

ロングレール区間にある既設鋼鉄道橋の実橋測定

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○西川 雄也 正会員 小林 裕介
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 丹羽 雄一郎

1. はじめに

継目の無いロングレール (以下, LR) は, 軌道メンテナンスの省力化, 騒音の低減等の他に, 鋼桁の疲労対策の観点からもニーズが高い。

橋上で LR を敷設すると, 鋼桁の伸縮によりレールには付加軸力が, 鋼桁にはこの反力が作用する. そのため, 鉄道橋ではこの反力を LR 縦荷重として部材の照査時に考慮しているが, これまでに実橋で LR 縦荷重そのものの実態を把握した事例はほとんどない。

そこで本研究では, 実橋における長期計測から, レールに作用する付加軸力および締結装置のふく進抵抗力の挙動を明らかにすることにより, 鋼桁に作用する LR 縦荷重の実態を把握することを試みた。

2. ロングレール縦荷重について

温度変化により鋼桁とレールに相対変位が生じると (図 1(a)), レールには締結装置のふく進抵抗 (図 1(b)) に応じた付加軸力が, 鋼桁には LR 縦荷重が作用する (図 1(c)). この時, 既往の研究¹⁾では, 相対変位がゼロとなる位置 (変位一致点) を境に力が逆向きになり, レールの軸力分布の勾配が反転する事象が簡易な解析により示されている. 橋梁部材の照査において LR 縦荷重を考慮している部位は, 一般的な上路鉸桁橋の場合, 主桁および支承などがあり, 各々に対してふく進抵抗に構造物長を乗じた設計特性値を考慮している. LR 縦荷重の作用で着目すべき位置は, 主桁ではレール付加軸力が最大となる位置, 支承部では桁端部である。

3. 実橋測定

3.1 測定の概要

レールの付加軸力やふく進抵抗力の挙動を解明するために, LR 区間にある上路鉸桁にて, 表 1 に示す 5 ケースの実橋測定を実施した. 測定箇所を図 2 に示す. 測定は冬期と夏期のそれぞれ 1 週間ずつ行い, レールの付加軸力やふく進抵抗力の日変動と年変動の最大値を取得するようにした。

3.2 実橋測定の結果

本報では, CASE-A2 の結果について主に示す。

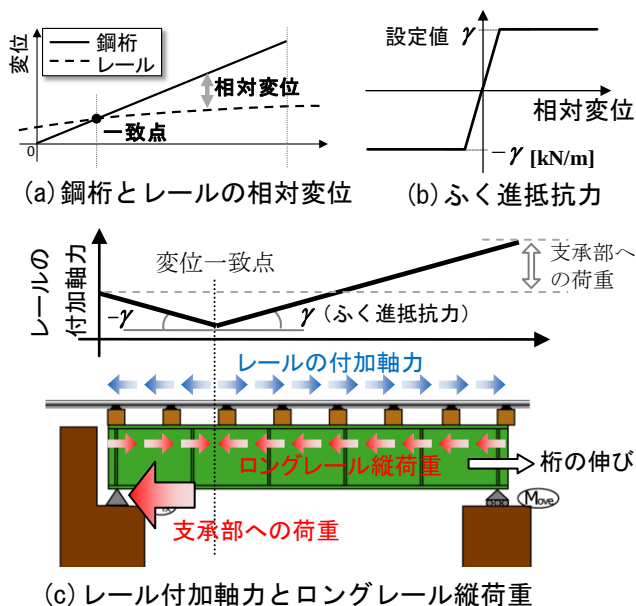


図 1 ロングレール縦荷重について

表 1 実橋測定ケース

Case	橋梁	構造形式	橋梁連数	桁長 [m]	鋼桁位置	ふく進抵抗 (設定値) [kN/m]	区間
A1	A橋		11	22.76	端径間	± 1.7	不動区間
A2				22.76	中央径間	± 1.7	不動区間
B1	B橋	上路鉸桁	23	16.66	端径間	± 2.5	可動区間 (85m先にEJ)
B2				32.46	中央径間	± 2.5	不動区間
C	C橋		3	23.0	端径間	0	不動区間

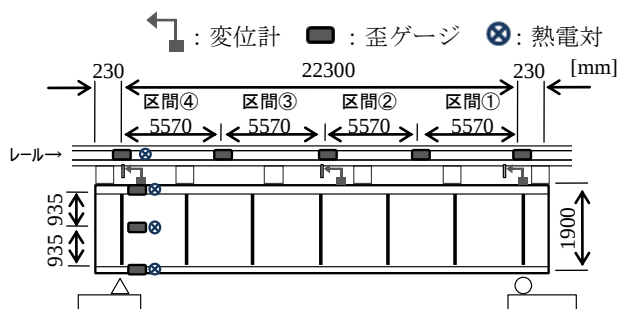


図 2 実橋測定での測定箇所 (Case: A2)

キーワード ロングレール, ふく進抵抗, レール軸力

連絡先: 〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 鋼・複合構造 Tel: 042-573-7280

(1) レールの付加軸力分布とふく進抵抗

図3に、相対変位とレール付加軸力分布について、夏期の代表的な日の午前6時から13時までの変化分と、図1で示した理論に基づく簡易な解析²⁾から得られた軸力分布を理論値として示す。図中の区間①～④は、

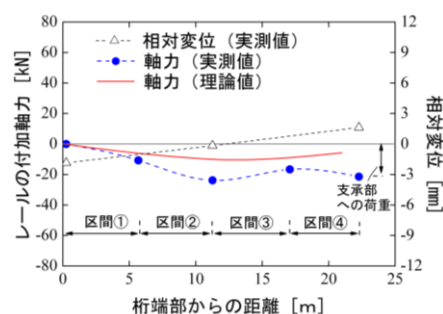


図3 相対変位とレール付加軸力分布

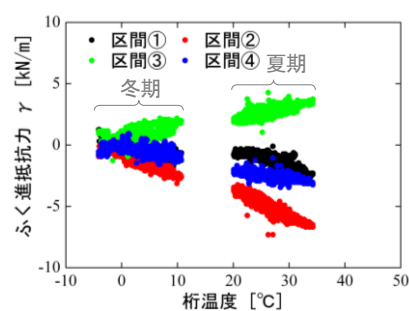


図4 ふく進抵抗力と桁温度

図2に示す歪ゲージの設置間隔と対応している。図3より、鋼桁とレールの相対変位を橋上の3箇所測定した結果、支間中央に変位一致点が存在していた。さらに、この位置を境に実測および理論値のレール付加軸力分布の勾配が反転しており既往の解析結果¹⁾とも傾向が合う。

図4に、ふく進抵抗力と桁温度について、冬期と夏期の測定データをプロットしたものを示す。データは便宜的に冬期計測の初日を初期値とした。ふく進抵抗力はレール付加軸力分布の傾きを表している。当該橋梁では、図3に示すように実測によるレール付加軸力分布の傾きが理論値の軸力分布よりも大きくなり、レール付加軸力の最大値が理論値よりも大きくなった。この原因として締結装置のふく進抵抗力に起因する次のことが考えられる。ふく進抵抗力は、理論上では図1(b)に示すように、設定値 γ に到達した後は一定になるとされているのに対し、当該桁のふく進抵抗力は図4に示すように桁温度に対し線形的に変動し、温度変化が大きくなっても一定になる傾向がみられなかった事が原因であると考えられる。

さらに当該橋梁のレール付加軸力分布に関して、区間④のふく進抵抗力（軸力分布の傾き）は相対変位からすると、区間③と同様に正符号になるはずだが、実際は負符号となっており、ふく進抵抗力にばらつきもみられた。

以上より、主桁に作用する荷重は、ふく進抵抗力が線形的な挙動を示すことで理論値よりも大きくなると考えられる。一方、支承部に作用する荷重についても、変位一致点で力の向きが反転するために荷重が幾らか相殺されるが、ふく進抵抗力のばらつきにより理論値よりも大きくなると考えられる。

(2) 主桁、支承部への作用荷重

主桁や支承部に作用する荷重には、ふく進抵抗力がもつ上記のばらつきがあるため、年間当りの最大変動幅で評価することとした。表2に①主桁、支承部に作用する荷重の計測期間中における最大変動幅、②LR 縦荷重の設計特性値（ $\pm \gamma \times L$ ）を、その割合と共に示す。計測期間中における主桁および支承部に作用する荷重の最大変動幅は、設計特性値内におさまる事が分かった。

表2 主桁、支承部に作用する荷重の最大変動幅

	①実測による 最大変動幅[kN]	②設計特性値 [kN]	①/②
主桁に作用 する荷重	51.7	78	66%
支承に作用 する荷重	55		71%

4. おわりに

本研究では、LR 区間の上路鋼桁における長期計測から、主桁および支承部に作用する LR 縦荷重を把握する事を試みた。その結果、主桁に作用する LR 縦荷重は、ふく進抵抗力のばらつきや設定値を越えて値が大きくなる事により理論値より大きくなる事があるが、年間当りの最大変動幅は設計特性値内におさまる事が分かった。また、支承部に作用する荷重については、変位一致点で LR 縦荷重の向きが反転し軸力が幾らか相殺されるが、ふく進抵抗力のばらつきにより理論値より大きくなる事がある。しかし、そのような場合でも設計特性値の範囲内にはおさまることが分かった。

【謝辞】

本研究では、西日本旅客鉄道株式会社が実施した実橋測定データを譲り受けた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 宮井徹：等支間橋梁上のロングレールに関する理論的考察，鉄道技術研究報告，No.991，1976
- 2) 片岡宏夫，柳川秀明：水平力分散型支承を用いた橋上ロングレールに関する検討，土木学会第53回年次学術講演会，1998