

# 総論 安全・良質な推進工事

## 大中口径管推進工法における 施工管理の現状と課題



なかの まさあき  
中野 正明

機動建設工業(株)  
代表取締役社長  
(本誌編集参与)

### 1 はじめに

推進工法の施工中は構築目的物である管列全体が土中を移動するため、時々刻々状況が変化し、それに対して的確な判断と対応が要求される工法であるため、現場における施工管理が他の工法にもまして重要視される工法です。逆の言い方をすれば施工管理をおろそかにするならば、その影響や結果がトラブルという現象でできめに現れます。数多くの施工で微細なトラブルをも皆無にすることは不可能に近いと思われませんが、事前の施工計画と現場における施工管理を十分に行なうことによって格段に減少させることは可能ですし、またそうでなければなりません。そのためには現場で施工管理を行う技術者が重要であることは当然ですが、推進施工会社としては全てを現場任せにするのでは無く組織として対応する必要があります。

本稿では大中口径管推進工における施工管理の基本(あるべき姿)と現状における課題を推進施工者の立場から述べることといたします。

### 2 大中口径推進施工管理の基本

#### 2.1 事前の把握

推進工法に限らず施工管理の第一歩は工事内容の正確な把握であり、発注者に設計内容の開示を受けて必要に応じて追加の調査や現地踏査などを行います。

##### (1) 設計書

当該工事の施工管理内容を決定するための施工計画を立案する前に設計図面・仕様書・設計計算書・数量計算書などを十分に把握しなければなりません。その際に不明な点や疑問点は質問事項として提示して、理解できるまで資料の提供や説明を受けることが重要です。

##### (2) 土質

推進工法における事前調査資料で最も重要なのは土質資料であり、土質の想定違いによるトラブルが最も多く発生しています。そのため土質調査資料は出来るだけ多くあることが望ましく、他工事の過去の資料なども参考にしてより正確な把握を心がけるべきです。この場合に留意すべきことは調査場所で、特に土質変化が想定される場所においてはジャストポイントの調査資料が必要です。地層が傾斜していたり断層があっ

たりする場所ではほんの数メートルの離隔で全く異なる地層になっているケースもあります。そのため発注者から提示された土質資料が近隣のもので、土質の把握に不安がある場合は、現地のジャストポイントで追加の調査を行なうことも必要です。

#### 【施工検討に必要な土質資料】

- ・土層の分布と構成
- ・地下水位と透水係数
- ・N値と稠密度
- ・室内試験結果(密度、含水比、粒度分布、粘着力、内部摩擦角など)
- ・礫の場合  
礫率・礫強度・最大礫径
- ・岩の場合  
分類・強度・RQD・石英含有率

##### (3) 現場踏査

設計書および事前調査資料などによって施工の概要は把握できるが、施工検討に当たっては現地の踏査が不可欠です。図面上での施工イメージと現地のイメージが全く異なるケースがよくありますが、現地で得られる情報が反映されない施工検討は価値がありません。

### 3 施工検討および施工管理

工事内容が把握できればそれを基に詳細な施工検討を行い適切な施工方法を選定して、それを現場で実践する段階になります。

#### 3.1 推進工

設計書・土質資料・現地踏査結果などを基にして推進工法の適否などを含めて検討に入ります。

##### (1) 推進工法の検討

事前調査のデータを基にして推進工法の検討を行ない、設計内容に沿った工法で施工可能ならば問題はないが、施工困難な場合は対策を検討しなければなりません。その場合工法を変更しなければ施工することが不可能あるいは困難と判断されれば、工法の変更を検討しなければなりません。工法変更に対しては十分な根拠が必要です。土質の相違が考えられる場合は、追加の土質調査や立坑掘削時の目視などによって土質の把握を確実にこなって、説得可能な根拠を持って変更を申し出でなければなりません。以前は工法変更に対する抵抗が強く変更が困難な場合が多くありましたが、昨今ではそのよ

うな偏見は薄れる傾向にあるようですので、トラブルを防止するという共通の目標のために必要な場合は意見を主張すべきです。もし、事前の検討を怠って工事を開始して推進途中で土質の不適合によってトラブルが発生すれば、施工者側の事前検討不足となって事後の対応でギクシャクするケースがよくあります。また、設計に基づく工法で施工可能であるが別途の対策（地盤改良・掘進機の改造など）が必要な場合も同様で、事前の検討とその結果の提案が必要です。そのタイミングはできれば入札時の技術提案や落札直後・施工計画提出時・立坑掘削時など何れにしても施工前であることが肝要です。

##### (2) 掘進機の選定

掘進機の選定でポイントとなるのは土質との適合性・曲線施工の検討・発進到達における投入回収の可否等です。土質との適合性は掘進機のトルク・回転数・面板の開口・ビットやS/Cの形式・口径・回転数等ですが、普通土（A土質）および礫混り土（B土質）の場合は既製の掘進機の上記の要素を確認して、必要ならば開口やビットを少し変更する程度で適応可能だと思われ

ます。しかし、砂礫（巨礫）や岩盤の場合は特に慎重な選定が必要です。礫地盤においては面板での一次破碎が必要な巨礫の場合特に、ビットの摩耗や破碎礫の取り込み・搬送経路を十分に検討しなければなりません。岩盤においてはビットや面板の摩耗および削り粉の沈降による締め付け防止に特に留意します。

##### (3) 推進管

推進管の選定は強度については推進抵抗の計算（軸方向耐荷力）と外圧荷重の検討（円周方向耐荷力）によって決定され、継手性能については耐水圧と曲線施工に伴う目地開き量によって決定されます。最近特に注意を要するのは曲線施工に伴う軸方向耐荷力の検討で、未だ推進力伝達材の配置による軸方向耐荷力の検討がなされずに設計・出件されているケースがあります。このような場合は出件後であっても推進抵抗計算→各箇所伝達推進力の把握→推進力伝達材の検討（推進管の軸方向耐力の検討）というフローで再検討して推進管の再選定を行なうべきです。その結果、設計で提案されている推進力伝達材の配置や管種ではトラブルの

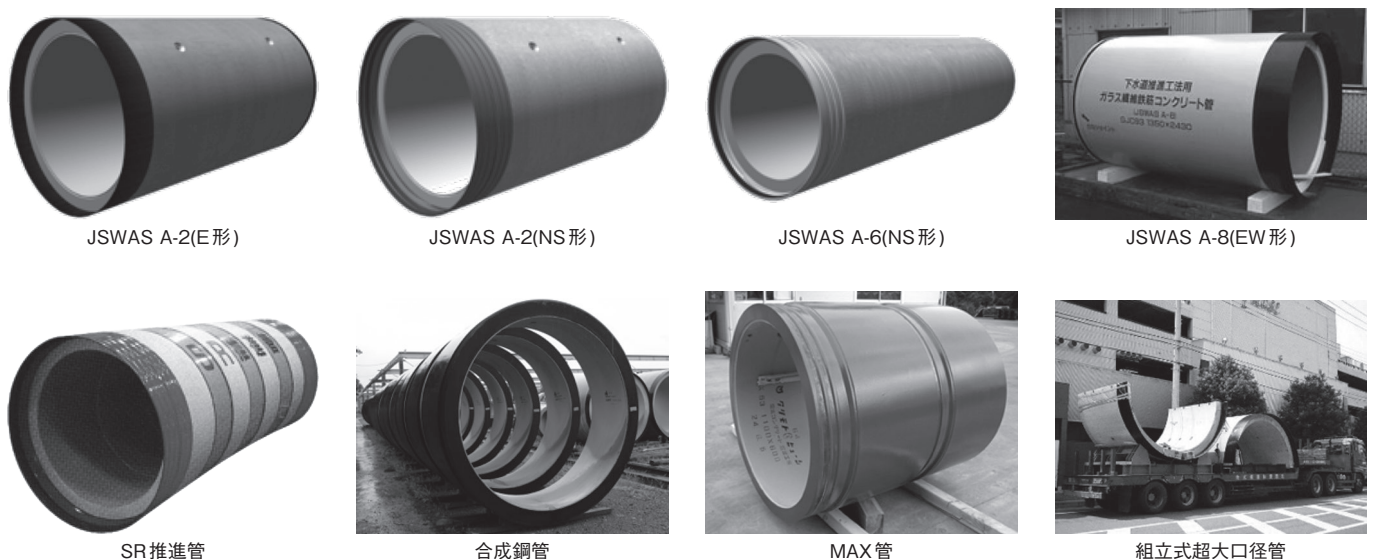


写真-1 様々なニーズに応える推進管

発生が予測される場合は、推進力伝達材の変更および管種の変更（強度アップ）や中押管の増設で対処します。

#### (4) 長距離施工

長距離施工において留意すべきことは推進力の低減であり、滑材の選定と注入方法の検討が第一です。滑材の選定は主に土質との適合性で決定されますが、地下水がない無水層や塩基イオンを多く含む地下水の場合は、添加剤の併用など慎重な検討が必要です。長距離施工における注入方法については

掘進機直後での一次注入だけでなく後続の管列からの継続的な二次注入も必要です。注入量は一次注入についてはオーバカット量の全量を基本としますが、二次注入は土質や推進延長に応じて管理しなければなりません。また、長距離施工の場合は残土搬送方法・長距離に伴う電圧降下・機内設置電動機によるノイズ・礫泥水におけるポンプの摩耗・換気方法・管内照明・測量方法などにも留意する必要があります。

#### (5) 曲線施工

曲線施工においては前述した推進管（継手性能・外圧強度・軸方向耐荷力）の検討の前に、掘進機の折れ角の確保が必要です。掘進機が曲線造成に必要な折れ角を持たなければ曲線推進は不可能ですので、掘進機の長さや折れ角をチェックする必要があります。その際、曲線を推進しながらレベル制御や蛇行修正を行なう必要があるため、必要な折れ角に加えて十分な安全率（余裕）を持つべきです。もし折れ角が確保できなかったり安全率が不足したりする場合は、曲線造成補助筒などの補助手段を講じます。しかし、急曲線などの場合は掘進機自身の中折れ角（できれば2段）を確保して、スムーズな曲線造成と後続管列の追従を確保すべきです。

### 3.2 発進・到達

推進工事におけるトラブルは発進・到達時に発生するものが相当数あるため、その対策を事前に検討して十分管理する必要があります。

#### (1) 鏡切り工（地盤改良）

鏡切り工は切羽の自立が前提であるため事前に地盤改良などによって自立が確保されていることを確認する必要があります。特に高水圧の場合は高圧噴射攪拌工法などによって強度のある改良が必要です。その上で鏡切り時の万一の出水や鏡面崩落などの場合の対応（仮蓋・水没）も検討しておくべきです。施工手順としては鏡切り前に複数の探り穴を穿孔して、鏡面の自立と止水を確認し、もし不足であれば追加の改良を実施しなければなりません。また、最近では鏡切り工不要の壁面材料（NOMST・FFU）を掘進機で直接切削して発進・到達を行う方式がありますが、その場合には専用の切削ビットを掘進機に装備するとともにコンクリート骨材を石灰石骨材に変更する必要がある



写真-2 曲線推進施工例



写真-3 鏡切断状況

ります。

## (2) 掘進機投入

掘進機の投入計画については一般的には重機・車両の配置の検討ですが、分割投入やトラバサを使用した横移動が必要な場合は別途の検討が必要です。また試運転については工場で行なうのが前提ですが、鏡切り前に現場で行なって作動の確認をすることも必要です。

## (3) 初期掘進における精度不良

初期掘進においては土質との対応を把握した掘進方法を早く理解することが重要ですが、往々にして掘進の要領を把握する前に上下左右の精度不良を発生させることがあります。初期掘進においては土質の特徴を見極めながら慎重に推進しなければなりません。切羽抵抗の不均等や元押ジャッキの不均等（下段のみで推進するなど）で蛇行しやすい状況にあります。ジャッキの押しつけを均等にしてゆっくりとした推進を心がけなければなりません。

## (4) ローリング・バックキング・浮上

初期掘進において特に起こりうるトラブルとしては、ローリング (Rolling) ・バックキング (Backing) ・浮上などがあります。ローリングに関しては礫地盤などで起こりやすい現象ですが、それに限らず初期掘進時は全ての土質におい



写真-4 掘進機の三分割搬入

てローリングストップや掘進機・推進管の緊結・ローリングインターロックなどの対策が必要です。バックキングは元押ジャッキを引き戻すときに切羽前面の圧力に押されて推進管が後退する現象で、特に高水圧の初期掘進で起こりやすい現象です。発生の有無については計算で判断することが可能ですので、事前に検討して発生する可能性があるときは対策を講じます。浮上現象とは上載土が崩落して管の下側に回り込むことによって推進管が浮き上がる現象で、発進坑口付近は通過する推進管が多く立坑内にある管は上部の抵抗が無いため特に発生しやすい状況です。そのため発進坑口手前に浮上防止バンドなどを設置して防止します。

## (5) 掘進機回収

掘進機回収の検討は投入と同様に重

機・車両の配置と吊り上げ方法が一般的な検討ですが、高水圧での水中到達や回収筒を使用する場合および分割回収の場合は別途の検討が必要です。また、到達立坑開放に時間制限がある場合は、施工手順に基づくタイムスケジュールを余裕のあるものにしておく必要があります。

## 3.3 推進設備

推進工法の施工計画には推進設備の計画も含まれますが、トラブル防止を念頭においた検討を行なう必要があります。

### (1) 坑口

坑口に起因したトラブルの発生が時々ありますが、その原因はゴムパッキンの捲れや引き込みによる切断と坑口そのものの山留壁からの剥離です。ヒューム管などの通常の推進用管を使用する場合には坑口の標準寸法が決

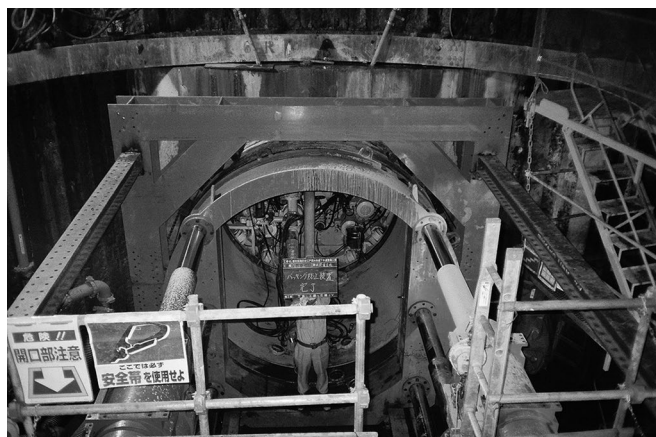


写真-5 バックキング制御（外アンカ固定方式）

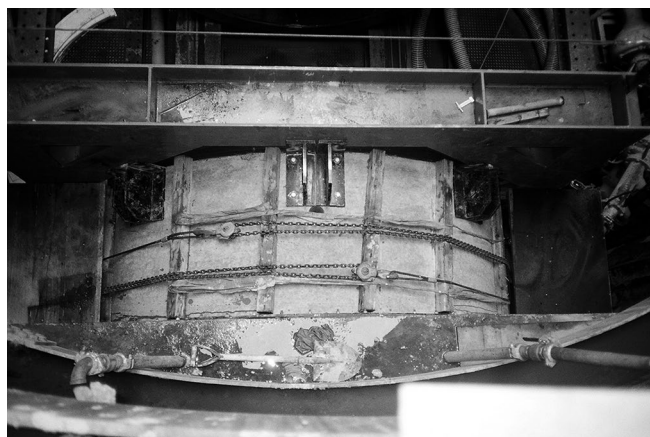


写真-6 バックキング制御（固定治具取り付け方式）

まっていますが、ダクタイル管などの特殊管やボックスカルバートの推進工においては坑口の形状・寸法から検討します。高水圧の場合は特にゴムパッキンの捲れによる出水のトラブルが多く、通常の坑口形状でよいかどうかも含めて検討する必要があります。特殊な坑口としてはパッキンを二重にした二重坑口やチューブ式やワイヤブラシなどがあります。また、発進坑口のゴムパッキン押え金具（捲れ止め鉄板）や到達坑口のワイヤ止め金具も現場状況に合った物を選定します。また、坑口と山留壁の取り付け方法は山留壁の種類によって異なりますが、鏡切り工直後や改良部通過後に水圧を受けて坑口と山留め壁が剥離するトラブルがよくあるため、坑口が受ける水圧に十分耐えるような取り付け構造（全周溶接・補強材など）にしなければなりません。

## (2) 支圧壁

支圧壁に起因するトラブルとしては背面地山の受動土圧不足とコンクリートのクラックによる破損ですが、支圧壁は推進抵抗の計算によって算出される推進力に対して余裕のある仮設でなければなりません。背面の受動土圧不足は支圧

壁の構造の問題ではなく背面地山の地盤改良の必要可否の判断の問題かもしれませんが、そのようなリスクがあれば対策を検討しなければなりません。支圧壁の構造・寸法の検討においては受圧面積を大きくとる（幅・高さ・根入れなど）ことが必要ですし、それに伴って厚さと構造（無筋・有筋）も検討します。また、ジャッキの推進力を分散するためにジャッキと支圧壁の間には押角を配置することが必要です。

## (3) 推進架台

推進架台は通常H鋼などの鋼材にて組立てられ、掘進機・推進管を所定の位置・方向に据付けるとともにジャッキ・ストラットなどの摺動台になります。そのため推進中に移動しないように堅固に固定することが必要です。掘進機と推進管の外径が20mm以上異なる（掘進機の方が大きい）場合は、掘進機推進後に推進定規の据付調整を行なう場合もあります。また、通常のH鋼定規の推進架台では大口径や超大口径の場合は掘進機や推進管の自重でフランジが曲がったり外面が傷ついたりすることがありますので、スチフナーを入れたり3点（4点）支持にする工夫が必

要です。

## (4) 元押設備

元押ジャッキは推進抵抗の計算に基づいて配置しますが、推進方向に正確に合致して据付けることが重要です。また、圧力計・ストローク計を備えてジャッキスピードが容易に調節できることも不可欠で、初期掘進時などの推進抵抗が小さい時でも低速の掘進が可能なのも必要です。

## (5) 土砂搬送設備（流体輸送・圧送ポンプ・空気スラリなど）

土砂搬送計算（流体輸送計算・土砂圧送計算など）に基づいて機器の選定を行ないますが、機内スペースが許されるならば中継機器は能力の高いものを配置して台数を削減する方がトラブルの防止になります。また、土砂の性状によって搬送能力が変化しますので、中継機器の投入準備は計算よりも早めに行なうのが基本です。礫地盤における長距離泥水推進においてはポンプのインペラやケーシングの摩耗によって推進中の交換が必要になるため、事前に準備しておくことも重要です。

## (6) 注入設備

推進中に使用する滑材注入設備や添



写真-7 ゴムパッキン+ワイヤブラシ形式の坑口



写真-8 プレキャスト支圧壁

加材注入設備はその能力に余裕があるとともに、長距離施工などにおいては掘進状況を判断しながら操作する必要があるため遠隔操作が可能な機器を選定します。2液ショットタイプの滑材や添加材を使用する場合はそれに見合ったプラントを準備するとともに、先端ショット部から片方が逆流しないような配管を使用することも重要です。

**(7) 水替え設備**

常時の立坑水替えは湧水量に対して余裕を持つとともに、発進鏡切り以後は常時使用する水替えポンプとは別により大きな容量の非常用ポンプを別回路で設置するようにします。それは、想定外の湧水量の増加や漏電などによるブレーカー作動に対しても立坑の水没を回避するためです。また、下り勾配の場合は管内の水替え設備も必要で、特に下りの長距離施工などの場合は切羽と発進立坑の高低差を考慮してポンプの揚程を検討しなければなりません。

**(8) 換気・照明設備**

推進管内の換気設備・照明設備は安全衛生法を遵守した照度と換気量を確保するようにしなければなりません。有害ガスの計測方法はポータブルタイプによる携帯方式と遠隔監視システムによる遠隔計測があります。長距離施工などの管内通行に困難を伴う施工におい

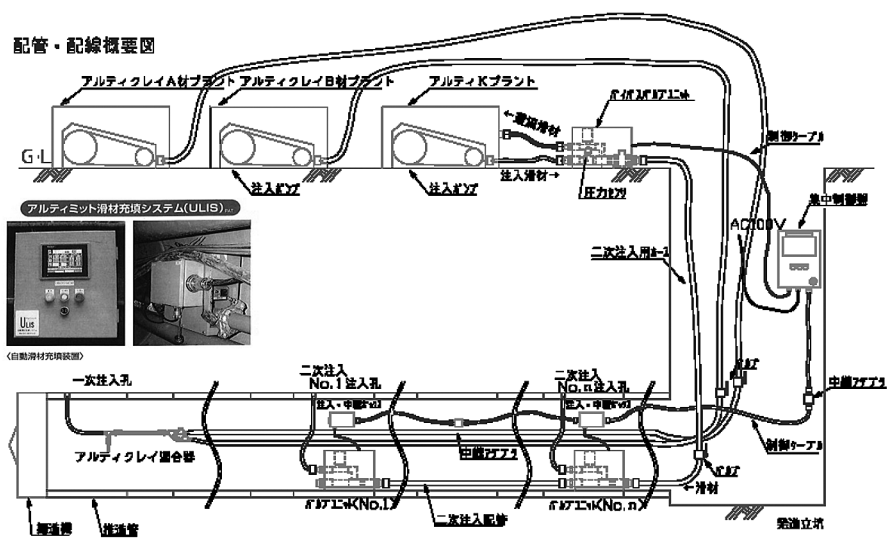


図-1 ULIS (アルティミット滑材充填システム)

ては、遠隔監視システムを使用して入坑前に切羽・中押部などの状況を把握でき、坑外からも監視できるようにします。可燃性ガスの発生の可能性があったり圧気作業を行ったりする場合は、別途の検討計画が必要です。

**(9) 防音・防振設備**

通常の施工においても周辺環境への影響を考慮して、使用機器や作業方法には騒音振動対策を講じるべきですが、設計仕様書で規定されていたり事前の踏査で必要と判断されたりした場合には、別途の防音・防振設備を計画しなければなりません。音源や振動源となるのは泥水式推進工法における一

次処理機や泥濃式推進工法における排土プラントの他車両の出入り音や門型クレーンホイストのマグネットや礫泥水推進における地上配管など多岐にわたりますので、防音壁などの設置による大がかりな対策から現場におけるこまめな対策まで種々の対策を心がけなければなりません。

**4 管理基準**

推進工法の施工に当たっては管理基準を設けて現場における管理限界を設定します。推進工事におけるトラブルで、その兆候が見えた段階で施工をストップ

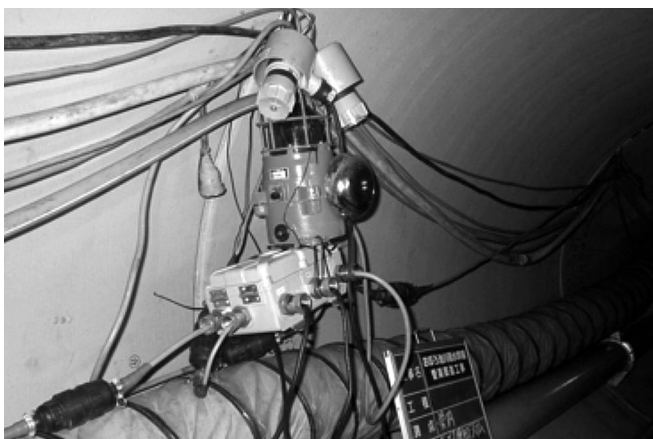


写真-9 定置式自動計測器 (メタン、酸素)

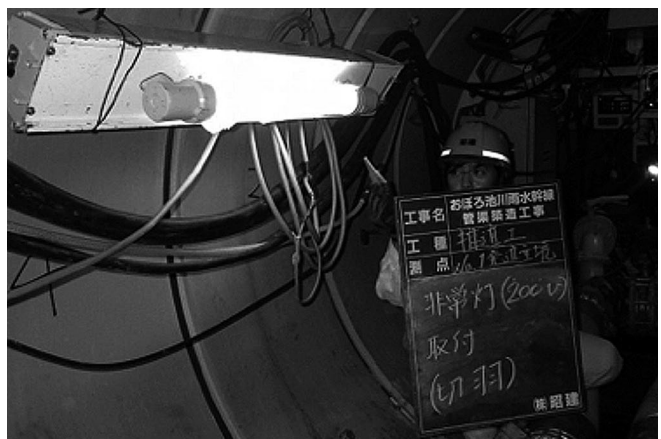


写真-10 耐圧防爆用非常灯

プして検討して対策を講じたり引き抜いて工法変更したりして収まったケースでも、無闇に推進を継続して重大な事態になってしまった例が多くあります。継続の理由としては工期の切迫であったり、「推進を前に進めることによって状況が改善されるであろう」という根拠のない願望であったりします。推進工法は管列全体が前進しますから、トラブルを抱えて前進すれば取り返しのつかない事態になる確率は自ずと大きくなります。そのため、ある程度の管理基準を設けてそれを逸脱した場合は施工を一時ストップして原因と対策を検討して、発注者、施工者双方の納得の上で推進を再開することが肝要です。

#### 4.1 推進抵抗

推進管の破損や推進不能などの直接原因は推進抵抗の増大によるものがほとんどであるため、推進抵抗の変化には十分注意を払わなければなりません。推進抵抗の計算で算出された推進力は最大値と考えるべきで、推進距離に応じた計算値を実測値が+10%程度上方に逸脱すれば原因と対策を検討すべきです。ただし、ここで言う実測値とは初動時の推進力（縁切り推進力）であって推進中のものではなく、また管理限界内であっても初動時と推進時の推進力の差が異常に大きくなっていくようであれば、その原因と対策を検討してから前進すべきです。その際に検討すべき事項としては下記のものがあります。

##### (1) 切羽（面板）抵抗と

###### 管外周摩擦抵抗の1配分

切羽抵抗が卓越している場合は前面の支障物の可能性や面板閉塞の可能性を検討。

外周摩擦が卓越している場合は下記の管外周部の異変を踏査。

##### (2) テールボイド消滅のケース

- ・管外周地山の崩落（砂・礫地盤など）
- ・土圧による締め付け（粘性土など）

- ・ビット摩耗等によるオーバーカット不足

##### (3) 滑材変質のケース

- ・希釈・流出
- ・脱水固化
- ・塩基イオンなどによる分離・沈殿

##### (4) その他

- ・推進管・カラーの変形
- ・推進管継手部の漏水や路面振動などによる圧密締め固め

また、曲線施工においては曲線開始箇所（BC点）での伝達推進力にも注目します。元押推進力は管理限界内であっても曲線施工に伴う推進力伝達材の部分で推進管の許容圧縮応力を逸脱すれば推進管は破壊します。曲線施工に伴う管の破損原因はこのことが多く、元押推進力から類推されるBC点の推進力にも管理限界を設けなければなりません。

#### 4.2 推進精度

推進精度不良によるトラブルを防止するためにセンチ・レベルの管理基準を設ける必要があります。発注者の設定する許容誤差や推進管の使用用途などによって管理基準は異なりますが、蛇行すれば推進抵抗の増大や継手の抜け出しなどの問題が派生するため、出来るだけ基準線通りに推進すべきです。そのため上下左右とも30～50mm程度を管理基準にして、逸脱する場合は対応を検討すべきです。また、推進精度管理においても傾向の把握が重要であり、管理限界内であっても基線との交角が大きくなるような線形での方向修正は避けなければなりません。特に曲線施工においては曲線外側方向へ基線と1度以上の交角を持つことは危険であり、むしろ誤差が大きくても基線と同心円を描くような軌跡で推進している状態の方が管理想定内です。

#### 4.3 掘削土量

推進工法における掘削土量管理の難しさは、地山状態にある土と残土搬送された土砂では状態が異なり、掘進す

る地山は時々刻々変化し搬送される残土は流体や泥土化した状態になっていますので、搬送された土砂量と掘進した地山土量の比較は直接的には困難だということです。そのためシールド工法などでは事前の土質調査から得られた土質常数（湿潤密度、含水比など）と搬送される土砂の流量・密度から双方の乾砂土量を算出して比較するのが一般的です。また、搬送される土砂の計測を継続的に行なえば、統計的処理を施すことによって地山の変化を考慮に入れた管理も可能にはなってきます。しかし、推進工法においてはこのような掘削監視システムは設計標準にはなく、施工規模・期間および施工サイクル（推進管の据付時の排土管の切り離し）を考えると必ずしも必要な装備とは思われません。推進工法においては搬出土砂を土砂バケットやダンプ・コンテナ車で計測して土量管理の目安にしたり、流量と比重およびジャッキスピードを計測して管理の目安にしたりが一般的です。何れにしても推進管理の目的は切羽バランスを確実に保持して安全確実に推進することで、土量や比重などを計測するのはその手段ですから、現場の施工管理は切羽バランスの保持に注力すべきです。

#### 4.4 その他

その他の管理項目としてはいろいろな項目がありますが、通常の推進管理については下記のものがあります。

##### 【切羽バランス】

切羽圧力（土圧・水圧）

##### 【切削状態】

トルク・（回転数）方制御ジャッキ油圧

##### 【掘進機姿勢】

ピッチング・ローリング・（ヨーイング）

##### 【元押設備】

ジャッキスピード・推進力

##### 【流体】

流量・水圧・比重・粘性

その他にも各種工法別に管理項目が設定されていますが、最終目的は推進工場のスムーズな施工ですから、現場施工管理としては上記の管理目的を十分理解するとともに広い視野を持って現場の管理に当たることが重要です。

## 5 施工管理の問題点と課題

### 5.1 推進技術の高度化

大中口径管推進工における施工管理の概要は前項で述べたとおりですが、最近の推進技術の進歩がめざましく、従来の考え方のみでは対応できないような場面が見受けられます。長距離、急曲線、大土被り、小土被り、急勾配、超大口径など特殊な施工に当たっては、基本をマスターした上でそのような特殊施工に対しては個別の検討や措置が必要です。施工管理者はそれらの施工に対して自らの経験だけで対応するのは困難で、組織的な対応と教育訓練が必要です。そこで問題なのは、現状そのような対応力について組織（企業）内では有ると思われませんが一般的には客観的評価基準が無く、技術困難な施工に対して未経験の技術者が配置されるケースです。企業や個人の施工実績や能力などを評価する制度などがあってもいいのではないのでしょうか。

### 5.2 技術者不足

推進業界に限らず建設業の大きな悩みの一つは技術者不足、特にこれからの世代を担う若手技術者の不足です。3K（きつい、汚い、危険）のイメージと長らく続く建設不況による賃金の低迷などで、中堅技術者の現場離れが加速されたり若手技術者の採用が困難であったり、危機的な状況になっています。このままでは新規の高度な推進技術に対応できる技術者が不足するどころか、推進工法そのものを理解する技術者がいなくなります。そのため早急

な対応が必要ですが、やはり第一は技術者の待遇改善であり、その次は業界全体のイメージアップだと思われます。待遇改善のためには適切な価格での受注、トラブルのない施工、条件変更に伴う適切な設計変更を前提としてその結果としての適正な利潤の確保が必要です。幸い昨年あたりから建設業界に対する風向きが変わりつつあるようで、一時期のような極端な安値受注やダンピングが忌避され、適切な価格で受注できる環境になりつつあります。この機会にもう一步踏み込んで、施工業者の選定に当たって価格競争のみではなく、技術力の評価やVE提案などの技術提案の評価も含めた選定がなされて、推進工法施工単価が適切に保持されるようにしたいものです。また、業界のイメージアップについては、実態はすでに自動化や省力化によって相当イメージとは違う職場環境にはなっていますが、さらに1週40時間の作業時間（週休2日）の徹底や様々な広報媒体を通じてのPRが必要です。

### 5.3 適切な設計および設計変更

トラブルのない施工のためには適切な設計が大前提ですが、往々にして適切でない設計内容のため施工検討どころか設計内の検討を受注後に再度行わなければならないケースがあります。このようなケースの多くは施工の適否よりも工事価格の比較を優先して工法が設定された場合や、事前の調査が不足あるいはなおざりにして設計がなされた場合です。このような設計に基づいては適切な施工管理は不可能ですので、当然再検討して適切な方法で施工しなければなりません。

また、適切な施工管理を行っても施工途中で思わぬトラブルになることがあります。推進工法は日々管列全体が土中を移動する工法であるため、思わぬ支障物の出現や土質の変化などでトラ

ブルに陥ることがあります。そのような場合は前項で記述したように、トラブルを抱えて前進すれば取り返しのつかない事態になる確率は自ずと大きくなります。そのため、トラブルの兆候をいち早く察知して、管理基準を逸脱した場合は施工を一時ストップして原因と対策を検討すべきです。そのような場合は当然設計変更として協議がなされて発注者、施工者双方の納得のうえで工事が再開されるべきです。

## 6 おわりに

推進工法は目覚ましい技術革新を実現する中でその適応範囲を拡大し、工程の短縮・工事費の削減を行ない、わが国の地下埋設設工事に進歩に大きく貢献しています。しかし、技術革新が進むにつれてトラブルの数・規模ともに増大する傾向にあり、施工管理の重要性はますます大きくなっています。また、施工管理を怠ったかどうかとは関係なく、トラブルが発生すればその費用を施工者側が一方的に負担させられる事が常識的にありました。一概にトラブルといっても施工ミスや施工管理不足などのために発生するものと想定外の障害物や土質変化などによって発生するものは根本的に異なります。推進工法に携わる技術者としては前者のようなトラブルは事前調査→施工検討→施工管理によって防止しなければなりません。そのためのポイント経験を交えて羅列しましたが、まだまだ問題点や課題も多く残っています。本稿が参考になって施工ミスが減少・根絶され、その上で当初の明示条件と異なることによる想定外のトラブルについては発注者・設計コンサル・施工者が一体となって対応を協議して、最良の方法を選択して適切な設計変更がなされることを望みます。