

## ピントラス橋におけるクリティカル部材の経年管理について

南海電気鉄道(株) 正会員 ○盛岡 学  
 南海電気鉄道(株) 非会員 木村 文彦  
 南海電気鉄道(株) 非会員 小林 史寛  
 (株)シーエス・インスペクター 非会員 吉田 英司

### 1. はじめに

南海本線の紀ノ川橋梁は、和歌山県北部を流れる一級河川紀ノ川にかかる上路鋼鈑桁(支間 23.01m) 19 連、下路トラス桁(支間 62.14m) 3 連からなる単線 2 列の橋長 627.1m を有する橋梁である。写真-1 に紀ノ川橋梁全景を、図-1 に紀ノ川橋梁全体図を示す。特に上り線については、明治 36 年(1903 年)に供用され、トラス部の上部工はアメリカンカンブリッジ社製の 200ft ピン結合曲弦プラットトラスである。本橋梁は、現在までに大規模な改修はほとんど行われておらず、当時の姿のまま建設後 100 年が経過しており、当社において「南海本線紀ノ川橋梁」の保有性能の検証を行った。



写真-1 紀ノ川橋梁

本稿では、ピントラス橋におけるクリティカルメンバー(部材の破壊が橋梁の破壊につながる部材)である斜材アイバー(以下、アイバーとする)を対象に、これまでの継続調査結果を精査し、注意を要する箇所の追加調査・検証を行い、ピントラス橋における今後の経年管理手法について考察した内容について紹介する。

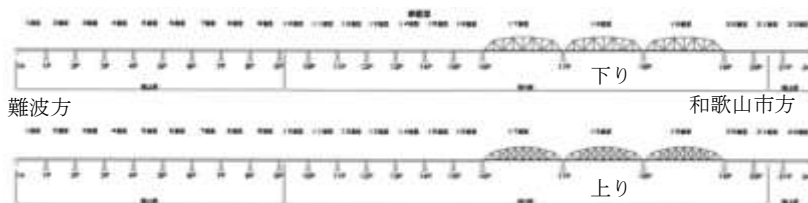


図-1 南海本線紀ノ川橋梁全体図

### 2. アイバーの検証方法

#### (1) アイバーの振動数とアイバーに作用する応力の関係

西村らの研究<sup>1)</sup>によると、アイバーの振動数とアイバーに作用する応力には相対関係があり、振動数を測定することにより、その応力を推定することができる。その相関式を式-1 に示す。式-1 より、各アイバーの標準振動数が算出でき、標準振動数より測定振動数が高ければ過緊張状態、低ければ弛緩状態であることがわかる。2 本で 1 組のアイバーに対し、一方が弛緩した場合、もう一方に設計荷重以上の荷重がかかり、場合によってはアイバーに亀裂が発生するおそれがある。また、キャンバーが極端に下がっているような箇所はアイバーに変状があるおそれがあるため、キャンバーの測定により、アイバーの変状を事前に把握することができる。

#### (2) 弛緩しているアイバーについて

従前からアイバーの点検管理手法として、アイバーの振動数の

$$\sigma = 0.000025 f^2 l^2 - 6909000 \times (t/l)^2$$

$\sigma$ : アイバーの引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$f$ : アイバーの振動数 (回/秒) (式-1)

$l$ : バーの長さ (cm)

$t$ : バーの厚さ (cm)



写真-2 アイバー振動測定状況

キーワード ピントラス, アイバー, 固有振動数

連絡先 〒556-8503 大阪市浪速区敷津東 2-1-41 南海電気鉄道株式会社 TEL 06-6644-7175

測定と、格点部におけるキャンバー（下弦材の反り）の測定を行ってきた。アイバーの測定方法については、手計測によりアイバーの振動数を測定していたが、測定年度によりばらつきがあるため、過去の測定結果から弛緩していると思われるアイバー4箇所について、速度計（（公財）鉄道総合技術研究所の開発したIMPACT II）により再測定を行った。また、速度計の精度照査のため、健全なアイバー1箇所についての測定、及び手計測を実施した。図-2にアイバー測点番号を、写真-2にアイバー振動数測定状況を示す。

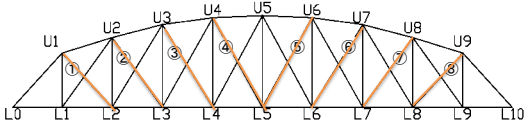


図-2 アイバー測点番号

（3）過緊張状態のアイバーについて

過緊張状態のアイバーについては、耐荷性の評価を行うため、式-1 及び過去の測定結果から、各アイバーの最大振動数に対する最大発生応力  $\sigma_{max}$  を算出し、アイバー（材質：ベッセマー鋼）の保有応力度（ $\sigma=115\text{N/mm}^2$ ）との比較を行った。

3. 検証結果

（1）弛緩状態のアイバーについて

表-1 にアイバー振動測定結果を示す。1 次モードの振動数と標準振動数の比較を行った結果、[18 連目海側 U3-L4]のみ、速度計及び手計測の値で標準振動数以下となり、弛緩していることが確認できた。また、経年によるアイバーの固有振動数の変化であるが、

表-1 アイバー振動測定結果

|       |        | 弛緩していると考えられるアイバー                            |                                             |                                             |                                             | 健全なアイバー                                     |
|-------|--------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
|       |        | 17 連目海側<br>U <sub>4</sub> -L <sub>5</sub> 外 | 18 連目山側<br>U <sub>6</sub> -L <sub>7</sub> 内 | 18 連目海側<br>U <sub>3</sub> -L <sub>4</sub> 内 | 19 連目山側<br>U <sub>2</sub> -L <sub>3</sub> 内 | 19 連目山側<br>U <sub>2</sub> -L <sub>3</sub> 外 |
| 速度計   | 1 次モード | 2.563Hz                                     | 2.930 Hz                                    | 1.221 Hz or<br>3.052Hz                      | 3.662Hz                                     | 4.395Hz                                     |
|       | 2 次モード | 5.005Hz                                     | 5.859 Hz                                    | 5.859 Hz                                    | 7.690 Hz                                    | 9.155Hz                                     |
|       | 3 次モード | 8.301 Hz                                    | 9.766 Hz                                    | 9.644 Hz                                    | 11.841 Hz                                   | 14.526 Hz                                   |
| 手計測   |        | 2.2 回/秒(Hz)                                 | 2.8 回/秒(Hz)                                 | 1.2 回/秒(Hz)                                 | 3.0 回/秒(Hz)                                 |                                             |
| 標準振動数 |        | 0.95Hz or<br>1.0~2.0 Hz                     | 1.5 Hz or<br>1.7~2.5 Hz                     | 1.5Hz or<br>1.7~2.5 Hz                      | 2.4 Hz or<br>2.2~2.8 Hz                     | 2.41 Hz or<br>2.2~2.8 Hz                    |

平成 13 年に可動柵の清掃・グリースアップを実施しており<sup>2)</sup>、それ以降固有振動数は増加傾向であり、支承部が正常な状態になったので引張材が正常に機能するようになったと考えられる。

（2）過緊張状態のアイバーについて

表-2 に各アイバーの最大振動数のときの最大発生応力  $\sigma_{max}$  を示す。これより、最も応力が大きい箇所でも、保守現応力度より小さく、耐荷性を満たしていることが確認できた。また、保守限応力度に達する時の振動数を合わせて算出したところ、5.7~8.0Hz となり、今後の維持管理における目安とすることとした。

表-2 最大応力と保守限応力度との比較

|         | バーの長さ  | バーの厚さ | 実測振動数<br>(Max) | 実測振動数<br>(Max) 時の応力           | 保守限応力度<br>(ベッセマー鋼)            | 保守限応力度に達する<br>時の振動数 |          |
|---------|--------|-------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------|
|         | L(cm)  | t(cm) | n(回/s)         | $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> ) | n(回/s)              | n(回/10s) |
| 1 U1-L2 | 870.2  | 2.9   | 4.65           | 33.3                          | 115                           | 8.050               | 80       |
| 2 U2-L3 | 1009.8 | 2.5   | 4.2            | 40.7                          | 115                           | 6.839               | 68       |
| 3 U3-L4 | 1117.9 | 2.5   | 4.45           | 58.4                          | 115                           | 6.157               | 61       |
| 4 U4-L5 | 1185.4 | 2.5   | 3.65           | 43.7                          | 115                           | 5.797               | 57       |
| 5 U5-L6 | 1185.4 | 2.5   | 3.7            | 45.0                          | 115                           | 5.797               | 57       |
| 6 U6-L7 | 1117.9 | 2.5   | 4.2            | 51.7                          | 115                           | 6.157               | 61       |
| 7 U7-L8 | 1009.8 | 2.5   | 4.35           | 44.0                          | 115                           | 6.839               | 68       |
| 8 U8-L9 | 870.2  | 2.9   | 4.3            | 27.3                          | 115                           | 8.050               | 80       |

5. 結論

紀ノ川橋梁上り線のピントラス部のクリティカル部材であるアイバーについて、過去の調査結果を精査し追加調査を行った結果、96 本のアイバーの中で 1 本だけ弛緩しているが、対になるアイバーが破断状態に至るほど過緊張状態でないことがわかった。ただし、弛緩により各アイバーの応力バランスが均一でなく、今後腐食によりアイバーの厚さが減少すればアイバーにかかる応力が増加し、変状が発生する可能性があるため、今後適正な周期のもと定期的に塗装塗替えを行い、断面を保持するとともに、2 年に 1 回の通常全般検査時に振動数の確認を行い、応力を確認することが必要であると考える。

参考文献

1)西村俊夫：シュエドラー・トラス 斜材アイバーの弛緩，鉄道技術研究所資料第 14 巻第 4 号，1952。  
2)山部茂，細井幸雄，宮阪昌仁：南海本線紀ノ川橋梁における維持管理技術について，社団法人日本鋼構造協会第 8 回鋼構造物の補修・補強技術報告会論文集，2002.6