

JR 飯山線中条川橋りょう地震災害について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 北村 栄治
 東日本旅客鉄道株式会社 黒岩 誠
 東日本旅客鉄道株式会社 ○松田 修一

1.はじめに

平成23年3月12日3時59分ごろ、長野県北部で深さ約8km、マグニチュード6.7の地震が発生した。JR東日本長野支社管内ではJR飯山線桑名川駅以北で橋りょう7箇所、トンネル4箇所、停車場5箇所、土工設備52箇所に被害を受けた。このうち、盛土崩壊3箇所では合計約15,000 m³の土量が崩壊した。本報告では、横倉・森宮野原間中条川橋りょうの災害状況から復旧、復旧後の測定結果について報告する。

2.中条川橋りょうの概要

本橋りょうはJR飯山線横倉・森宮野原間48k641mに位置する信濃川水系支流の一級河川中条川に架かる橋りょうである。上部工は2径間リベット構造上路プレートガーダー形式、下部工は橋脚1基および橋台2基(外周:石積み、内部:無筋コンクリート構造)である。

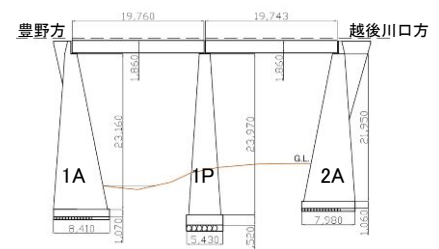


図-1 中条川橋りょう側面図

3.被害状況

1A, 2Aともに橋台背面は道床が約1.2m沈下(写真-1)、パラペットと翼壁の一部が破損した。翼壁においては開口亀裂が発生しており、橋台との間に目開きも生じた(写真-2)。1Pは外周の石積みに3箇所の亀裂が生じた(写真-3)。この亀裂箇所は、施工時のコンクリート打ち継ぎ目箇所と推測される。桁および沓座の変状箇所を図-2に示す。地震の激しい振動を受けたため、橋台支承部ではアンカーボルトが破断し、橋脚支承部ではアンカーボルトが変形した(写真-4)。また、桁については、1Aでは桁とパラペットが接触しており、2Aでも桁接触跡が確認された。さらに、1連目と2連目の桁間隔が上側で約90mm、下側で約105mmと変化していた(写真-5)。これらは、地震の水平力による桁の移動と橋台の傾斜のためだと推定される。



写真-1 橋台背面道床沈下



写真-2 翼壁開口亀裂・目開き



写真-3 1P 亀裂

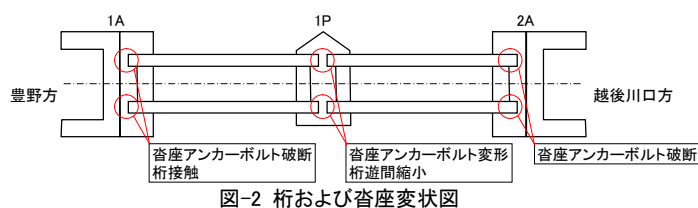


図-2 桁および沓座変状図



写真-4 沓座アンカー

ボルト破断状況



写真-5 1連目桁・2連目桁 間隔縮小状況

4.復旧方法

破損していた1A, 2Aのパラペットは、損傷箇所を撤去した後にコンクリートを打ち替え、1Aの1連目桁とパラペットの接触も解消した。また、橋台背面はジオテキスタイルによる盛土埋戻しを実施した。翼壁の開口亀裂および目開きは、背面土砂の流出防止の目的でモルタル詰めにより修繕した。1Pでは亀裂箇所を中心にコア抜き調査を実施し、削孔長75cm程度の

キーワード 地震災害、橋りょう、補修、応力測定、たわみ測定、衝撃振動試験

連絡先 〒380-0935 長野県長野市中御所1-8-13 東日本旅客鉄道株式会社 長野土木技術センター

範囲では亀裂が貫通しているが残留変位がないことが確認された。また、衝撃振動試験を実施し、健全度の著しい低下は確認されなかった。そのため、亀裂箇所にてエポキシ樹脂系の低圧注入を実施し橋脚を一体化した。沓座アンカーボルト破断箇所は、沓座の打ち替えを行い、桁外側に新たにアンカーボルトを打設した(写真-6、図-3)。1連目と2連目の桁間隔縮小箇所は、桁間隔の縮小防止の目的で桁間隔保持材を新設した(写真-7、図-4)。



写真-6 新規アンカーボルト打設

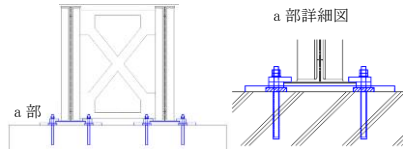


図-3 新規アンカーボルト打設



写真-7 桁間隔保持材設置

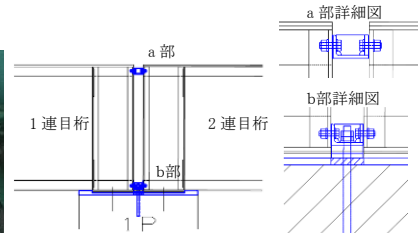


図-4 桁間保持材図

5.復旧後の測定

5-1 測定概要

本橋りょうの復旧工事終了後、平成23年4月28日に試運転列車の通過時に、4列車において主桁応力測定、桁たわみ量測定、支点沈下量の測定を実施した。橋脚においては、注入効果を見るために衝撃振動試験を再度、実施した。1Pの4箇所にセンサーを設置し、重錘による衝撃を与えて固有振動を測定した後、健全指標値および固有値解析による健全度判定を実施した。測定箇所を図-5に示す。

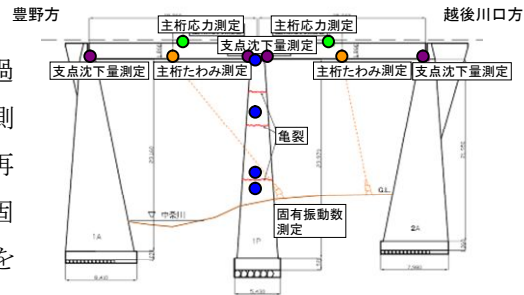


図-5 測定箇所一覧図

5-2 測定結果

主桁応力測定結果を表-1に示す。測定結果を列車速度70km/hの主桁応力度の推定値に変換すると約16.0MPaになる。活荷重曲げモーメントに対する応力度は73.6MPa程度であった。

表-1 主桁応力測定結果

径間	左右	測定結果：応力度(MPa)				許容値 (MPa)
		H23.4.28				
		試3	試4	試5	試6	
		25 (km/h)	32 (km/h)	36 (km/h)	37 (km/h)	
1A～1P	右	11.6	15.2	13.8	14.7	<73.6 …OK
	左	11.6	13.7	13.1	12.7	
1P～2A	右	8.6	12.7	11.0	10.6	
	左	6.6	10.6	11.2	10.6	

桁たわみ量測定結果を表-2に示す。たわみ量の実測値は2mm程度であり、許容値の24.0mm、列車荷重による計算値の12.21mmと比較しても、許容範囲内に十分に収まる結果であった。

表-2 桁たわみ量測定結果

径間	左右	測定結果：たわみ量(mm)				許容値 (mm)
		H23.4.28				
		試3	試4	試5	試6	
		25 (km/h)	32 (km/h)	36 (km/h)	37 (km/h)	
1A～1P	右	—	2.006	2.274	2.056	<24.0mm …OK
1P～2A	右	1.540	—	—	—	

支点沈下量測定結果、数値の変化はなく、桁のあおりもなかった。

衝撃振動試験の結果を表-3、各健全度判定区分を表-4~表-6に示す。表に示すとおり標準値による健全度指標はランクBとなり、修繕前と比べて固有振動

表-3 衝撃振動試験結果

計測日	振動数 (Hz)	標準値 F (Hz)	健全度指標値		<体剛性		地盤ばね					
							側面		底面			
							水平ばね		せん断ばね		回転ばね	
			κ	判定	α	判定	β	判定	β	判定	β	判定
H23.4.14	5.005	5.460	0.92	B	—	—	—	—	—	—	—	—
H23.5.16	5.310		0.97	B	0.75	C	0.75	B以上	0.75	B以上	0.75	B以上

数、健全度指標値ともに健全度が上がる結果となった。固有値解析は修繕後のみ実施し、<体剛性がランクC、地盤ばねがいずれもランクB以上の健全度判定となった。

表-5 健全度判定区分²⁾

αの範囲	区分	処置
α<0.50	A2	構造物の機能に関わる変状または欠陥があって、運転保安、旅客および公衆などの安全並びに正常運行確保を脅かし、何らかの措置を必要とする。
0.50≤α<0.75	B	変状または欠陥があって、現状ではAランクではないが、日常監視を十分に、必要に応じて措置するもの。
0.75≤α<1.00	C	軽微な変状または欠陥があって、日常検査の際、重点的に検査をすればよいもの。
1.00≤α	S	健全なもの。

表-4 健全度判定区分¹⁾

健全度指標κ	区分	処置
κ≤0.70	A1	異常時外力に対して危険な変状がある。他の調査結果を参照し、補修、補強を考慮する。
0.70<κ≤0.85	A2	固有振動数の低下など進行性の把握を行う。
0.85<κ≤1.00	B	現状では問題は少ない。
1.00<κ	S	現状では健全と考えられる。

表-6 健全度判定区分³⁾

βの範囲	区分	処置
β<0.50	A1	詳細な検査を行う。
0.50≤β<0.75	A2	進行性の把握を行う。
0.75≤β	B以上	現状では、問題は少ない。

参考文献

- 1) 鉄道総研：鉄道構造物維持管理標準・同解説(基礎構造物・坑土圧構造物)，平成19年1月
- 2) 鉄道総研：衝撃振動試験マニュアル，1992年3月
- 3) 羽矢・稲葉：衝撃振動試験における新しい評価基準値，鉄道総研報告，第16巻第9号，2002年9月