

解説

# 推進工事の安全・安心への課題 求められる技術開発

とみた まさはる  
富田 昌晴

ヤスタエンジニアリング(株)  
建設事業本部  
技術開発部部長

## 1 はじめに

日本の推進技術は世界でもトップクラスだという声をしばしば耳にします。特に1990年代に泥濃式の協会が発足してからは長距離・急曲線・巨礫対応など、著しい技術の進展が見られました。我が国の地中インフラ整備が成熟期に差し掛かった現在、作業用地の確保や輻輳する地下埋設物への影響、高水圧、巨礫層、小土被りなど、従来の推進技術では克服できない条件の整備箇所が残り、必然的に発注者（＝設計者）が推進業界に要求する技術的水準も年々レベルが上がってきています。

このような状況の中で、色々なトラブルや事故が発生しています。推進ではありませんが、同じ都市トンネルのシールド分野では、岡山でのセグメント破壊による坑内作業員の水死や東京の外環道シールドによる地表面陥没、大阪での1.0km先の地中に作業員が閉じ込められる事故例などがあります。推進分野でも高知での切羽作業員の生き埋めや広島での立坑崩壊に伴う地表面陥没などの事故が発生しています。これらの事象はめったに発生していませんが、都市トンネルという性質上、一度発生すれば大事故に繋がり、作業する我々の安全のみならず、沿道住民にとっても安全や安心を脅かすもので回避が必須となります。

本稿では当社が感じている推進工事の問題点とその解決策の事例を記述します。

## 2 現在の泥濃式推進工事の問題点

私は機電関係を専門分野としています。その視点で工事部の主要メンバーに、主に設備に関わる安全上の問題があると考えられる項目をヒアリングしました。

当社は泥濃式がメインの工種ですので、泥濃式特有の課題もあります（表-1）。

工事部も呼び径800～900クラスの推進工事では色々な安全上の問題を感じているようです。

表-1 推進工事の問題点

番号	種別	内容
1	呼び径800～900	切羽からの安全な坑外退避
2		換気管が測量や坑内通行に支障
3		社員の半分が800mmに入れない
4		急勾配時の管内移動
5		管端面が小さく割れやすい
6	大口径	片当りによる管割れ
7	路面陥没	鏡切直後の土砂取込み
8		初期掘進時の急激な土圧変化
9		日進量低下区間での土砂取込み
10	小土被り	1.5D以下での路面変状
11	高水圧	坑口・バックギング対策の費用
12	メタン	防爆対策は希釈か密閉遮断か
13	排土	フケ率の未計上
14	土質調査	調査本数が少なすぎる
15	小径ケーシング立坑	背もたれの干渉
16	到達	補足注入費用の標準化

人が坑内ですれ違うことができない空間では、何らかのトラブルが発生して坑内退避をする場合、あるいは切羽の負傷者を安全に坑外へ緊急搬出する方法などで困難を極めます。呼び径800の坑内で作業員がすれ違う場面がありますが、一人は寝そべり、もう一人が足を延ばして擦りながら腕の力だけで前進して入れ替ります。緊急時で慌てている時には困難を極め、ましてや負傷者を背負い台車に乗っての避難はスペース的に不可能です。特にこのサイズでの長距離推進では距離に比例してこのリスクは増大します。これは緊急時だけでなく、通常作業の測量などでも支障を来し、また4インチ口径の換気管がある場合はさらに坑内は狭くなります。

俯角の急勾配部では停止用キャンバーを台車に装備しますが、作業スペースがより狭くなります。また急勾配上りの台車移動に関しては慎重さがより要求されるので余分に体力を消耗します。

最近の傾向として、若手職員等は身体が大きい人が増え、一方、ベテランは身体が硬くなり、このサイズに入れない社員が年々増加し、表-1に示す通り約半数

になっています。

これらのリスクに対して現状では具体的な対策はなく、入れる職員の人選を行い、トラブルを回避するため緊密な連絡を取り合い作業するに留まっています。

このような対策で現在まで大きな事故を起こすことなく来ていますが、呼び径1000以下での推進工事は割増し手当云々などの問題ではなく、小口径管推進と同様に坑内無人化が求められると考えます(写真-1、2)。

品質管理上の問題も提起されました。推力が低いとされている泥濃式でも呼び径800~900クラスでは管厚が小さいため特に急曲線施工時に管軸直角方向にクラックが入りやすく、また、呼び径2000以上の大口径管では管軸方向のクラックが懸念されます。前者は推進力による胴割れ、後者は押輪変形や管のポイントタッチによる片当りが主因と考えられます。堅固な押輪は軸方向に長くなりがちで、立坑寸法との微妙な干渉も発生します。

公衆災害では、外環道シールドの地表面陥没が最近のニュースですが、推進工事でも同様のリスクがあります。鏡切直後はチャンパー内の泥土(泥水)充満や山留壁の混入処理に時間が掛かり、土砂崩落を引き起こすことがあります。鏡部における薬液注入等の地盤改良に起因するケースが多いのですが、出水懸念から微妙なタイミングで掘進機が地山に突っ込むことも要求されるケースもあり、当社でも立坑付近が陥没した事例があります(写真-3)。



写真-1 呼び径1000管内移動



写真-2 呼び径800管内測量



写真-3 発進鏡切時の出水(上)・陥没(下)例