

ピントラス橋りょうのアイバー短縮調整による機能回復

東日本旅客鉄道株式会社

長野土木技術センター

正会員 ○ 青山 正博
荒井 茂
北原 幸治
荒井 益雄

1. はじめに

JR大糸線第一姫川橋りょう（信濃森上～白馬大池間 松本起点 63k144m、支間 62.4m、死荷重 184 t）は、1912 年（大正元年）に製作された米国系の下路シェドラー型のピントラスである。1954 年（昭和 29 年）奥羽本線第二最上川橋りょうより移設、1955 年（昭和 30 年）中央部斜材の一部をリベット集成材に改造、床組の溶接補強を行っている。

しかし、経年のため、ピントラス特有の変状が生じており、同橋りょうの斜材アイバーの弛緩が認められた。そこで今回、そのアイバーを短縮調整し機能を回復したので、その概要を報告する。

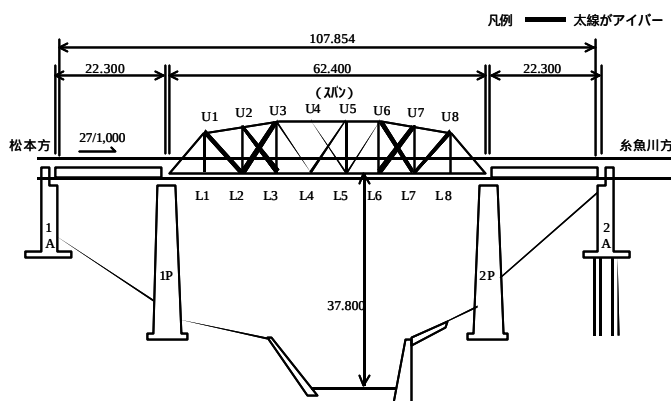


図-1 橋りょう側面図

2. 変状の概要

ピントラス橋は、格点にピンを、引張材にはアイバーを使用しており、ピンの磨耗やアイバーピン孔の拡大等によりアイバーが弛緩するという構造的問題を有している。

第一姫川橋りょうにおいてアイバーの目視検査及び振動数の測定を行った結果、目視によりアイバーの湾曲変形が認められ、また振動数差によりアイバーが弛緩していることがそれぞれ確認された（表-1）。

そこで、橋りょうの維持延命化を図ることを目的としてアイバーの短縮調整を実施することとした。アイバー短縮の方針は以下の通りとした。

表-1 10秒間のアイバー振動数（10回/秒）

松本（信濃森上）方				糸魚川（白馬大池）方				
		U1-L2	U2-L3	U3-L2		U6-L7	U7-L6	U8-L7
		アイバー	アイバー	対材		対材	アイバー	アイバー
標準振動数		30～36	23～29	12～20		12～20	23～29	30～36
上流側	外側	27	27	13		21	31	32
	内側	22	22	湾曲変形あり		湾曲変形あり	30	25
内外の差		5	5				1	7
下流側	外側	35	32	15		14	33	35
	内側	36	25	湾曲変形あり		湾曲変形あり	30	36
内外の差		1	7				3	1

...アイバー調整対象箇所

支間中央の3格点間の斜材は、アイバーからリベット集成材に改造してあるため短縮できない。

内外アイバー振動数のバランスを整えることを重視する。内外のアイバー振動数の差が10秒当たり5以上のものについて調整の対象とする。

標準振動数と比較して、調整が必要となったものを対象とする。

アイバーが湾曲変形を起こしているものは、アイバーとピン部の磨耗も考えられるので整形による調整対象とする。

表-2 アイバー短縮量

松本（信濃森上）方				糸魚川（白馬大池）方				
		U1-L2 アイバー	U2-L3 アイバー	U3-L2 対材		U6-L7 対材	U7-L6 アイバー	U8-L7 アイバー
標準振動数		30～36	23～29	12～20		12～20	23～29	30～36
上流側	外側							
	内側	1	1	4		3		1
内外の差								
下流側	内側		1					
	外側			4		4		
内外の差								

...アイバー短縮量

3. アイバー短縮量の算出

部材の引張応力と振動数の関係式は（式-1）のとおりである。死荷重の応力を一定として目標振動数に応じてアイバーを短縮することとした。

斜材アイバーのσ—曲線の基本式
（アイバー両端固定式）

$$\sigma_f = 0.0000264 \cdot f^2 \times L^2 - 7350000 \times (t/L)^2 \quad \text{... (式-1)}$$

σ_f: 引張応力 (kg/cm²)、f: 振動数 (回/s)、L: バー長さ (cm)、t: アイバー板厚 (cm)

キーワード：ピントラス、アイバー、短縮切断、エアープラズマ

連絡先： ☎380-0935 長野県長野市中御所 1-8-13 JR 東日本長野土木技術センター Tel:026-224-3378

アイバー短縮工法の選定

今回アイバー短縮工事施工にあたり、アイバー短縮方法として次の2案を比較検討した。

加熱短縮法

自然短縮法により、バーナーをセットした後約1000℃に達するまで加熱し、部材温度が300℃に下がるまで自然放置し、300℃から約35℃に温度を下げるには放水を行う工程をとるため、1mm短縮するのに約1h程度を要する。施工性に劣る。

切断短縮法（エアープラズマ切断）

平成13年左沢線最上川橋りょうで実施されており、エアープラズマ切断機によりプラズマ流を照射し、3～4万℃の高温により短時間で切断・短縮できる。切断後は、高力ボルト継手とする。

エアープラズマ切断とは、高密度、高温、高運動エネルギーの熱源を放電によって生成されたアークの電流通路を金属ノズルで強制的に細く拘束することによってアーク電流の高速化、高温化を実現し、比較的融点の高い金属材料をうまく熱切断する方法である。

比較検討の結果、昼間作業による列車間合でのアイバー短縮調整を行うという条件であるため、作業性がよく切断面の仕上げも容易となる切断短縮法を採用することとした。

4. 効果の確認

アイバー切断後、アイバーの振動数（張力バランスの確認）、カンバーの測定、活荷重分担のバランス確認を実施した。

アイバーの振動数（張力バランスの確認）

アイバーの緩みもなく、ほぼ標準振動数内におさまっているのがわかる（表-3）。また、アイバー短縮により、左右の振動数の差、上・下流側の振動数の差が小さくなり、左右及び上・下流側の張力バランスが改善したといえる。

カンバーの測定

アイバー短縮前の測定値と比較して上・下流側ともにカンバーが上昇（最大5mm）し、カンバー形状も凹部の改善が見られ、効果が確認できた。（図-2）

活荷重分担のバランス確認

アイバーを短縮した箇所のうち代表箇所として、上流側（U2-L3）、下流側（U2'-L3'、L2'-U3'）において、それぞれ左右のアイバーの活荷重時におけるひずみの計測を実施した。

この結果、各地点における左右のアイバーのひずみの測定波形は、ほぼ同形な波形であることがわかる。また、上・下流側の斜材のひずみの測定波形についても、比較的近い波形となった（図-3）。

したがって、活荷重時においても同橋りょうのバランスは左右及び上・下流側間で問題なく機能が維持できていることが確認できた。

5. さいごに

今回のアイバーの短縮調整によって橋りょうの維持延命化が図られたものと考えられる。しかし、第一姫川橋りょうは豪雪地帯に位置する橋りょうであることから、今後も振動数の測定を中心とした、定期的な測定により、変状の変化を捕捉していく予定である。

最後に今回の工事について支援していただいた（株）BMCに感謝の意を表したい。

表-3 切断後のアイバー振動数（10秒間）の比較

松本（信濃森上）方					糸魚川（白馬大池）方				
		U1-L2	U2-L3	U3-L2	U6-L7	U7-L6	U8-L7		
		アイバー	アイバー	対材	対材	アイバー	アイバー		
標準振動数		30～36	23～29	12～20	12～20	23～29	30～36		
上流側	外側	施工前	27	27	□13	□21	31		
		施工後	34	28	21	20	32		
	内側	施工前	○22	○22		30	○25		
		施工後	33	27		31	34		
内外の差		施工後	1	1		1	0		
下流側	内側	施工前	36	25	□15	□14	30		
		施工後	33	28	21	20	30		
	外側	施工前	35	32			33		
		施工後	34	32			33		
内外の差		施工後	1	4		3	3		

□ アイバー調整対象箇所

○：アイバー振動数が標準振動数におさまっていなかった部材

△：内外の振動数のバランスが取れていなかった部材

□：湾曲変形していた部材

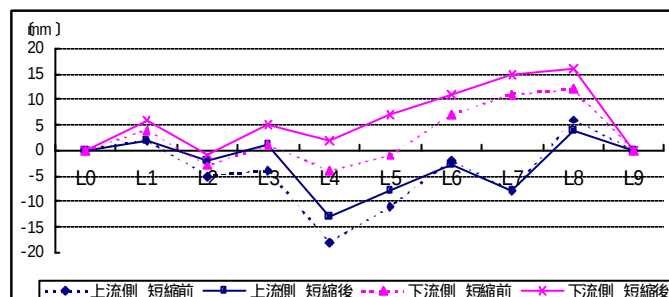


図-2 カンバー測定図

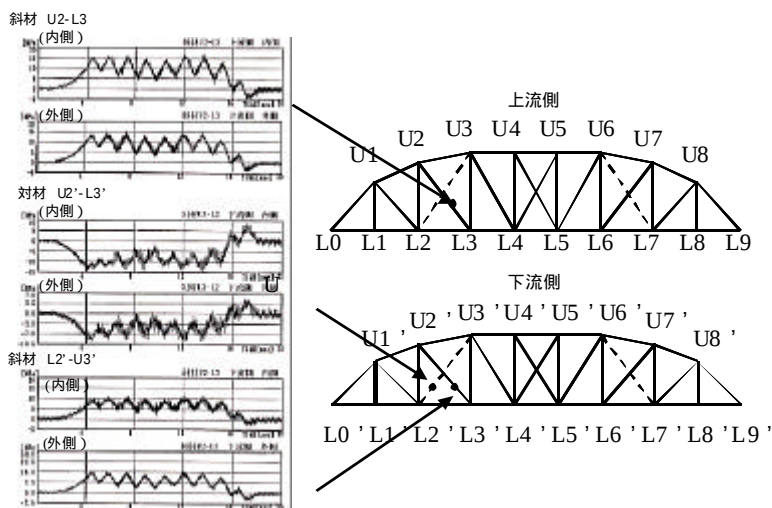


図-3 応力測定結果概要