

線路下を横断するエレメント推進（JES 工法）における軌道変状対策の計画と実績

東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正会員	○柳田 健雄
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正会員	西條 信行
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正会員	井上 崇

1. 工事概要

本工事は、盛岡市が進める北上川水系一級河川南川の河川改修事業に伴い、当社東北本線岩手飯岡・仙北町間において、河川橋りょうの新設及び旧河川橋りょうとなる津志田橋りょうの撤去を行う工事である。線路下及び新幹線高架に近接する範囲の函体の施工と現橋りょうの撤去を当社にて行う。本稿では線路下を横断する JES 工法函体の推進時における軌道変状対策について報告を行う。

2. 構造概要

線路下函体の構造形式を図-1 に示す。箱型鋼管コンクリート製の 2 層 1 径間箱型ボックスカルバートであり、内空幅は 5.0m、内空高は 6.5m である。特徴として、中層版により上層水路と下層水路を分けており、上層水路は前後の区間で親水性を持たせ、豪雨等で水位が高くなった時は下層水路に落水することで治水機能を有する水路となる。

函体の構築位置の土被りは 300mm 程度で、土質は河川堆積物からなるシルト、粘土、礫混りの砂層から構成される。

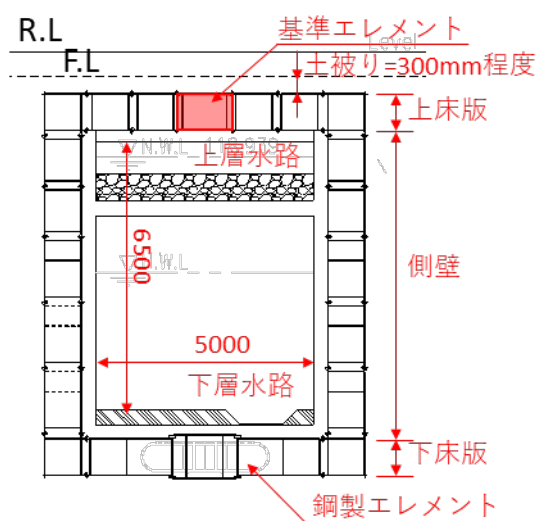


図-1 函体構造図

3. 施工方法

鉄道営業線下を横断する函体の施工方法は、JES 工法を採用している。JES 工法とは特殊な継手（JES 継手）で鋼製エレメントをつなぎ合わせて、線路下や道路下に非開削で構造物を構築する工法である。従来の非開削工法に比べて、軌道等の掘削上部への影響を抑えられること、鋼製エレメントはコンクリートを充填することで本体構造物として利用することができるため、線路防護用の仮設工を省略し、工期短縮とコストダウンが可能な工法である。

4. 施工条件

本函体は土被りが非常に小さいため、上床版の推進作業は、軌道に与える影響を考慮して列車の進入を防止する措置（以下、線路閉鎖）により工事を行うこととした。東北本線は夜間においても貨物列車の運行があるため、線路閉鎖時間が非常に短い線区となる。当該現場では上り線は 23:49～3:12（203 分）、下り線は 1:16～3:53（152 分）が作業時間となる。上下線同時線路閉鎖時間は 1:16～3:12（116 分）と短時間の中での施工となる。

5. 軌道変状の概要と原因

上床版の基準エレメント推進時に軌道変状（最大水準+20mm、高低+28mm）が発生した。この変状は軌道の押上げが原因であると想定されたため、後日線路閉鎖時間内でマクラギ下を掘削し、路床内の埋設物等の調査を実施することで原因究明を行った。調査の結果、事前に施工した薬液注入用の塩ビ管（外径 φ50mm）が存置されていること、路盤内に 100～150mm 程度の玉石・礫が多く積層していることを確認した。これより、刃口の継手部が塩ビ管を引っ張り込んだ結果、直上の玉石・礫を押し上げたことが変状の原因であると推測した。

変状の原因と推測された塩ビ管を、事前に撤去したうえでエレメント推進を実施したが、引き続き軌道変

キーワード 線路下横断管路、アンダーパス、JES 工法

連絡先 仙台市青葉区一番町一丁目 3 番 1 号

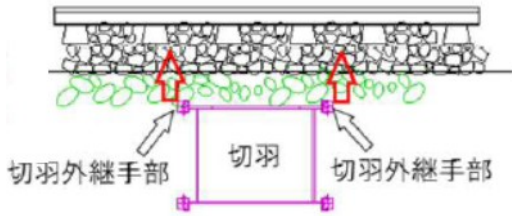


図-2 路盤押上げのイメージ図

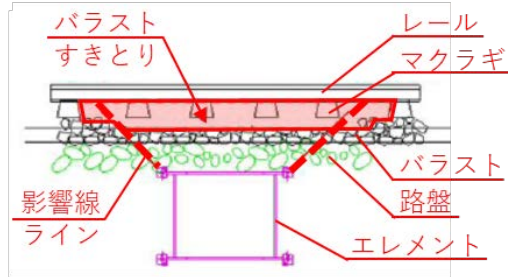


図-3 バラストすきとりイメージ図

状が観測された。推進の結果から、原因は図-2 に示すように、基準エレメントの JES 継手が直接地山に貫入されることに加え、低土被り（300mm 程度）の路盤内で玉石・礫が継手の突出部（45mm 程度）によって押し上げられたことが一因であると考えられる。

6. 軌道変状対策及び工程に対する検討

6-1. 軌道変状対策

JES 継手による玉石の押し上げ対策として、マクラギとバラストとの縁切りを実施した。縁切り範囲は JES 継手からの影響範囲を想定し、図-3 に示すように、マクラギ下のバラストをマクラギ 4 間～5 間分すきとることで路盤の押し上げが発生してもバラストを伝って軌道の影響を抑える計画とした。工程の都合上、温度上昇期にバラストを緩める作業を行うが、レールの張出しを防止する対策が必要となるため、保守部門と協議の上、道床横抵抗力を確保するための座屈防止板の設置及び運行列車の徐行（35 km/h 以下）を行うことで安全輸送を確保することとした。

6-2. 軌道変状対策による工程に対する検討

軌道変状対策を実施することで、日々の作業に「バラストすきとり」～「座屈防止板の取外し」～「バラスト復旧作業」が追加となった。当初計画ではエレメント推進時間が上り線で 182 分（下り線 136 分）確保できていたが、作業が追加されたことにより上り線で 107 分（下り線 61 分）まで減少した。この推進可能時間から工期を再度検討した結果、約 2 ヶ月程度工期が延長することから、これを短縮することが課題となった。そこで、追加作業となったバラストすきとり～復旧作業に掛かる時間を短縮する案の検討を行った。当

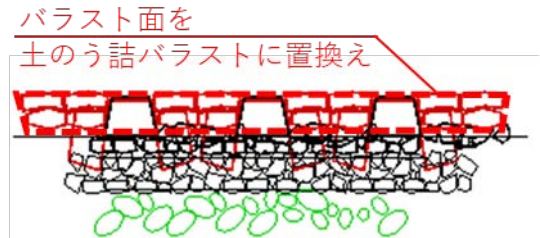


図-4 土のう置換え

表-1 サイクルタイム表（下り線）

	時間 (分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
前作業	5 5																
道床 すきとり	35 20																
エレメント 掘削・推進	61 86																
軌道復旧	40 30																
後作業	11 11																

該区間は徐行を手配しており、徐行速度内であればバラスト表面のすきとり、バラスト土のうによる置換えが可能であった。図-4 に示すように、バラスト土のうによるバラスト層の置換えを実施したことにより、表-1 で示す通り、道床すきとりが 10 分、軌道復旧～軌道整備の時間が 15 分の計 25 分を日々エレメント推進時間とすることが可能となった。結果、エレメント内の掘削～推進を 2 サイクル分（1 サイクル約 150mm 推進）の推進量を増加して施工することができた。

7. 施工結果

対策工を実行することにより路盤の押し上げを要因とした軌道変状の事象発生を抑えることができた。

工期については、軌道変状への対策作業が増加したが、作業内容を検討した結果、想定していた工期の延長分を約 2 ヶ月から約 0.5 ヶ月まで短縮することができた。サイクルタイムで検討した土のう袋詰バラストの撤去復旧については、計画では撤去に 20 分の計画だったが、実績では 17～18 分程度だったため、計画通りに作業を進めることができた。約 0.5 ヶ月分の工期延長分は軌道への影響が無いと想定され、列車運行時間内でも作業が可能となる側壁・下床エレメントの作業時間を調整することで、エレメント推進を所定の工期内で実施することができた。

8. おわりに

当現場を含む一級河川南川は令和 2 年度の河川切換となるため引続き安全作業で工事を進めていく所存である。本稿でまとめた施工計画、施工実績及び軌道の変状対策が今後の類似工事の参考になれば幸いである。