

土被りの薄い非開削工法における線路下構造物施工の一考察

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所

会員 ○阿部 久乃
会員 池野 誠司
花田 正喜

1. はじめに

宮城県が進める長沼ダム建設事業地のダム湖西岸に位置する梅ヶ沢地区は、周囲を丘陵地と長沼に囲まれた沢の形状となっている。長沼ダムが完成し洪水調整をすることにより同地区が排水能力減退となるため、山地部雨水排除対策として承水路を新設する計画である。これに伴い、東北本線と交差する南北2箇所線路下横断水路の新設を行うものである。

本稿では、南側について土被りの薄い条件下での軌道への影響を最大限考慮し、施工方法を変更した検討内容およびその結果に対する一考察について述べる。

2. 工事概要

本水路の延長 31.2m のうち、線路直下をけん引した鋼製管を繋げコンクリートを充填させた JES 構造(函体)(L = 13.5m、B=7.4m、H = 4.0m)、法面部を RC 構造(L = 17.7m、B=7.4m)として水路を新設する(図1,2)。

本工事では、非開削工法である HEP&JES 工法を採用した。HEP&JES 工法とは、角型鋼管(以下エレメント)をけん引し、特殊な継手で連結させ、本体利用する工法である。掘削方法は、初めにけん引する基準管と最後にけん引する調整管を人力掘削とし、それ以外を機械掘削として計画した。

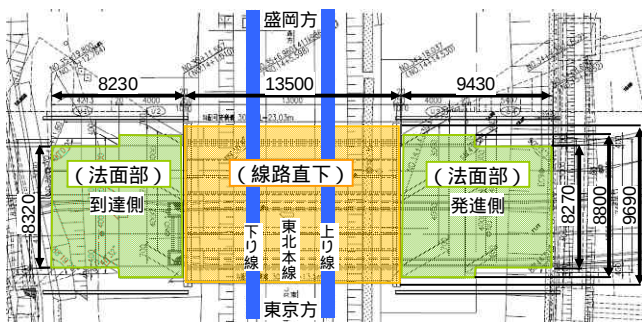


図1 平面図

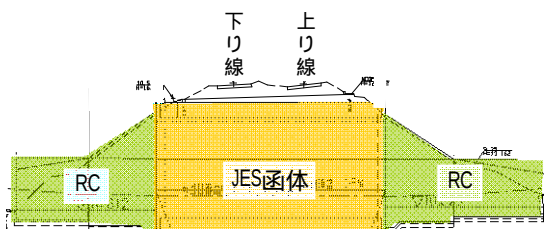


図2 側面図

3. 軌道変状に配慮した施工計画

本水路は、路盤面から函体上面までの土被りが最少 400 mm 以下であるため、HEP&JES の施工にあたり軌道変状対策を検討した。

(1) 軌道構造の剛性強化

レールの剛性を高めてレールの変状を抑えることを目的に、本工事の中で軌道変状のおそれのある範囲に補鋼桁を設置し列車の安全運行を確保する(図3)。また、軌道の横方向の移動を防止する道床横抵抗力の確保を目的に、マクラギの両端に座屈防止板を設置する(図4)。

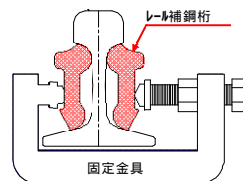


図3 補鋼桁

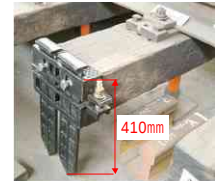


図4 座屈防止板

(2) フリクションカッタープレート (FCプレート) の採用

到達側の下り線直下を掘削する場合、上り線直下では鋼製管のけん引に伴い上部路盤の共引きが懸念される。そこで、エレメントの上部に FC プレート (薄鉄板) を取り付け、下り線影響範囲の施工時における上り線への影響の低減を図る。

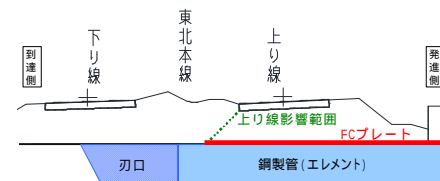


図5 FCプレート

(3) バラストの撤去

エレメントの先端が上向きとなり軌道を押上げる隆起対策として、上床部の施工前にマクラギ周囲のバラストを撤去する(図6)。また、撤去時間を短縮しけん引時間を増やすため、事前にバラストを撤去しバラスト土壌に置換え、社内基準に基づき 35km/h の徐行運転とする。

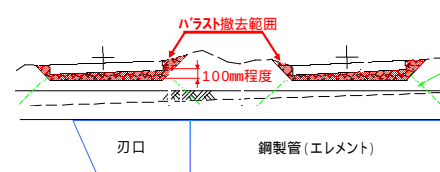


図6 バラスト撤去範囲

キーワード: HEP&JES

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 TEL 022-266-9667

4．上床エレメント人力施工時に発生した事象

基準管施工時にバラストの陥没や切羽下部の地盤が固く、さらに下り線ではエレメントのけん引に伴いエレメント上部の路盤が共引きされる状況が確認された。この状況下における上床部の機械掘削施工は、軌道が大きく陥没し復旧が遅れ列車運行に支障するリスクが懸念された。そこで、標準管一本目以降の施工方法について再検討した。

(1) 人力施工による地盤状況の確認

上り線側の切羽面下部の砂礫層 100～400mm でプレートカの使用が必要となる硬い地盤がある(図7)。

下り線の切羽上部にバラスト混じり砂の層があり、上下線間付近では切羽面上部 200～400mm に締固められず自立しないバラストの層がある(図7)。

基準管施工時の陥没を受け、標準管一本目ではバラストの置き換え範囲を拡大し、マクラギ直下のけん引ストロークを短くするなど対策を講じたが線間やマクラギ端で陥没したため以降も同箇所で陥没する可能性が高く回避することは難しいと推測された(図8)。

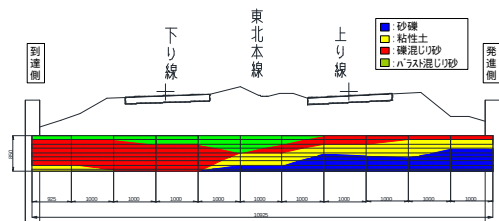


図7 地質の現況図

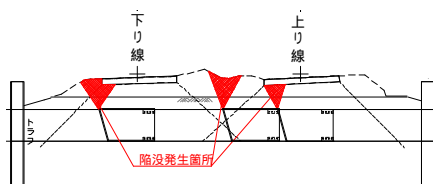


図8 バラスト陥没発生箇所図

(2) 機械施工で想定されたリスク

切羽防護の違いによる非けん引時の道床陥没

列車運行中の切羽対策として人力掘削では矢板による確実な切羽防護ができるが、機械掘削ではオガという掘削機械を押付けて土砂を圧縮させ切羽を防護する。バラスト層がある場合の機械掘削においては、切羽先端の土砂が比較的緩み易いと想定され、結果上部のバラストが崩れて道床陥没が発生する(図9)。

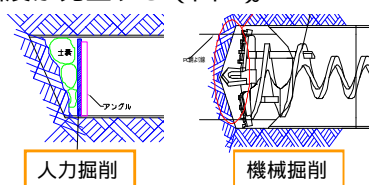


図9 切羽防護図

けん引中の陥没

オガ先端は上部鉄板より露出しており上部防護ができないが、切羽下部の硬い地盤を掘削するため同一箇所でおガ回転を繰り返すと、オガ先端からバラストを取り込み続けて大きな陥没が発生する(図10)。

施工精度の悪化

オガの四隅は刃が当たらないため切羽下部の硬い地盤を掘削できずエレメントが跳ね上がり、高さの施工精度を侵す。(図10)

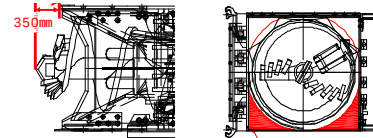


図10 オガ概要図

5．上床版けん引結果および考察

本施工では前項での検討を踏まえ、上床部を全て機械掘削から人力掘削へ変更した。ここでは、けん引結果およびそれに基づく考察を記載する。

上床部完了時のけん引方向の軌道変位は、最大で6mm程度であった。現場は踏切に近い曲線区間であり軌道変位が発生しやすい環境であることを考慮すると、軌道整備が必要となる値を下回っていたことから座屈防止板の効果はあったと言える。また、陥没発生時に高低変位が発生しなかったことから補鋼桁の効果もあると言える。

下り線施工時に上り線のバラスト土嚢を撤去しなかったが、上り線の軌道変位は最大で1mm程度の動きで軌道整備が必要となる変位は無かったためFCプレートによる供引きの低減効果があったと想定される。施工中に軌道陥没が多数発生したことを受けて陥没に対する検討と対策を講じた。本現場のように土被りが小さい場合は、当初計画において隆起と陥没双方の対策について検討すべきと言える。

基準管施工時に機械掘削のリスクを感じ、基準管の次に施工するエレメントを人力掘削へ変更し以降の施工方法を再検討した。被りが小さい場合、基準管施工時等の早い段階からリスク回避判断のため、掘削断面のバラスト層や固い地盤に着目して断面の地質を記録し、機械掘削のリスクを回避できるか検討すべきと考える。

6．おわりに

今回、軌道変状リスクの高い上床部の施工において、結果的に軌道変状もなくけん引を完了することができた。今回の施工結果および検討を今後の同種工事の計画策定の参考としていただければ幸いである。