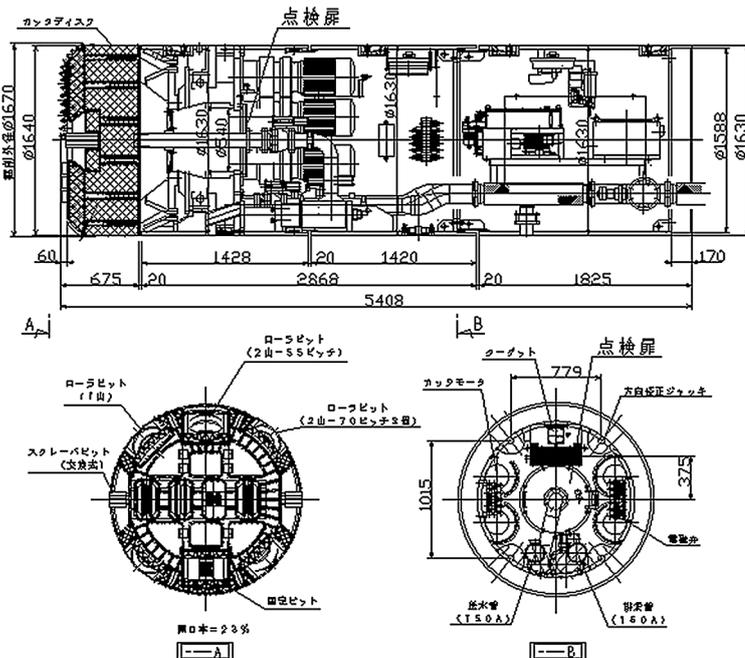


図-7 掘進機図面

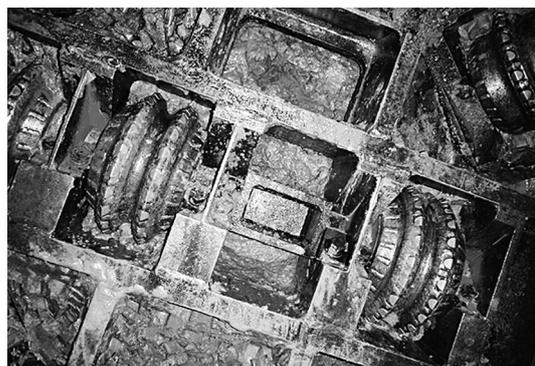


写真-2 面板閉塞状況

でビットを交換する予定でしたが、泥岩層に入り推進速度が低下したと考えられ、157m付近にてビット交換を行うこととしました。

掘進機内から薬液注入を行い、チャンバ内を確認したところ、掘削した泥岩が泥土化し面板やチャンバ内で閉塞しているのが確認されました（写真-2）。

この状態だとローラビットが機能していないと思われるので、外周のローラビットを残し、センタ付近のローラビットを先行切削できる固定ビットに交換しました。

また、これにより面板の開口箇所もローラビットがあった時よりも広がり閉塞しにくい状態となりました（図-8、写真-3～6）。

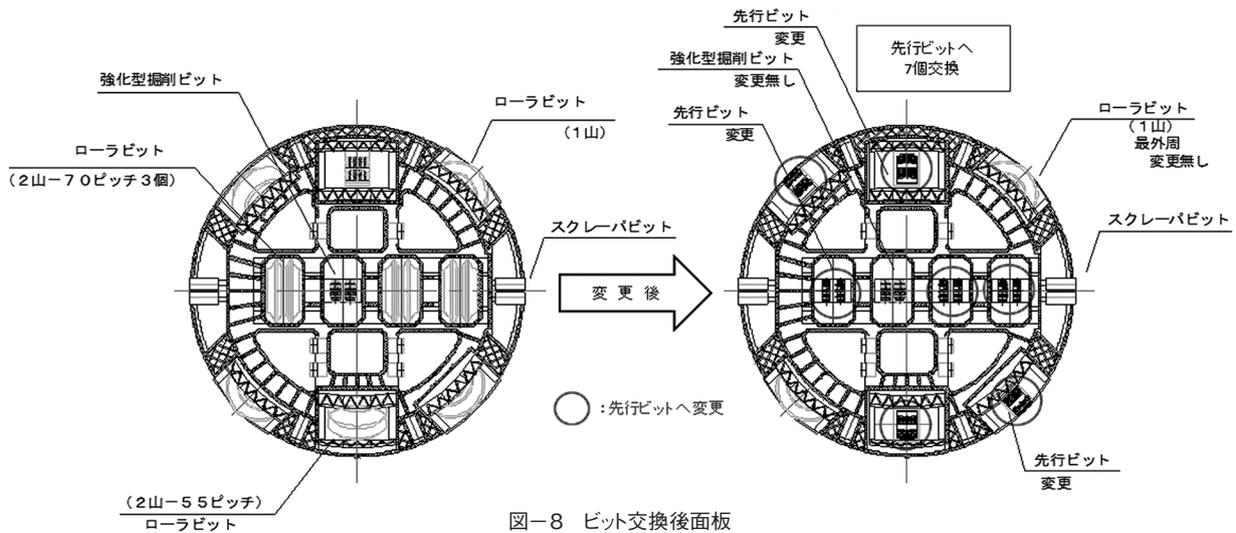


図-8 ビット交換后面板



写真-3 発進時面板



写真-5 1回目ビット交換（ローラビット取外し）



写真-4 薬液注入後、チャンバ内



写真-6 1回目ビット交換（固定ビット取付け）

交換後は泥岩による面板閉塞防止として分散剤を併用しながら掘進を行いました。

推進延長220m付近で急激な地下水圧の上昇とともに砂岩層に入り、安定して掘進していましたが、250m付近から再び礫岩層に入り日進量が低下したため、253m付近で2回目のビット交換を行いました。

1回目のビット交換と同様に掘進機機内から薬液注入を行い、礫岩対応として固定ビット部に再度ローラビットを取付け、掘進を行いました（写真-7）。



写真-7 2回目ビット交換（ローラビット再取付け）

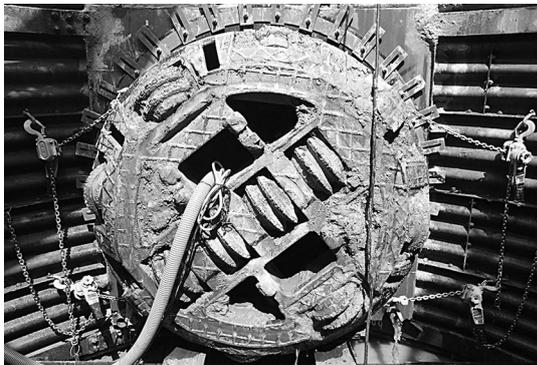


写真-8 到達後面板

土質の変化により、計画の日進量どおりに進まず、苦労しましたが土質に応じて2回のビット交換を行うことで、無事に到達することができました（写真-8）。

4 おわりに

今回、アルティミット工法における土質変化の対応として、掘進機機内からのビット交換をご紹介しました。

長距離推進では土質が途中で変化する可能性は高くなります。現段階ではビット交換を行わず粘性土から岩盤までオールマイティに掘削できる掘進機の製作は技術的に難しい状態です。

土質の変化に対する対応は、計画段階で十分な土質調査を行い、その土質にあわせて工法、掘進機、ビットを選定することが重要となってきます。その中で今回ご紹介した掘進機機内からのビット交換は対応のひとつの選択肢となります。

今後も様々な土質の変化に対して、新たな技術や工法を提案できるよう努めていきたいと思っております。

○お問い合わせ先

機動建設工業(株)

[土木本部]

〒553-0003 大阪市福島区福島4-6-31

Tel : 06-6458-6183 Fax : 06-6454-0274

[関東支店]

〒101-005 東京都千代田区神田紺屋町38

エスポワールビル6階

Tel : 03-3289-4771 Fax : 03-5294-1281

<http://www.kidoh.co.jp/>