

IV-15 橋りょう橋脚変状に伴う復旧工事の設計・施工

四国旅客鉄道(株) 正会員 ○宇野 匡和
四国旅客鉄道(株) 十亀 正文
四国旅客鉄道(株) 湊 一夫

1. はじめに

平成14年6月予讃線木ノ川橋りょうにおいて列車通過時に2号橋脚の異常振動が確認された。そのため、60 km/hの徐行を手配し、橋脚の動的変位の状況、原因を把握するとともに橋脚変状の復旧を早急に行った。復旧工事の段階ごとに各種検査を行い対策の効果を確認し、8月6日に徐行解除となった。徐行解除までの経緯を述べる。

2. 橋りょう概要

予讃線木ノ川橋りょうの概要を表-1、図-1に示している。予讃線土居・関川間90k729mに位置し、デッキガード(Gd)3連の経年81年の橋りょうである。橋脚基礎は直接基礎、躯体は、1Pが無筋コンクリート造、2Pは下部が練り石積み造のままで、上部のみを無筋コンクリートへ改良(S34.12)している。

表-1 橋りょう概要

項目	内容
位置	予讃線土居・関川間90k729m
しゅん功	大正10年6月:経年81年
上部工	Gd 3@9.75m
下部工	直接基礎 無筋コンクリート、練り石積み
線形	R500右、上12.5/1,000
最大荷重	EF210
最大速度	110km/h

3. 変状状況

変状のあった練り石積み造り橋脚の洗掘調査を行うと、上流方及び起点方が局部洗掘し、根入れ比(Df)

=0.87と1.5以下であり洗掘が進んでいる。橋脚下部は、練り石積み造り部分で、目地モルタルが流出し割石相互の縁切れが確認された。

橋脚変状に伴う列車通過時の動的変位は、外軌側(左)へ25mmで通過後復位していた。

変状の詳細を把握するために地盤と躯体のボーリング調査を行った。支持地盤のN値は、おおむね50で地耐力は問題ないことがわかった。また、フーチング部のコンクリートは健全であり、下部には空隙もなく支持地盤とコンクリート面が密着し良好な状態であることを確認した。しかし、石積みの内部は雑石と貧配合のモルタルで充填されているが、非常に品質が悪く劣化も進行していた。また、内部に空隙も確認され流水が内部に進入していた。

4. 対策工

変状確認後の応急対策工は、洗掘された箇所への割栗石による埋め戻し工を施工し、空隙を砂で充填しながら入念に転圧した。

復旧対策工については、直接基礎の橋脚補強の対策工として表-2に示す4工法を検討した。施工性、経済性、耐久性、工期を総合的に判断し橋脚一体の根固め工(頂版コンクリート)および地盤注入工の併用工法を採用した。当工法は、河川堆積物および栗石による埋め戻し部を対象としてセメントミルク注入によるプレパックド工の根固め補強を行うもので、

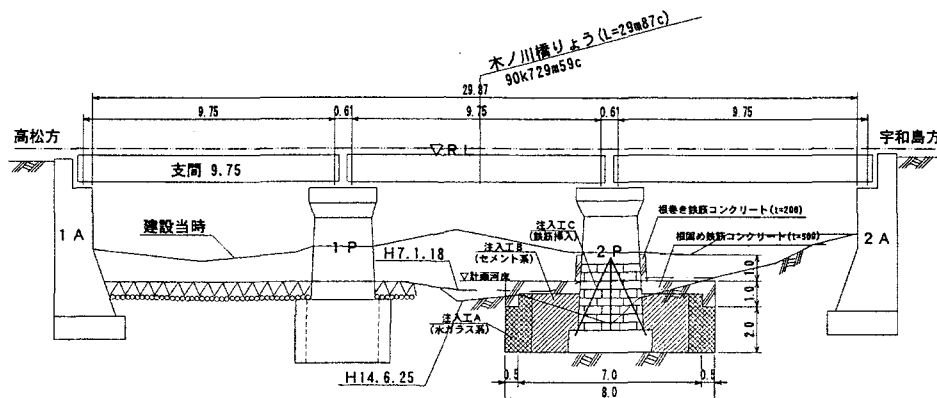


図-1 木ノ川橋りょう構造図および対策工

①フーチング底面から上の地盤の強化(セメントペースト注入)②躯体強化(鉄筋挿入+セメントペースト注入)③支持機構の拡大(根固め鉄筋コンクリート)④耐震性向上(根巻き鉄筋コンクリート)を段階的に施工する復旧工法とした。

表-2 復旧対策工の検討

工 法	概 要	施工性	経済性	耐久性	工期	総合
アンダーピーニング工	杭で橋脚の支持力増加させる工法	△	△	◎	△	△
シートパイルによる井筒基礎	橋脚の周囲をシートパイルで囲み、セメントミルクを注入し頂版コンクリートで地盤強化する工法	△	○	○	○	○
フーチング拡幅	フーチングを拡幅し支持力を増加させる工法	○	○	◎	○	○
根固め工	河床低下および洗掘防止工法	◎	◎	○	◎	◎

5. 健全度判定

復旧対策工の進捗に応じた効果を把握するために、衝撃振動試験、沈下試験および橋脚横揺れの計測を随時行った。また、橋脚の状態を日々把握するために橋脚天端に傾斜計を設置した。

各対策工の段階毎に衝撃振動試験を行った。その結果の基準とする標準値(F)は、単線橋脚、直接基礎、硬質粘性土層等の条件で定まり本橋脚の固有振動数の標準値(F)は 13.27 HZ である。表-3 に復旧対策の段階毎の検査結果を示している。2P の応急工事後の振動数は 9.2HZ で健全度指数(κ)=実測固有振動数÷固有振動数の標準値=0.69 となる。この値

は 0.70 以下であることから判定ランクは A1 となった。その後の対策工の地盤注入により A2 となり、頂版コンクリート施工後には限りなく B に近い A2 ランク、根巻きコンクリート施工後は B ランクへと復旧工事の進捗に合わせて健全度を増していった。また、沈下試験の結果からは、当初川上(左)が列車荷重により沈下すると、その反動で川下(右)が跳ね上がる現象となっている。しかし、地盤注入後に急激に鉛直変位量の差が減少した。このことから測定周辺地盤が、安定した状態に復元したものと推定できる。橋脚天端での横揺れは、平均 0.6 mm(最大 1.0 mm)を記録したが、復旧工事の進捗に合わせて小さくなっており、根固め工、根巻き工の拘束力の効果が出ているものと考えられる。

傾斜計による変位量測定は、橋脚の線路方向と直角方向を 6 月 26 日から徐行解除までの間、毎日測定を行ったが、線路及び直角方向とも変化は見られなかった。

6. おわりに

今回、適切な調査、検査を行うことにより、経済的で工期も短く地震に対し充分耐えうる構造となる対策工を採用することができた。また、随時衝撃振動試験等の検査を行いながら復旧対策工を施工していくことにより、今回採用した復旧対策工の効果及び妥当性が確認できた。

鉄道構造物は公共性が高く何らかの変状があれば迅速に対処しなくてはならない。今後も、迅速かつ正確な構造物の維持管理に努めたい。

表-3 各復旧対策後の検査結果

年 月 日	沈下試験(mm/10,000t)			横揺れ (mm)	衝撃振動試験 健全度指標	判定	記 事
	川 上	川 下	鉛直 変位差				
H14. 6.27	174	-134	308	0.6	0.69 < 0.70	A1	栗石埋め戻し施工後
H14. 7.22	117	120	-3	0.3	0.70 < 0.78 < 0.85	A2	地盤注入施工後
H14. 8. 1	77	56	21	0.2	0.70 < 0.84 < 0.85	A2	頂版鉄筋コンクリート施工後
H14. 8. 5	81	54	27	0.1	0.85 < 0.86	B	根巻き鉄筋コンクリート施工後