

軟弱粘性土地盤における線路下横断工の計画 - 成田線(我孫子線)木下・布佐間電ヶ崎Bv -

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 久保木 利明
正会員 吉田 明寛

1. はじめに

本工事は、千葉県が計画する主要地方道千葉・電ヶ崎線のバイパス事業に伴い、JR成田線(我孫子線)との鉄道交差部に道路ボックスカルバートを新設するものである。線路下横断工として非開削工法を選定したが、電ヶ崎Bv周辺は軟弱な粘性土地盤が分布しており、工事施工に伴う軌道変状(隆起・沈下)とそれに起因する輸送トラブルの発生が懸念される。今回、工事施工に本格着手することから、軌道変状リスク管理を通じて施工計画の概要を述べる。

2. 工事概要 及び地質概要

本工事では、JR線(単線・盛土構造)の線路直下に HEP&JES 工法により1層1径間ボックスカルバートを構築するものであり、土被りの最小厚さは約1.9mである。(図-1を参照)土層構成は、レールレベル(R.L)~-2.7mまで盛土が存在し、これ以深には、N値=2程度の表土(F)及び砂質土層(As1)を挟んでN値=0の非常に軟弱なシルト層(Ac)が22mにわたり堆積している。さらにTP-25m~-30m以深になるとN=50の洪積砂層(Ds)が堆積している。

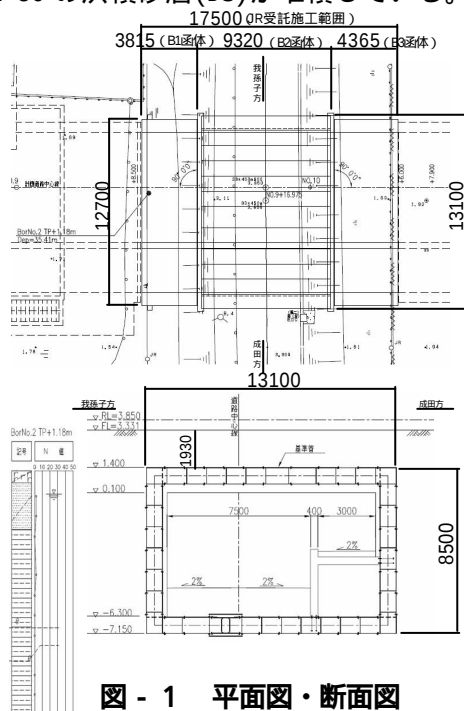


図-1 平面図・断面図

3. 施工方法

HEP&JES 工法は、非開削の線路下横断工法の1つで、エレメントけん引工法(HEP工法)と鋼製エレメントの継手工法(JES工法)を組み合わせた施工法である。当現場における全体施工フローとエレメント施工順序図を図-2, 3に示す。

函体の施工は、まず上床版基準エレメントの掘削けん引からおこなう。次に基準エレメントを中心に左右方向へ一般部エレメントを掘削けん引し、側壁1段目まで完了した後、裏込め注入・継手グラウト注入・コンクリート充填を繰り返して側壁、下床版を同様に施工して最後に閉合部分の調整エレメントを施工する。その後、ボックス内の掘削、内装工を施し完成する。なお、今回は軟弱粘性土地盤で地下水位も比較的高いことから、地盤沈下防止や止水を目的とした補助工法(地盤改良工・薬液注入工)を実施する。

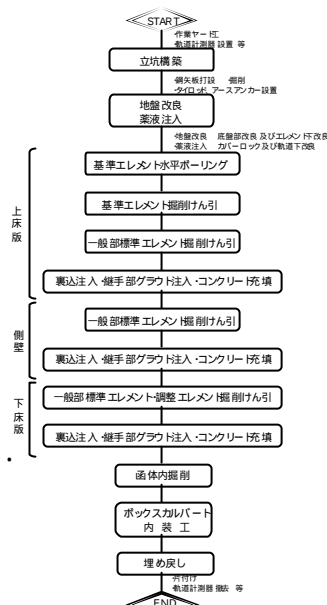


図-2 施工フロー

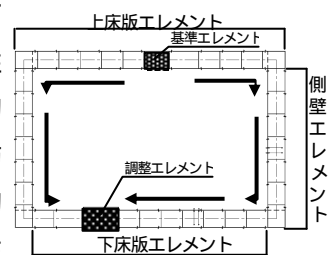


図-3

エレメント施工順序図

4. 軌道変状リスク管理

過去の施工事例では、HEP&JES 工法による著大な軌道変位は、土被り厚が小さく地盤が悪い等の条件下で JES エレメントを施工する際に発生するケースが多い。当現場の施工条件にも類似点が見受けられることから慎重な施工が求められており、施工計画段階での事前のリスク洗い出しによる入念な対策検討と施工時における列車の走行安全性を確保するための軌道計測管理が重要となる。

キーワード 線路下横断工, HEP&JES, 軟弱地盤, リスク管理, 軌道計測

連絡先 〒260-8551 千葉県千葉市中央区新千葉1丁目3番地24号 JR東日本 千葉支社 工事課 TEL043-225-9153

(1) リスクの事前検討

作業工種ごとにリスクの所在を整理したチェックリストを作成し、考え得る軌道変状リスクについては事前のリスクマネジメントを徹底した。検討結果の一部（上床版の一般部エレメント施工）を表-1に示す。

表-1 軌道変状リスク対策チェックリスト

工種	施工内容	軌道変状リスク A, B, C	考えられる軌道変状 リスク	軌道変状リスク対策
大工種	詳細工種			
上床版	一般部 エレメント 設置工	A	掘削時、支保物により 踏破を発生させる。	・原則、線路閉鎖作業とする。（ただし、土質、土質、地下水条件等 によるため、詳細は、仮設マニュアルによる） ・掘削機のけん引力または推進力の計測を行う。
			・掘削機オーガートルク値の計測を行う。	・バラストを一部で置き、エレメント挿入後に復旧する。
			・事前に支保物でつぎを行う。	・人力掘削に変更する。 （上床版 基準エレメント設置工参照）
			・掘削機オーガートルク値の計測を行う。	・掘削機オーガートルク値の計測を行う。
	一般部 エレメント 設置工	A	・軌道直下で掘削作業が終了しないよう、掘削管理を行う。	・掘削機オーガートルク値の計測を行う。
			・掘削機オーガートルク値の計測を行う。	・掘削機オーガートルク値の計測を行う。
	裏込め注入 工	A	・裏込め注入に伴い 踏破を発生させる。	・原則、線路閉鎖作業とする。（ただし、線区、土質条件、施工範囲等 により、個別の判断を要する場合は、別途検討とする。） ・注入圧は、ためし注入により管理上問題を決定し、それに基づいた 適切な注入管理を行う。
			・注入前に背面空洞の確認を行い、必要な注入量を把握する。	・裏込め注入施工箇所近傍の重点監視を行う。
	掘削機オー ガートルク 計測工	C	・軌道変状リスクなし。	
	コンクリート 充填工	B	・コンクリート充填前 施工上の配管を欠く ことにより、エレメント 上床版がはらみ軌道 を踏破させる。	・原則、線路閉鎖作業とする。（ただし、線区、土質条件、施工範囲等 により、個別の判断を要する場合は、別途検討とする。） ・当該エレメント近傍を重点的に軌道監視を行う。
			・コンクリート充填後の施工上の配管を確認を行う。（計画充填量 充填状況・打ち止め確認等）	

軌道変状リスク：A：リスク大 B：リスク中 C：リスクなし

実施対策：各々の軌道変状リスクに対し、現場で実施する軌道変状リスク対策は 印。

上床版エレメント施工時のように軌道変状リスクが大きい作業（表中リスク「A」）については、原則夜間線路閉鎖作業で実施するとともに軌道工による軌道監視、作業終了時等には軌道検測、必要により軌道整備をおこなうことを基本とした。

また、掘削機のけん引力やオーガートルク値、裏込め注入圧力等の数値管理項目については、当該現場における管理基準値を事前に定めておくとともに基準値を超過した場合の管理方法（上限値や対処法）を明確化した。

(2) 軌道計測管理

軌道計測管理は、列車の安全な運行を確実に担保するためのリスク対策として機能することが求められており、精度良く且つリアルタイムに軌道の状態把握をおこなう必要がある。当現場では、想定される軌道変位の進行速度等にも対応し、信頼性が高く自動計測が可能なリンク型軌道変状システムと水準計により軌道状態を監視することとした。計測器配置図を図-4に示す。

計測器の配置は、発進・到達立坑工、JES エレメント施工時の工事影響範囲を包含する L=55m を全体監視範囲とした。JES エレメントが線路直下を横断する軌道エリア L=20m は、重点監視範囲とした。

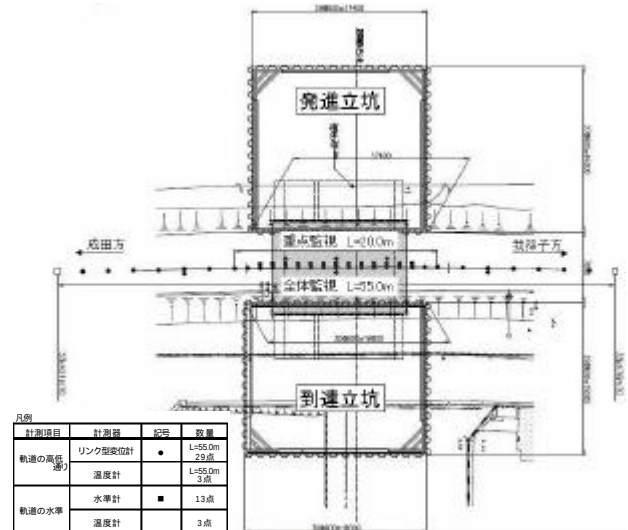


図-4 計測器配置図

なお、重点監視範囲は、水準計も併せて設置するとともにリンク式変位計の設置間隔を通常の半分にあたる 1.25m とし、より精度の高い計測ができるようにした。監視方法（計測頻度）も、「全体監視」と「重点監視」に区分し、作業工種ごとの軌道変状リスクに応じて重み付けした計測管理体制とした。監視方法を表-2に示す。

表-2 計測監視方法

名称	監視方法
全体監視	施工範囲全体において、施工期間全般にわたる監視 (計測頻度：1時間以内/回)
重点監視	軌道変状リスクの高い当該作業箇所近傍において当該作業施工中及び 初列車より10本または2時間にわたりリアルタイムでおこなう監視

重点監視時は、全体監視も包含して実施

計測管理基準値は、「軌道施設実施基準(在来線)」の軌道整備基準値(静的)を限界値として、限界値×0.7を工事中止値、限界値×0.4を警戒値としている。

また、工事施工中に管理基準値を超過した場合の対応方法や指令・保技セ等関係機関との連絡フローを作成し関係者への周知を図り、管理体制の構築を図った。

5. おわりに

竜ヶ崎Bvは、2008年4月に立坑工（立坑土留鋼矢板打設）に着手しており、今後、地盤改良工や薬液注入工等の軌道変状リスクの高い作業へ移行していく予定である。

なお、JES エレメントの施工にあたっては、地盤条件が悪いため、FEM 弾(粘)塑性解析による沈下解析等に基づき慎重に施工を進めていく所存である。施工実績についても機会があれば報告することとしたい。

参考文献

・東日本旅客鉄道(株)『JES 工法設計施工マニュアル』 2006年12月