

南海本線紀ノ川橋梁での塗装足場を利用した詳細調査および減災対策の実施について

南海電気鉄道株式会社 窪田勇輝 小出泰弘
株式会社シーエス・インスペクター 吉田育央

1. はじめに 当社は1885年（明治18年）創業の我が国初の純民間資本による鉄道会社であり、大阪・難波と和歌山県北部を結ぶ線路（延長約154.8km）を有している。沿線には都市部および海岸部、山間部と多種多様な環境が存在することから、構造物においても橋梁、トンネル、高架橋、土構造物、自然斜面と種々有しており、開業当時の鉄道構造物はすでに経年100年を超えている。そのなかでも南海本線紀ノ川橋梁は、1903年（明治36年）に現上り線の単線橋梁が全長約627mの長大橋梁として開通し、その一部がアメリカンブリッジ社製のピン結合曲弦プラットラス（以下「ピントラス」という）であるとともに、橋脚などの下部工の一部がレンガ構造となっていることから、維持管理に労力を要している。この度、本橋梁に対して上部工の塗装工事を実施することになったことから、塗装工事の足場を利用した詳細調査（長寿命化）を全面的に実施した。また、塗装工事の前後において橋脚の補強工事および詳細調査（減災）を実施したので、その内容について報告する。

2. 取り組みの概要 対象とした橋梁の写真を図-1に、この橋梁に対して実施した取り組みの一覧を表-1に示す。今回の取り組みについては、経年110年を超えた鉄道橋梁を対象に、今後も継続して平常利用を行うための「長寿命化」と来るべき自然災害に備える「減災」をテーマに実施項目を選定した。なお、これらのうち「長寿命化」への取り組みを実施するきっかけとなったのは、前述の通り上部工塗装工事の計画があったからであり、工事足場を利用することにより、通常では接近が不可能な箇所に対しても、安全かつ安価に詳細な調査を実施することができた。

3. 長寿命化対策

（1）1種ケレン 特に腐食が顕著であり、また構造的にも重要であるピントラスの支承部およびピン結合部の一部については、延命化を目的として1種ケレンを実施した。なお、支承はローラー沓であり、ピン結合部は部材が複雑に重なった構造となっていることから、手作業では限界があったため、高い強度を有するレーザービームを高速回転させることで塗膜や錆を除去する工法を適用した。図-2にレーザーを用いたケレンの状況を示す。

（2）振動数測定・応力測定 ピントラス構造においては、斜材および下弦材に用いられているアイバーおよびピンがクリティカルメンバーとなるため、アイバーの管理が非常に重要となってくる。従来よりアイバーの維持管理としては、振動数と格点部のキャンパーの測定、応力測定を行っているが、より精度よく、かつ、アイバー斜材全数の状態を把握すべく工事足場を用いた測定を実施した。

図-3に測定対象部材の概略図と各測定の状況写真を示す。振動数測定については、圧電型加速度計により得られた波形を周波数解析し固有振動数を特定しており、従来とは測定方法が異なるため一概には数値による比較はできないが、概ね同程度の値が得られていることから前回より状況が大きく変わった様子は見ら



(a) 全景 (b) ピントラス部

図-1 紀ノ川橋梁の写真

表-1 取り組みの一覧

部位	実施項目	対象	目的
上部工 ※ピントラス	近接目視	全部材	長寿命化
	1種ケレン	支承部、結合部	
	振動数測定	アイバー斜材	
	応力測定	アイバー斜材	
	衝撃振動試験	橋脚、基礎	
下部工	鋼棒挿入	橋脚、基礎	減災
	深浅測量	基礎	



(a) 作業状況 (b) ケレン完了

図-2 レーザーによる1種ケレン

れないものの、内・外のバランスから一部のアイバーにおいては経年劣化等により弛緩していると思われる箇所も存在した。一方、応力測定では、過去に他の橋梁において破断の事例が報告されているアイバーの首部付近にゲージを貼り付けて測定を行った。その結果、アイバー斜材における列車通過時の活荷重に対する応答値の最大値は30MPa程度であり、前述の振動数測定により得られた結果から算出した死荷重状態での応力度を加えても、ベッセマー鋼の保守限応力度以下であることが確認されたため、耐荷性については問題ないと考えられる。また、耐久性についても打ち切り限界以下であることが確認されたことから、現状では緊急性を要する箇所はないと判断した。

4. 減災対策

(1) 鋼棒挿入 対象橋梁の橋脚躯体は上り線がレンガ構造、下り線が無筋コンクリート構造となっており、同種構造物においては地震時に目地において大きく横ずれが発生した事例も報告されている。この変状への対策として、橋脚部に鋼棒を挿入する工事を実施した。図-4に工事の状況写真を示す。

(2) 深浅測量 下部工は、通常目視で検査できるのが水面より上の範囲であり、水面下については過去には潜水夫による目視調査を実施したこともあったが、費用や協議に係る労力面から、近年では橋脚上から錘を垂らす方法により簡易に河床位置を測定している。これらの方法は人の感覚によるところがあり、結果にもばらつきが見られたことから、より正確に下部工の状態や洗掘の進行性を把握すべく3次元測量を実施した。測量に際しては、3Dスキャニングソナーと音響マルチ測深機の2種類を採用し比較検討を行った。図-5に測量状況および結果の一例を示す。

5. まとめ

(1) 経年110年を超える鉄道橋梁に対して、ハード面では下部工の地震対策、上部工(一部)の1種ケレンを実施した。ソフト面では塗装工事の足場や新技術を利用し、各種調査を実施した。(2) アイバー斜材に対して実施した振動数測定および応力測定では、重要部材であるアイバー斜材全数の現状データを把握することができた。今後は、アイバー斜材全数に対する振動数測定を従来通り定期的実施し、振動数に顕著な変化が見られるアイバー斜材に限定して応力測定を追加を行い、初期データとの比較等により、定量的に評価するなど、維持管理の効率化と高精度化を図りたい。(3) 河川中に存在する全橋脚に対して3次元測量を実施し、洗掘に対する安定性の評価に活用できる初期データを入手した。(4) 今回の取り組みでは様々な調査や工事を行ったが、全ての自然災害や経年劣化に耐えうるものではない。そこで、列車運行の更なる安全性向上を目的とし、現在別の橋梁で研究開発中の橋梁異常検知システム(橋梁に異常が発生した際に即座に列車を停止させるシステム)を本橋梁にも適用すべく、検討を進めていく次第である。

引用文献 窪田勇輝, 小出泰弘, 吉田育央: 老朽化した旧式鉄道橋梁の長寿命化および減災に向けた取り組み, 土木学会第74回年次学術講演会講演概要集VI-766, 2019

参考文献 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, 第8回鋼構造物の補修・補強技術報告会論文集, 2002

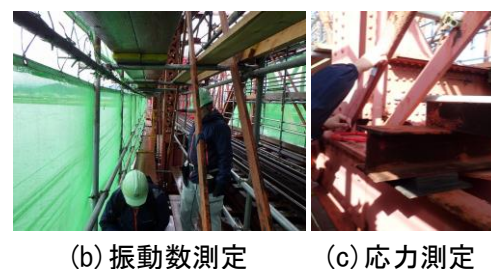
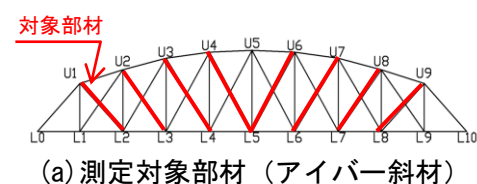


図-3 概略図と測定状況写真

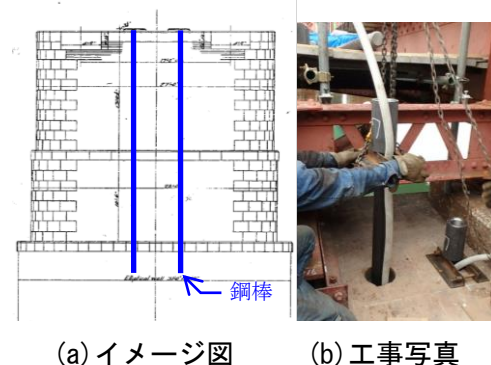


図-4 鋼棒挿入工事の状況

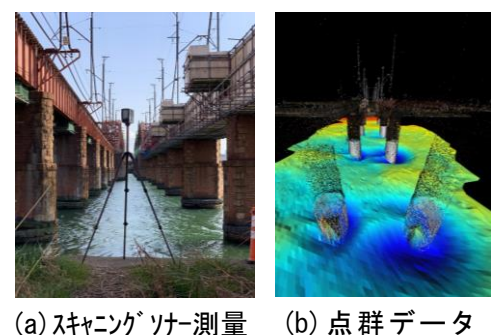


図-5 深浅測量の状況