

JR 奈良線宇治川橋梁における既設橋脚近接条件下での施工計画

西日本旅客鉄道(株) 正会員 樋口 悠生

1. 目的

西日本旅客鉄道株式会社の保有する線路の中で、京都から木津駅を結ぶ奈良線においては、単線区間と複線区間が混在しており、単線区間の介在がダイヤ乱れ発生時の早期影響収束のネックとなっている等の課題を抱えている。そのため輸送力強化を図るべく、京都府ほか4市2町との協議を整え、JR 藤森～宇治間約9.9km、新田～城陽間約2.1km、山城多賀～玉水間約2.0km、計約14.0kmの複線化を進めている。その中で黄檗～宇治間の宇治川橋梁新設工事では、既設橋脚近接条件下での橋脚新設を行うため、既設橋脚の傾倒による輸送障害リスクが課題である。そこで本稿では、計測管理計画、施工管理方法、実挙動の結果について報告する。

2. 当該現場の現場特情

本工事の詳細条件、施工ステップを図-1に示す。鋼矢板土留めと既設橋脚との離隔は150mm程度となっており、施工に伴う既設橋脚への影響が懸念される。

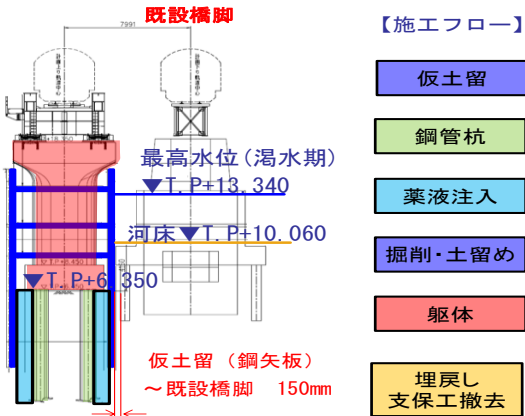


図-1 施工概要図

3-1. 計測管理計画

施工中の既設橋脚傾倒を把握するため、設定した変位管理計画を示す。橋脚に対しては自動傾斜計及びトータルステーション(以下T.S)による自動変位計測を行い、レールに対してもT.Sによる自動変位計測、定期的な軌道検測、列車動揺測定を実施する計画とした。管理値としてはレール水平、鉛直変位に対して限界値10mmを設定し、橋脚下端を中心とした傾斜角度を算出した。

■算出式：傾斜角度θ＝レール変位量L÷橋脚高さ17m

管理基準値				
測定対象	測定項目	警戒値	工事中止値	限界値
橋脚	傾き	0.016度 (水平5mm換算)	0.023度 (水平7mm換算)	0.033度 (水平10mm換算)
	鉛直変位	5mm	7mm	10mm
	水平変位	5mm	7mm	10mm
軌道(計測)	通り(絶対値)	当日3mm 累計5mm	当日5mm 累計7mm	10mm
	高低(絶対値)	設計値に対する超過値 当日3mm 累計5mm	設計値に対する超過値 当日5mm 累計7mm	設計値に対する超過値 10mm
仮締切工	水平変位	設計値に対する超過値 当日3mm 累計5mm	設計値に対する超過値 当日5mm 累計7mm	設計値に対する超過値 10mm
軌道(検測)	高低・通り・水準	±9mm	±13mm	±19mm (整備基準値)
	平面性	—	12mm	18mm (整備基準値)
列車動揺	上下動	0.25g	0.27g (整備基準値の70%)	0.375g (整備基準値)
	左右動	0.20g	0.22g (整備基準値の70%)	0.30g (整備基準値)

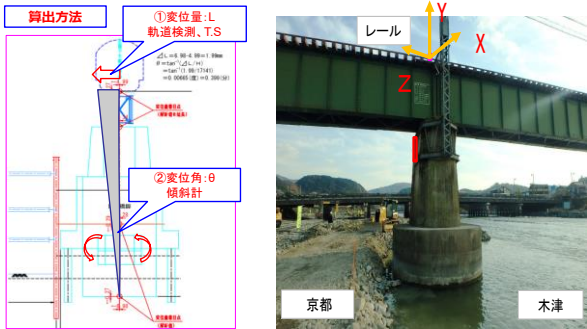


図-2 計測管理略図

3-2. 橋脚傾倒時の対策

3-1. で設定した限界値に達した場合に備えて以下の対策を事前に設定した。

(1) 軌道対策 (変位 15mm 未満)

既設橋梁は橋まくらぎ構造であるため、橋脚傾倒時にはライナー板をまくらぎと締結装置の間に挿入し、レールを修正する計画とした。対応可能値については最大15mmとし、長さ130mmの犬くぎから145mmへ変更することで打ち込み長を確保することとした。

(2) 支沓対応 (変位 16mm 以上)

(1)の範囲を超えた対応が必要な場合は桁をジャッキで受替し、図-3に示すように、支沓に調整プレート挿入することで桁の高さ調整を行う計画とした。



図-3 沓座調整図

4. 各施工段階での課題と対策

各施工ステップにおける既設橋脚傾倒リスクと対策を示す。また、橋脚の実変位量を図-4にまとめる。

4-1. 仮土留め打設時

本工事では鋼矢板による仮締切工構築を行った。地盤内には玉石層が含まれ、クラッシュパイラーによる打設が必要であったため、支持地盤を乱すこととなり、既設橋脚が施工側へ傾倒する可能性があった。実際にはレール面で3mm変位する結果となり、工事の継続可否を検討したが、3-1.で設定した管理計画ならびに、変位の進行がなかったため、継続が可能と判断した。

4-2. 掘削時ボーリング対策

締切工内部掘削時は矢板及び強制排水により無水状態となり、掘削側と河川側で最大約6.0mの水頭差が生まれることからボーリングに対する検討を行った。検討条件として床付け高さTP+6.350、河川側水位TP+13.340（非出水期過去10年最高水位）、矢板根入れ6.65mを考慮した。検討にはテルツァーギ法を適用し、安全率1.20を確保した。しかし、図-5に示す様にクラッシュパイラーによる乱土箇所には通水によるボーリングが懸念されたため、薬液注入による対策を行った。

【施工フロー】	【水平変位】		【傾斜角】	【聴振値】
	レール面	橋脚		
着手前	0mm	0.000	0.13	
仮土留	3mm	0.014	0.13	
回転翼杭	3mm	0.014	0.13	
薬液注入	3mm	0.014	0.13	
掘削・土留め	3mm	0.014	0.13	
躯体	3mm	0.014	0.13	
埋戻し 支保工撤去	3mm	0.014	0.13	

図-4 変位一覧表

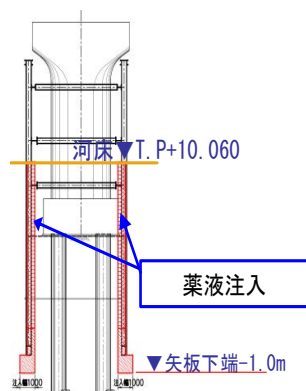


図-5 薬液注入図

4-3. 掘削・土留め支保工施工時

締切工掘削時の既設橋脚の変位値を算定するため、仮土留の設計変位を基に橋脚傾斜のFEM解析を実施した。なお、付与条件として橋脚現位置でのボーリング調査結果を地盤条件とし、鋼矢板変位値として床付け完了時点での設計最大変位9.8mmを適用した。FEM解析による橋脚最大傾倒は水平変位7.0mmと算出され、4-1.で発生した3mmの変位と累計して限界値10mmへ到達する可能性が有るため、以下の対策を設定した。

(1) 切梁へのプレロード荷重の載荷

締切工内は3段梁による切梁土留め構造となっており、特に3段目切梁部分の軸力強度の増加は、矢板変位の抑制に有効である。500kNのプレロード載荷に対して再度FEM解析を行い、最大傾倒は水平変位3.5mmと算出された。

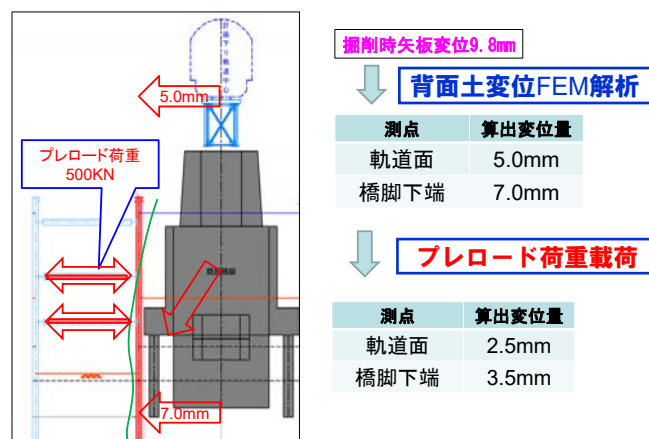


図-6 掘削時変位略図

(2) 追加切梁によるリスクアセスメント

掘削実場面においては各掘削ステップ毎の矢板変位を計測し、設計変位値を超える場合は3段目切梁の上部に切梁を追加することで変位抑制を行う計画とした。

上記を踏まえた施工の結果、矢板実変位量は設計値内に収まり、既設橋脚の傾倒もなく床付けまで達した。

5. まとめ

本工事においては、既設橋脚傾倒による大規模輸送障害が懸念される中で橋脚変状リスクの想定と対策の実施により無事に工事を完了することが出来た。今後は2020.10からの左岸側の橋脚構築工事へ向け本施工を振り返り、工事を進めていきたい。