

駅構内分岐器下での HEP&JES 工法による線路下横断構造物の構築について

東日本旅客鉄道（株） 正会員 松木彰吾

東日本旅客鉄道（株） 正会員 芳山慧子

東日本旅客鉄道（株） 正会員 小島大輔

1. はじめに

現在、長野県の道路事業として松本都市計画道路・内環状南線の拡幅がすすめられており、その一環として、当社は松本駅南側の中条こ線橋の架け替え・拡幅、地下歩道の施工を長野県より受託し施工している。

線路直下に構築する地下歩道は、HEP&JES 工法により施工する計画であるが、工事着工後、線路下に支障物が確認され、エレメントけん引時に支障し、軌道変状を引き起こす一因となることが予想された。そこで本稿では、駅構内の夜間短時間間合いでの支障物撤去復旧に関する施工計画の検討結果について報告する。

2. 地下歩道構築の概要

中条こ線橋は、JR 篠ノ井線松本駅構内 13k400m 付近の線路上空に位置する。当社では、営業線近接範囲におけるこ線橋（RC 橋脚 2 基、線路直上部 PC プレンション方式単純中空床版桁）と、地下歩道の新設、ならびに既設こ線橋の撤去を受託し施工する。

地下歩道構築部の線路設備として、篠ノ井線本線 2 線（上り線・下り線）、引上線 1 線の計 3 線があり、うち上り線には分岐器が介在する。分岐器を含む 3 線の直下、最低土被り 75cm の地点に、HEP&JES 工法（箱型ラーメンボックス構造）による函体構築（図-1）を行う。

3. 線路下支障物撤去の検討

1) 支障物概要

施工開始後の立坑構築時及びその後の調査の結果、今後エレメントを貫入していく箇所線路 3 線を横断する旧排水路（1.2m×1.2m×14.0m）が確認された（写真-1）。この支障物はエレメント隅角部に支障しており（図-1）、エレメント施工時に大きな障害となることが予想されることから、事前に撤去・復旧を行う必要が生じた。

2) 撤去にあたっての施工条件および制約

i) 夜間短時間間合いでの施工；松本駅構内は特急、貨物列車等多数往来しかつ始発駅であることから入換もあり、線路閉鎖間合い 210 分、き電停止間合 140 分と短

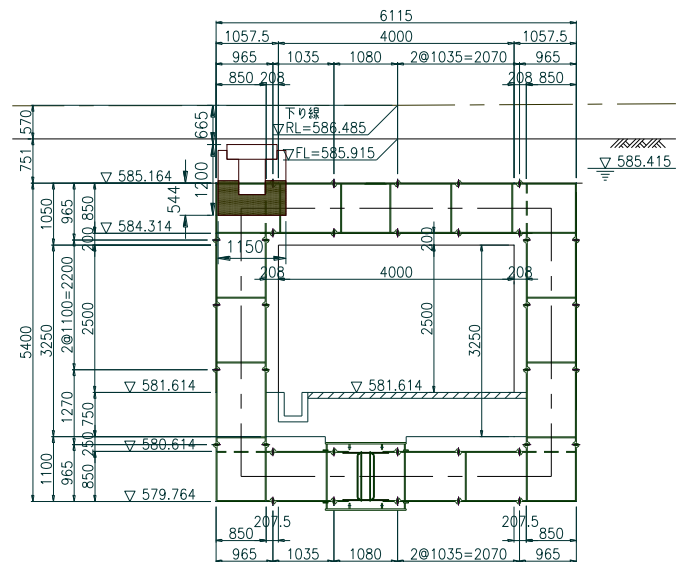


図-1 地下歩道、支障物断面図

く、クレーン等重機を使用する作業の実施時間が制限される。このため、線路閉鎖間合内で作業可能な工法であることが必要となる。

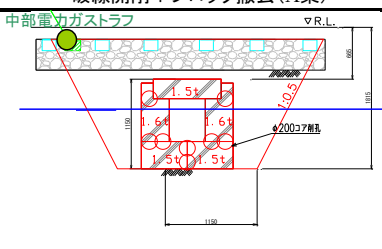
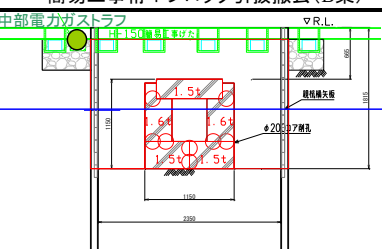
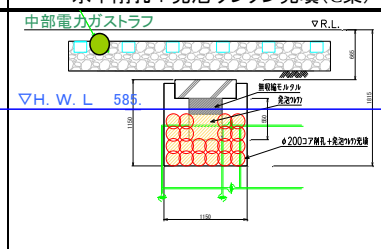
ii) 近隣の環境；付近には集合住宅や乗務員宿泊施設があり、騒音・振動の少ない施工方法とすることが求められる。

iii) 分岐器直下の施工；支障物が分岐器下を横断しており、分岐器不転換などのリスクを伴う工事となることから、軌道監視、整備の方法を検討する必要があった。



写真-1 線路下支障物位置図

表－１ 支障物撤去工法の比較

	破線開削＋ブロック撤去 (A案)	簡易工事桁＋ブロック引抜撤去 (B案)	水平削孔＋発泡ウレタン充填 (C案)
概要			
施工条件	・クレーン作業あり(レール移動、掘削時) ・き電停止の確保必要(18回) ・埋設管(ガス管)の事前移設が必要	・クレーン作業あり(桁設置、レール撤去・復旧、掘削時) ・き電停止の確保必要(14回) ・埋設管(ガス管)の事前移設が必要	・クレーン作業あり(線閉止留杭打設、引抜時) ・き電停止の確保必要(8回) ・支障物撤去は人力にて施工可能
安全へのリスク	・埋戻しと軌道整備の遅れによる線閉解除遅延 ・分岐器不転換	・埋戻しと軌道整備の遅れによる線閉解除遅延 ・分岐器不転換 ・分岐器用の工事桁製作が必要	・埋戻し材の施工不良による強度不足 ・分岐器不転換
工程	5.0ヶ月 底部(深度大の箇所)で拡大間合い検討が必要	5.0ヶ月 重機使用に伴うき電停止間合いの確保	4.0ヶ月 通常間合いで施工可能
工事費	×	△	○

3) 支障物撤去方法の選定

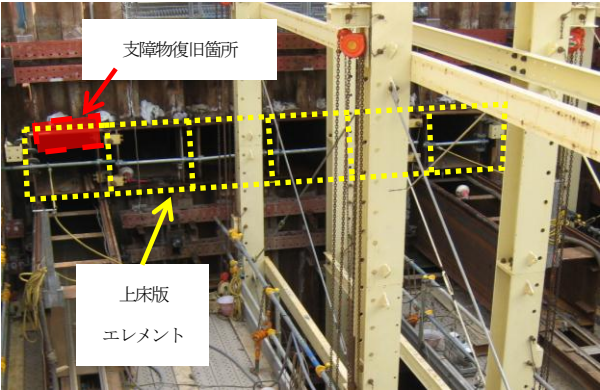
制約条件を考慮した上で、支障物の撤去方法を検討した。(表－１)．検討の結果、埋設管移設を必要とせず、重機作業が少ないため、き電停止回数が最も少ない等の理由からC案を採用することとした．これは、水平コアボーリングにより削孔してエレメント貫入箇所の支障物を撤去し、発泡ウレタンを充填し、支障物を置き換えるものである．発泡ウレタンは既設トンネルの裏込注入に使用されているが、軌道下の空隙充填に使用された実績は少ないため、短時間作業間合いでの施工性と軌道に与える影響がないことを確認する必要がある．

4. 先行施工および施工実績

今回埋戻し材に選定した硬質ポリウレタンフォームは、混合後 10 秒で発泡、60 秒で硬化開始し、充填後 30 分程度で圧縮強度の 80% を発現し、繰返し荷重による変状・劣化もない．埋戻し材を注入する際、ホースの長さが発泡ウレタンの性状に影響を与えることが懸念されるため、表－２に示すケースで予備実験を実施した．まず、実施したすべてのケースで注入が可能であることが確認できた．また施工面では、機械据付・削孔を含め 1 時間あたり 1.0m 程度の施工が可能であり、所定間合内で軌道状態の確認も含めて実施が可能な工法であることを確認した．各ケースにおける強度・施工性の比較においては、ホース長が長いほどフォーム密度、圧縮強度、曲げ強度が大きくなり、発泡倍率が下がる傾向が確認できた．現地盤強度 (0.05～0.1Mpa) を満たした上で、発泡倍率が大きく必要材料が少ない経済性の高いケースを検討したところ、地山ホース長 3m (軌きょう幅+α) , エアー量 200/分で施工した場合においてウレタン強度 0.27MPa となり、かつ発泡倍率が大きく最も経済的であることが確

表－２ 試験施工の確認項目と結果

試験ケース	ホース 3m エアー 20ℓ	ホース 7m エアー 20ℓ	ホース 10m エアー max	ホース 15m エアー max	ホース 3m エアー 0
フォーム密度 (kg/m ³)	44.50	45.80	49.60	60.30	37.60
発泡倍率 (倍)	27.00	26.20	24.20	19.90	32.00
圧縮強度 (Mpa)	0.27	0.20	0.33	0.46	0.09
曲げ強度 (Mpa)	0.44	0.40	0.52	0.63	0.15



写真－２ 上床版エレメント

認できた．

以上の検討の結果を考慮し、本工法により引上線での先行施工を実施した．先行施工により軌道への影響がないことを確認した後、本線部 (上り・下り線) の施工に着手し、線路下支障物の撤去を完了した．この間、軌道変状等、本工法による有意な影響は発生していない．

また、当該箇所でのエレメントけん引に際しては、事前に空隙充填・裏込注入の効果確認のため試験施工を実施し、エレメント上部での空隙の発生防止に努めた．現在、上床版のエレメントけん引は完了した．(写真－２)

5. おわりに

今後は、側壁・下床版エレメントの函体けん引・掘削を行う．長野県との調整を十分に行いながら、安全かつ迅速に施工を進めていく所存である．