

# 講演概要 支承交換工事に伴う支承部の可動状況の把握及び内部調査結果における支承部の評価

土屋 和弘<sup>1</sup>・栗林 健一<sup>1</sup>・秋山 保行<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 東日本旅客鉄道株式会社 研究開発センター フロンティアサービス研究所

(〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479) E-mail: kazuhito-tsuchiya@jreast.co.jp

2031 年度より東北新幹線（東京～盛岡間）および上越新幹線（大宮～新潟間）の土木構造物を対象に大規模改修を実施する計画としており、鋼橋では、支点部改修工を実施する方針としている。鋼橋の BP-A 支承は、経年に伴い可動不良が生じることにより、桁部に過大応力が発生することで亀裂が発生するとされている。実際に桁にき裂が発生した橋りょうにおいて、BP-A 支承から BP-B 支承にする支承交換工事を実施した。その工事に合わせて、支承交換前及び交換後の支承の変位及び応力を計測することで、支承交換の対策効果の確認を実施した。また、撤去した支承の解体調査を行うことで、支承内部の部材に摩耗や固着等の変状があり、本来と異なる回転挙動を生じていたことを確認した。さらに载荷試験を行うことで、すべり性能低下の確認をした。

**Key Words:** steel bridge, bearing with bearing plate, replacement of bearing, crack in the girder, measurement of bridge bearing

## 1. はじめに

鋼橋で多く使用されているBP-A支承は、経年に伴い可動不良(図-1参照)、になり、桁部に過大応力が発生することで亀裂が発生するとされている。しかし、BP-A支承は構造上密閉されており、内部の検査ができず、き裂が発生して初めて可動不良であることを知りえる状況もある。

橋りょうの定期的検査によって、鋼箱桁橋りょうの上り線終点方の右支承部（以下、変状箇所）においてソールプレートと下フランジの溶接線及び、下フランジとウェブの溶接線にき裂が確認された（図-2 参照）。そこで、早急に詳細調査（磁粉探傷試験、変位計測）および応急対策（ストップホール工及び当板補修）を実施した。

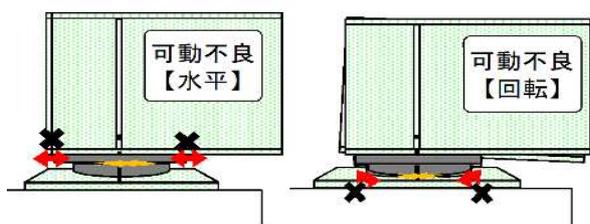


図-1 BP-A 支承の可動不良

その後、恒久対策として、変状箇所(右)の支承及び左の支承については、既存のBP-A 支承からBP-B 支承に交換した。

本稿では、支承交換前及び交換後の支承部の変位量および桁フランジ及びウェブの応力の測定結果を報告する。また、撤去したBP-A 支承の内部調査結果及び载荷試験結果についても報告する。

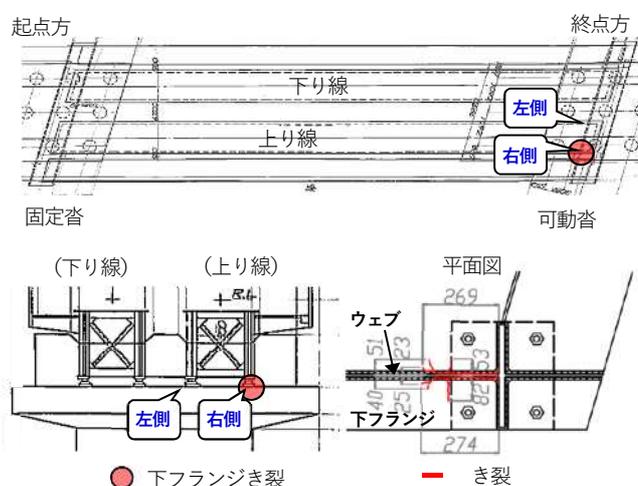


図-2 き裂の変状概要

## 2. 計測概要

### (1) 橋りょう概要及び対策概要

橋りょうの概要を表-1に示す。経年49年(計測当時)である。支承構造は、固定支承及び可動支承ともにBP-A支承であり、BP-A支承は、上沓と下沓の間に、水平機能及び回転機能を持ったベアリングプレート(高力黄銅合金)を有する構造である。変状箇所(右)の支承及び左の支承については、2019年7月に写真-1に示すように、支承交換を実施した。BP-B支承は、フッ素樹脂板(水平)+ゴムプレート(回転)の構造となっており、BP-A支承に比べて長期耐久性に優れるのが特徴である。

### (2) 計測概要

計測の項目を表-2に示す。支承交換前においては、2019年7月4日 16時10分~7月5日 16時10分(24時間)、支承交換後においては、2019年7月30日 15時0分~7月31日 15時0分(24時間)計測を行った。

図-3に回転機能及び水平移動機能の計測概略図を示し、図-4にひずみの計測概略図を示している。また、計測状況を写真-3に示す。

表-1 橋りょう概要

形式	上路式鋼箱桁(2主桁)
支間長	36.1m
制作年月	1970年8月
斜角	左74°
軌道種別	橋マクラギ式
設計荷重	KS-18
支承	BP-A



交換前 BP-A 支承  
交換後 BP-B 支承

写真-1 支承交換 (BP-A ⇒ BP-B)

表-2 計測概要

項目	評価項目	計測項目
回転機能	活荷重による桁のたわみによる回転に追従できているか	①、②上沓下面に生じる鉛直変位
水平移動機能	活荷重による桁移動と温度変化による桁の伸縮に追従できているか	③上沓の橋軸方向の水平変位
ひずみ	活荷重による下フランジおよびウェブの応力集中部の変形応力	④桁下フランジの桁端部補剛材/ソールプレート近傍における変形応力

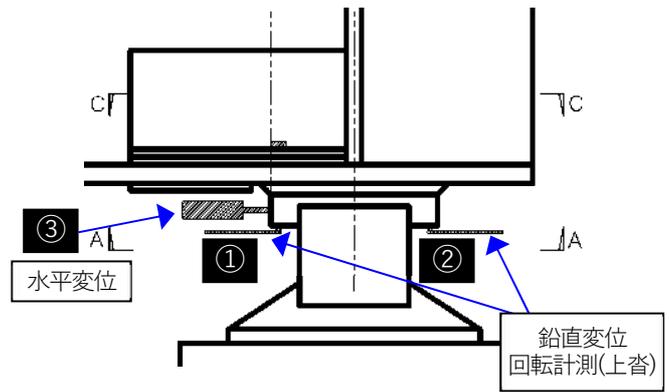


図-3 計測概略図(回転機能、水平移動機能)

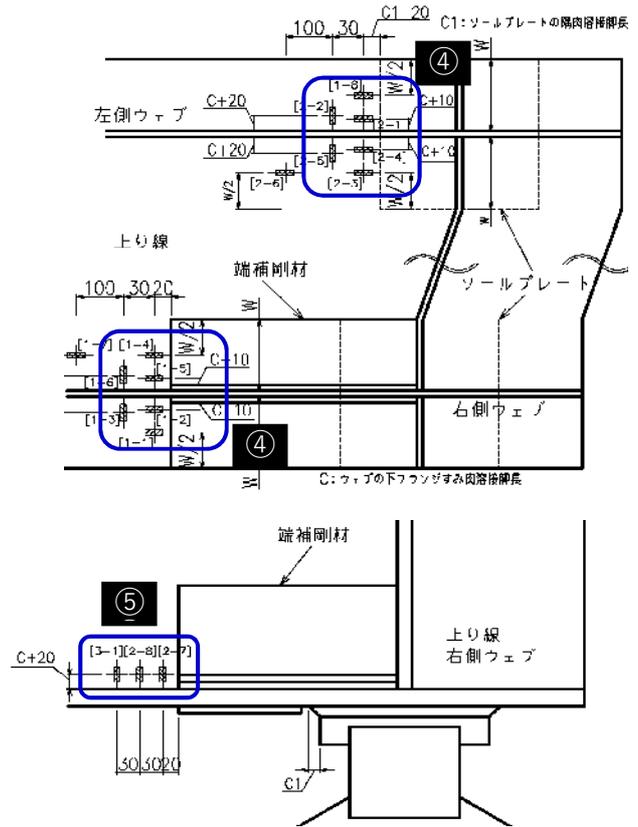


図-4 計測概略図(ひずみ)

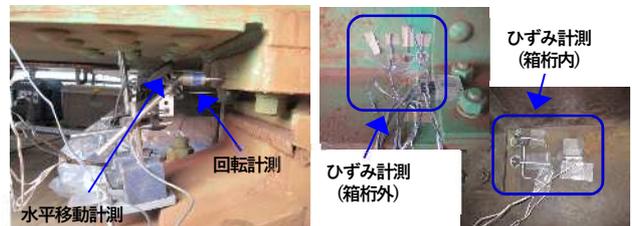


写真-2 支承交換前(右側) 計測状況

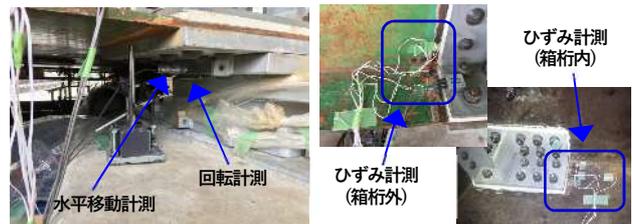


写真-3 支承交換後(右側) 計測状況

### 3. 計測結果

#### (1) 水平移動機能(橋軸方向の水平移動量)

図-5に支承交換前の結果を示すが、左側支承に比べて右側支承は列車活荷重に対する水平移動量が小さいことから水平移動機能の劣化を確認した。図-6に支承交換後の結果を示すが、右側支承は交換前と比較し、列車活荷重に対して水平移動が大きくなっていることを確認した。また、左右の移動量にほぼ差がないため、支承が均等に動作されていることを確認した。

#### (2) 回転機能

列車通過時における回転機能について、図-7に支承交換前の結果を示すが、上沓の回転は支間中央側に倒れる方向に発生し、回転角の大きさは左右の支承で同程度であった。図-8に支承交換後の結果を示すが、回転角の計測値は交換前と比べて明らかな変化はみられなかった。

#### (3) 桁フランジ及びウェブの応力集中部の応力

図-9に支承交換前の最大応力を示すが、右側桁と左側桁で、下フランジの橋軸方向応力とウェブの鉛直方向応

力が逆方向に発生していた。右側支承の水平移動機能が劣化していたため、右側桁の下フランジにおいて圧縮方向に最大-76MPaほどの大きな応力を確認した。左側桁の下フランジ応力は箱桁の内・外で逆方向に発生しており、水平方向のねじれ発生と推定される。図-10に支承交換後の最大応力を示すが、桁端部の応力は左右の桁で同方向に発生しており、右桁下フランジの橋軸方向応力は13MPaと大きく低下しており、左桁下フランジの応力は箱桁内外で同方向に発生しており、水平ねじれは解消されたと推定される。

#### (4) 内部調査結果

図-11に示すように、ベアリングプレートと下沓の間には、左右ともに錆、摩耗粉、塗膜の破片などが隙間なく詰まっており、ベアリングプレートと下沓が一体化しており、ベアリングプレート自体が回転する機能を喪失していた。しかし、支承交換前の計測で左右支承ともに回転挙動を示したことから、これは図-12に示すように、偏摩耗によりベアリングプレート上面と上沓下面に摺動部(凹凸形状)形成され、本来の回転機能とは異なるメカニズムで回転していた可能性が考えられる。

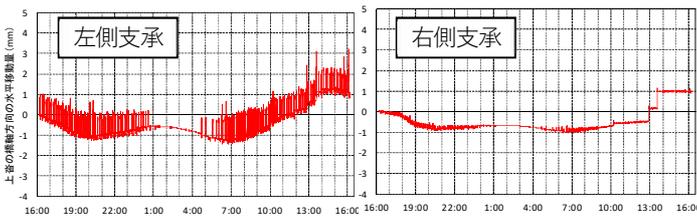


図-5 支承交換前の上沓の水平移動量

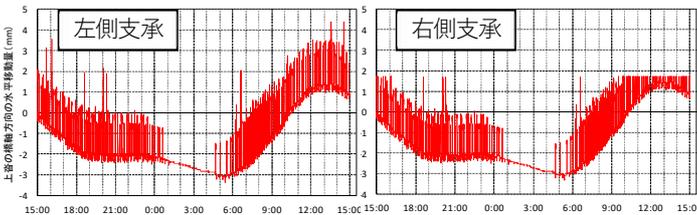


図-6 支承交換後の上沓の水平移動量

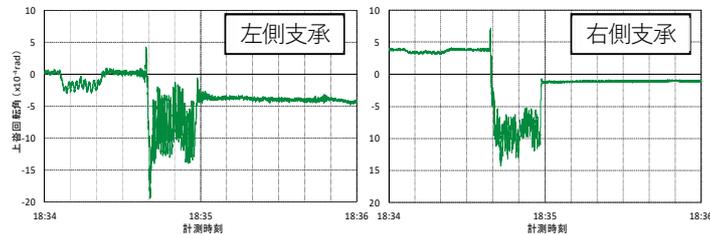


図-7 支承交換前の上沓の回転角

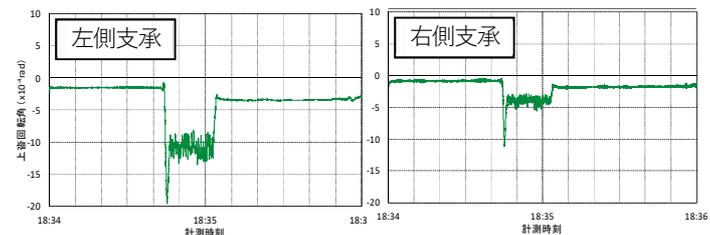


図-8 支承交換後の上沓の回転角

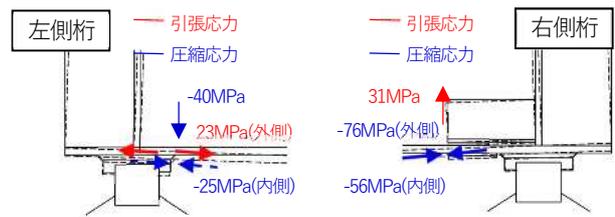


図-9 支承交換前の桁の最大応力



図-10 支承交換後の桁の最大応力

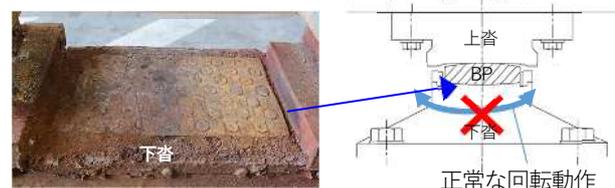


図-11 下沓とBPの固着状況

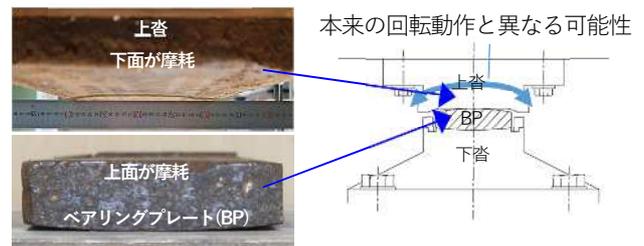


図-12 支承交換前に回転が生じたメカニズム



写真-4 ベアリングプレートの破断

また、右側の支承のベアリングプレートにおいては、写真-4に示すとおり、偏った設置状態で摩耗が進行したことで、上沓およびベアリングプレートに段差が発生し、上沓とベアリングプレートの動きが制限された状態で過大な応力が作用したことにより破断に繋がった可能性が考えられる。

### (5) 荷重試験結果

#### (a)鉛直荷重支持性能確認試験

図-13に示すように、支承の設計上の全反力1080kNに対して、荷重試験を実施したところ、全反力相当の荷重を問題なく支持していることを確認した。また試験前後で外観上の目立った変化は確認されなかった。

#### (b)水平加振性能確認試験

水平変位への追随性(摩擦特性)の確認のため、水平加振性能を行った。結果を図-14に示す。プラス側変位時において0.17~0.19程度、マイナス側変位時において0.24~0.26程度であった。新品ベアリングプレート設計摩擦係数は0.1前後であり、長期使用による摩耗または塵埃等の介在によりすべり性能が低下した状態であることが確認した。

### 3. おわりに

BP-A 支承を BP-B 支承へ交換したことにより、支承機能の回復、桁部疲労耐久性の改善を確認することができた。また、撤去した BP-A 支承は外部調査では顕著な変

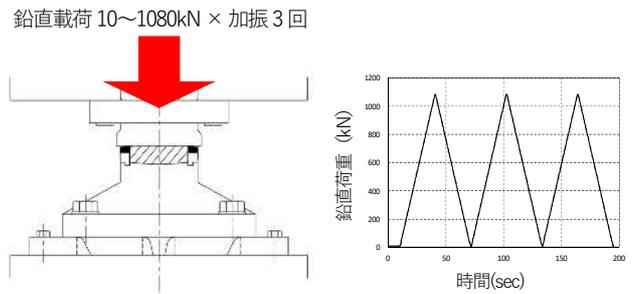


図-13 鉛直荷重支持性能確認試験結果

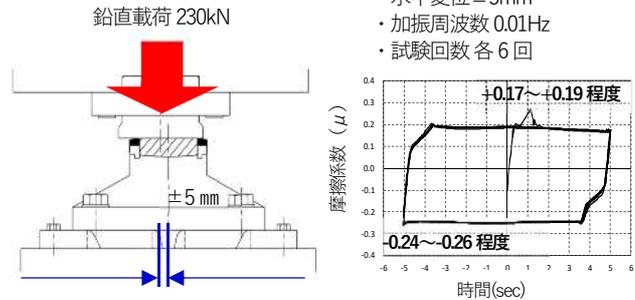


図-14 水平加振性能確認試験結果

状は見られなかったが、内部調査ではベアリングプレートの破断や本来と異なる回転挙動を確認することができた。また荷重試験により、すべり性能の低下を確認することができた。今後も BP-A 支承の計測を実施することで可動不良の確認をしていく必要があり、今後はより効率的な計測手法を検討していきたい。

### 参考文献

- 1) 青木 来夢,石澤 俊希,小菅 匠, 鋼鉄道橋(鋼箱桁)支承部に発生した変状および対策について, 関東支部技術研究発表会 Vol: 47, 年: 2020, 頁: VI-38
- 2) 廣瀬 陽人,青木 来夢,栗林 健一,関 玲子, 鋼鉄道橋(鋼箱桁)支承部に発生した変状および対策について, 年次学術講演会講演概要集 Vol: 75, 年: 2020, 頁: VI-713

(Received April 2, 2021)  
(Accepted June 4, 2021)

## STUDY ON DISPLACEMENT AND STRESS MEASUREMENT IN BEARING REPLACEMENT CONSTRUCTION

Kazuhiro TSUCHIYA, Kenichi KURIBAYASHI, Yasuyuki AKIYAMA

From 2031, Large-scale renovation construction of the shinkansen structure begins. A crack occurred in the girder of the bridge. The bridge has bearings with bearing plate. Displacement and stress of the bearings were measured at before and after replacement construction. We were able to confirm the effectiveness of the measures for bearings exchange. By conducting a survey of the removed bearings, The bearings were deteriorated and confirmed a displacement different from the original.