

IV-422

磐越西線 ピントラス橋梁の今後の維持管理

J R 東日本 新潟支社 新潟土木技術センター 正会員 金子 建児

正会員 吉田 昭二

正会員 塚田 堅士

はじめに

磐越西線は、明治43～大正3年に開業し、当時鉄道橋の標準桁として用いられたピントラス橋梁が、現在も架設されている（表－1）。近年、走行列車の軽量化・交通体系の変化による輸送量の減少が図られ、橋梁に対する影響が軽減されてきたが、今回蒸気機関車の定常運転が計画された。今回の調査目的は、蒸気機関車の走行安全性・耐久性確保のための調査と、そのための対策を構築し今後の維持管理方法を確立することにより、ピントラス橋梁の延命化を図ることとした。

表－1

橋りょう	支間 (m)	構造形式	設計荷重	製作年
Br-A	62.4	上路 ハルモアラス	M31 ケーハ (KS-13)	1908
Br-B	90.7	下路 プラットラス	E40 (KS-18)	1911
Br-C	62.4	上路 ハルモアラス	M31 ケーハ (KS-13)	1911
Br-D	90.7	下路 プラットラス	E40 (KS-18)	1912
Br-E	46.9	下路 プラットラス	E44 (KS-20)	1908

1 調査方法

I 損傷調査 II 主要部材の耐力評価（床組部材と主構） III 実橋測定による耐力および走行安定の確認 IV 対策と今後の維持管理方法の検討

2 調査結果

I 損傷調査

損傷調査は目視で行った。主な結果は、全橋梁で可動シューが橋軸に対して斜めになっていたり、塵埃の残留で可動不良傾向が見られた。次に、主構と床組部材で経年による局部的な腐食が多く見られる。この2点における蒸気機関車走行時の耐力・耐久性について調査することにした。

II 主要部材の耐力評価

表－2

1) 床組部材（表－2）

床組部材の耐力評価は、現有応力比率（鋼材の保守現応力度に対する、現断面における列車走行時に発生する計算作用応力度）によって行い、活荷重は C57-D51-U13.3 を用い、衝撃荷重を $0.7-L^2/4000$ で行った。全体的に経年が大きいので、腐食による断面減少により低い結果となっている。特に Br-A では、連結する上路盤桁が 25.4m で大きな影響をもたらしていることから低い結果となった。全橋りょう 100% を下回る箇所はなかったものの、現行列車の実橋測定により耐力評価を行うことにした。

橋りょう	部材	現有応力比率 (%)	
		圧縮	引張
Br-A	端縦桁	113	117
	端横桁	107	115
Br-B	端縦桁	135	151
	端横桁	221	213
Br-C	端縦桁	135	167
	端横桁	165	178
Br-D	端縦桁	126	127
	端横桁	221	213
Br-E	端縦桁	253	254
	端横桁	230	252

表－3（単位：％）

部材	現状構造	設計構造
端柱	312	310
上弦材	165	162
下弦材	61	176
斜材	157	157

2) 主構の耐力評価

主構の耐力評価は構造解析とし、立体モデルを用い、現有応力比率で現す。解析条件として ①現状構造（シューの可動不良）②設計構造（シューの

ピントラス 蒸気機関車 維持管理 延命化

可動正常）の2条件で行った。表—3は Br—A・Br—Cを示す。設計構造では、下弦材は引張部材であるのに対し、現状では圧縮も受け持つことから低い結果となった。その他の橋りようからも、シューの機能回復が必要である結果が得られた。

Ⅲ 実橋測定による耐力および走行安定の確認

1) 床組部材

床組部材のうち端縦桁・端横桁の発生応力を測定し、代表列車一本を蒸気機関車載荷時に換算し耐力評価をおこなった（表—4）。換算係数 $=\beta_1 \cdot \beta_2$

$\beta_1 = \text{蒸気機関車の活荷重相当値} / \text{測定列車の活荷重相当値}$

$\beta_2 = (1 + i') / (1 + i)$ $i' = \text{蒸気機関車の衝撃荷重}$ $i = \text{測定列車の衝撃荷重}$

表—4

橋りよう名	測定列車	(km/h)	部材	測定項目	測定値 最大	最小	換算係数 最大	最小	範囲	疲労限の 応力範囲	計算作用 応力度		たわみ 限界値
Br—A	キハ110	70	端縦桁	応力 (Mpa)	4.6	-17	3.59	16.5	-61.3	77.8	82.0	93.8	-81.6
			端横桁	応力 (Mpa)	1.6	-4.4	4.66	7.5	-20.5	28.0	82.0	124.1	-140
			主構	たわみ (mm)		8	4.35	34.8		34.8			62
Br—B	キハ110	67	端縦桁	応力 (Mpa)	2.5	-11.7	4.15	10.4	-48.6	59.0	82.0	107.1	-94.3
			中間横桁	応力 (Mpa)	0.6	-17	4.03	2.4	-56.8	59.2	82.0	103.5	-87.9
			主構	たわみ (mm)	8.9		4.37	38.9		38.9			91
Br—C	キハ110	51	端縦桁	応力 (Mpa)	8.4	-9.5	3.75	31.5	-35.6	67.1	82.0	96.7	-68.4
			端横桁	応力 (Mpa)	0.9	-8	4.11	3.7	-32.9	36.6	82.0	80.4	-90.7
			主構	たわみ (mm)	10		4.39	43.9		43.9			62
Br—D	DE10	34	端縦桁	応力 (Mpa)	3.9	-25.8	1.9	7.4	-49	56.4	82.0	127.4	-100.5
			中間横桁	応力 (Mpa)	1.1	-30.7	2.19	2.4	-67.2	69.6	82.0	103.5	-87.9
			主構	たわみ (mm)	13.3		4.28	56.9		56.9			91
Br—E	DE10+ キハ110	35	端縦桁	応力 (Mpa)	9.0	-19.8	1.7	15.3	-33.7	49.0	82.0	63.7	-49.2
			中間横桁	応力 (Mpa)	1.1	-24.7	2.19	2.4	-54.1	56.5	82.0	86.6	-78.3
			主構	たわみ (mm)	9.5		2.66	25.3		25.3			47

評価方法として、現断面における計算作用応力と実応力の比較と、疲労限としての応力範囲と実応力の最大作用応力範囲を比較することにした。計算作用応力に対し蒸気機関車に換算した実応力は、50～75%程度となり、実応力で現有応力比率を計算すると、全箇所において安全である結果となった。疲労限の評価も問題となる箇所はなく、耐力、耐久性の評価は特に問題ではないといえる。

2) 走行安定の確認について

ピントラスは各点がピンになっているため、剛性が弱いという弱点がある。また蒸気機関車は、現在の走行列車よりも活荷重や衝撃荷重が大きいことから安全性が懸念されることから、たわみと横振れを調査した。床組部材と同様に蒸気機関車の載荷時に換算することとし、その結果特に問題になる箇所はなかった。

Ⅳ 対策と維持管理方法

1) 対策

早急に対策を必要としているものは、各橋梁シューの機能回復である。主構の耐力評価で示されたとおり、下弦材端部で現在大きな負担がかかっている。施行面・コスト面から清掃とグリースアップが妥当な方法と判断し、シューの機能回復を図ることにした。

2) 維持管理

今調査で耐力・耐久性は問題ないと判断できましたが、今後の蒸気機関車による橋りように対する影響を調査していく必要があると思っている。将来的に問題となってくる ① アイバー格点部の摩耗とピンの弛み ② 縦桁・横桁のフランジの腐食 ③ 縦桁・横桁接合部のリペットの弛み ④ シューの機能不足 ⑤ 局部腐食の進行 等に着目し時系列的にデーターを取り、的を得た対策でタイミング良く修繕を行うことにより、延命化を図っていきたい。