

工事桁開削工法の浅い掘削における土留の創意工夫

大鉄工業株式会社土木支店 正会員 ○井手 隆博
同上 梅林 隆

1. 工事概要

本工事は、2014年8月の丹波豪雨により甚大な被害を受けた河川の河川改修事業による河川の線形変更および拡幅に伴い、鉄道交差部に鉄道橋等を新設するものである。

鉄道橋および河川は、災害復旧前は既設ラーメン橋（流量 $7.0\text{m}^3/\text{s}$ 、支間長 $L=2.7\text{m}$ ）であったが、これをボックスカルバート（常時流量 $30.0\text{m}^3/\text{s}$ + 被災流量 $12.0\text{m}^3/\text{s}$ 、支間長 $L=9.2\text{m}$ ）にて拡幅する（図-1）。

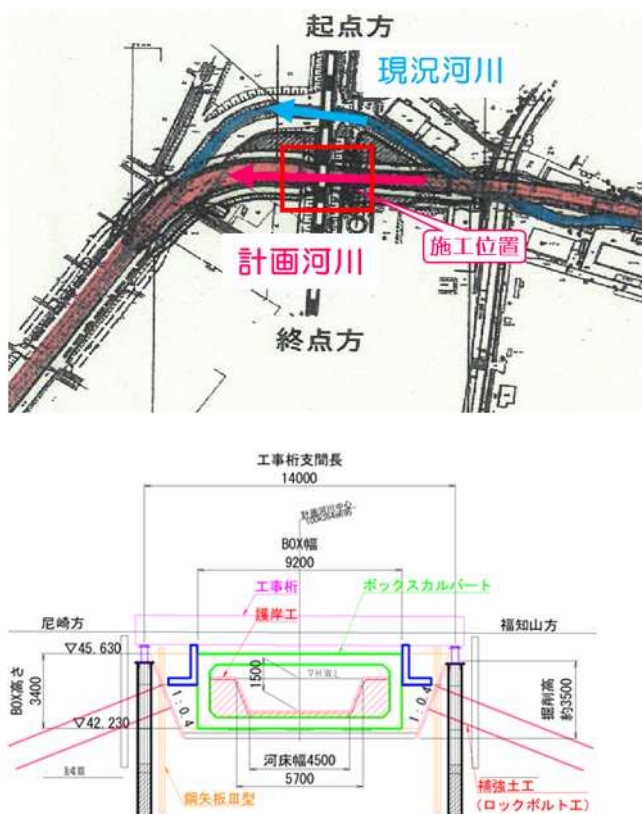


図-1 河川改修計画図

線路下横断構造物となるボックスカルバート施工は、工事桁工法が採用されていた。立坑の仮土留工は、標準部は鋼矢板Ⅲ型によるグラウンドアンカー方式であったが、線路直下は実績の多い親杭横矢板工法で設計されていた。

2. 工事桁開削工法の土留施工時の技術的課題

本工事は、電化区間であり、軌道の夏期施工制限を

キーワード

工事桁工法、

ロックボルト工、吹付工、薬液注入工、切土補強土工、

連絡先

〒532-0011

大阪府大阪市淀川区西中島 3-9-15 6F

大鉄工業株式会社土木支店 TEL 06-6305-2918

受けるため、親杭打設から工事桁架設までの線路内作業には以下の課題が考えられた。

(1) 電化区間であることから空頭制限があり、工事桁支持杭を含めた工法の選定。

(2) 軌道影響範囲の夏期作業制限を受けるため、施工できる期間を考慮した工程管理。

以上の課題から、工事桁架設前の作業量を縮小し、工事桁架設後の昼間施工が可能となる工法の検討を行った。また、近年夏期や台風シーズンに発生する豪雨による甚大な被害が予想されることから、軌道影響範囲が仮土留のままの不安定な状態を短期間とする必要があった。

3. 工事桁開削工法の検討と課題解決

前項課題で述べた、工事桁開削工法において、線路内での親杭打設は、停電時間内で軌道設備の一部撤去復旧、杭打機セット撤去に要する時間を考慮すると、実作業時間は1日あたり約90分しか確保できなかった。活線直下での空頭制限下では、杭施工の工程を分割するため、工期も伸び、ロスが非常に多く、保守管理を含め、施工コストが高くなる。

そこで、線路直下の親杭施工をなくし、工事桁架設後に、軌道影響のない施工方法を検討した。まず、施工環境に着目すると、掘削深さが工事桁下から4.0m以下と比較的浅いことがわかる。そこで、前項(1)(2)の課題を解決するため、親杭を必要としない土留として、ロックボルト工とりの面防護を目的としたモルタル吹付工を併用した切土補強土工（図-2）を線路下にも適用できないかと考えた。

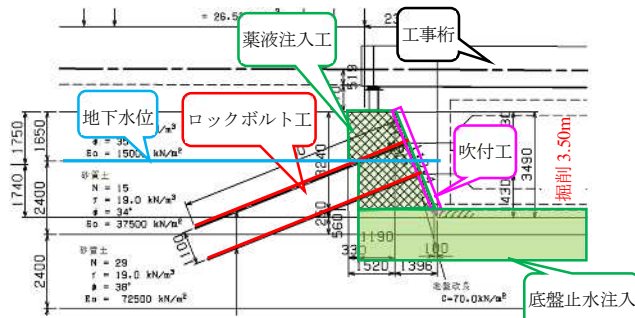


図-2 切土補強土工

当現場の土質は砂礫層であることから、地盤改良および止水を目的に薬液注入工を実施することで、工事桁下の掘削およびロックボルト工施工時の切土面の安定を図った。これにより、工事桁下開削が昼間に施工可能となり、親杭を必要としない構造とした。また、切土面にモルタル吹付工を施工することで、ロックボルト工と一体化し、安定したのり面を形成した。

次に、親杭横矢板方式の土留と切土掘削工法における土留の安全性、施工性、コストについて比較検討した結果を（表-1）に示す。薬液注入工は、いずれの工法を採用した場合も必要となることから、共通となる掘削工、土留工について比較した。夜間施工を必要としないことから安全性、施工性、コストすべてにおいて切土掘削工法が有利である。

表-1 親杭横矢板工法と切土掘削工法の比較

工法	親杭横矢板工法		切土掘削工法	
	比較項目	判定	比較項目	判定
施工環境 安全性	夜間線閉+停電	△	昼間構造物営近	○
施工 日数	親杭6本 4日/本×6本 =24日	×	桁架設前作業なし	◎
	グラウンド アンカー 4本 2日 腹起し 1日	○	ロック ボルト 28本/(5本/日) ≒6日	○
	軽量鋼 矢板 50.4m2 6日	△	吹付工 53.4m2 3日	○
	合計 32日(ほぼ夜間)	×	9日	○
コスト	親杭 土留 アンカー 約720万 約100万 約100万	△	ロックボルト+吹付 12万/m2×53.4m2=640万	○
総合評価		×		◎

4. 工事桁開削工法の対策効果

(1) 切土補強土工対策効果

切土補強土工の計画の実施工における効果を検証する。まず地盤改良目的および止水目的に実施した薬液注入工により、地盤中の間隙が充填され、対象土塊中の地下水が排除され自立性、遮水性の高い土質となった。これにより、1:0.4の急な切土勾配であったが、のり面は安定し確実に止水できていた。1段目、2段目のロックボルト施工状況を（写真-1）に示す。ロックボルト施工は、地下水位以下となり、削孔時の振動と削孔水により孔壁が崩れる恐れがあったため、二重管ダブルパッカー工法により施工した。また、支圧板にグリーンパネルを採用したことで、面で受け持つ構造となり、2段目ロックボルトも地山が安定した状態で施工可能となった。さらに、支圧板を巻込むようモルタル吹付工を施工したことで、降雨による表面浸食とのり面からの土砂吸出しを防止できた。



写真-1 ロックボルト施工写真

(2) 施工時の軌道監視について

掘削土留工の施工による軌道変状等を日々線路外から観測を実施した。

工事桁にスケールを張り付け、レーザー墨出し器による常時監視とレベル計測を実施した。軌道の直接監視には、トータルステーションを用いて工事桁起終点それぞれに固定の機械点とレールにターゲットを設けてX.Y.Z座標で計測した。この監視では、軌道整備後を初期値とし、相対変位により軌道狂いを確認した。

レーザー墨出し器およびレベル計測ではまったく変状はなかった。また、レールの相対変位については、気温による伸縮の影響がみられるものの、軌道狂いに至るような変化は見られなかったため、工事に起因する変状は発生しなかったと考えられる。

5. まとめ

線路下横断構造物築造時の工事桁架設までの工程が厳しく、出水期、軌道夏期規制などの作業規制期間を伴う制約を受ける工事について、切土補強土工を本設とする土留工法は有効であった。また、線路横断構造物をプレキャスト化することにより、土留設置期間を短期間とすることができた。

切土補強土工が適用可能な条件を以下にまとめる。

- 掘削が5m未満と浅く、施工面積の小規模な箇所。
- 地山のN値が高く、自立できる土質である。
- 薬液注入工等の補助工法により、地山の安定と地下水の制御が可能な土質である。
- ロックボルト定着長を確保できる位置に埋設物、線路横断構造物がない場所。