

# 現場発見

Site Discovery

## 地中の巨礫と格闘する その勝負が土木の醍醐味

犬山系導水路A管扶桑町大字高雄字北郷から  
大口町仲沖二丁目地内間二〇〇〇耗整備工事

大都市名古屋の生活水は、愛知県と岐阜県の県境を流れる木曾川の表流水から取水される。木曾川から南の名古屋市へ水を運ぶ犬山系、朝日系の二系統の導水路のうち、前者は名古屋市への導水量の半分以上を供給する主要ルートだ。この犬山系導水路の耐震化、導水能力の向上を主目的とした水道の再整備事業が行われている。全長は約一三キロ、深さ約一五メートルの地下現場には、予想を超える巨礫との格闘が待っていた。

### 巨礫が潜む地下一五メートルの現場

犬山系導水路はA、B、Cの三本の導水管からなる。今回の工事では昭和七（一九三二）年に布設されたA管を新たに構築する幹線に置き換える。現在の内径一、二五〇ミリを二、〇〇〇ミリまで増径し、耐震化と同時に導水能力の増強を図る。供用から実に八〇年を超えた水の道が新たに生まれ変わろうとしている。

その現場は、愛知県丹羽郡扶桑町。北側に木曾川を抱え、その大河が濃尾平野に流れ出ることによって形成された犬山扇状地の扇頂部に位置している。全工区のうち二、三工区にあたる三・一キロを泥土圧シールド工法で施工、昨年春に掘削を開始し、取材時（昨年十月下旬）には一、三五〇メートルに達していた。施工にあたる日本国土・桑原組・コムシス特別共同企業体の日本国土開発（株）・橋寛行所長は現場周辺の環境を

次のように説明する。「この一帯は、江戸時代に徳川家康によって『御囲堤』と呼ばれる木曾川左岸の堤防が築かれるまで、度重なる洪水に悩まされてきました。川の水に運ばれてきたのか、地中では五〇センチ以上の玉石がゴロゴロ出てくる。その地層を三キロ以上にわたって掘り進む難易度の高い工事です」。

この間、二本の河川の下を横断するため、この区間の施工は渇水期の十一月から翌三月に限



発進立坑からトンネルを掘進、新たにA管を布設する。ここから700mほどの区間は住宅エリアだ。施工音は大きくはないがゴロゴロと雷のような音が響く懸念があったため、騒音と振動に配慮し変則シフトで深夜の施工を中止した。





太古の川の流に洗われたのか、巨大なラグビーボールのように丸みを帯びた玉石。人力で移動することは容易ではない大きさだ。これら40cm級の玉石はそのままリボンスクリューによって排出された。

られることもさらに工事を難しくさせる。工期を全うしながら品質を維持するため、同社がグループの総力をあげて設計したシールドマシンが導入され、施工法の検討もかつてないほど精緻な作業になったという。

### 最新マシンと加泥材の二本柱で掘進

掘進ルートは、第一洪積砂礫層のDg1と第二洪積砂礫層のDg2がせめぎ合う複雑な地山。この地層に待ち受ける巨礫をいかに排出するかが最大の課題だ。マシン径は三、〇八〇ミリ。面盤は玉石を破碎する一九個のローラービットと、土砂をマシン内に掻き入れる二六個のカッター

ビットを擁している。「四〇センチ以下の礫はそのまま取り込み、これを超える玉石はローラービットを押し付け、パキンと割ってから大型のリボンスクリューで排土するという設計思想です。ビットはいろいろな要素のバランスをとった上で、可能な限り多く配置しました」と橋所長は解説する。カッタービットの幅は二〇センチと従来の二倍ほどの大きさにした。逆に土砂を取り込む開口部は面盤の約三四％と一般的なマシンの半分ほどに絞られている。「カッタービットの素材は鉄材と超硬チップですが、従来の大きさだと地山に負けてしまう。それだけ硬い礫を強力かつ慎重に排出する機能をもったマシンです」。

Dg1は一般的に掘削土砂や地下水が排土口から噴出する「噴発」が発生しやすい地層である。噴発が起きると地盤のバランスが崩れ、地表面の陥没や、既設のB、C管の損傷といった重大事故につながりかねない。粘性の高いDg2に比べ、Dg1は礫が多いかわりにバインダー分（細かい粒子）が少なく、排土が困難だ。そのため、面盤の背景にあるチャンバー内で土砂に加泥材を加え、流動化させた上で排土する。土砂のコンディションを安定させなければ噴発の危険性は高まる。「地山のバランスをとることが必須です。土砂を流動化させる加泥材は試行錯誤を繰り返して最適な薬剤を選択しました。地質がコロコロ変わるので一種類の加泥材だけでは対応できません。数ある中から三種類を厳選し、

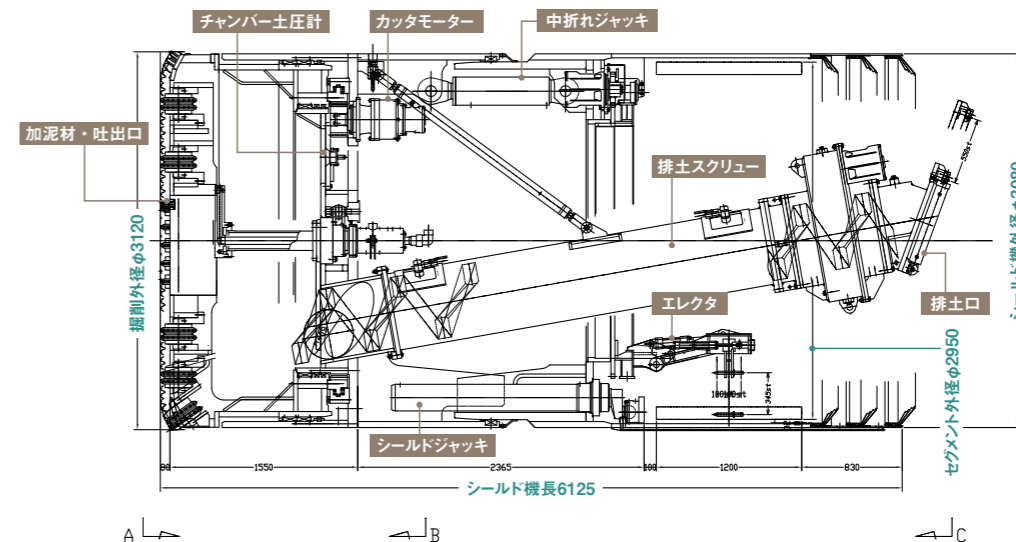


順調な時は昼夜で計画通りに掘り進めることができるが、地盤が変化するとマシンが突然止まってしまう。着工したての頃は計画の半分も掘進できなかったことがあった。



上/現地の状況を考慮し、検討段階でのマシンの仕様変更は6回に及んだ。幾多のワンアンドオンリーの装備を施した最新の掘進機を武器に、持てる技術の全てを注ぎ込んだ工事が展開されている（提供：日本国土開発株）。

下/チャンバーには、万一の閉塞時に圧密した玉石を動かすことのできる専用ジャッキを備えている。これも通常のシールドマシンにはない装備だ（提供：日本国土開発株）。







役割を終えたビット。歯車のようなローラービットの重さは80kg、この突起を玉石に押し当てて破碎する。奥に写るカタビットとも、掘進した距離より稼働した時間で交換時期を想定する。

#### 工事概要

発注者：名古屋市上下水道局  
 施工者：日本国土・桑原組・コムシス特別共同企業体  
 工期：平成26年3月3日～平成30年3月16日  
 工事内容：泥土圧シールド工、管布設工（二次覆工・開削）、管撤去工、弁室築造工、中間立坑工

## Q あなたがこの現場で発見したことは何ですか？

A 改めて実感したのは、施工が上手いくか、いかないかは紙一重だということです。長い地下工事のキャリアに照らしてもこの現場の地山は見極めることが本当に難しい。今まで順調に掘進していたマシンが急に進まなくなること度々です。あるとき、加泥材に減圧したエアを混合させ、それを先端から吐出し切羽に送り込む方法を試したところ、今の地山に上手く

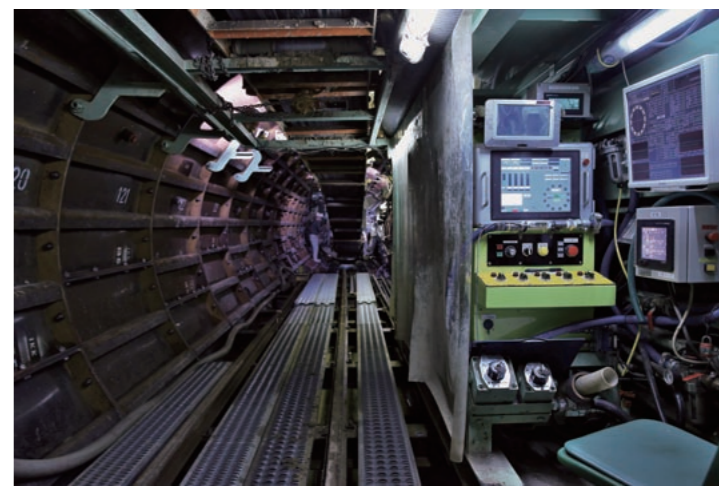
合いました。チャンパー内が安定し、掘進速度も上がった結果、遅れ気味であった工期を取り戻すことができました。些細な工夫や発想が進捗を左右する。工法の選択が正しかったという充実感は仕事のやりがいになります。現場はこれから二本の川を越える工程に入り、今まで以上の工夫が必要になります。職員、作業員一丸となって最適な方法を追求していきます。



日本国土・桑原組・コムシス特別共同企業体  
 犬山シールドJV作業所 現場代理人  
**橋 寛行**  
 Hiroyuki Tachibana

## 現場発見

上/マシンの最先端部。この先は「自然界」だ。下/マシンの背後には油圧パワーユニット、モーターの電源、加泥材の簡易プラントなどを搭載した台車が連なる。オペレーター台車には各種センサーから送られるジャッキ・モーターや土圧、マシンの向き・高さ・姿勢などのデータが集約され、その様子は地上の中央制御室で監視されている。掘進は緊張の連続だという。



その時々で最適な材料を使える体制を取りました。噴発は何としても抑え込むという気構えで掘進に挑んでいます」。独自に設計したマシンと、厳選された加泥材。安全確実な仕事を果たすため、この二本立てで現場に臨んでいる。

### マシンの内側からビットを交換

最大限に配置された各ビットも立ちはだかる巨礫を前に磨耗が激しい。現場では掘り進む過程で六回のビット交換を予定している。事前に

トンネルの最先端で稼働するマシンを前に「この先は『自然界』。見えない地山を相手にするのが地下工事です。特にこのヤマは先がわかりにくい。取り込んだ土砂の性状や土量、裏込め材の注入量・圧、地表面の動き（沈下・隆起）などの注視を徹底、データを吟味して最適な方法を探る必要があります」と、橋所長は表情を引き締めていた。

### 「現場主義」で学びの大切さ

橋所長は入社から約二〇年間のほとんども、シールドや山岳トンネルなど地下工事に費やしてきた。「最初のシールド工事で当時の所長や先輩から教わったことが現在の私の原点になっていますね。当時のことは今でもよく思い出します。その経験はもちろんこの現場でも大いに役立っています」。だからこそ若手にも大いに学んで欲しいと語る。最初からパソコンに向かい解答を検索するのではなく、現場に立ち、そ

到達箇所地表から薬剤を注入し帯水した地下地盤を改良、そこにマシンを導いたあと、チャンパーのハッチから作業員が内部に入りビットを交換する。この作業も緊張感が高まるイベントだと橋所長は話す。「地盤改良しているとはいえ『絶対』はありません。万が一、地下水や土砂がチャンパー内に流入すれば、人命に関わる事態になりかねません。作業には三日ほど。交換を終えてハッチを再び閉めるまで気が張った状態です」。

ここで自分なりの方法をみつける大切さを強調した。「若手には言葉で教えるだけではなく、なるべく一緒に手を動かすようにしています。言われたことを鵜呑みにするなど。完成する物は一緒でも、そこに至る設備やアプローチは一〇〇人いれば一〇〇通りのやり方がある。自分で思い描いた方法がうまく行った時の喜びが地下水の醍醐味です。そのことを知って欲しいですね」。

現在、所長は宿舎のアパートで若手二人と寝食を共にしている。毎日、食事は所長が作って食卓を囲むという。「段取り八分、工事と料理は一緒だ。食事に無頓着なやつは工事にもこたわれない」と、若いころ所長に教えられました。彼らにしてみれば運がいいのか悪いのかわからないですけどね」と笑う。事務所まで育てたゴージャドで作ったチャンプルーも、現場の面白さ、楽しさを伝えてくれる、ということなのかもしれない。