

交差型単弦アーチ橋（非対称構造）の維持管理

東日本旅客鉄道株式会社	長野支社設備部	正会員○尾高 達男
東日本旅客鉄道株式会社	長野支社設備部施設課	正会員 青山 正博
東日本旅客鉄道株式会社	長野支社設備部施設課	非会員 内山 昭一
東日本旅客鉄道株式会社	長野土木技術センター	非会員 増井 徹
東日本旅客鉄道株式会社	長野土木技術センター	非会員 丸山 孝

1. はじめに

大糸線豊科・柏矢町間除沢川橋りょう（河川名：万水川）は、長野県が進めている国補広域基幹河川改修事業に伴い、鉄道橋として例のないPC桁（PRC造）と交差型単弦アーチ（CFT造）で合成した非対称構造の橋りょうに改築した。今回、列車荷重載荷時に懸念されたねじれ状況、たわみ及び斜材の振動数などの初期値を測定した結果、設計値以下であることが確認されたので報告する。



写真-1 除沢川橋りょうの写真

2. 新橋りょう形式

橋台は、基礎地盤が玉石混じりの砂礫で良好（基礎床付面でN値50以上）なことから、活線に近接して施工できる全旋回型のベノト杭とし、その杭を支点とする線路直角方向の桁式構造とした。アーチ基礎は柱列モルタル杭の内側に深礎杭及び全旋回型のベノト杭との組合せにより施工した。

また上部工は、桁高を低く抑えるため、単弦アーチをPRC桁に交差した吊構造とした。

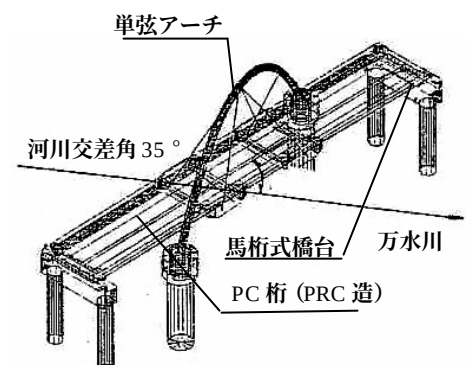


図-2 除沢川橋りょうイメージ

3. 橋りょう健全度計測

除沢川橋りょうは、前記のように鉄道としては初の非対称構造形式であり、参考となる指標等の数は少ない。そこで斜材の固有振動数を計測し、それをもとに斜材の特性値を算出する。また、PC桁（PRC造）のたわみ量を計測し、設計時の解析結果及び推定値との照査を行い、期待される強度を満たしていることを確認する。これらは今後のメンテナンスの基礎データとし、橋りょうの健全度の指標となるものである。

4. 計測の実施

4-1 斜材振動計測

斜材の張力計測を直接行うことができないため、振動計により固有振動を求めて、張力と振動数の関係を把握することとした。ただし初期値としての斜材張力は、施工時の計測値とした。

サーボ型振動計を斜材のケーブル軸直角方法（鉛直面内X方向及び水平面内Y方向の2成分）に取り付け、その近傍を人力により加振し計測を行った。

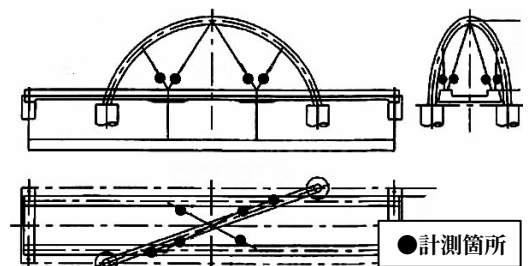


図-3 振動計設置箇所

斜材振動計測により、各斜材の固有振動数が得られる。斜材張力と固有振動数の関係式をあらわす次式に基づいて特性値を算出することとする。

$$T = k \times f^2 \quad \cdots (*)$$

T：斜材張力（tf），f：固有振動数（Hz），k：特性値

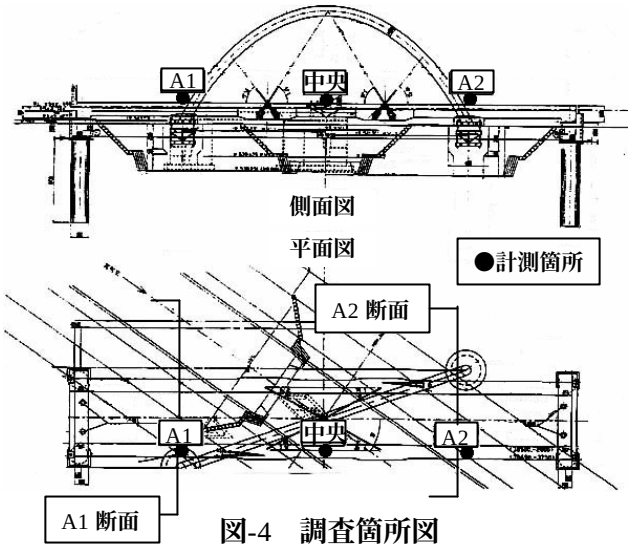
キーワード 鉄道橋、アーチ橋、非対称、振動数

連絡先 〒380-0927 長野県長野市栗田源田窪 992-6 JR 東日本長野支社設備部施設課 Tel:026-224-5317

4-2 PC 桁のたわみ量計測

たわみ測定箇所（電子スタッフ（3 台）と不動点側に電子レベルをそれぞれ設置し、主桁（橋軸方向）中央部と吊支点部（2 箇所）の計 3 箇所について列車通過時の主桁の変位量（たわみ及びねじれ状態）を計測した（図-4）。

計測の原理は、電子スタッフ（が受光した基準点からの高さを計測した出力信号を光ファイバーで送信し、ターミナルマスターを介してパソコンに記録され、ソフトを通じて解析を行う。



5. 計測結果

5-1 斜材振動計測

各斜材について強制振動により各 3 回固有振動数を計測し、その平均値を採用して、斜材の特性値を算出した（表-5）。

5-2 PC 桁のたわみ量計測

電子スタッフからの出力信号は、1 秒間に 5～6 個程度のデータがパソコンに送信された。今回は電子スタッフ・電子レベルの測定条件より、データを 7 個の移動平均法の手法を用いて解析し、最大たわみ量を算出した（表-6）。

また、図-4 において、A2 のたわみ量の測定値は A1 断面で A1 と線路を挟んで対称位置の測定値と仮定し、A1 と A2 のたわみ量の測定値を比較することにより、A1 断面の水準狂いを確認できる。同様に A2 断面の水準狂いを求め、A1,A2 断面の水準狂いの差がねじれとなる。

表-6 より実測の最大たわみ量・ねじれが計算によるたわみ量・ねじれ（EA-17,最高速度 100km/h の時）の中に十分納まっていることから、期待される強度及び安定性が確認できた。

6. まとめ

今回は、初期データの計測を行った。今後は、経年変化が予想されることから数年に 1 回程度の測定を行い、変化を捕捉していく予定である。変化の進行性、測定値、許容値との比較等を行いながら、順次測定周期の見直しことを検討している。

表-5 振動計測結果一覧

斜材番号	方向	f 固有振動数 平均値	T 計測時 斜材張力 (tf)	k 特性値 k=T/f ²
D1	X 方向	23.50	127.20	0.23
	Y 方向	22.50	127.20	0.25
D2 R)	X 方向	6.25	54.47	1.39
	Y 方向	6.25	54.47	1.39
D3 R)	X 方向	10.75	172.53	1.49
	Y 方向	10.25	172.53	1.64
D2 L)	X 方向	11.00	175.90	1.45
	Y 方向	10.25	175.90	1.67
D3 L)	X 方向	6.25	48.08	1.23
	Y 方向	6.25	48.08	1.23
D4	X 方向	23.00	137.30	0.26
	Y 方向	23.25	137.30	0.25

表-6 PC 桁のたわみ量計測結果一覧

列車名 (車両数)	速度 (Km/h)	実測の最大たわみ量 (mm)			ねじれ 注)	計算によるたわみ量 (mm)			ねじれ 注)
		側径間 起点方 A1 側)	桁 中央	側径間 終点方 A2 側)		側径間 起点方 A1 側)	桁 中央	側径間 終点方 A2 側)	
下り特急列車 A (8 両)	86	2.9	2.5	2.7	0.4	6.26	6.85	8.96	5.4
下り特急列車 B (8 両)	87	2.1	2.6	2.6	1.0	6.26	6.85	8.96	
上り特急列車 C (8 両)	84	2.9	2.9	2.8	0.2	6.26	6.85	8.96	
上り特急列車 D (8 両)	86	2.1	2.7	2.6	1.0	6.26	6.85	8.96	

注)ねじれは、| A1-A2 | × 2 とした。