

開床式鋼下路プレートガーダーのバタツキ発生性状と鋼桁への影響

四国旅客鉄道株式会社 正会員 ○増田雄輔, 角野拓真

1. はじめに

開床式鋼下路プレートガーダーに発生する主な変状の1つに、支承部のバタツキが挙げられる。支承部のバタツキは、リベット桁における下フランジのアンクル材首部に疲労き裂を発生させる原因となることから、バタツキを抑制することを目的に、ソールプレートと沓の隙間へのライナープレート挿入を実施する場合がある。ライナープレート挿入は、桁座修繕と比較して安価で容易に施工できる一方で、隙量に相当する板厚のライナープレートを挿入した後もバタツキが解消しないことや、ライナープレートに抜けやずれが生じることがある。本稿では、ライナープレート挿入後にバタツキやライナープレートの抜け・ずれが生じる原因を明らかにするとともに、バタツキが鋼桁に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 橋りょう概要と変状・修繕履歴

ライナープレートの抜け・ずれが確認された橋りょう(図1)を対象とした。対象橋りょうはR=300mの曲線区間に設置された架道橋である。構造形式は斜角を有する開床式鋼下路プレートガーダーであり、支承は主桁と縦桁にそれぞれ設置されている(図2)。

対象橋りょうの変状・修繕履歴を表1に示す。バタツキを抑制することを目的に、バタツキが発生した鈍角側主桁支承部へのライナープレート挿入を実施した。しかしながら、その後の検査でライナープレートの抜け・ずれ(図3)を確認したため、これらを防止するための曲げ加工付きライナープレート(図4)を新たに挿入している。修繕から約1年後の検査では、ライナープレートの抜けは生じていないものの、当該支承部にバタツキが発生していた。

3. 主桁のバタツキ発生性状

ライナープレート挿入後にバタツキやライナープレートの抜け・ずれが生じる原因を明らかにするため、ライナープレートを挿入した状態で列車通過時の変位と応力を測定した。バタツキが発生している鈍角側主桁支承部の鉛直変位(図5(a))より、主桁支承部は沈

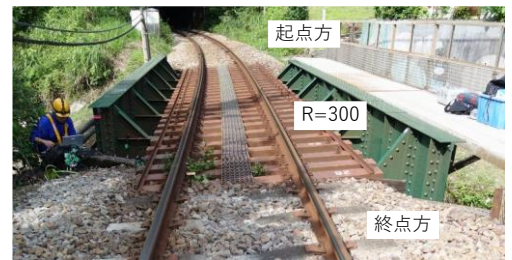


図1 対象橋りょう全景

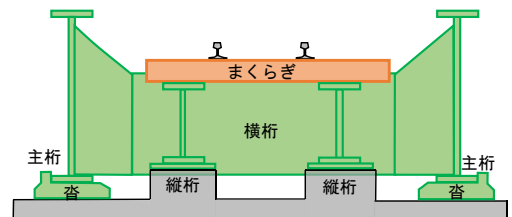


図2 対象橋りょう断面図

表1 対象橋りょうの変状・修繕履歴

| 年月 | 変状・修繕内容 |
|---------|------------------------|
| 2014.12 | 検査 起終点鈍角側主桁支承部にバタツキを確認 |
| 2017.3 | 修繕工事 ライナープレートを挿入 |
| 2018.1 | 検査 ライナープレートの抜け・ずれを確認 |
| 2020.9 | 修繕工事 曲げ加工付きライナープレートを挿入 |
| 2021.7 | 検査 バタツキを確認 |



図3 ライナープレートのずれ

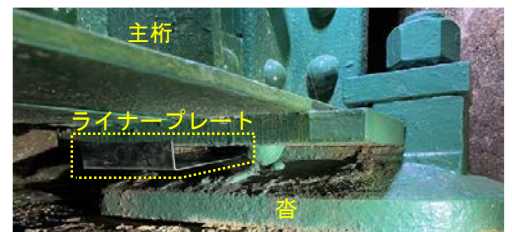
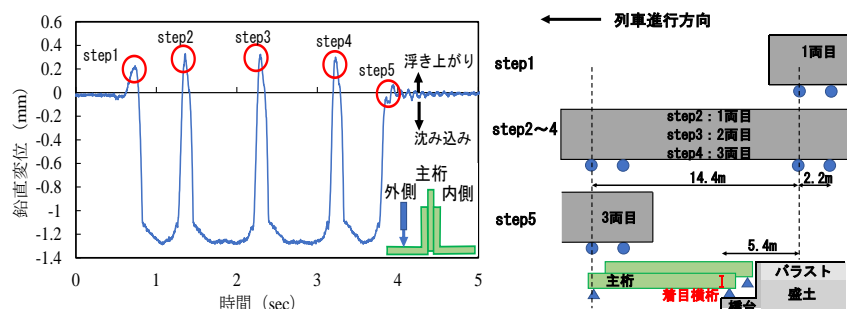


図4 曲げ加工付きライナープレート



(a) 鈍角側主桁支承部の鉛直変位

(b) 輪軸位置

図5 浮き上がり発生状況

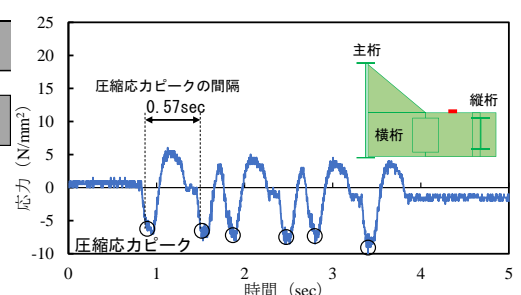


図6 列車通過時の着目横桁の応力

み込みにくわえて、浮き上がりが生じていることがわかった。

主桁支承部に浮き上がりが発生したタイミングの輪軸位置を図5(b)に示す。輪軸位置は、横桁上フランジ上面に生じた圧縮応力のピークで横桁直上に輪軸があると仮定し、輪軸の間隔(14.4m)と圧縮応力ピークの間隔(0.57sec)で求めた列車速度から逆算した(図6)。図5(b)より、浮き上がりは桁端部と橋台背面に輪軸が載荷されたstep1~4で発生していることがわかる。桁端部のみに輪軸が載荷されたstep5では浮き上がりが発生していないことから、主桁の浮き上がりは橋台背面に輪軸が載荷されたことで発生していると考えられる。

4. 主桁のバタツキとライナープレートの抜け・ずれ発生原因

主桁の浮き上がりは橋台背面に輪軸が載荷されたときに発生しているため、列車通過時の橋台背面のまくらぎを観察した。観察の結果、橋台背面を輪軸が通過する際にまくらぎの沈下が見られた。実際に、前後の剛性の差が大きい箇所などでは、まくらぎの沈下が生じる可能性があることがわかっている。

縦桁下フランジ上面の列車通過時の橋軸方向応力を図7に示す。図中のstepは図5と対応している。図より、橋台背面に輪軸が載荷されたstep1~4において、縦桁下フランジ上面には引張応力が生じている。このことから、橋台背面に輪軸が載荷されたタイミングにおける縦桁の変形は上に凸の形状であり、縦桁はレールに持ち上げられていると推察できる。橋台背面に輪軸が載荷する際、橋台背面のまくらぎが沈下し縦桁が持ち上げられている(図8)ことから、隙量に相当する板厚のライナープレートを挿入した場合の主桁バタツキ発生原因は、縦桁がレールに持ち上げられることで横桁を介して主桁が持ち上げられたことと考えられる。ライナープレートの抜け・ずれは、主桁バタツキにくわえて遠心力の作用も関係していると考えられる。

5. 浮き上がりが鋼桁に及ぼす影響

縦桁はまくらぎやフックボルトを介してレールによって持ち上げられるため、縦桁上フランジ首部にはこれに伴う応力が生じる可能性がある。縦桁上フランジ首部の応力を図9に示す。図より、上フランジ首部の応力は、浮き上がりが発生するstep1~4で数N/mm²程度であり、縦桁上フランジ首部は浮き上がりに伴って変形するものの、その応力は列車荷重による応力よりも大幅に小さい。バタツキによる応力が生じる可能性の高い下フランジ首部の応力を図10に示す。図より、下フランジ首部には主桁が沈み込むことで引張応力が生じているものの、浮き上がりに伴う応力はほとんど生じていない。以上より、レールの持ち上げによる鋼桁の浮き上がりが開床式鋼下路プレートガーダーの発生応力に与える影響は列車荷重によるものと比較して大幅に小さいと考えられる。

6. おわりに

主桁のバタツキやライナープレートの抜け・ずれの発生原因は、主桁の浮き上がりに関係する可能性があることを示した。また、浮き上がりによる発生応力は列車荷重によるものと比較して大幅に小さいことを示した。

参考文献 1) 村本勝己, 中村貴久: 軌道構造変化箇所における浮きまくらぎ発生メカニズムとその対策, 土木学会年次学術講演概要集, Vol. 62, IV-270, PP. 539-540, 2007年9月。

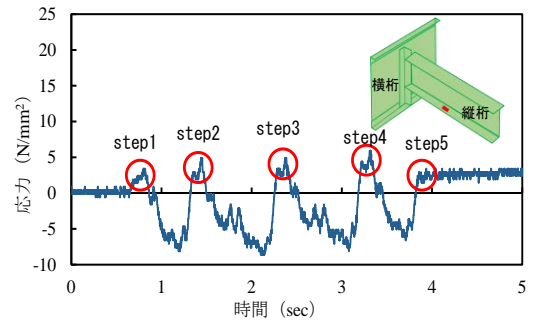


図7 縦桁下フランジ上面の橋軸方向応力

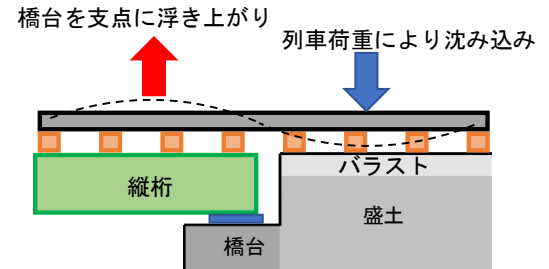


図8 浮き上がり発生メカニズム

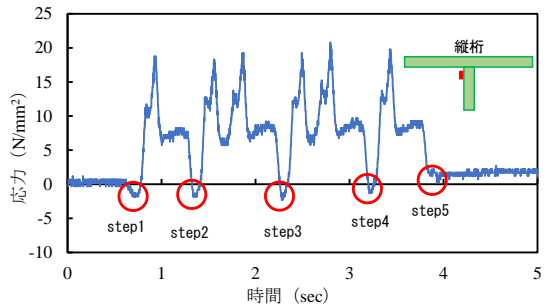


図9 縦桁上フランジ首部の応力

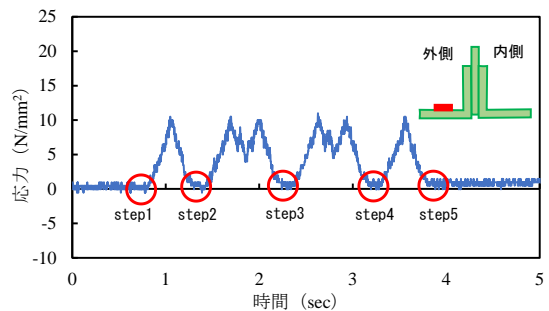


図10 主桁下フランジ首部の応力