

総

論

トラブルの“芽”を摘む

トラブルの“芽”はどこにあるの？

たけうち としひろ
竹内 俊博

(公社)日本推進技術協会
調査部長



1 はじめに

推進工法は、人の生活と環境に優しい非開削工法として、下水道整備事業をはじめ、電力、水道、ガス等種々の管路敷設に使われ、その技術の進歩は目を見張るものがあります。初期の推進工事は開放型の刃口式推進工法が主流で、切羽の確認ができ障害物等や土質の変化への対応は比較的容易にできました。しかし、切羽の崩落により、作業員の人身に関わる事故に繋がるトラブルや精度不良のトラブルがあり、地下水位下での刃口式推進には、当然補助工法が必要でした。代表的なものには、薬液注入工法、地下水低下工法、圧気工法等がありました。これらは、人身に関わる事故に繋がるということで、設計、計画、施工に大きな問題はなかったと思われますが、時には工法、薬液等が地盤に適合せずトラブルが発生しました。そして、時と共に推進延長も長距離化の需要が高まりましたが、刃口式推進工法では残土の搬出、切羽の安定、坑内換気等に問題があったので、密閉型推進工法の泥水式推進工法が開発され、さらに土圧式、泥濃式の開発により密閉型推進工法が主流にな

りました。開放型推進工法での切羽の安定に関わるトラブルは少なくなり、一安心と思ったのも束の間、切羽の確認ができないことによるトラブルが重くのしかかってきました。また切羽の確認ができないといえ、小口径管推進工法ですが、開発されて以来、多くのメーカーから多くの機種が世の中に出ました。機械の使い勝手は非常に良かったものの、推進工法の基本である推進力、掘進データ、切羽の安定等の管理を忘れ、種々の条件に対応した時には、先導体の破損、切羽の崩落、推進管の破損等々つまらないトラブルも数多く発生したようです。

その後、施工者、管材・資機材メーカーの技術の研鑽や挑戦等により推進技術は飛躍的に進歩し、今では1kmを超える超長距離や呼び径の20倍程度の急曲線施工も可能になっています。

しかし、技術がこれほど進歩したにも拘らず、推進施工トラブルは消滅させるには至りません。

何故か？

やはり推進工法は、管路全てが見える開削工法とは異なり、見えない地下を掘り進むので、分からないことが非常に多いからだといえます。勿論、推

進工事を設計・施工する前には土質調査を行ない、推進対象土質を調査します。しかし、一般的な土質調査ではφ66mmのボーリングロッドで調査し、仮に推進路線を50m毎に調査したとしても、その土質の想定図では分からないことがたくさんあるので、施工トラブルの“種”はそこら中にたくさんあるといえます。しかし、それぞれの種から芽が出て育たなければトラブルもたいしたことにはなりません。何とかしてその芽が小さいうちに摘む必要があります。

本来トラブルと言えば、施工段階で結果が出るため、施工者の問題として捉えられ、特に推進を直接施工する専門業者の収支を圧迫することになっていました。しかし、最近では各種の多くのトラブルを経験することで、推進工事の施工トラブルは、単に施工によるものだけでなく、計画設計、調査、設計、施工計画、資機材の調達、施工管理、それぞれの段階にトラブルの種があり芽を出す可能性があると認識されています。

前述のように施工トラブルは、完全消滅は困難ですが、完全消滅とはいかないまでも、どうにかして縮減させなければなりません。そのためには、同じト

ラブルを繰り返さないことが大切で、各段階において適切な事前対策を取る必要があります。それには過去の事例に学び、どのようなトラブルが如何にして発生したかを知る必要があります。

本稿では、以下に推進工事のトラブル要因について考え、推進工事トラブルそれぞれの種の所在、種から芽吹くところを如何に摘み取るのかを考えてみたいと思います。

2 推進工事のトラブル要因

推進工事のトラブルの要因は次の3つに大別できます。

- ①調査設計および施工計画に起因
- ②推進設備および使用材料に起因
- ③施工管理に起因

それぞれの項についてトラブルの種の所在、芽が出て育つ原因および事前対策について考えてみます。

①調査設計および施工計画に起因

まず最初に調査設計についてですが、設計の前の調査において、必要な項目が調査されなければ、適切に設計がされずにトラブルを発生させてしまいます。しかし、設計をする上で、何の調査が必要かを知らなければ適切な調査はできません。

推進工法に必要な調査には、立地条

件、環境条件、支障物件、地盤条件の4つの調査があります。この中で、支障物件（特に地下埋設物）、地盤条件調査に関わるトラブルの芽の発芽は、掘進が始まった後、確認されることが殆どで、芽が大きく育ったときには重大なトラブルとなります。

掘進中に支障物に遭遇したときには、掘進停止となり支障物を撤去するか、もし支障物が重要埋設物等であれば完全に掘進を停止し、引き戻すか立坑を築造し掘進機（先導体）を撤去するかありません。この様に支障物件（地下埋設物）の調査は重要ですが、インフラ整備が充実した市街地には、多くの埋設物が輻輳し、またそれらの埋設物を敷設した時の工事の残置物がある場合もあり、調査は容易ではありません。これを解消するためには、埋設物の図面は勿論、残置物についても図面を残す必要があります。当然設計をするときはそれらの図面を確認しなければなりません。また埋設物の敷設を推進工法で施工したときには、立坑付近の管路下には山留め材が必ず残置されているので、その付近の敷設を回避すべきです。前述のように試掘による地下埋設物の調査が困難などときには、調査の対象および周囲の環境等を考慮し適切な地下探査を駆使して埋設物の調査を行なう必要があります。

次に地盤条件調査ですが、設計するに当り必要な調査項目を確認しなければ適切な設計はできません。地盤条件調査は、表-1に示すように、予備、基本、詳細調査と3段階に分けられます。予備調査では古地図や既存資料を収集し地形、土質、地層構成の概要を把握し、また現地踏査により路線全体を把握して基本調査の内容を決めます。基本調査は、標準貫入試験を伴う土質調査ボーリングを行い、地質縦断図を作成し、地層構成、N値、地下水位等

表-1 推進工事における地形および地盤調査

調査の種類	予備調査	基本調査	詳細調査
調査の目的	①地形、土質、地層構成、古地形の概要の把握 ②問題となる土質の予測および以後の調査資料	①路線全体の地層構成および地盤状況の把握 ②地盤工学的諸性質の把握 ③地質縦断面図の作成	①地盤調査の補充 ②設計施工上問題となる地盤の詳細調査 ③地震、その他特殊条件の設計資料
調査の手法	①既存資料の収集、整理 ②近傍類似工事にかかわる資料収集、整理 ③文献調査 ④現地調査による観察	①ボーリング調査 ②標準貫入試験 ③サンプリング ④地下水位調査 ⑤間隙水圧測定 ⑥室内土質試験（土の物理・力学試験）	①ボーリング調査 ②標準貫入試験 ③サンプリング ④間隙水圧測定 ⑤透水試験 ⑥室内土質調査 ⑦孔内水平載荷試験 ⑧酸欠空気、有毒ガス、可燃性ガス調査 ⑨大口径調査孔
調査の内容	・地図類等文献調査（地形・地質・地盤図） ・地盤調査記録 ・既設構造物の工事記録 ・井戸、地下水 ・現地における地形、土質、周辺状況の観察 ・地盤沈下	・地層構成 ・N値 ・透水係数 ・地下水位、間隙水圧 ・粒度分布 ・含水比 ・土粒子の密度 ・土の湿潤密度 ・一軸圧縮強さ ・液性限界および塑性限界 ・強度定数（粘着力、内部摩擦角） ・圧密特性	・詳細な地層構成 ・N値 ・透水係数 ・地下水位、間隙水圧 ・粒度分布 ・含水比 ・土粒子の密度 ・土の湿潤密度 ・一軸圧縮強さ ・液性限界および塑性限界 ・強度特性（粘着性、内部摩擦角） ・圧密特性 ・地下水の流速、流向 ・遊離ガスおよび溶存ガスの種類と濃度 ・礫、粗石の径 ・地盤反力係数 ・弾性波速度 ・耐震設計上の基盤 ・RQD値 ・石英含有率