

### 既設鉄道合成桁へのBP-B 支承の適用

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○丹羽 雄一郎  
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 木村 元哉  
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 矢島 秀治

#### 1. はじめに

鉄道合成桁の鋼製支承の可動機能低下の対策として、支承取替えを実施した。既設支承の形式は、従来より鉄道橋に一般的に用いられている銅合金支承板支承（以下、BP-A 支承という）であった。BP-A 支承は一般に、長期の供用下において、ベアリングプレートと下沓間への塵埃等の混入により、可動不良が生じやすいことが知られている<sup>1)</sup>。そのため、今回の支承取替えにおける新規支承形式には、可動機能が優れるとされている密閉ゴム支承板支承<sup>1)2)</sup>（以下、BP-B 支承という）の適用を試みた。本稿では、鉄道橋にBP-B 支承を適用する際の課題と考えられる、ゴムプレートの動的鉛直変位等についての検討、および、支承取替えによる可動機能改善効果について述べる。

#### 2. 新規支承形式の検討

対象橋梁の形式は、鉄道橋に一般的に用いられている、1軌道を1主桁で支持するBox断面合成桁である。主要諸元を表-1に、桁断面略図を図-1に示す。新規支承形式は、支間や支承反力などの諸元から、BP-A 支承等が適当と考えられるが<sup>3)</sup>、経年により可動不良の再発が懸念される。

一般に支承板支承にはBP-A 支承とBP-B 支承の2種類があり、図-2にその構造概略を示す。BP-A 支承は、ベアリングプレート（高力黄銅支承板）にて水平移動と回転に追従する。一方、BP-B 支承は、すべり板（PTFE 板）とステンレス板にて水平移動に追従し、円筒型ポットに挿入されたゴムプレートの変形で回転に追従する。

道路橋では、既設のBP-A 支承から可動機能が優れるBP-B 支承への取替えが進められているが<sup>2)</sup>、鉄道橋においては、既設支承の取替えおよび新設支承ともに、BP-B 支承の適用実績がほとんどない。その理由として、ゴムプレート等の可動部材の耐久性に対する懸念や、ゴムプレートの動的鉛直変位による、列車の走行安全性および乗り心地への影響に対する懸念があったことなどが考えられる。

耐久性については、道路橋における長期使用実績やその間の劣化が認められない点から、BP-B 支承の方がBP-A 支承より優れると示されている<sup>2)</sup>。今回の対象橋梁である合成桁は開床式鋼鉄道橋と異なりRC床版があるため、支承の耐久性に大きな影響を与える雨水等の環境条件が、道路橋

表-1 対象橋梁の主要諸元

橋梁形式	合成桁	
既設支承形式	BP-A 支承	
支間	35.0m	
主桁断面	1主桁 Box 断面	
設計列車荷重	NP-19	
図面番号	桁	WVBN935-1
	支承	SA-154
支承反力	D	890kN/支承
	D+L <sup>*</sup> +I	1746kN/支承 (※NP-19)

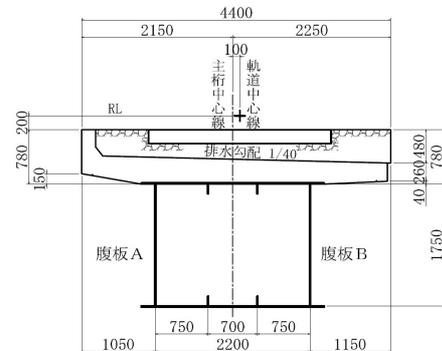


図-1 対象橋梁の桁断面略図

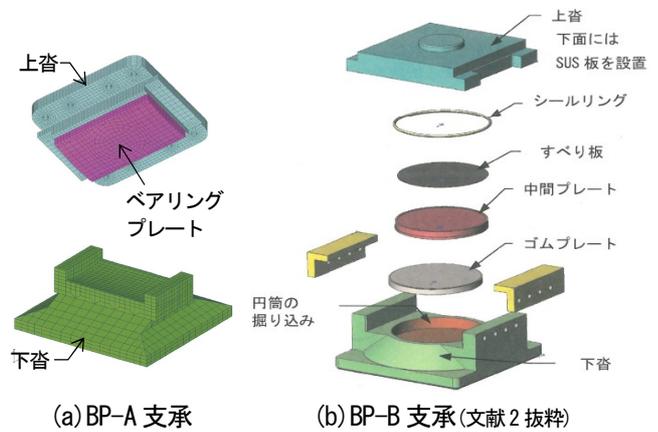


図-2 支承板支承の構造概略

に比較的似通っている。このことから、鉄道合成桁にBP-B 支承を適用した場合においても耐久性の問題は小さいと考えた。

また、列車の走行安全性および乗り心地に対する検討として、今回、支承取替えに先駆け、室内載荷試験によりBP-B 支承の鉛直変位の検証を行った。試験体はBP-B 支承本体とし、ゴムプレートの形状は径340mm、厚さ23mm、材料は

キーワード 鋼鉄道橋, 合成桁, BP-A 支承, BP-B 支承, 支承取替え

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2F 西日本旅客鉄道(株)構造技術室 TEL 06-6305-6958

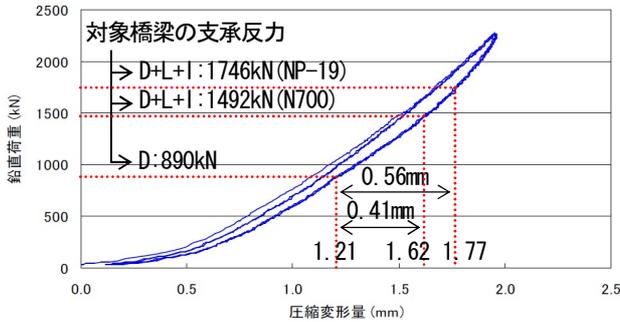


図-3 ゴムプレート静的載荷試験結果



写真-1 新規支承

クロロプレンゴムである。載荷荷重は 45kN～2250kN の鉛直荷重の 3 回繰返し載荷とした。図-3 に試験結果を示す。図に示すように、今回の対象橋梁の設計支承反力から列車載荷時の鉛直変位を推定すると、NP-19 で 0.56mm、N700 系で 0.41mm となる。文献 4) に示される、支承部鉛直変位制限値である走行安全性 2.5mm、乗り心地 2.0mm (列車速度 300km/h、複数連の場合) と比較し問題になるレベルではないといえる。

以上より、支承可動機能の確実な回復に主眼を置き、新規支承形式を BP-B 支承とすることとした。写真-1 に今回適用した BP-B 支承を示す。

3. 支承取替えによる可動機能改善効果

支承取替えによる可動機能の改善効果を検証するため、支承取替え前後において、列車載荷時 (N700 系 16 両編成) の支承変位を測定した。測定位置は図-4 に示すように、支承前端部および後端部の鉛直変位 (v1, v2)、支承前端部の水平変位 (h) とした。また、v1, v2 から支承の回転角を算出した。図-5 に水平変位および回転角の応答波形を示す。水変変位は正の値が桁伸びを示し、回転角は負の値が支承前面が下方に変位する回転を示す。

水平変位について、取替え前は、すべての測定列車において列車通過前後で基準線のズレが生じたため、精緻な変位量は不明であるが最大 0.25mm 程度であった。一方、取替え後は、最大 0.75mm 程度の変位が生じており、水平可動機能が大幅に改善されたことがわかる。

参考文献

- 1) 例えば、徳田浩一、岩崎雅紀：支承の活荷重挙動に関する実験的研究、構造工学論文集, Vol.41A, pp.935-944, 1995.3
- 2) 土木学会：道路橋支承部の改善と維持管理技術 (鋼構造シリーズ 17), 丸善, 2008.5
- 3) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説-鋼・合成構造物, 丸善, 2009.7
- 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

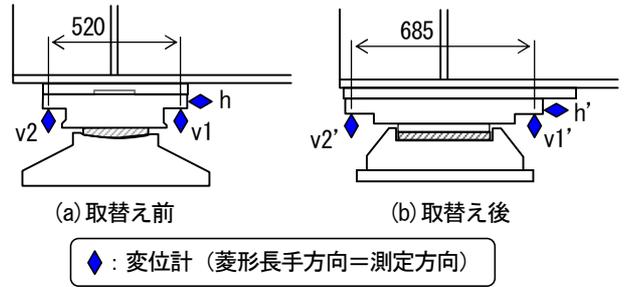


図-4 支承変位の測定位置

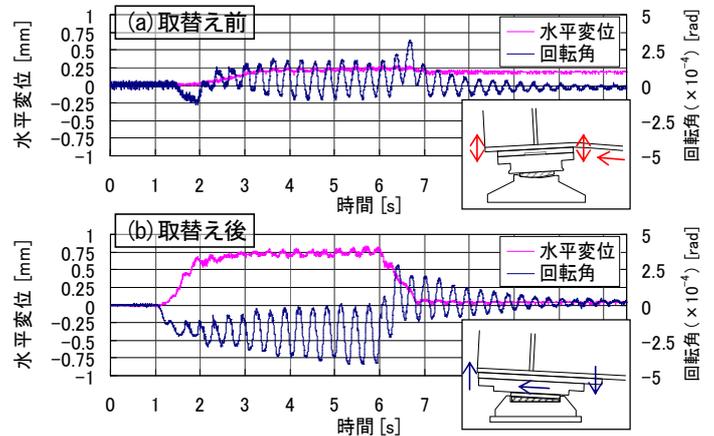


図-5 支承変位応答波形と推定される支承の挙動

回転角について、取替え前は、4 車軸 1 セットで表れている各波形に  $2.5 \times 10^{-4}$  rad 程度の振幅の回転が生じているが、列車通過中の全体波形が正にシフトしている。これより、水平変位が十分に生じないことによって、図-5 に示すように支承が後面側へ傾倒しつつ、挙動しているものと考えられる。一方、取替え後は、全体波形が負にシフトしつつ、各波形に最大  $4.0 \times 10^{-4}$  rad 程度の振幅の回転が生じており、回転機能が大幅に改善されたことがわかる。

また、紙面の都合上詳述していないが、支承取替え後の鉛直変位は最大 0.2mm であった。これは載荷試験 (図-3) により検証した N700 系の鉛直変位 0.41mm より小さく、鉛直変位についても問題ないことを確認している。

4. まとめ

既設鉄道合成桁の支承可動機能の改善を目的として、支承取替えを実施した。新規支承形式に BP-B 支承を適用するにあたり、載荷試験等の事前検討ならびに、取替え後の実挙動の測定を行った。その結果、列車走行安全性および乗り心地に問題のないことを確認するとともに、支承可動機能が大幅に改善されることを確認した。従来、鉄道橋に BP-B 支承が適用された事例は少ないが、今回の施工箇所の経過を追跡することで、今後の適用拡大に繋がるものと考えられる。