

I - 190

ゴムシューを用いた鋼鉄道橋の実橋測定試験

JR東日本 正員 柳沼謙一

JR東日本 正員 高木芳光

JR東日本 正員 工藤伸司

1. はじめに

鋼鉄道橋の変状例のうちシュー座の変状の事例が数多く報告されている。そこで、鋼製シューに比べ、衝撃の緩和、支点反力の均一化によりシュー座の負担を軽減させ、シュー座変状の対策に有効と考えられるゴムシューを積極的に採用していこうとする気運が高まっている。しかし、鋼鉄道橋にゴムシューを採用した例は少なく、実橋による供用後しばらく経たゴムシューの性能について未だ確認されていないこと、ソールプレート厚が通常のシューの場合より厚い50mmを標準としていること¹⁾など検討すべき内容があるので、今回ゴムシューを用いた鋼鉄道橋の実橋測定試験を行い、これらの点について検討することにした。

2. 試験概要

本試験では追跡調査の意味合いも兼ねて、文献²⁾に記載されている常磐線第一南千住避溢橋（架道橋）上り線の東京方支点部（固定側）で測定を行った。本橋梁は支間6m、架設後ほぼ10年経過しており、ゴムシューは架設時から敷設されているが、ソールプレートは特に設置されていない。図1に測定位置を、表1に測定点ごとの測定内容を示す。なお、本試験ではBMCシステム³⁾を使用している。

3. 試験結果・考察 (1) 支点部の振動

桁の振動の防振ぐあいを検討するために、文献²⁾と同様、支点部主桁下フランジとシュー座モルタル上の鉛直加速度の減少度を調査した（表2参照）。本試験と文献²⁾を比較して、シュー座モルタル上の鉛直加速度はほとんど変化がなかったが、支点部主桁下フランジでは本試験の方が多少小さな値となった。その結果、加速度の減少度もいくぶん小さな値となっているが、支点部の振動が治まってきていると見ることもでき、防振効果もそれなりに維持していると言える。

また、鉛直加速度波形をスペクトル解析して周波数分析も行った。支点部主桁下フランジでは各周波数ともパワースペクトル密度が高く、卓越周波数も明確に現れなかったが、シュー座モルタル上では卓越周波数が顕著に現れており（30～77Hz）、他の周波数のパワースペクトル密度はほぼ0に近い値となっていた。この結果、振動が下フランジからシュー座へ伝達される際、ゴムシューを介することによって卓越振動数

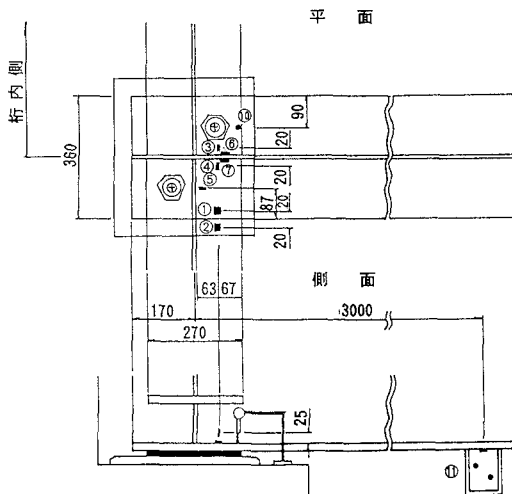


図1 測定位置（図中の①～⑪は表1のNo.に対応）

表1 測定内容

No	ゲージ等種別	測定位置	目的
①	加速度計 (10G用)	支点部主桁下フランジ	支点部における主桁の振動特性
②	加速度計 (5G用)	シュー座モルタル	橋台の上端における振動特性
③	単軸ゲージ	主桁支点部下フランジ（橋軸直角方向、桁内部）	支点部における主桁下フランジの局部応力
④	単軸ゲージ	主桁支点部下フランジ（橋軸直角方向、桁外部）	支点部における主桁下フランジの局部応力
⑤	単軸ゲージ	主桁支点部下フランジ（橋軸方向、桁外部）	支点部における主桁下フランジの局部応力
⑥	単軸ゲージ	主桁支点部腹板下部（裏：桁内部）	支点部における主桁腹板局部応力（軸応力）
⑦	単軸ゲージ	主桁支点部腹板下部（表：桁外部）	支点部における主桁腹板局部応力（軸応力）
⑩	ダイヤルゲージ	主桁支点部下フランジ	主桁支点部の変位（沈下）による走行乗心地
⑪	光学式変位計	主桁支間中央たわみ	主桁支間中央のたわみによる走行乗心地

以外の周波数成分がカットされていることがわかり、このことからゴムシューの防振効果が表れていると言える。

表2 測定結果（加速度関係）

	本試験（7列車分）（G）	文献 ²⁾ （4列車分）（G）
支点部主桁下フランジ最大鉛直加速度（ G_1 ）	0.3 ～1.8	0.7 ～2.7
シュー座モルタル上最大鉛直加速度（ G_2 ）	0.04 ～0.2	0.10 ～0.2
加速度の減少度（ G_1/G_2 ）	7.5～ 17.0	6.6～ 22.4

（2）列車の走行性・乗り心地の評価

主桁支間中央のたわみについては表3に示すとおり両者にほとんど差異のないことがわかった。また、これらの値はゴムシューの弾性変形による支点部の沈下量および衝撃値を含んだ値であり、その上で主桁のたわみ限度値 $L/800^{1)}$ を大きく下回るので問題になる値ではない。

表3 測定結果（変位関係）

	本試験（4列車分）（mm）	文献 ²⁾ （4列車分）（mm）
主桁支間中央のたわみ量	2.0～2.6	1.9～3.0
主桁支点部の沈下量	0.3～0.6	—

さらに、主桁支点部では表3に示す沈下量が生じたが、橋台から列車が橋梁に進入するとき、あるいは出るときに列車の走行性・乗り心地の指標としての経験的に定めている端横桁の縦桁取付け点におけるたわみ限度値4mm¹⁾と比較してもかなり小さな値であるので、こちらに関しても問題になる値ではない。

（3）ソールプレート標準厚の再決定

ソールプレートの標準厚を再決定するにあたり、まず支点部の局部応力を数点測定した。その結果、測定列車7本分のどの応力波形とも最大振幅応力は10～25MPaという小さい値であった。

次に、腹板をはさんで表裏に貼ったひずみ単軸ゲージより算出した腹板下部の面内・面外応力から疲労の検討^{1) 4)}も行った。一例として、面内応力範囲 $\Delta \sigma_m = 10.3\text{MPa}$ 、面外応力範囲 $\Delta \sigma_b = 15.8\text{MPa}$ のときの直応力範囲 $\Delta \sigma = 10.3 + (4/5) \times 15.8 = 22.9\text{MPa}$ より、1級線（標準通過トン数2000万tf以上）、単線支持の鋼橋における作用応力範囲 $\Delta \sigma_a = 22.9 \times 2.94 = 67.3\text{MPa}$ は、端補剛材下端の完全溶け込み溶接継手の強度等級をE（荷重非伝達型非仕上げのすみ肉溶接継手を想定）¹⁾とし、端補剛材板厚12mmの場合の疲労許容応力範囲 $\Delta \sigma_R = 80 \times 1.0 = 80.0\text{MPa}$ から、疲労に関して問題ない値であることがわかる。

さらに、腹板下部における疲労損傷度⁴⁾を算出したが、一例としてひたち号7両編成の場合、疲労損傷度 $D = 0.023 \times 10^{-6}$ 、許容できる単位荷重数 $1/D = 4272 \times 10^4$ と算出された。このことは、ひたち号7両編成が 4272×10^4 回通過して初めて端補剛材下端の溶接継手に疲労亀裂が発生するのを意味しており、相当余裕のある値であることがわかる。

以上から、本橋梁のようにソールプレートが無くても支点部の局部応力等に関しては何ら問題のないことがわかった。ただし、支点部における反力が均等に分布しにくい場合があること、支承付近はゴミがたまりやすく腐食等も考慮する必要があるので、ソールプレートを一般支承の場合と同様、厚さ22mm以上で設置するのを標準とする。なお、一般にソールプレートは座ぐりを行って高力ボルトで取り付けているため28mmを使用している場合が多い¹⁾。またソールプレートの防錆対策としてめっきを施すのを標準とする。

4. おわりに

本試験結果から、ゴムシューの有用性、特に敷設後しばらく経たゴムシューの性能について確認することができた。今後は、今まで以上に鋼鉄道橋に対してゴムシューを積極的に採用していく方針である。

最後に本試験を行うにあたって、(財)鉄道総合技術研究所橋梁担当研究室、(株)BMCの関係者のご協力があったことを記し、深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) (財)鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物）、1992年10月
- 2) 市川・武友：鋼桁用ゴム支承の試験、構造物設計資料、No. 75、1983年9月
- 3) 橋梁診断システム（BMCシステム）、RRR（鉄道総研情報誌）、Vol. 50、No 6、1993年9月
- 4) (株)日本鋼構造協会編：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、1993年4月