

トランケート型ピントラス橋りょうの維持管理

九州旅客鉄道株式会社 正会員 末松 史朗
非会員 森 一秀

はじめに

肥薩線、球磨川第一橋りょう・第二球磨川橋りょう(図-1)は、全国でも珍しいクーパー型 200ft ピン結合トラス

橋である。一方、この橋りょうはトランケートトラスと呼ばれる、片方の端材が垂直で、もう片方が斜めの端材という斜角桁の構造となっている。供用中のトランケートトラスは、この2橋りょうのみであるが、架設後100年以上が経過しており、老朽化に伴い、アイバーの

弛緩や格点部の磨耗等、ピン結合トラス橋特有の変状が見られ、これまで個別検査を実施し変状の程度や進行性を確認してきた。そこで、球磨川第一橋りょうの個別検査の内容と対策工の検討について述べる。

1. 橋りょうの概要

球磨川第一橋りょうは、肥薩線 鎌瀬駅終点方に位置

表-1 橋りょう概要

橋りょう名	球磨川第一橋りょう
位置	肥薩線 鎌瀬・瀬戸石間 17k018m
形式	トランケート型下路トラス
設計荷重	197000lb機関車×2+2800lb/ft(換算KS-14.5)
支間(m)	62.7m
斜角	左60°
製作年	1906年(M39)
設計者	クーパー、シュナイダー
製作会社	アメリカンブリッジ



図-1 位置図

し、球磨川に架けられた5径間の橋りょうである。橋りょうの概要を表-1に示す。

2. 個別検査内容

今回は上部工検査のアイバー振動測定、キャンバー測定の概要について紹介する。

(1)アイバー振動測定

個別検査では、トラスの引張部材となっているアイバーの負担する応力の不均衡度合を定量的に把握するため、アイバー振動数の測定を行っている。測定方法は、アイバーに強制的に振動を与え10秒間の振動数を測定するものである。

引張力に応じてアイバーの振動数が変化することを利用するもので、下記に示す式(1)、式(2)¹⁾を用いて死荷重応力、バーの長さ・厚さと振動数との関係から、測定結果と標準振動数や過去の測定値と比較しアイバーの弛緩状態を判断している。

両端ヒンジ支持

$$f=0.000032n^2l^2-1727000(t/l)^2$$
 式(1)

両端固定支持

$$f=0.000025n^2l^2-6909000(t/l)^2$$
 式(2)

f: 応力(kg/cm²) n: 振動数(c/s)
l: バーの長さ(cm) t: バーの厚さ(cm)

ここで主斜材アイバーは、両端固定支持式(2)を、対材アイバーは両端ヒンジ式(1)と両端支持式(2)の平均値を算出したものが標準振動数となる。また、アイバー許容振動数は、死荷重応力度の±50kg/cm²の応力度に対する振動数を許容振動数としている。

アイバー振動数測定結果を表-2に示す。ここで、過緊張・弛緩は、許容振動数に対する比較である。4・5連ともに許容振動数に対して過緊張している部材が多いと



写真-1 球磨川第一橋りょう全景

いう結果であったが、これはアイバーの弛緩により他のアイバーが過緊張となったためと思われる。なお、時系列変化に大きな変化は見られないものの、左右のアイバーの測定値に違いが見られることから全体的にバランスが良くない状態と考えられる。

表-2 アイバー振動数測定結果
(箇所)

	過緊張	弛緩	標準値内
4連目	24(52%)	7(15%)	15(33%)
5連目	23(50%)	6(13%)	17(37%)

() 数値は、全体に対する割合を示す。

(2) キャンバー測定

キャンバー測定は、トラス下端各格点の横桁上面のレベル測定を行い、キャンバー形状を時系列比較するものである。格点のピンやアイバーが磨耗する等により格点が沈下し、キャンバーの形状が変化したり落ち込みが発生する。

5連目のキャンバー測定結果を図-2 に示す。大きな時系列的変化は見られないものの、キャンバーの形状に落ち込みが見られ、左右の形状にも差があることがわかる。また、アイバー弛緩箇所(トラスの中央3格間)とキャンバーの落ち込み箇所は、一致する傾向にあった。

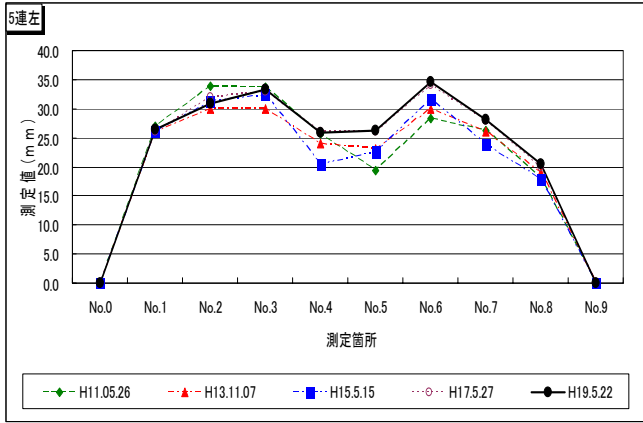


図-2 キャンバー測定結果(5連目左側)

4. 対策工の検討

(1) 施工方法

個別検査の結果、当橋りょうでは、ピン及びピン孔の磨耗による拡大によりアイバーの弛緩・過緊張が多数見られた。これらによる上弦材、下弦材、縦桁・横桁の応力負担の変化や、バランスの悪化により、アイバー自体の折損や連結部山形鋼におけるキレツ、リベット弛緩の恐れがあるため、アイバーの弛緩・過緊張の解消が必要となる。一般には弛緩したアイバーを短縮するが、アイバーの材質が鍛鉄もしくはベッセマー鋼と思われるため、熱を入れたくない配慮や施工性、経済性、将来の維持管理から、テーパカラーのみで再調整可能な機械式アイバー短縮工法(アイバー切断後に添材とテーパカラーボルトにて締結する工法)とした。

(2) 補修箇所の検討

個別検査のアイバー振動数測定、キャンバー測定の結果から、補修箇所は次の条件に該当する箇所を優先的にすることとし、抽出を行った。

- 1) 明らかに緩んでいると判断できる(過度の弛緩によ

り測定不能な箇所)

- 2) 標準振動数から5(回/10sec)以上離れている箇所
3) 左右バランスが6(回/10sec)以上離れている箇所

平成19年度のアイバー振動数測定結果より、上記条件に該当する箇所は下表のとおりであり(表-3,4,5)、計9箇所の補修を優先的に実施することとした。

表-3 4連目補修箇所抽出結果

4連目 左側		部材	U0~L1	U1~L2	U2~L3	U3~L4	U4~L5	U6~L5	U7~L6	U8~L7	U9~L8
		標準振動数	41~45	33~37	26~31	21~27	14~22	15~22	26~31	30~35	39~43
H19.5	内側	43	ok	32	-1	28	ok	30	3	20	ok
	外側	43	ok	37	ok	32	1	28	1	不能	-
	バランス	0		5		4		2		-	21
補修対象条件		-	-	-	-	-	①	②・③	-	-	-

4連目 右側		部材	U0~L1	U1~L2	U2~L3	U3~L4	U4~L5	U6~L5	U7~L6	U8~L7	U9~L8
		標準振動数	41~45	33~37	26~31	21~27	14~22	15~22	26~31	30~35	39~43
H19.5	内側	40	-1	30	-3	36	5	32	5	28	6
	外側	40	-1	38	1	31	ok	34	7	30	8
	バランス	0		8		5		2		2	0
補修対象条件		-	③	-	-	-	-	-	-	-	③

表-4 5連目補修箇所抽出結果

5連目 左側		部材	U0~L1	U1~L2	U2~L3	U3~L4	U4~L5	U6~L5	U7~L6	U8~L7	U9~L8
		標準振動数	41~45	33~37	26~31	21~27	14~22	15~22	26~31	30~35	39~43
H19.5	内側	42	ok	38	1	35	4	23	ok	25	3
	外側	40	-1	30	-3	36	5	32	5	28	6
	バランス	1		2		2		2		0	3
補修対象条件		-	-	-	-	-	①	-	-	③	-

5連目 右側		部材	U0~L1	U1~L2	U2~L3	U3~L4	U4~L5	U6~L5	U7~L6	U8~L7	U9~L8
		標準振動数	41~45	33~37	26~31	21~27	14~22	15~22	26~31	30~35	39~43
H19.5	内側	39	-2	32	-1	36	5	30	3	21	ok
	外側	42	ok	37	ok	30	ok	27	ok	28	6
	バランス	3		5		6		3		7	4
補修対象条件		-	-	③	-	③	-	-	-	-	③

表-5 補修箇所総括表

		①緩んでいると判断できるもの	②標準振動数から5以上離れているもの	③内外のバランスが6以上のもの
4連目	左側	外U4~L5	内U6~L5	-
	右側	-	-	U1~L2 U9~L8
5連目	左側	U4~L5	-	U8~L7
	右側	-	-	U2~L3 U4~L5 U9~L8

おわりに

ピントラス橋のアイバー弛緩に関し、球磨川第一橋りょうの個別検査結果から補修工法および補修箇所の選定等、対策工の検討を行った。今後、本工法にて対策工を実施予定であるが、施工後は継続してアイバー振動数測定、キャンバー測定の定期的な測定を実施し、ピントラス橋の維持管理に努めていく。

最後に、本稿の執筆にあたり、ご指導して頂いた、(株) BMC の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 昭和40年7月 鉄道技術研究報告 ピン結合鉄道トラス橋の変状とその対策 西村 俊夫