

錬鉄ピントラス橋のアイバー短縮による延命化

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 ○三宅浩一郎
正会員 茂木 初邦
株式会社ビーエムシー 浅岡 敏明

1. はじめに

左沢線最上川橋りょうは、1886年東海道線天竜川橋りょうに架設され、1921年に移設したピン結合のダブルワーレントラスで、当社が維持管理する最も古い橋桁である。ピントラスは、格点部が磨耗し斜材アイバーが弛緩しやすい構造となっている。当橋りょうでは、トラス格点部におけるピンの磨耗によるアイバー弛緩（写真-1）、錬鉄特有の層状剥離（ラミネーション）（写真-2）が確認された。アイバー弛緩はトラス桁の変形から、下弦材のキャンバー（そり）低下や、他のアイバーの折損につながる重大な誘因である。本論文は、変状部材の抽出とアイバー短縮による効果を検証し、今後の維持管理手法を示すものである。



写真-1 斜材アイバーの弛緩



写真-2 層状剥離

2. アイバー負担応力と固有振動数

アイバー負担応力の不均衡度合を定量的に把握するため、衝撃振動試験（IMPACT）により固有振動数を測定した。この試験は、アイバーに速度計を取付け、加振させて得られた応答波形をフーリエ解析し固有振動数を決定するものである。短縮施工前のアイバー振動数測定結果を示す。（表-1）

斜材アイバーの負担応力の総和は、弛緩後も同じであることから西村式¹⁾に補正係数を乗じ、当該橋桁に適合させた。

$$\sigma = \{ 0.0000249f^2L^2 - 6909000(t/L)^2 \} \times \text{補正係数}$$

σ :死荷重応力度(kg/cm²) f :固有振動数(Hz)

L:格点間距離 t:板厚(cm) 補正係数:0.9

3. アイバー短縮方法の選定

従来、ピントラスの延命対策には、センターホールジャッキを用いた拘束治具をアイバーに取付け、加熱・冷却を繰り返して部材長を短縮する方法が行われてきた。²⁾³⁾しかし錬鉄には不純物層があり加熱すると層状剥離が生じる可能性があることから、この方法によらず、エアープラズマによりアイバーを切断し、高力ボルト継手とした。ボルト継手（写真-3）は、添接板の交換により再短縮が可能である。エアープラズマ切断は、品質管理が容易で工事費の節減に寄与した。また、ガス切断と比較してアイバーへの熱影響範囲が小さく、ラミネーションの発生を抑えた。

L(左側)								
部材	垂直材	斜材						垂直材
	U1-L1	U1-L2	U2-L3	U3-L4	L5-U6	L6-U7	L7-U8	U8-L8
内側上弦	9.3	12.0	4.6	13.6	3.4	4.5	11.3	4.4
内側下弦		12.7	4.6	7.9	3.4	4.5	11.3	
外側上弦	8.8	14.4	10.8	10.1	14.9	12.0	10.9	7.4
外側下弦		14.5	10.1	10.1	18.5	12.0	12.3	

R(右側)								
部材	垂直材	斜材						垂直材
	U1-L1	U1-L2	U2-L3	U3-L4	L5-U6	L6-U7	L7-U8	U8-L8
内側上弦	10.2	7.4	9.1	6.7	6.0	6.7	9.2	5.6
内側下弦		8.6	9.2	7.7	6.1	6.7	9.2	
外側上弦	11.7	11.1	11.7	7.7	5.5	12.3	13.6	6.3
外側下弦		11.0	11.7	7.8	6.4	13.2	13.6	

表-1 アイバー短縮前の振動数（4連目）

Key Words：ピントラス，錬鉄，延命化，維持管理，エアープラズマ

連絡先：〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番町 31-2

Tel 022-266-2397 Fax 022-227-6605

アイバー短縮調整量は格点部一対の張力を整えることを目的に、設計張力に相当する固有振動数まで軸力導入した。併せて、歪ゲージによる軸力変化を監視した。

アイバー短縮の選定条件を以下に示す。

斜材は振動数が 5Hz 以下、垂直材では 3Hz 以下のアイバー部材（引張部材として機能しない）

一対の斜材・垂直材で振動数の不均衡なアイバー部材

湾曲したアイバー部材（主構面外方向はらみだし）

これらの条件を基に 160 本のうち 51 本のアイバー短縮を行った。



写真 - 3 ボルト継手

4. 短縮施工結果

短縮施工後のアイバー振動数測定結果を示す。（表 - 2）

表 - 2 アイバー短縮後の振動数（4 連目）

L(左側)		(斜体太字が短縮した部材)						
部材	垂直材	斜材						垂直材
	U1-L1	U1-L2	U2-L3	U3-L4	L5-U6	L6-U7	L7-U8	U8-L8
内側上弦	9.3	11.9	9.5	13.6	7.5	7.9	10.5	5.7
内側下弦		11.9	9.5	7.8	7.5	7.9	10.5	
外側上弦	8.8	13.6	8.8	7.8	6.9	10.0	11.1	7.2
外側下弦		13.6	8.8	7.8	6.9	10.0	11.1	

R(右側)

部材	垂直材	斜材							垂直材
	U1-L1	U1-L2	U2-L3	U3-L4	L5-U6	L6-U7	L7-U8	U8-L8	
内側上弦	10.2	8.7	9.1	6.7	6.0	8.0	9.2	5.6	
内側下弦		8.7	9.2	7.7	6.1	8.0	9.2		
外側上弦	11.7	11.1	11.7	7.7	5.5	12.7	13.6	6.3	
外側下弦		11.0	11.7	7.8	6.4	12.7	13.6		

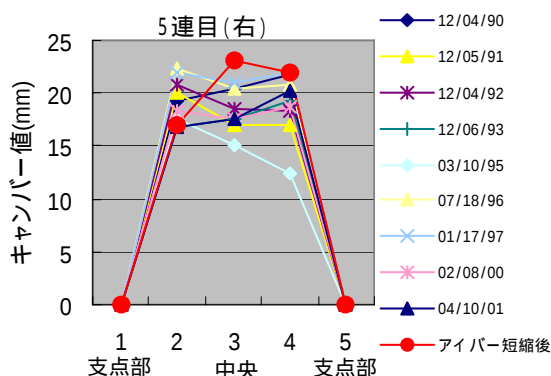


図 - 1 キャンバーの変化

過緊張アイバーの応力が、短縮したアイバーで負担され一対の固有振動数が均衡した。キャンバーの推移を図 - 1 に示す。アイバー短縮により負担力が調整され、キャンバー形状が改善された。

短縮後は、主構中央部のキャンバーが正常な放物線形に復元している。弛緩したアイバーの中央部キャンバーは周期をもって変動している傾向にある。これは、当該ポータル型トラスのフレーム剛性が大きく、温度変化による影響よりもピン部が回転しながら磨耗変形していることと推測される。

なお、アイバー短縮調整により、設計張力との応力乖離が 43% から 11% に改善された。

5. まとめ

橋桁キャンバーの形状は、ピン及びピン孔部の磨耗、アイバーの弛緩等の変状と関連性がある。ピントラスの維持管理には、キャンバー形状の定期的な監視と、必要に応じた振動数の測定が不可欠である。

過去において、鍛鉄製アイバーの短縮は例がない。今回エアープラズマを採用したのは、ガスでは困難なラミネーション部の切断が可能であることによる。ボルト継手による斜材の張力調整は、短時間で済む治具も軽量であるため導入応力の管理が容易であった。今後は鍛鉄のみならず、一般の鋼材に関してもその有用性を展開していきたい。

参考文献)

- 1) 西村俊夫：シードラートラス 斜材アイバーの弛緩，鉄道技研報告，第 14 巻第 4 号，1957. 4
- 2) 財団法人 鉄道総合研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1992. 7
- 3) 日本国有鉄道施設局特殊設計室：ピン結トラスのアイバー短縮法，1952.8