

解説

トラブル事例から見る その種類と対処方法

たかはし しょうじ
高橋 正二
南野建設(株)
技術部部长

1 はじめに

初めて推進工法が施工されて以来70有余年が経過します。その間、小口径管推進工法を含めた各種推進工法の開発、1kmを超える超長距離施工や急曲線施工を可能とする技術の開発がなされ、適合する土質も軟弱土から岩盤に至る広範囲な土質の対応が可能となりました。また、管材においては高地下水圧および内圧に対応する水密性能の向上や呼び径3000を超える超大口径管が規格化されるに至っています。

ここに至るまでには数多くのトラブルに遭遇し、これを克服することでその技術を確立してきたものと思います。元来、推進工法は目に見えない土中を掘り進めるもので、不確実な要素が多く、これらを想定して施工を進めますが、この想定に反した時、いわゆる「予想外」の事象が発生した時にトラブルが発生します。

トラブルを防止するためには、この「予想外」の事象を予め予測し対処しておくことが最も重要なことです。

(公社)日本推進技術協会では「推進工法体系2010年版」で「トラブルと対策」としてトラブルの種別とその発生要因を要素別に整理し原因と対策について整理されました。さらに月刊推進技術では「トラブル対策」として2010年4月号より36回に分けて、よりわかりやすく解説されました。

弊社でもこれをヒントに、発生するトラブル毎に、前述

した「トラブルと対策」に準じて内容を整理し、社内資料として蓄積し水平展開することで、少なくとも同種トラブル発生防止の一助としてきました。ここではそれら過去のトラブル事例から抜粋してその内容と対策および留意点について記述いたします。

2 トラブルの種別と要因の要素

前述の「トラブル対策」では、トラブルの種類をその特性により以下の8項目に分けています。

- ①推進管の破壊
- ②地盤変位
- ③支圧壁の変位・破壊
- ④発進坑口の破損
- ⑤掘進機停止・破損、推進設備の破損等
- ⑥推進精度不良（蛇行）
- ⑦浸水、出水
- ⑧その他

これらのトラブルが発生するに至る要因を、以下の3項目の要素に分けています。

- ①施工管理に起因するもの
- ②事前協議、調査設計、施工計画に起因するもの
- ③推進設備、使用材料に起因するもの

さらにこれらの要素別にその原因を探り対策と留意点を解説しています。

この分類方法をもとにまとめたものを表-1に示します。これをもとにトラブル毎にまとめた結果、推進工関係のトラブル件数の調査事例が82件と少ないのですが、「掘進機停止・破損、設備の破損等」が最も多く33%でした。その要因として「事前協議、調査設計、施工計画に起因するもの」が67%に達し（表-2、3）、中でも「障害物によるもの」が最も多く、ついで「土質の変化、調査不足」、「掘進機（面板形状等）の選定ミス」と続きます。

この結果からもわかるように事前の調査、検討がいかに重要であるかがわかります。一般的に施工するにあたっては、設計時点での土質資料とそれに基づいて作成された土質想定図が付与されています。推進延長が長距離化し1スパンを施工する中で土質は変化します。粘性土から礫質土への変化、岩盤層への変化など大きく変化する可能性がある場合には、その変化点を探ることが必要かと思えます。それによって掘進機の選定や面板の検討がされます。また、調査結果のみならず現

表-1 トラブル発生の種別と要因（起因するもの）

| トラブル種別 | 要因(起因する) | 施工管理 | 事前協議、調査設計、施工計画 | 推進設備、使用材料 |
|-----------------|----------|---|---|--|
| 推進管の破壊 | | 外圧の集中（刃口先掘残し等） 上載荷重（重量物の仮置き等） 急激な方向修正 元押（中押）加圧方法 推進力管理 その他 | 曲線部端面応力（推進力算定・伝達材不良等） 礫・玉石の接触くい込み 推進抵抗増大（障害物・カッタ・滑材計画等） 曲線部側方地盤反力 その他 | 推進設備不良 刃口の変形 掘進機の変形（接続部等） 押輪の変形 管材の品質不良 その他 |
| 地盤変位 | | 排土量管理 泥水圧管理 土圧管理 注入量管理（滑材・裏込） その他 | 障害物による排土過不足 工法選定不良（土質の差異） 地盤調査不足 地下水位の低下 補助工法の選定不良 その他 | 過度な拡幅掘削量 掘進機選定、調整不良 その他 |
| 支圧壁の変位・破壊 | | 支圧壁背面の弛み 土留背面の裏込不足 推進力管理 その他 | 支圧壁背面支持力不足 支圧反力算定ミス 計画推進力算定ミス 地盤調査不足 その他 | 支圧壁設置精度不良 その他 |
| 発進坑口の破損 | | 支圧壁角度による管浮上 坑口地盤弛みによる管浮上 バックング その他 | 発進直後の曲線横ズレ その他 | 管の段差によるメクレ 管の段差による引込まれ 水圧によるメクレ その他 |
| 掘進機停止・破損、設備の破損等 | | 能力を超えた使用 その他 | 地盤調査不足 掘進機選定ミス 岩強度相違 硬質粘性土閉塞 礫・玉石による破損等 障害物による破損等 その他 | 使用前点検不足 整備不良 管路内ケーブル等損傷 その他 |
| 推進精度不良 | | 玉石乗上げ 互層地盤 推進管理不足による切羽崩壊 急激な方向修正 方向制御不良 その他 | 地盤反力不足（調査不足） 地盤反力注入不採用 崩壊性地盤の把握不良 その他 | 支圧壁の方向不良 発進架台の設置不良 修正装置の不良 その他 |
| 浸水、出水 | | 鏡切時の出水（改良確認） 冠水対策不良 管据付時ゴムのメクレ 過度なローリングによるゴムのメクレ その他 | 冠水対策不良 土質（水圧）調査不良 その他 | 流体設備の損耗、故障 坑口設置不良 管継手ゴム接着不良 その他 |