

省力化軌道直下及び軟弱地盤に対応した横断管路推進工法について

JR 東日本 品川工事区 正会員 高橋 正則・山田 慎吾
 ○東鉄工業株式会社 東京土木支店 正会員 今井 英樹

1. はじめに

JR 東日本では、「信頼性が高く安定輸送に資する設備」を目指し、東京 100km 圏における給電設備の更新・強化を実施している。本工事は、大井町～田町3号、大井町～蒲田3号、大井町～渋谷1号の送電ルートを確認することを目的とし、土木工事においては線路下横断管路、線路近接箇所での管路敷設、土留め壁等の工事を進めている。

今回報告する大井町交流変電所の工事内容は、京浜東北線 北行・南行、東海道線 上り線・下り線の4線を非開削推進工法(φ900mm L=20.2mm)で線路下(R.L-約 3.2m)を横断させ、その後、電気用ハンドホールを構築するものである。施工箇所である京浜東北線の軌道構造は、通常のバラスト軌道ではなく省力化軌道である。このため、軌道変状を生じた場合、タイタンバによる軌道整備で直ちに復旧ができない状況である。地質は、埋土、粘性土が主とした N 値 0～1 と軟弱地盤である。

以上より、路盤隆起・陥没などの軌道変状に留意した計画及び施工が必要であった。また、立坑構築時の支障物撤去に伴う工程遅延により、ハンドホール構築前に送電ケーブル延線(電気施工)を行うなど、工程短縮・施工調整が必要であった。

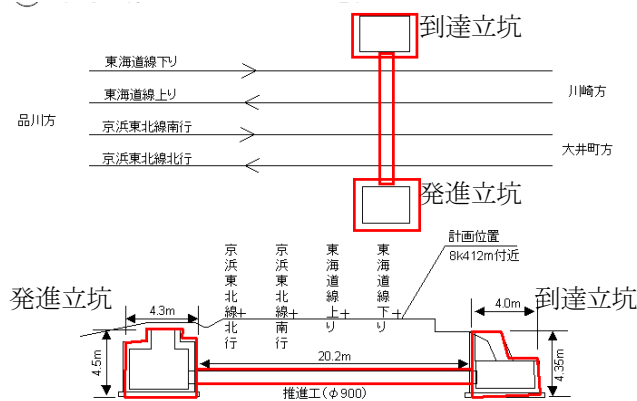


図-1 横断管路(推進)概要図

2. 推進工法の選択について

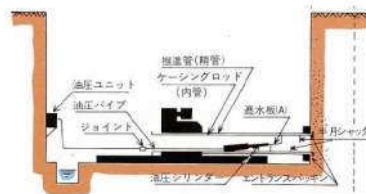
当初計画の推進工法は、土質条件及び経済性等から圧密工法であるアイアンモール TP-80(2 工程方式)で計画した。しかしながら、到達立坑構築時の土留杭打込みの際、既設特高トラフ付近に支障物(コンクリート塊)が多数出現し、人力による支障物撤去を余儀なくされ、撤去に時間を費やすこととなった。また、当初計画の推進工法は 2 工程方式であり、到達立坑の構築が完了していることが絶対条件であった。当初計画のままでは、電気側への引渡し期日に遅延が生じるため推進工法の見直しを行った。なお、推進工法の選定には、安全性、工期、施工性、経済性を考慮し、以下の条件を考慮する必要があった。

- (1)軌道に与える影響が少ない工法であること。
- (2)N 値 0～1 の軟弱地盤での推進が可能であること。
- (3)支障物の回収が可能な工法であること。
- (4)地下水以下で安全に施工が出来る工法であること。
- (5)到達立坑構築完了前に推進可能な工法であること。

これらの諸条件を踏まえて、推進工法の比較検討を行った(表-1)。比較検討の結果、水平ボーリング方式 2 重ケーシングの SHM800 に選定した。本工法の線路下推進実績を調査した結果、φ800mm の実績はあるが、φ900 の実績はなかった。しかしながら、推進時の軌道監視・施工管理を確実に行うことで本工法を採用することとした。

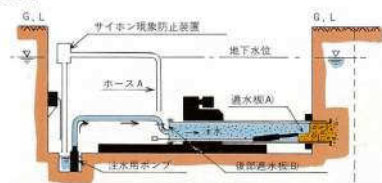
初期推進 (線路閉鎖作業)

遮水板A(取込制御装置)を閉塞し、推進を開始します。



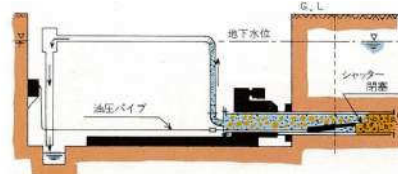
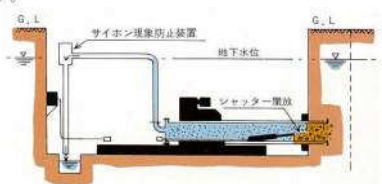
管内注水 (線路閉鎖作業)

遮水板(A)まで推進後、後部遮水板(B)を閉塞し内管内に注水を行い、ホースAに切替ます。



1本目推進 (線路閉鎖作業)

遮水板Aを開放し、油圧パイプをジョイント部で切り離し1本目の推進を再開します。



推進管1本目を推進完了後、油圧パイプを連結し、遮水板Aを閉塞します。
 ※地下水が管天端付近のため、サイホンを使用していない。

図-1 SH 工法 (SHM800) の作業工程フロー図

キーワード:線路下推進、省力化軌道

連絡先:*〒108-0014 東京都港区芝五丁目 33 番地 36 号 TEL03-3453-1431

**〒140-0005 東京都品川区広町 1-5-21

TEL03-6431-9964

3. 推進工施工時の留意点と結果

本工法は先端ビットを変えることにより、岩盤でも切削可能であり、支障物が出現した場合には有効な工法である。しかしながら、方向制御装置を持たないため施工精度に難がある。そこで、推進管(L=2.0m)1本毎に取込制御弁にある測量基準線で方向・高さを測量し精度管理を行うこととした。推進中は想定通り、コンクリート塊や木片が確認された。支障物に当たりそのまま推進を継続した場合には、軌道変状や偏荷重が作用し管路自体が蛇行するおそれがあるため、掘進速度を遅くして慎重に施工を行った。軌道監視は、推進時の軌道検測とレールの高低確認及び初電 3 本目までの目視による動揺確認を実施した。なお京浜東北線は省力化軌道であるため、通常使われている基準値である「当日仕上り基準」ではなく、自主管理値±2.0mm を設定し管理を行った。また、路盤陥没・隆起の異常時対応を速やかに行うため、軌道整備機器、バラスト詰めパイスケ、軌道調整パッドを現場に常備した。

推進精度は、鉛直方向 30mm、水平方向 18mm の施工誤差が生じたが、自主管理値±50mm 以内であった。入念な施工管理、慎重な施工を行ったことにより軌道変状を生じることなく、自主管理値以内に施工を完了した(表-2)。

4. まとめ

今回、推進工法の見直しにより、到達立坑掘削完了を待たずに推進工の施工が可能となった。これにより、当初計画より 0.8 ヶ月の工程短縮が可能となり、送電ケーブル延線の電気引渡しを予定通り行うことができた。また、当初計画と比較し、約 3%のコストダウンを図ることが出来た。

原稿執筆時点では、ハンドホール躯体コンクリートの施工を行っている。引続き関係箇所との調整を行い、安全かつ品質の良い施工を行う所存である。



写真-1 全景

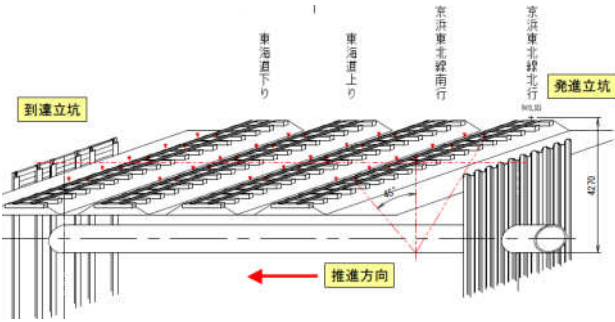


図-2 レールレベル測量測点図

表-2 省力化軌道部（京浜東北線 8k 415m）測定結果

線路名	測定内容	軌間	高低	通り	水準	平面性
	基準値	±2.0mm	±2.0mm	±2.0mm	±2.0mm	±2.0mm
京浜東北(北)	施工中(最大変位量)	0mm	0mm	0mm	0mm	0mm
京浜東北(北)	施工後(最大変位量)	0mm	-2.0mm	0mm	0mm	1.0mm
京浜東北(南)	施工中(最大変位量)	±1.0mm	-1.0mm	-1.0mm	-1.0mm	-1.0mm
京浜東北(南)	施工後(最大変位量)	0mm	-2.0mm	0mm	0mm	0mm

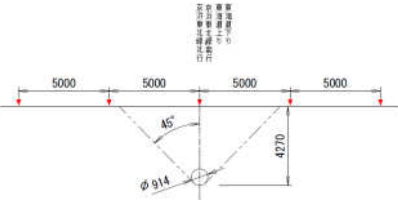


図-3 軌道検測測点図

表-1 推進工法比較検討

適用機種	一工工程式推進		圧入二工工程式推進		一工工程式推進	
	SHM4800		アイアンモールドP80		アイアンモールドP90S	
特徴	水平ボーリング方式(2重ケーシング)軟弱地盤から、玉石、転石混じり砂礫地盤、岩盤まであらゆる土質で施工可能。推進管内に切削ビットの回転と、排土に供するケーシングブロット(内管)を組み合わせた二重ケーシング方式であり、推進管を回転させない。先端開放型であるが、取込制御装置で先端を閉塞可能である。		圧入方式は、最初に先導体を圧入させた後、これを案内として推進管を推進する。本方式は、一般に軟弱な地盤に多用される。第一工程で、先導体を圧入推進させ、第二工程で誘導管を案内として小口径推進管を推進する。第一工程には、先導体として圧密ジャッキヘッドを用い、先導体には遠隔方向制御装置を有し、方向修正を行う。第二工程は、誘導管後部に拡大カッタと推進管を接続し、スクリュコンベヤをセットした誘導管を案内として到達立坑側へ排土しながら小口径推進管を推進する。適用範囲は、N値0～15程度あり、推進区間の延長は50～60m程度である。		泥土圧方式は、泥土圧式先導体に推進管の先端を接続し、掘削土砂の塑性流動化を促進させるための添加材注入とピンチ弁の採用により、切羽の安定を保持しながらカッタの回転により掘削を行い、掘進量に見合った排土を行うことで切羽土圧を調整しながら推進する方式である。排土は、スクリュコンベヤ及びケーシングにて発進立坑に排土する。適応土質は粘性土・砂質土の帯水層、硬質土、砂礫土等であるが、先導体の先端カッタにディスクカッタやローソン型クラッシングヘッドを装備することにより、礫、玉石混り土まで対応することができる。推進延長は、60～80m程度	
発進及び到達立坑	推進工は発進立坑のみで行う。		一工程目は発進立坑のみの作業であるが、二工程目では到達立坑においてパイロット管の回収及び残土処理を同時に行う必要がある。(到達立坑にクレーン車及び残土処理用のバキューム車が必要)		推進工は発進立坑のみで行い、到達立坑使用は先導体回収時のみ。	
地上(軌道)への影響	陸起		陸起		陸起	
	○		△		○	
地上(軌道)への影響	沈下		沈下		沈下	
	△		△		△	
地上(軌道)への影響	水平ボーリング方式であるが、掘削面(切羽)がオープンであるため、地山の緩み、崩壊が懸念される。このため、通常は地山が自立することが基本条件となる。今回の対象土質はN値が40～110程度となっているが、粘性土であること、また、長期にわたり列車荷重により圧密されていると考えられ、実際の地山は圧状固り良好と見られる。また、取込制御装置で排土を抑制することで、沈下を防止できる。		一工程目は、小口径であるが完全な圧入方式となるため多少の陸起の危険性はある。二工程目は、圧入及び切羽であり、推進速度の調整及び掘削回転により管理する。取込み口の閉塞(バラスト等)による、陸起及び推進不能の可能性が心配される。		圧入方式であるため、沈下の危険性はほとんど無い。	
	掘削面(切羽)がオープンであるため、地山の緩み、崩壊が懸念される。このため、通常は地山が自立することが基本条件となる。今回の対象土質はN値が40～110程度となっているが、粘性土であること、また、長期にわたり列車荷重により圧密されていると考えられ、実際の地山は圧状固り良好と見られる。また、取込制御装置で排土を抑制することで、沈下を防止できる。		一工程目は、小口径であるが完全な圧入方式となるため多少の陸起の危険性はある。二工程目は、圧入及び切羽であり、推進速度の調整及び掘削回転により管理する。取込み口の閉塞(バラスト等)による、陸起及び推進不能の可能性が心配される。		掘削面(切羽)がオープンであるため、地山の緩み、崩壊が懸念される。このため、通常は地山が自立することが基本条件となる。今回の対象土質はN値が40～110程度となっているが、粘性土であること、また、長期にわたり列車荷重により圧密されていると考えられ、実際の地山は圧状固り良好と見られる。また、取込制御装置で排土を抑制することで、沈下を防止できる。	
施工精度	△		◎		△	
	制御方法を持たないため、他の工法に比べ精度が悪い		一工程目をパイロット管として施工するので、施工精度は良い。		密閉型のマシンなのでヘビークエイトとなり、軟弱地盤においては制削が困難となる可能性がある。	
工程	◎		×		△	
	発進立坑側からの施工であり、到達立坑の工程に影響を受けない。		到達立坑側への排土となるため、到達立坑の掘削完了が条件となる。		発進立坑からの施工だが、マシンの回収は到達立坑となる。	
総合評価	◎		○		△	