

解説

トラブルの予測と防止のための 施工管理ポイントとその施工事例

い さ じ ひ ろ し
伊佐治 博史
地建興業(株)
工事管理部



1 はじめに

月日の流れは早いもので、筆者が当社に入社して25年が経過しました。25年の間、推進工事現場管理に携わってきました。入社当初より精度不良、鏡切での土砂流出、推進力過大による推進停止、玉石の転動による推進管の破損等、様々なトラブルや失敗を経験してきました。今思えば、すべて失敗から学んだといってもよいくらいです。推進工事のトラブルの復旧には、労力もさることながら、膨大な費用がかかります。それゆえ、推進工事における施工管理者は、オペレータとともに重要な役割があると感じております。

昨今我が国における推進工事は全体的に減少傾向ではありますが、工事自体は、推進技術の発展とともに、大深度(大土被り)、硬質土、長距離、上下曲線推進等、難易度の高い現場が増え、高度な施工管理が求められるようになりました。

今回は、今までの経験から学んだ推進工事における施工管理のあり方を述べさせていただき、施工事例を紹介させていただきます。

2 推進工法の施工管理手法

2.1 施工管理項目

推進工事における施工管理の項目は①精度管理②

推進力管理③掘削土量管理の3つです。

①精度管理

推進工事は掘進機(先導体)が掘削した地山を推進管が追従していくため、掘進機通過後に推進管の位置を修正することはできません。社内の管理基準で±30mmを超えたら停止して、上長に報告、判断を仰ぐことになっています。これは経験から作られた社内の管理基準値で、この段階で精度不良を見つければ薬液注入など補助工法の適用や引き戻すなどによって最小限の費用と時間で精度を回復することが可能です。それ管理基準値を上回ってしまうと回復させるための費用が増大し工期も遅延という事態になり大きな損失につながります。

②推進力管理

計画推進力の70%で到達させることを社内の管理基準としています。毎日推進力管理グラフを作成し管理基準内であることを確認します。休日を挟む時など、推進停止期間が長い場合、掘進機(先導体)や推進管への周面摩擦抵抗が上昇することがあります。特に帯水砂層の現場は、顕著に現れるので要注意です。

③掘削土量管理

施工管理の中でも一番難しいのが掘削土量管理です。泥水式の掘削土量管理は、土量の変化率や余剰泥水量等を厳密に計測することができないため、掘削土砂搬出車両の積載量を概算値として求めることとなります。泥濃式では、送排泥量での換算値から掘削土

量を求めることとなります。取込み過多の可能性がある場合には直ちに掘進作業を中止し、路上の沈下計測を実施します。

2.2 事前検討

推進工事の施工現場が決定すると、はじめに現場担当（監督）を選出します。現場担当（監督）は図面等の現場資料を入念にチェックし、社内の関連部署や現場監督経験者等を参集して事前検討会を実施します。検討内容は当該施工現場の施工管理項目ごとに「課題の抽出」具体的な「対策の策定」と必要な「資材の手配」「人員の確保」を行います。

施工現場が長距離や曲線または土質条件が悪いなど施工条件が厳しいと想定される場合には、現場担当（監督）を早めに選出し事前検討も早期に開始することが必要です。厳しい施工条件の現場であることを上司や社内の関係部署と情報共有をすることで、トラブルが発生した場合に迅速な対応が可能となります。

管理項目のうち①精度管理は管内測量によるものですが、事前に地上で測量のシミュレーションを実施します。地上に設定した推進路線を管内測量と同じ測量手法で測量し、その結果をCADやカーブプログラミングを使用して到達位置までの測量値を検証します。社内の管理規定値である±30mm以内を目標値にします。これによって測量誤差をゼロにすることは難しいのですが、開放トラバース方式の管内測量という推進工法の特性上の弱点を補い施工精度の確保には非常に重要な検証となります。

2.3 施工段階

施工中は毎日の現場報告として施工管理項目である①精度管理②推進力管理③掘削土量管理（大口径管推進の場合掘進データ等を添付）を元請や社内の関係部署にメールにて報告することになっています。

3 施工管理の実践

3.1 工事概要

本工事はφ900mm水道管のためのさや管として呼び径1200（ヒューム管）を敷設するものです。線形は発進立坑から勾配はレベルですが推進延長20mあたりからR=500mの縦断曲線（CL=20m）で10%の上り勾

配となり、推進延長100mの手前から右にR=500mの水平曲線となる3次元曲線の施工です（図-1、2）。

呼び径：1200（ヒューム管）

推進延長：L=217.01m

線形：縦断曲線R=500m

上り勾配10%（推進管高低差17.07m）

水平曲線R=500m

IA 9-51-25

3.2 事前検討会の結果

①精度管理

課題：縦断曲線で10%の上り勾配、その後に水平曲線と3次元の測量となるため測量の精度確保と推進の精度不良が懸念された。

対策：測量人員を増員し掘進機にピッチング計レンジを追加。測量結果をCADとカーブプログラムで確認。測量精度が安定しない場合には半管測量に切り替える。

②推進力管理

課題：上り勾配の途中から無水層に突入すると管の浮力が消失し、管の自重が推進力に影響を与えることが懸念された。さらに無水層での一液性滑材は地山逸散して効力を失うことも懸念された。

対策：地山逸散しにくい高品質ベントナイト溶液を滑材として使用することとした。その際、ポイドの注入幅を確保するためにカッタの余掘りを増加させた。

③掘削土量管理

課題：上り勾配の途中から無水層に変化すると送泥水の地山消散が発生し泥膜形成も不完全となり、切羽圧不足や土砂取込み過多の発生が懸念された。

対策：送泥水の地山消散量を補うため、送泥ポンプ能力の増強を図った。また、送泥水に増粘剤を添加した配合として造壁性の高い送泥水品質を確保した。

④その他

課題：無水層に突入するとカッタヘッドや掘進機鋼殻の地下水による冷却ができなくなるため、掘進

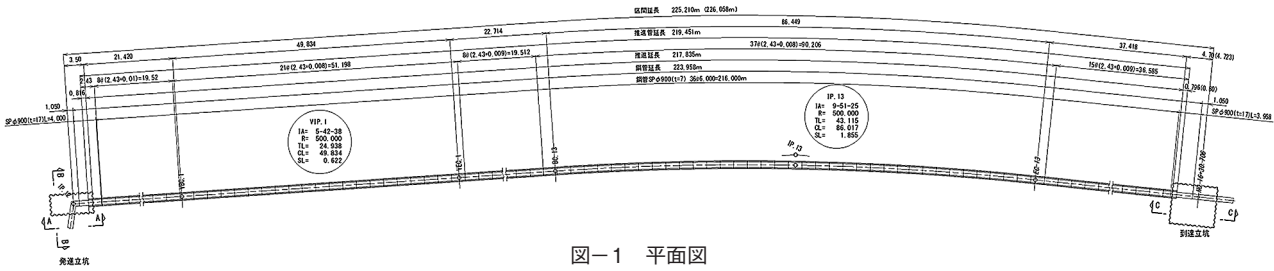


図-1 平面図

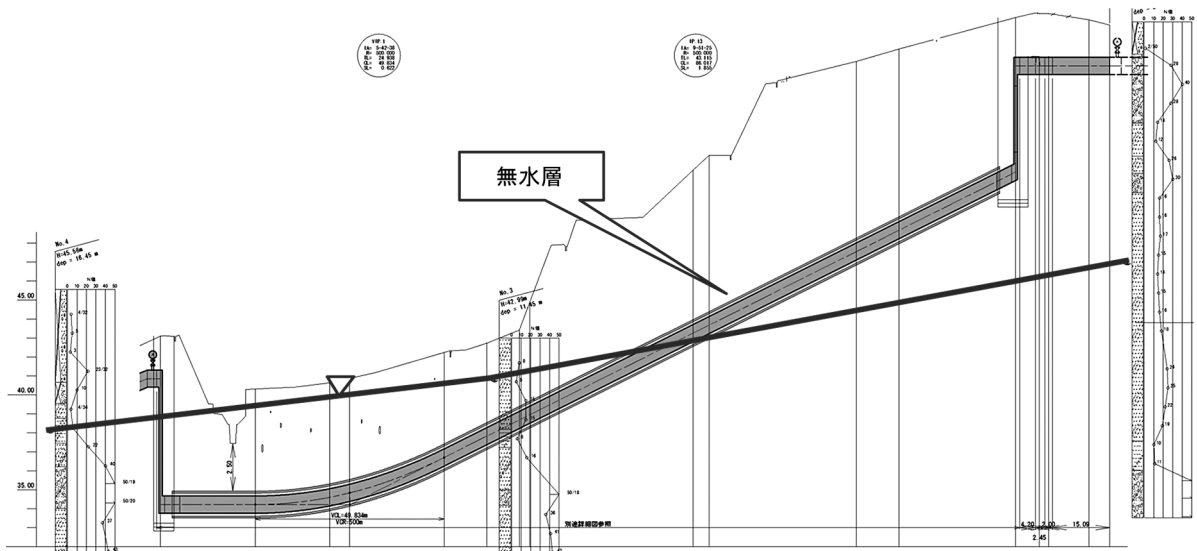


図-2 断面図

機内の温度が上昇が懸念された。

対策：大容量の換気ブローアを装備し、管内風速を向上させ空気循環量を増大することで温度上昇の抑制を図った。

3.3 施工結果と評価

持ち込んだ機器の経年劣化による流量計の故障と元押ジャッキの油漏れ、上り勾配で地山の変化に対応でき

ず逸泥するなどのトラブルはありました。しかし、事前検討会での対策が功を奏し無事到達できました。経年変化による流量計と元押ジャッキのトラブルは、整備により未然に防ぐことができたはずですが、これらの事象は今後とも発生する可能性があるため整備チームに保有機器の再チェックを要請しました（写真-1～5）。

管理項目の施工結果と評価は以下のとおりです。



写真-1 作業状況①

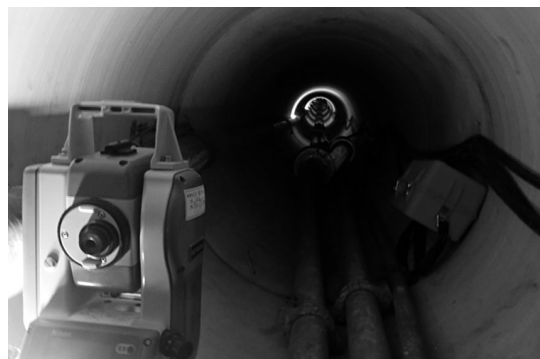


写真-2 作業状況②



写真-3 作業状況③

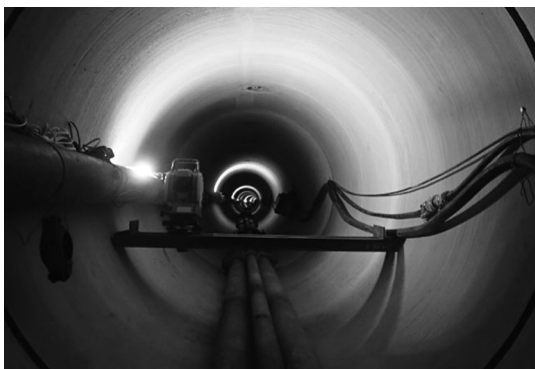


写真-4 作業状況④



写真-5 掘進機到達状況

①精度管理

途中で土質が変化し右R=500mmに曲線を切っ
てから施工精度が少しずつずれましたが、最終的には到達精度50mm以内という高精度に到達できました。上り10%の急勾配での測量作業は困難を極めました。測量人員を増員したこと、タブレットPCを導入し管内で、測量計算を行ない、精度維持、作業時間、労力の短縮が図れました。

②推進力管理

総推進力は計画推進力の50%に抑えることができました。余掘りを大きくし滑材の注入量も増やしたことで滑材効果が十分に活かされました。推進管外周に塗布したマニキュア材も滑材効果を高める効果が大いにあったと思われます。

③掘削土量管理

送排泥管に圧送ポンプを2基追加したことで切羽圧の管理が的確に行え、取込み過多を抑制することができました。

④その他

大容量の換気ブローで掘進機モータによる熱も抑えられ、測量作業の負担軽減が図れました。

4 おわりに

20年程前曲線推進施工していた時は、大きな方眼紙と関数電卓で計算し精度管理をしていました。推進管内は非常に狭く、長時間の管内測量作業、計算は非常に体力を要します。現在はCADもありタブレットPCに数字の入力のみで精度管理が行えるようになりました。ネット環境も発達しどこにいても画像や情報の共有が可能となっています。また、日本産業全体の問題でもありますが、管理者やオペレータの高齢化で技術の継承が困難な状況となっています。若手の確保と教育も含め、IT機器利用による施工管理、掘進機の遠隔操作、自動運転、自動測量等により、技術の継承が維持され、日本の推進技術が今後ますます発展していけばと思います。私自身も推進工事を担うひとりとして助けになればと思っています。

○お問い合わせ先

地建興業(株)

〒448-0810 愛知県刈谷市場割町1-4-1

Tel : 0566-21-0691 Fax : 0566-24-3840

<https://www.ckn.co.jp/>