

## 新幹線橋りょうの支点部取替に関する測定および評価研究



土屋 和弘\*1



栗林 健一\*2



秋山 保行\*3

### Study on evaluation and displacement measurement towards bearing replacement construction of Shinkansen steel bridges

Kazuhiro TSUCHIYA\*1, Kenichi KURIBAYASHI\*2, and Yasuyuki AKIYAMA\*3

\*1 Researcher, Frontier Service Development Laboratory of Research and Development Center of JR East Group \*2 Chief Researcher, Frontier Service Development Laboratory of Research and Development Center of JR East Group  
\*3 Principal Chief Researcher, Frontier Service Development Laboratory of Research and Development Center of JR East Group

#### Abstract

Large-scale renovation of Shinkansen civil engineering structures is scheduled to begin from the 2031 fiscal year. The renovation plan includes the replacement of the bearings on Shinkansen steel bridges. Cracks have found in the girders of bridges on conventional lines. These bridges have BP-A bearings. Measurement of the bearing displacement was conducted before and after their replacement, and proved that such replacement was an effective countermeasure. Based on the measured displacement of the bearings before and after the bearing replacement, we also conducted evaluation of the applicability of BP-B bearings on Shinkansen steel bridges.

●**Keywords:** Steel bridges, BP-A, BP-B, Replacement of the bearings, Measurement of the bearings

\*1JR東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 研究員 \*2JR東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 主幹研究員  
\*3JR東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 上席研究員

## 1. 緒言

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、鋼橋では図1に示すとおり、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、図2に示すとおり、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在来線の橋りょうにおいて、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、支承交換前と交換後の支承の変位を計測することで、支承交換の対策効果の確認を実施した。

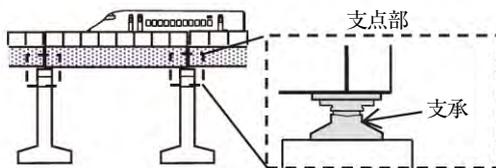


図1 鋼橋支点部の支承

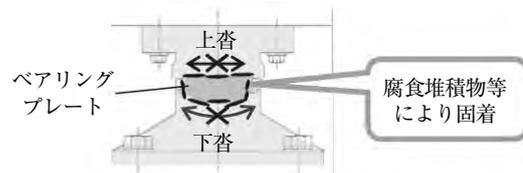


図2 BP-A支承の可動(回転)不良機構

## 2. 新幹線橋りょう支点部取替に関する背景と課題

新幹線鋼橋ではベアリングプレートが回転挙動を担うBP-A支承が多く使用されている。BP-A支承はベアリングプレートとして高力黄銅支承板支承が使用されており、鉛直強度が大きく鉄道重車両の走行時において鉛直挙動の抑制に有利とされているが、経年に伴い内部が腐食・固着することで可動不良になるという知見がある。一方、BP-B支承は密閉されたゴムの弾性体の変形により回転を行うことから信頼性が高く、長期の使用実績や実験の結果からBP-A支承よりBP-B支承の方が優れている<sup>1)</sup>とされており、道路橋ではBP-B支承が多く採用されている。大規模改修の鋼橋支承交換では、長期耐久性が期待できるBP-B支承を選定する方針としているが、鉄道橋においてBP-B支承の使用実績は非常に少なく、課題として鉛直挙動の確認があげられる。新幹線鋼

橋においてBP-B支承を用いる際、密閉ゴムの降伏耐性、新幹線荷重における鉛直変位、初列車通過時の新品支承の挙動の3つの観点から、既往研究と本測定結果より、新幹線鋼橋への適用について評価を行う。

(1) 密閉ゴムの降伏耐性

BP-B支承に使用される密閉ゴムについて、BP-B支承下沓への装着状態を想定した2面拘束により、設計鉛直応力および、それより大きい鉛直応力域までの圧縮試験結果<sup>2)</sup>より設計鉛直応力の約9倍の鉛直応力に対して線形性を保つことを確認している。

(2) 新幹線荷重における鉛直変位

新幹線荷重条件(桁死荷重+列車荷重+衝撃荷重)をBP-B支承に適用した場合の鉛直挙動および、鉛直載荷試験結果<sup>3)</sup>より、列車通過時の鉛直変位は乗り心地から定まる鉛直目違いの制限値以下であることを確認している。

(3) 初列車通過時の新品支承の挙動

在来線鋼橋の支承交換後における支承の変位計測結果より、BP-B支承において過大な鉛直変位が発生しないことを確認する。

(1)、(2)は既往研究より明らかになっているため、(3)により支承交換の対策効果を確認し、評価を実施する。

### 3. 在来線鋼橋の支承交換前後の計測結果

#### 3・1 在来線鋼橋支承交換概要と計測概要

橋りょうの概要を表1に示す。経年52年の上路式鋼箱桁であり、支承構造は固定支承、可動支承ともにBP-A支承である。可動不良が原因となり、桁にき裂が生じたことから応急復旧として当板補強を実施しているが、恒久復旧として9径間目と10径間目の可動支承の8基について、図3に示すとおり、2021年5月にBP-A支承からBP-B支承に支承交換を行った。計測概要を図4に示すが、支承交換前においては、2021年1月21日 13時16分～15時01分、初列車通過時および、支承交換後の変位計測においては、2021年5月18日 10時10分～13時40分に計測を行った。表2に計測概略を示すが、回転機能と水平移動機能の計測を行うことで可動不良および、対策効果の確認、鉛直移動機能の計測を行うことでBP-B支承の鉛直挙動の確認を行った。

表1 橋りょう概要

形式	上路式鋼箱桁(2主桁)
支間長	40.0m
施工年月	1969年5月
斜角	直橋
軌道種別	橋マクラギ式
設計荷重	KS-18
支承	BP-A

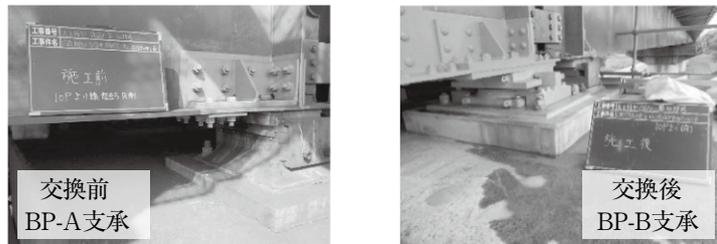


図3 支承交換(BP-A ⇒ BP-B)

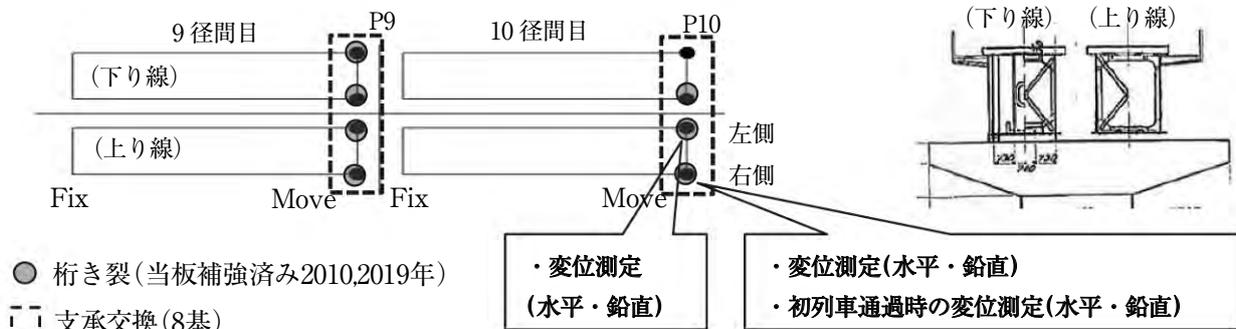
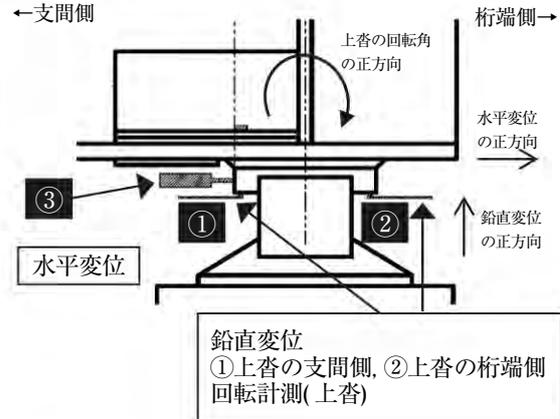


図4 計測概要

表2 計測概略(回転機能、水平移動機能、鉛直移動機能)

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に追従できているか	③上沓の橋軸方向の水平変位
鉛直移動機能	BP-B支承において過大な鉛直変位が発生していないか	①, ②上沓下面に生じる鉛直変位



### 3・2 回転機能と水平移動機能について

列車通過時に活荷重の影響で桁移動が生じるが、可動支承側で桁が追従できているかを確認するため支点部の橋軸方向の回転量と水平変位の計測を行った。図5より、貨物列車通過時の支承交換前における回転量は最大 $-12.0 \times 10^{-4} \text{rad}$ 程度、支承交換後における回転量は $-25.4 \times 10^{-4} \text{rad}$ 程度であった。また図6より、貨物列車通過時の支承交換前における水平変位量は最大2.4mm程度、支承交換後における水平変位量は最大6.3mm程度であった。

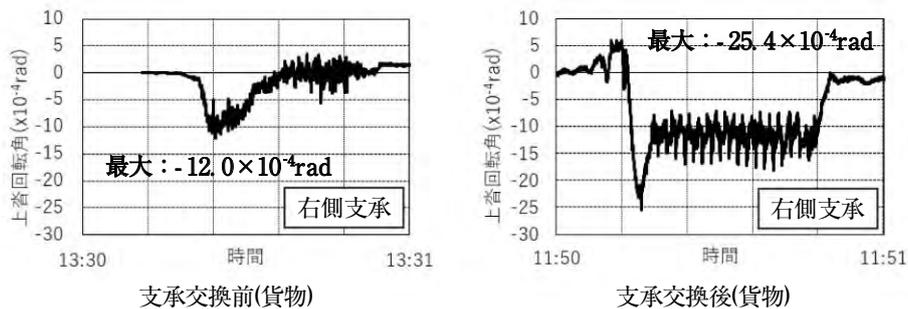


図5 計測結果(回転量)

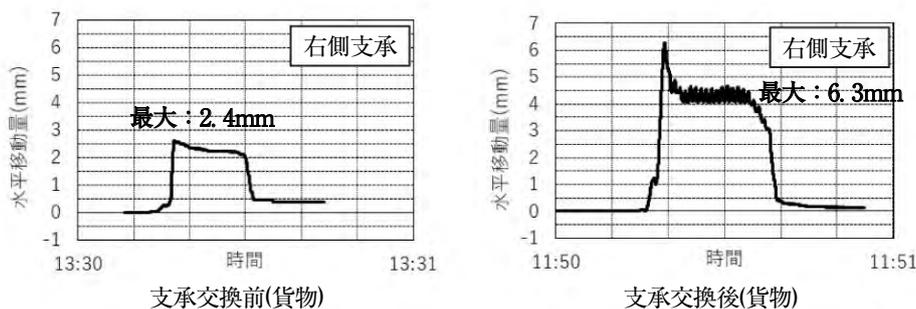


図6 計測結果(水平変位量)

### 3・3 鉛直移動機能について

支承交換後の初列車通過時、また後続列車通過時において、新品支承のなじみや密閉ゴムの挙動により想定外の鉛直変位の影響がないことを確認するため、鉛直変位の計測を行った。鉛直変位量については上沓の支間側(測定箇所①)の結果を示す。図7より、初列車通過時における鉛直変位量は貨物列車で最大0.5mm程度、その後の旅客列車で最大0.2mm程度であった。また、初列車通過時の活荷重の影響で沈み込み0.1mm程度が生じたものの、その後の後続列車において、沈み込みは特に見られなかった。

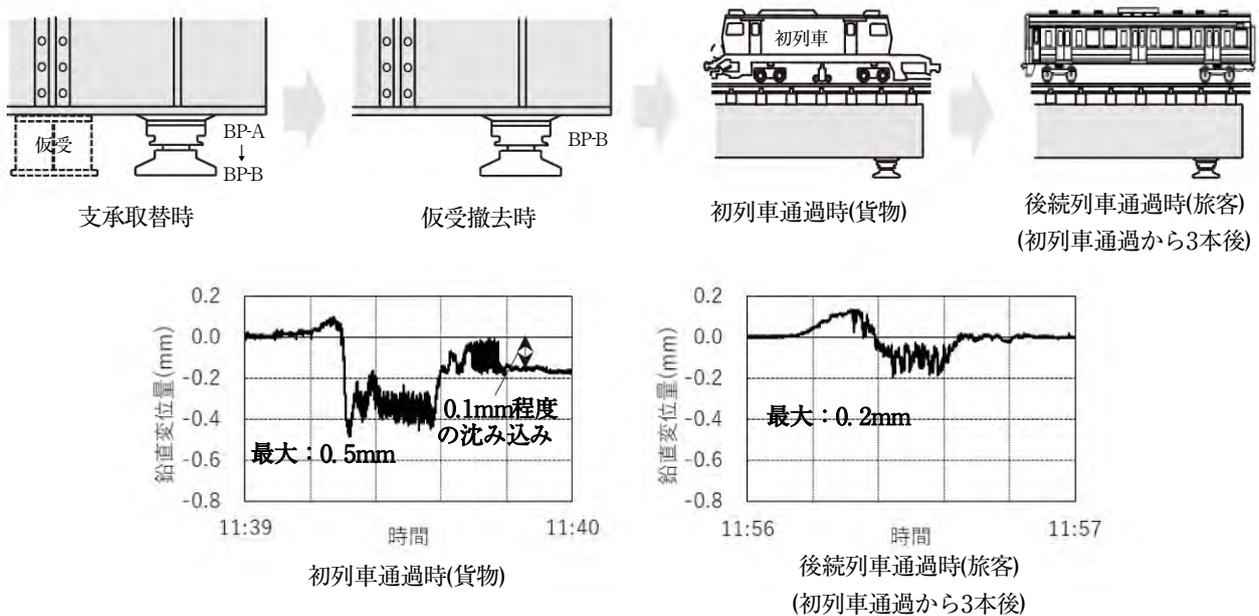


図7 計測結果(鉛直変位量)

### 3・4 計測結果

- (1) 支承受換前は回転量と水平変位量を計測した結果、可動不良が生じていたが、支承受換後に可動状況が改善されたことを確認した。
- (2) 支承受換後の初列車通過時における鉛直変位を計測し、大きな鉛直変位量や沈み込みがないことを確認した。また、後続列車通過時においても、大きな鉛直変位量は見られず、変位の復帰性が良好であることを確認した。計測した鉛直変位量に対して、乗り心地から定まる鉛直目違いの制限値3.0mm<sup>4)</sup>に対して十分小さい値となったことを確認した。

## 4. まとめ

在来線鋼橋の支承受換前後における支承受換の変位計測を実施し、支承受換の対策効果を確認することができた。また、支承受換後の初列車通過時の新品支承受換の鉛直変位を計測し、過大な鉛直変位は生じていないことを確認した。在来線に比べて新幹線は列車速度が速いことから列車通過時の活荷重や衝撃の影響を受けると考えられるが、設計荷重に合わせて密閉ゴムのゴムプレートサイズを決定するため、新幹線鋼橋においても鉛直挙動は大きく変わらないと想定される。したがって、BP-B支承受換は新幹線鋼橋においても適用できると考えられる。

## 5. 結言

本稿では、新幹線鋼橋におけるBP-B支承受換の利用検討について述べた。今後も引き続きBP-B支承受換の経過観察を実施し、計測データの収集を行っていきたい。そして新幹線大規模改修の計画策定に役立てたい。関係の方々の引き続きの御指導、御支援をお願いしたい。

### 参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会鋼橋の支持機能検討小委員会, 道路橋支承受換の改善と維持管理技術, 土木学会, 2008.5
- 2) 日本道路協会, 道路橋支承受換便覧, 日本道路協会, 2018.12
- 3) 丹羽 雄一郎, 木村 元哉, 矢島 秀治, 既設鉄道合成桁へのBP-B支承受換の適用, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要, pp. 925-926, 2013
- 4) 鉄道総合技術研究所, 鉄道構造物等設計標準・同解説-変位制限, 丸善, 2006.2