

中央線甲府・竜王間横沢架道橋 拡幅工事の設計と施工

児島 拓朗¹・本田 諭²・高瀬 誠司³・松原 由隆⁴

¹正会員 東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター (〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1)
E-mail: takurou-kojima@jreast.co.jp

²正会員 東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター (〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1)
E-mail: hondas@jreast.co.jp

³正会員 東日本旅客鉄道株式会社 八王子支社 (〒192-8502 東京都八王子市旭町 1-8)
E-mail: s-takase@jreast.co.jp

⁴非会員 東鉄工業株式会社 八王子支店 (〒194-0004 山梨県甲府市宝 1 丁目 2-75)
E-mail: yutakamatsubara@totetsu.jp

JR 中央線甲府・竜王間横沢架道橋拡幅工事（以下、本工事という）は、甲府駅周辺土地区画整理事業に伴い、JR 中央線甲府・竜王間横沢架道橋交差部の道路の拡幅を行う工事である。当該箇所は、下路桁及び RC、レンガ造の橋台からなる架道橋であり、幅員が 6.0m、高さが 3.2m と非常に狭隘な道路である。車両は一方通行かつ大型車両の通行は禁止であるため、地域交通が分断され、交通渋滞の要因の一つとなっている。本工事は、横沢架道橋を拡幅し、RC ボックスカルバートとすることにより、地域交通の利便性の向上を期待するものである。既設の道路と同位置での拡幅となり、下路桁および橋台の撤去と、新設ボックスカルバートの構築を併せて行うため、工事が複雑となり、入念な施工計画を立てる必要があった。本稿では、本工事の施工にあたり検討した線路下横断工事の施工計画及び施工結果について報告する。

Key Words: non-open cut methods, road widening project, abutment removal

1. はじめに

線路下横断構造物などの施工では、軌道への影響を極力抑えることが重要となり、施工方法の選定段階から軌道影響を考慮して検討することが必要となる。

横沢架道橋は、下路桁及び RC、レンガ造の橋台からなる架道橋であり、幅員が 6.0m、高さが 3.2m の狭隘な道路である。車両一方通行かつ大型車両通行禁止であり、地域交通が分断され、交通渋滞の要因の一つとなっているため、横沢架道橋を拡幅し、RC ボックスカルバートとすることで地域交通の利便性の向上が期待されている。

図-1, 2に施工前の横沢架道橋の状況を示す。



図-1 施工前全景

既設の道路と同位置での拡幅となり、下路桁および橋台の撤去と、新設ボックスカルバートの構築を併せて行うため、工事が複雑となり、入念な施工計画を立てる必要があった。本稿では、JR 中央線甲府・竜王間横沢架道橋拡幅工事（以下、本工事という）において検討した線路下横断工事の施工計画及び施工結果について報告する。

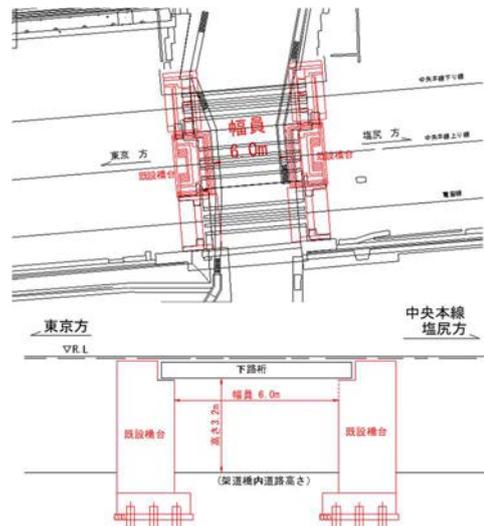


図-2 施工前概要（上段：平面図、下段：断面図）

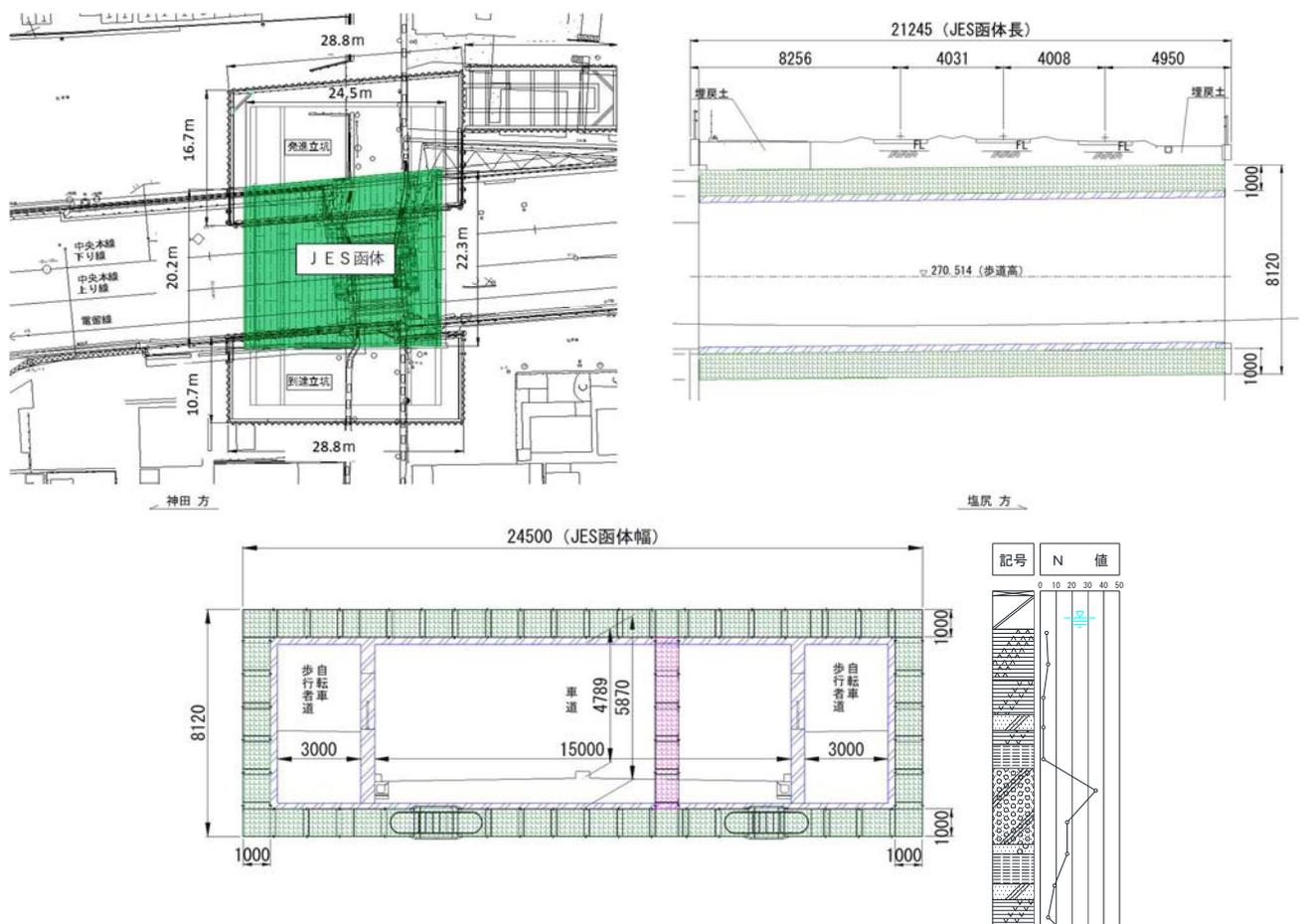


図-3 横沢架道橋 概要図（上段：平面図，側面図 下段：断面図）

2. 工事概要

本工事は、甲府駅周辺土地区画整理事業に伴い、JR中央線甲府・竜王間（133k133m付近）横沢架道橋交差部の道路の拡幅を行う工事である。既設の横沢架道橋と同位置で道路を拡幅し、車道幅員 15.0m、両側歩道幅員 3.0m、車道部高さ 5.0mのボックスカルバートとすることにより、安全な交通環境の形成と地域交通の利便性の向上を期待するものである。図-3 に横沢架道橋拡幅の概要図を示す。

3. 施工条件と工法の選定

(1) 施工条件

本工事の設計条件を下記に示す。

a) 列車運行への支障のない施工方法

現場は JR 中央線甲府駅構内に位置しており、特急電車が運行する重要路線であることから、施工中も列車運行に支障することはできない。

b) 立地条件

甲府駅付近の車両基地に隣接しており、現場近傍に基地線（電留線）やそれに至る分岐器等の線路設備が設置されている。特に分岐器付近では軌道整備を行うことが難しく、軌道の管理が厳しくなる。

c) 既設架道橋と同位置での施工

既設道路と同位置かつ軌道直下での道路拡幅工事となるため、既設道路橋の撤去作業と線路下函体構築を併せて行う必要がある。また、軌道への影響が極力少なくなるよう施工する必要がある。

(2) 工法の選定

線路下に道路などの横断構造物を構築する工法として、工事桁を架設し、掘削してから構造物を構築する開削工法と、列車走行に与える影響を限りなくするため、線路脇に立坑を設置し、横から構造物を構築する非開削工法がある。本工事では、施工条件を考慮し、非開削工法である HEP&JES 工法で施工することとした。

HEP&JES 工法は、JES 継手という特殊継手を有する小断面の鋼製エレメントを線路下にけん引し、隣接するエレメントに継手を接続させながら組み合わせ、箱型の構造物を構築する方法である。JES 継手の間隙部にグラウト充填することでエレメントを一体化し、エレメント内にコンクリートを充填することで、そのまま本体構造物として利用する工法である。図-4 に HEP&JES 工法の施工概要図、図-5 に JES 継手部の構造図を示す。

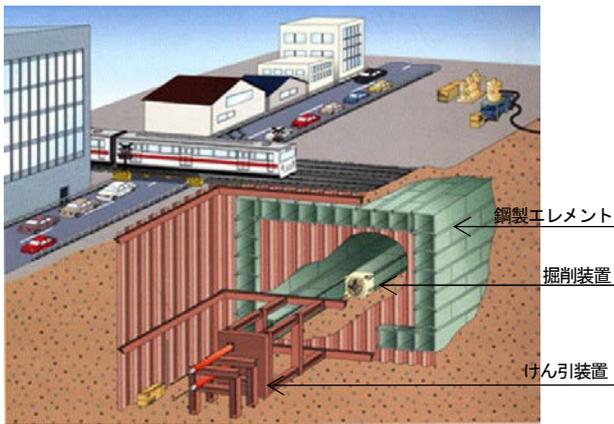


図-4 HEP&JES 工法施工概要図

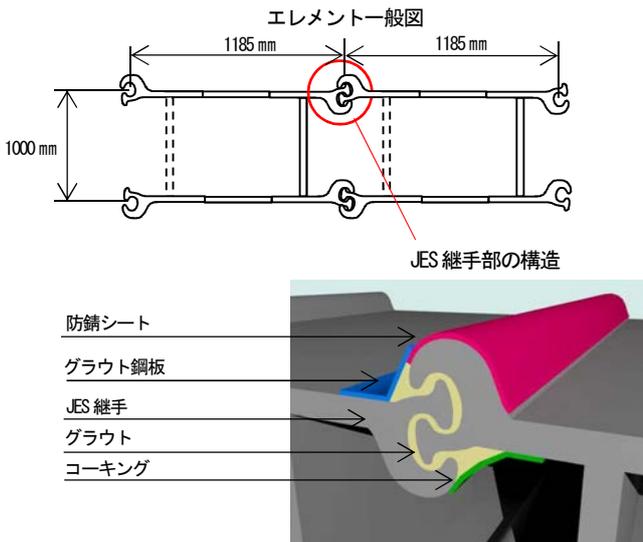


図-5 JES 継手部構造図



図-6 支障物状況 (仮土留め杭打設時)

4. 施工方法の検討

HEP&JES 工法での施工にあたり、詳細な施工方法の検討を行った。なお、線路下横断工事のための立坑の仮土留め（親杭横矢板工法）施工時に図-6 に示すように玉石や支障物が多数確認され、土留めの打ち直しや、杭の移設を行ったため、地中の支障物を考慮し、施工方法の検討を行う必要があった。比較検討した案を表-1 に示す。

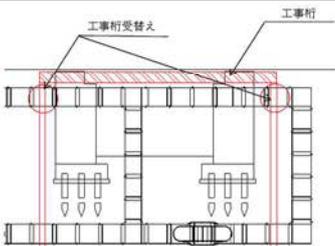
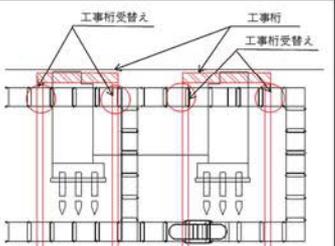
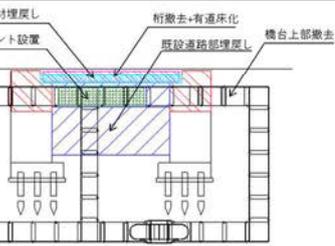
案1は、既設橋台の背面に工事桁の支持杭を打設し、既設桁の撤去と工事桁の架設を行い、既設橋台をワイヤーソーで撤去してから HEP&JES 工法により函体を構築する方法である。既設桁の撤去と工事桁架設を同夜に行うため、線路閉鎖間合いの拡大（以下、長大間合い）措置が必要となる。また、工事桁基礎杭が上床エレメント施工に支障するため、工事桁の受け替えを行う必要がある。

案2は、既設橋台前後に工事桁の支持杭を打設し、既設桁撤去と既設橋台上部の工事桁架設を行い、既設橋台をワイヤーソーにて撤去後に HEP&JES 工法により函体を構築する方法となる。既設桁撤去時に、工事桁2連（5.0m×2連）の架設と桁間の埋め戻しを行う必要があり作業時間が長くなり、案1と同様に長大間合いの措置が必要となる。

案3は、既設道路部を埋め戻し、軌道を有道床化してから、HEP&JES 工法により函体を構築する方法となる。この場合は、上床エレメントの施工に支障する既設橋台を、天端高さから上床エレメントの下端まで軌道上からコア削孔+油圧破碎で撤去し、函体構築後に函体内部の下部の既設橋台撤去を行うこととした。

第1～3案を比較し、工期、工事費ともに有利となる第3案を採用した。

表-1 施工方法比較表

	案1	案2	案3
概要	工事桁（13m×3連） （支持杭を既設橋台背面に打設） 既設桁撤去後、工事桁に架け替え 支持杭がエレメント施工に支障するため 工事桁の受替えが必要	工事桁（5m×6連） （支持杭を既設橋台前後に打設） 既設桁撤去後、工事桁に架け替え 支持杭がエレメント施工に支障するため 工事桁の受替えが必要	既設道路を埋め戻し 橋台間の上床エレメントを設置 既設桁撤去後、軌道を有道床化 既設橋台を線路上から撤去
既設橋台 撤去方法	ワイヤーソー	ワイヤーソー	コア削孔+油圧破碎
標準断面図			
工期	△	×	○
工事費	△	×	○
評価	△	×	○

5. 施工計画

(1) 施工ステップ

本工事の施工ステップを図-7, 8に示す。立坑構築後、既設道路部の埋戻しを行い、既設橋台に支障しない位置の上床エレメントを設置し、既設桁下まで埋め戻す。次に既設桁の撤去と軌道の有道床化を同時に行い、その後、軌道上から上床エレメント施工に支障する範囲まで既設橋台の撤去を行う。HEP&JES工法でエレメントの掘進して函体を構築後、函体内部の掘削と線路下部の既設橋台撤去を施工する。その後、RC中壁の構築と、函体中央部の仮エレメントの撤去を行う施工ステップとなる。

(2) 既設道路埋戻し

既設道路部は、締固めを行う重機の搬入が困難なため、締固めが不要で、かつ函体構築後の掘削が容易な材料を考慮し、流動化処理土により埋め戻した。既設道路の両側に型枠を設置し、2回に分けて打設を行った。1回目は上床エレメント下端までとし、2回目は、上床エレメント空伏せ後に既設桁の下端まで埋め戻した。

(3) 既設桁撤去および軌道有道床化

既設桁を撤去するにあたり、撤去当夜の施工間合いで路盤を施工するための材料選定を行った。選定条件を下記に示す。

①施工が容易

②短時間で列車荷重に耐える強度を発現する

③施工後 30分で軌陸車が載線可能な強度を発現する
路盤材料の選定条件②の列車荷重に耐えうる強度は「鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物編」に定められ

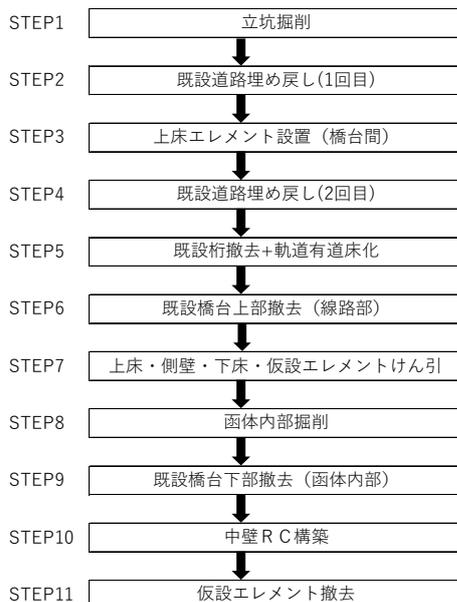
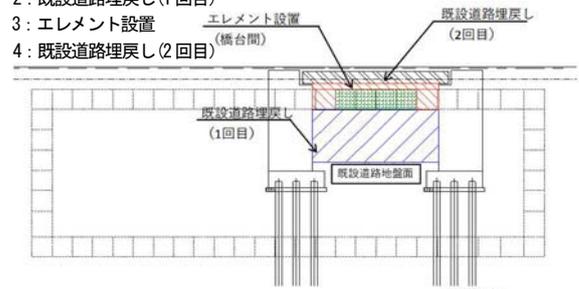


図-7 施工ステップ

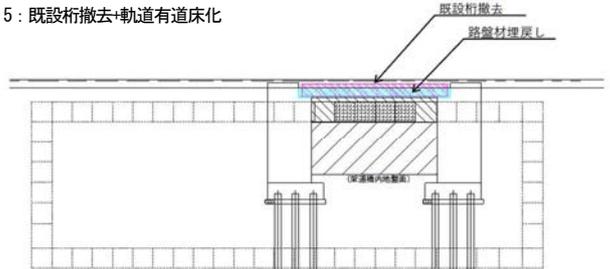
STEP 2: 既設道路埋戻し(1回目)

STEP 3: エレメント設置(橋台間)

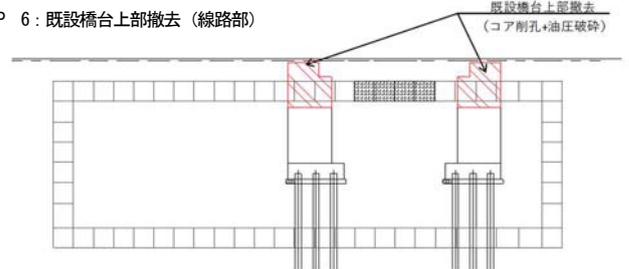
STEP 4: 既設道路埋戻し(2回目)



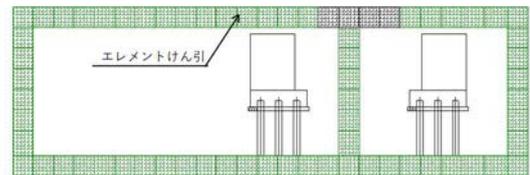
STEP 5: 既設桁撤去+軌道有道床化



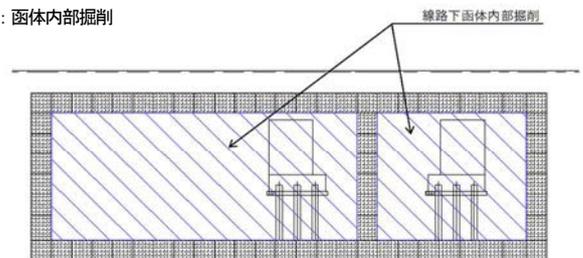
STEP 6: 既設橋台上部撤去(線路部)



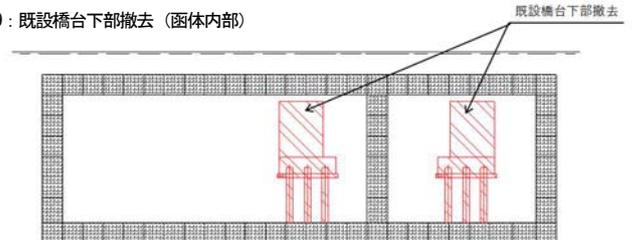
STEP 7: 上床・側壁・下床・仮設エレメントけん引



STEP 8: 函体内部掘削



STEP 9: 既設橋台下部撤去(函体内部)



STEP 10: RC中壁構築

STEP 11: 仮設エレメント撤去

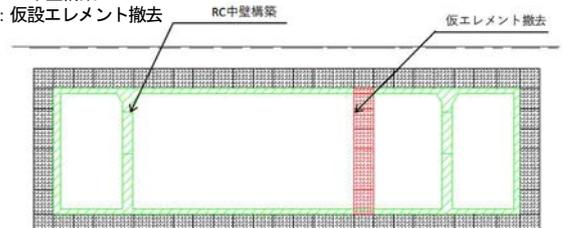


図-8 施工ステップ図

た一軸圧縮強さが $\sigma 14=1.2\text{MN/m}^2$ 以上、 $\sigma 180=2.0\text{MN/m}^2$ 以上を基準とした。また、路盤材料の選定条件③は、当該現場で桁撤去作業時に、軌陸車を載線させて道床バラスト埋め戻し等の作業を行う必要があったことから、施工後30分で軌陸車載線時の荷重（最大 117.6kN/m^2 ）を許容できる地盤強度とした。上記の条件より、線路下路盤材として実績のある透水性路盤材（バンナビー）を選定することとした。バンナビーは、透水性が大きく、施工性に優れ、短時間で高い支持力を発揮するため、路盤材料として品質条件に適している。バンナビーの施工後30分における地盤強度発現を確認するため、事前に現場試験を実施した。結果としては、施工後30分時点での平均強度が 141.0kN/m^2 となり、所定の地盤強度を満足することが確認できた。

既設桁撤去は、50t軌陸クレーンを使用して一括撤去した。桁撤去後、所定のレール高さ-0.4mまでバンナビーで路盤埋め戻しを行い、軌陸バックホウで道床砕石を投入、軌道の復旧を行った。図-9に桁撤去状況、図-10に軌道復旧状況を示す。

(4) 既設橋台撤去（線路部）

既設橋台（線路部）の撤去方法は、①コア削孔（径150mm、間隔150mm）、②コアがら撤去、③油圧破碎、④破碎部撤去搬出、⑤路盤およびバラスト埋め戻しの順で施工する。既設橋台上部（上床エレメント下端まで）は夜間線路閉鎖間合いでの施工となり、当現場の夜間線路閉鎖間合いは、2:19~5:19までの約3時間である。①コア削孔~⑤埋戻しまでを一晩の作業で全て行うことは困難であることから、①コア削孔および②コアがら撤去を先行して行った後、作業日ごとの撤去範囲を決め、③油圧破碎、④撤去搬出、⑤埋戻しを順次行った。なお、コアがらを撤去すると営業線直下に多数の空洞を作ることとなり、空洞にバラストが落下し軌道陥没が生じることが懸念されたため、削孔したコア孔上にバラスト落下防止用の鉄板を敷設し、養生した。図-11に既設橋台撤去状況を示す。

(5) エレメント掘進

a) エレメント設置（橋台間）

既設桁撤去前に、図-12に示す既設橋台間の上床エレメント4本を設置し、工期の短縮を図った。既設道路の埋戻し時に、上床エレメント下端まで流動化処理土で埋戻しを行った後、図-13に示すように既設橋台間の上床エレメント4本を設置した。

b) 上床エレメント掘進

当該の現場では、立坑掘削時に確認された玉石等が混在する地盤に加えて、図-14に示すような、既設橋台施工時のものと思われるシートパイルやレール杭等の埋設



図-9 既設桁撤去状況



図-10 軌道復旧状況

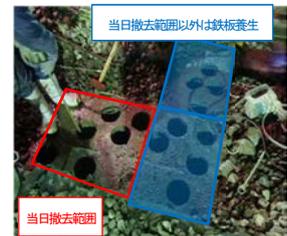
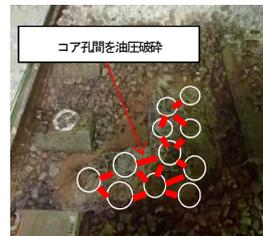


図-11 既設橋台撤去状況

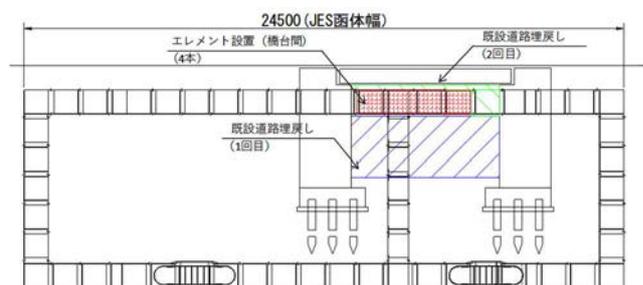


図-12 エレメント設置（橋台間）位置断面図



図-13 エレメント設置（橋台間）状況



図-14 線路下支障物状況

物が線路横断部付近で多数確認された。エレメントの施工時に、埋設物などの支障物が存在する状況でエレメントを機械掘削で行うと、支障物の巻き込み等により掘進不能となることや、支障物の押し込みや取込みにより急激な軌道変状に至る可能性があることから、掘進時の掘削方法は人力掘削とした。

c) 側壁・下床エレメント掘進

前述のシートパイル等の埋設物が多数確認され、支障

物を撤去しながらの掘削であったため、作業は難航し、工期の遅れが懸念された。そこで、作業時間が夜間線路閉鎖間合いに制限される上床エレメントおよび側壁1段目エレメントを除く、側壁・下床エレメントの掘進作業を、2班による昼夜間2交代制として掘進を進めることで、工期短縮を図り、当初の予定のと通りの掘進スケジュールを順守して工事を進めることができた。

d) 仮設エレメント

当該の現場は、中壁の構築方法として、既設橋台間に仮設エレメントを設置し、一時的に仮壁を構築し、函体内部掘削後にRC中壁を構築する方法としている。

仮設エレメントのけん引は、側壁エレメントと同様に行う。仮設エレメントはRC中壁構築後に撤去する。

(6) 函体内部掘削

函体内部掘削は、①上床エレメント下端から既設橋台基礎下端高さまでと②既設橋台基礎下端から下床エレメントまでの2段階の掘削ステップで行った。線路両側の立坑に掘削ステップに合わせた架台を設置し、その架台上に重機をクレーンで投入し、掘削を進めていった。

(7) 既設橋台撤去（函体内部）

函体内部掘削完了後、既設橋台（函体内部）の撤去を行った。既設橋台下部（函体内部）の撤去は、既設橋台上部（線路部）の撤去方法と同様に、コア削孔と油圧破碎により行った。

(8) 仮設エレメント撤去

RC中壁の構築後、既設橋台の間に設置していた仮設エレメントの撤去を行った。仮設エレメントは側壁エレメントと同様にコンクリートを打設しているため、所定の間隔でコア削孔を行い、ワイヤーソーで切断し、7t



図-15 仮設エレメント撤去完了

フォークリフトを用いて順次撤去を行った。撤去時の1ブロック当たりの重量は、フォークリフトの性能より、最大4.3tとした。

5. おわりに

2018年（平成30年）12月にHEP&JES工法による掘削・けん引作業が終了した。2019年（令和元年）8月時点で、線路下函体のRC中壁の構築、仮設エレメントの撤去が完了した。図-15に仮設エレメント撤去完了状況を示す。今後は、道路接続部のPCボックスカルバートを施工し、本工事は完了予定となっている。

中央本線に対して陥没や隆起等による輸送障害もなく、無事に線路下横断部の施工をすることができた。本工事で行った施工方法の検討と、夜間短時間での既設橋台の撤去およびエレメント施工計画について、今後の類似工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：設計マニュアルIV 地下・トンネル構造物編 非開削工法設計施工マニュアル 2017.3

THE CHUO LINE KOFU-RYUOU YOKOSAWA OVERPASS DESIGN AND CONSTRUCTION OF WIDENING ROAD

Takuro KOJIMA, Satoshi HONDA, Seiji TAKASE Yutaka MATUBARA

The JR Chuo Line KOFU-RYUOU Yokosawa Bridge widening project in line with the land readjustment project around Kofu Station, this is a work to widen the road at the intersection of the JR Chuo Line Kofu and Ryo Yokosawa Overpass. The location is an overpass consisting of a lower girder, RC, and brick abutment, and is a very narrow road with a width of 6.0m and a height of 3.2m. Since vehicles are one-way and large vehicles are prohibited, local traffic is divided, which is one of the causes of traffic congestion. This construction is expected to improve the convenience of local traffic by widening the Yokosawa bridge and using RC box culverts. It was widened at the same position as the existing road, and the construction of the new box culvert was complicated due to the removal of the lower girder and the abutment and the construction of the new box culvert, and it was necessary to make a careful construction plan. In this paper, we report the construction plan and the result of the crossing work under the track which was examined in this construction.