

機械掘削によるHEP&JES工法の急速施工

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 澤村 里志
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 玄順 貴史

1. はじめに

本工事では、HEP&JES工法の急速施工を目的として、上床エレメントの施工における機械設備の検討、軌道変状対策を行うことにより、1晩で1本(11.6m)のエレメントの施工を行った。本稿ではHEP&JES工法の施工におけるエレメントけん引速度向上に向けての検討と実績について報告する。

2. 施工条件

施工区間は、複線区間であり、上床エレメントの施工期間中は45km/hの徐行手配を行った。線路閉鎖間合いは、上り線で最大180分、下り線で最大114分の間合いがあるが、上下線の間合いが重なるのは、40分程度である。

エレメント長は、11.6mで接続部が介在しない1本のエレメントを基本としている。また、立坑の延長は20.0mである。上床版エレメント掘削方法の内訳は、上床版計23本の内、機械掘削は14本、人力掘削は9本(基準管(A)1本、両端部(G・E)2本、水路支障部6本)である(図-1)。尚、土被りは1.0m程度、土質は粘性土である。



図-1 断面図

3. けん引速度

機械掘削における既往のけん引速度実績は、平均で40~65mm/min、一晩の施工実績として4~6m程度が一般的である。これらのエレメントけん引速度は、エレメントけん引に伴う軌道隆起・沈下を生じない範囲で、刃口、ベルトコンベア等での土砂の閉塞によるタイムロスが発生しない程度に速度を抑え、経験的に行なわれている。今回の施工では、1本のエレメントを発進立坑の鏡切からけん引を開始し、到達側での刃口回収までを一晩で行うことを目標とした。必要とされるけん引速度は、線路閉鎖時間の短い下り線側(114分)で軌道整備時間30分を考慮した84分間において、

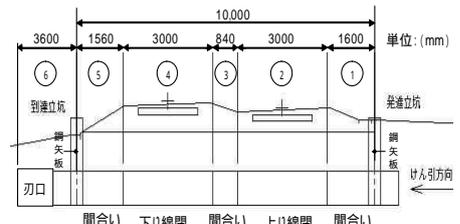


図-2 施工条件図

区間の4,560mm(図-2)をけん引する場合、55mm/min以上となる。このため、急速施工の実現に向けて、時間的余裕を考慮し必要とされるけん引速度の倍程度となる100mm/minを目標けん引速度に設定した。

4. 急速施工に向けての課題と対策 - 機械設備能力

(1) 地山の取込み状況改善

けん引速度を向上させると一般に地山の取込み量が不足し、地表面は、隆起傾向を示す。従来、HEP&JES工法の施工においてはカッター回転数をほぼ固定しており、地表面の影響やけん引力を観察しながら、けん引速度を決定するという方法が一般的である。このため、けん引速度を向上する場合、刃口の形状をできるだけ取込みの良い形状とする必要がある。今回の施工では、従来型刃口(写真-1)に加え、刃口側面が開口し、リボンスクリューを1ピッチ(350mm)前方に延伸させた改良型刃口(写真-2)の2種類を採用した。14本の機械掘削のうち、起点方の5本を改良型刃口により、終点方の9本を従来型刃口により施工した。



写真-1 従来型

写真-2 改良型

(2) ベルトコンベアの故障リスク低減

ベルトコンベア故障の主な原因は、土砂がリボンスクリューからベルトコンベアへ落ちる際の偏りや排土量の増減により土砂がこぼれ、その土砂がベルトコンベアに詰まることによるものである。このため、リボンスクリューの吐出し口に防護板を設置した(図-3)。

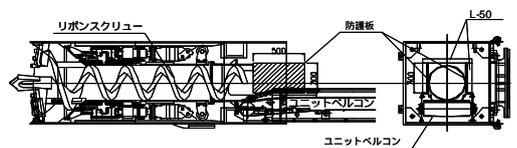


図-3 土砂防護板設置図

キーワード 地下構造物, 非開削工法

連絡先 〒980 8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 TEL022-266-3713 FAX022-268-6489

5. 急速施工に向けての課題と対策 - 軌道変状対策

(1) エレメントけん引に伴う軌道隆起対策

軌道隆起対策として、エレメントけん引時は、エレメント直上のマクラギ2~3間分のバラストを事前に撤去し、マクラギ下を50~100mm程度すかすこととした。なお、列車通過時には短マクラギにより仮受し、けん引終了後はバラストを復旧、軌道整備を行う。施工期間がレール温度上昇期(4/1~7/19)に該当することから、バラストに手を入れた箇所についてはマクラギ3本に1本の割合で座屈防止板を設置することとした。

(2) エレメントけん引に伴う軌道変状(通り)対策

エレメントけん引時の軌道通り狂いを防止するために行なったエレメントと地山の摩擦低減対策を図-4に示す。上り線への対策は、厚さ6mmの鋼板(FCプレート)をエレメント上面に設置し、刃口が上り線を通じた後、発進側鋼矢板と鋼板とを溶接固定し、鋼板を上り線路下に残置することで、刃口が下り線を通ずる際の上り線への影響対策とした。

断面図		記号
けん引前	到達側 下り 上り 発進側 FCプレート	鋼板(6×914×1824)3枚を溶接でつなぎ、エレメントにボルトで固定する。(上り線対策) 鉄板、エレメント上面に滑材を塗布する。(上下線対策)
けん引中		上り線通過後、ボルトを外し、発進側鋼矢板と鋼板(FCプレート)を溶接固定、鋼板を上り線路下に残置する。(上り線対策)
けん引後		鋼板を上り線路下に残置した状態とすることで、下り線路上エレメントけん引時における上り線への影響対策とする。

図-4 摩擦低減対策図

この他、けん引中における地盤との摩擦低減を目的とし、エレメントおよび鋼板の上面に滑材を塗布した。

6. 施工結果

(1) けん引日数

機械掘削14本の内、電化柱基礎が支障する2本を除き、けん引作業1本/1夜という当初目標を実現した。これにより、当初計画ではエレメント1本の施工について3日(けん引2日、段取り替え1日)であったのに対し、実績では2日に短縮できた。この結果、起点方(5本)では5日、終点方(9本)では7日の工期短縮を実現した。

(2) けん引速度

従来型刃口(B9)、改良型刃口(F1)のけん引速度とけん引距離の関係を図-5に示す。従来型刃口B9は、上り線線路下までは70mm/min程度、下り線線路下では85mm/min程度のけん引速度で推移している。一方、改良型刃口F1は、上り線線路下までは70mm/min程度、下り線線路下では100mm/min程度のけん引速度で推移している。上り線線路下のけん引速度が低い理由は、上り線の線路閉鎖間合いに比較的余裕があり、上り線のけん引速度を下り線と同程度まで向上しても手待ちが生じるためである。下り線の線路下におけるエレメント1本ごとの平均けん引速度から、刃口の別によるけん引速度を比較すると、従来型刃口では平均77mm/min、改良型刃口では平均90mm/minであり、改良型刃口の方が下り線線路下におけるけん引速度が高いという結果となった。これは、改良型刃口ではカッターヘッドが前方に延伸していることから、けん引掘削に伴う土砂の抵抗が減少したためと考えられる。

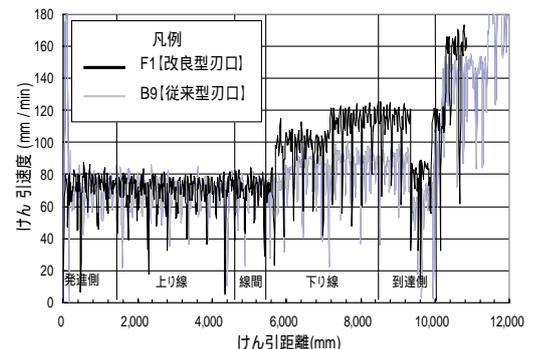


図-5 けん引速度(B9・F1)

(3) 最大けん引力

従来型刃口(B9)、改良型刃口(F1)のエレメント施工時のけん引力は、設計けん引力835kNに対し、最大けん引力は従来型刃口(B9)599kN、改良型刃口(F1)で455kNである。地山を取り込みやすい構造とした改良型刃口は、従来型刃口と比較し約2割程度けん引力が小さくなった。

(4) 軌道変位

軌道変位の計測は、レール側面に設置したミラーをトータルステーションにより30分毎に測定した。今回の施工では、エレメント直上のバラストを撤去後にけん引するため、線路下けん引に伴う軌道変位は生じていない。また、下り線線路下を刃口が通過する際、上り線のバラスト復旧後となるが、このときの上り線への影響は高低、通りとも1mm未満であり、レール補剛桁とフリクションカットの効果により、軌道への影響は見られなかった。

7. まとめ

線路下横断工事の工期が長くなる要因の一つである線路閉鎖作業に制限される上床エレメントの施工を機械設備の検討、軌道変状の対策を行うことにより、一晩に1本(11.6m)のエレメントの施工を実現した。