

ゴム式ベッドプレートによる鉄桁のバタツキに関する研究

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 佐藤 篤

1. 研究の背景と目的

JR 西日本福知山支社管内では、短支間の一部のデッキガータ支承部においてゴム式ベッドプレート（以下ゴム式 BP）が敷設されている。土木建造物取替の考え方¹⁾によると、リベット構造デッキガータの支承部の修繕方法として「旧床板を撤去して、新床板と入れ替え、床板とベッドストーンとの間に硬質ゴムを挿入する」ことを推奨している。当時の技術標準としてまとめられた文献にこうした記載があることから、当時（1970 年代）は杵座補修の際等に、ゴム式 BP を敷設する事例が多かったものと思われ、また、橋梁新設時においてもゴム式 BP が敷設される事例が多かったものと思われる。施工当初は、桁座への衝撃緩和および応力分散を目的として設置されたものと考えられる。

しかしながら、施工後約 40 年を経過した現在では、ゴム式 BP の伸縮作用や長年の累積荷重によるゴムのへたりに伴うバタツキが顕著に発生している。このバタツキを主な原因とする変状事例として、写真 2 に示すような端補剛材下端溶接部のき裂が発生している。端補剛材下端溶接部にき裂が発生した場合、バタツキにより進展速度を助長させ、下端全周にき裂が進展し、その後腹板までき裂が進展し運転保安上致命的な問題となる。

そこで、本研究ではゴム式 BP が敷設されているデッキガータを対象として、検査記録簿と桁図面による調査とバタツキ時の実橋応力・支点変位測定等により変状原因の追及を行うことで、今後の維持管理のあり方について検討することを目的とする。

2. ゴム式 BP 敷設デッキガータの実態調査

山陰本線（JR 西日本福知山支社管内）を対象としてゴム式 BP 敷設のデッキガータ及び現在の変状状態について実態調査を行った。表 1～3 によると、溶接式のデッキガータではゴム式 BP 敷設が全体の約 15%を占め、さらにはその 11 橋梁の内、9 橋梁で A ランク変状(き裂、バタツキ等)が発生しており、非常に高い割合であることがわかる。また、き裂変状では、2 橋梁において端補剛材下端溶接部のき裂が全周に至っている。

表 1 ゴム式 BP の敷設状況

桁形式	ゴムBP有	ゴムBP無	計
リベット式	8 (15.1%)	45 (84.9%)	53
溶接式	11 (14.9%)	63 (85.1%)	74

表 2 ゴム式 BP の敷設橋梁の変状

桁形式	ゴムBP有		
	設置数	Aランク数	割合
リベット式	8	1	12.5%
溶接式	11	9	81.8%

表 3 ゴム式 BP の敷設橋梁の変状例

橋梁名	変状概要	ランク	標準図面番号
A	端補剛材下端の全周き裂	A1	WDG602-2+C1
B	端補剛材下端の全周き裂	A1	WDG606-2

3. 実橋応力・支点変位測定

表 3 に示した B 橋梁を対象とし、実橋応力・支点変位測定を行った。B 橋梁の主な諸元を表 4 に示す。1970 年代に製作された短支間の溶接式デッキガータである。支承部には写真 1 に示すゴム式 BP が採用されており、また写真 2 に示すように起点左内の端補剛材下端溶接部には全周き裂が確認されている。測定は図 1 に示すように、終点方左右の支承部に対して行い、変位計 4CH とひずみゲージ 7CH を取り付けた。変位計及びひずみゲージの取付位置の詳細を図 2 に示す。

端補剛材下端の継手の強度等級は、[十字溶接継手-荷重伝達型-完全溶込溶接-非仕上げ]と仮定すると E 等級に区分され、疲労限は 62MPa である。左側支承部について、図 3 より支点変位は外側内側ともに最大 1.5mm 程度を示し、差はなかった。図 4 より CH1,2(外側起終点面)では応力範囲がそれぞれ 17MPa, 50MPa を示し、CH3(内側コバ面)では 36MPa を示している。この結果から端補剛材に面外応力が作用しており、支点反力の支持バランスが崩

キーワード：ゴム式ベッドプレート、バタツキ、端補剛材、疲労亀裂
連絡先 京都府福知山市駅前町 415 番地 TEL:0773-23-8670



写真 1 ゴム式 BP 敷設のデッキガータ



写真 2 端補剛材下端溶接部の全周き裂

れていると思われるものの、いずれも疲労限には達していない。次に、右側支承部について、支点変位は左側と同様に外側内側で差はなく最大 1.5mm 程度を示している。図 6 より CH4(内側コバ面)では応力範囲 35MPa を示し、CH5,6(外側起終点面)ではそれぞれ応力範囲 126MPa, 123MPa を示しており、内側と外側の端補剛材に作用する応力の差が左側支承部に比べ大きくなっており、CH5,6 では疲労限の約 2 倍の過大な応力が作用している。

表 4 B 橋梁の諸元

支間長	6.7m	軌道	直線
桁重量	2.88t	図面番号	WDG606-2
斜角	直	設計荷重	KS-16

測定日時:H25/12/12

チャンネル:ひずみ-7CH 変位-4CH

測定列車:下り 223 系 2 両・上り 287 系 7 両・上り 223 系 2 両

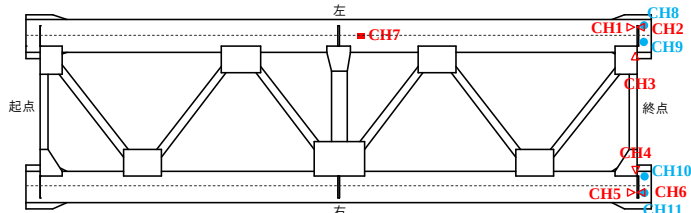


図 1 B 橋梁の平面図・測定位置

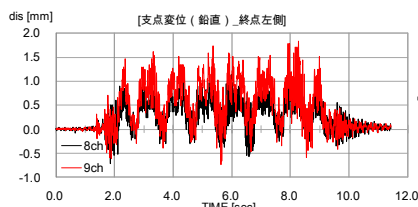


図 3 変位データ(終点左側内外)

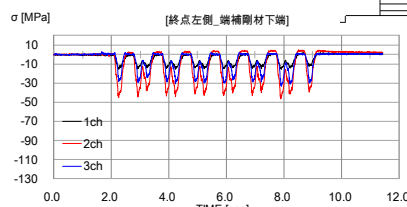


図 4 応力データ(終点左側内外)

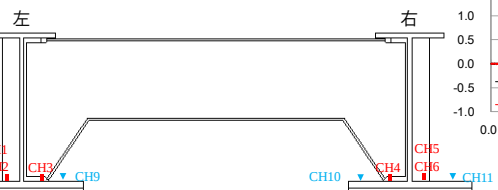


図 2 B 橋梁の断面図(終点支承部付近)

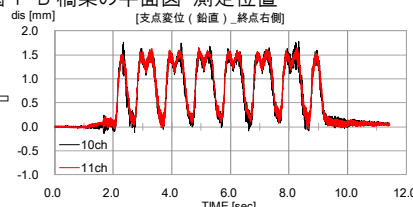


図 5 変位データ(終点右側内外)

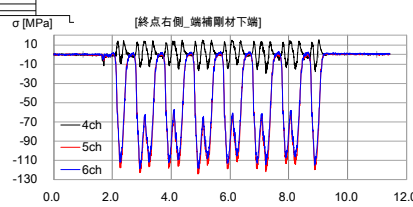


図 6 応力データ(終点右側内外)

4. 考察

右側支承部の内側と外側の端補剛材下端に作用する応力の差が大きくなっている主な原因として、沓座の偏支持が考えられる。右側支承部のゴム式 BP とベッドプレート間には図 7 に示すように、内側に隙間が生じていた。下フランジが 28mm と比較的厚いこともあり支点変位は内側・外側で同等に生じているため、内側の隙間の存在により、支承部外側の支点反力分担割合が大きくなったものと考えられる。これらの結果より、外側の端補剛材下端に大きな圧縮応力が生じたと推察される。ゴム式 BP とベッドプレート間に隙間が生じる原因としては、桁重量が軽いため、桁据え付け時にゴムの変形が小さく、支点反力を均等に支承支圧面に分散させて桁を据え付けるのが困難であったことが考えられる。例えば、沓座モルタル打設時にゴム式 BP をベッドプレートに押し付け均等に密着させた状態に保持するのは困難である。また桁座にゴム式 BP を事前設置して架設した場合は、4 支点全てのゴム式 BP とベッドプレートの接地面を隙間なく据え付けるのは困難であったと思われる。加えて、隙間なく桁据え付けができたとしても、ゴムは繰り返し変形を受けることでへたりを生じるため、部分的にへたりが生じゴム厚が不均等になることで隙間ができることも考えられる。

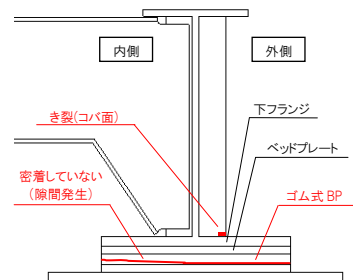


図 7 支承部の詳細図(終点右側)

5. まとめ

ゴム式 BP 敷設デッキガータに対して今後の維持管理のあり方を検討した。実態調査より、ゴム式 BP が桁本体に対し悪影響を与えていることが明らかとなった。また実橋応力・支点変位測定より、ゴム式 BP と桁座との間に隙間が生じることによって過大な応力集中が発生し、き裂変状に至る可能性があることを明らかにした。今後、き裂修繕およびゴム式 BP 撤去を行う予定である。撤去したゴム式 BP の形状観察を行い、これまで供用してきた中で受けた支圧力の大小について評価する計画である。また、ゴム式 BP 撤去後に実橋応力・支点変位測定を行い、修繕前後の比較を行う。

(参考文献)

1)日本鉄道施設協会(1974),「土木建造物取替の考え方」

2)鉄道総合技術研究所(2009),「鉄道構造物等設計標準・同解説—鋼・合成構造物」,丸善,pp638