

レール継目での衝撃がトラス縦桁の補剛材下端の応力成分に及ぼす影響

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員○吉田 善紀

1. はじめに

トラスの縦桁などの補剛材下端に疲労き裂が発生することが多い(例えば¹⁾). この疲労き裂は、特に列車通過時の衝撃が大きくなるレール継目付近に発生しやすい傾向がある. これは、補剛材下端の応力がレール継目での衝撃によって増加することによるものである. 本稿では、開床式の下路トラスを対象として、レール継目付近の縦桁で応力を測定し、レール継目での衝撃が補剛材下端の応力成分に及ぼす影響を調査した.

2. 対象橋りょうおよび応力測定の概要

対象橋りょうは、複線を支持する開床式の下路トラス(1973 年架設)である. 応力の測定箇所は、上り線、下り線を支持する各縦桁(St1~St4)のレール継目を含む径間およびその隣の径間を対象とした(図1). 補剛材下端の応力測定位置は、溶接部下側の鉛直方向および溶接部横の水平方向とし、ひずみゲージ(5mm)を図2のように設置した. 通過列車は10両編成の旅客列車であり、速度は約80km/hである.

3. レール継目での衝撃によって増加する応力成分

レール継目直下の補剛材下端の鉛直方向、水平方向の応力について、列車通過時の応力波形を図3に示す. 図3より、補剛材下端の応力は、台車通過ごとに周期的に発生している成分と、振動のように継続して発生している成分を足し合わせたような波形となっていることがわかる. このうち前者は荷重の移動に伴う応力の変動(以下、準静的成分)であり、後者は列車や部材の振動により発生したもの(以下、振動成分)と考えられる.

図4に、鉛直方向、水平方向それぞれの応力の成分ごとの波形を先頭車両通過時について示す. ここで、各応力の周波数成分の6Hz以下を準静的成分、6Hz以上を振動成分としている. 図4より、列車の車軸がレール継目を通過するタイミングで振動成分が大きくなっていることがわかる. このときの振動成分の振幅は、水平方向の応力では準静的成

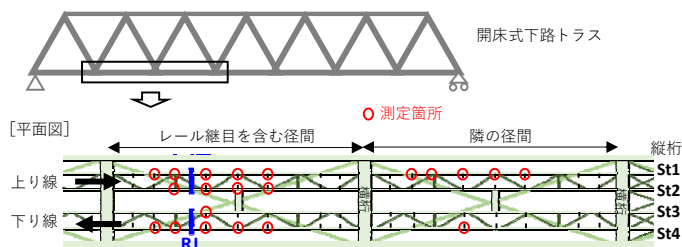


図1 対象橋りょうおよび測定箇所

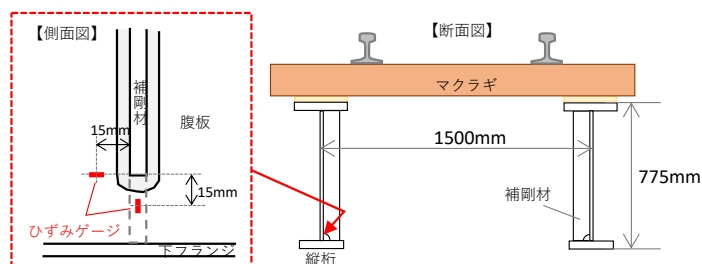


図2 縦桁の寸法とひずみゲージ設置位置

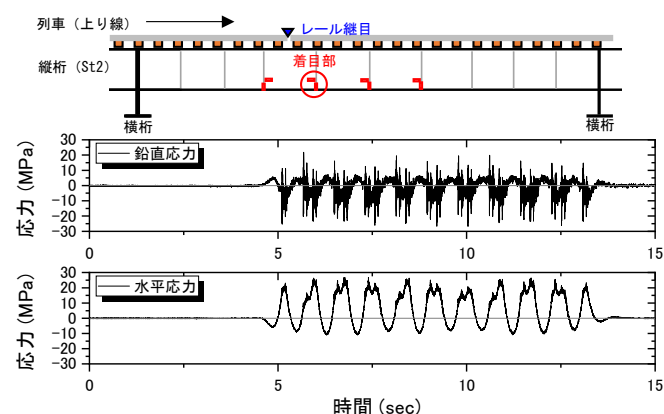


図3 レール継目直下の補剛材下端応力波形

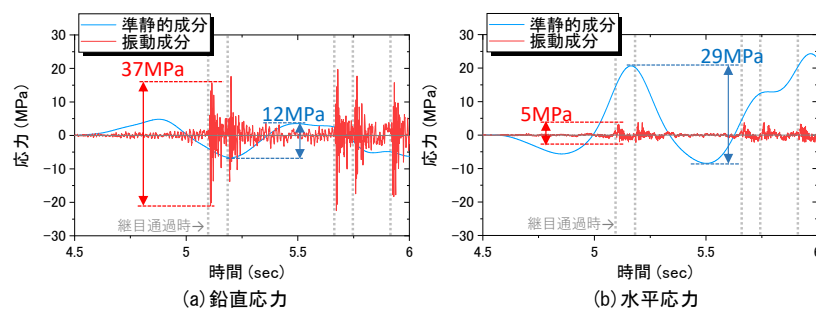


図4 補剛材下端応力の成分ごとの波形(先頭車両通過時)

図4より、列車の車軸がレール継目を通過するタイミングで振動成分が大きくなっていることがわかる. このときの振動成分の振幅は、水平方向の応力では準静的成

キーワード 鉄道, レール継目, 疲労き裂, 補剛材

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所構造物技術研究部 TEL 042-573-7280

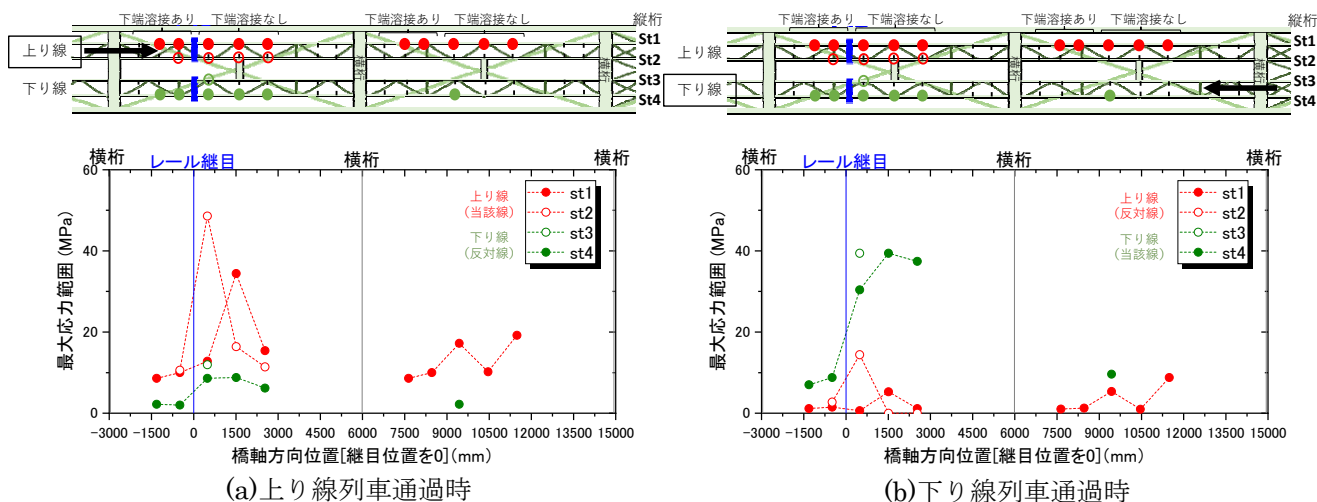


図5 補剛材下端鉛直方向応力の橋軸方向分布

分の 10~20%程度であるのに対し、鉛直方向の応力では準静的成分の 3 倍以上と大きい。以上より、レール継目での衝撃によって補剛材下端の応力の振動成分が増加しており、対象とした桁では特に鉛直方向の応力においてその影響が大きいことがわかった。

4. 異なる橋軸方向位置での応力成分に及ぼす影響

補剛材下端の鉛直方向応力の列車通過時の最大応力範囲を図 5 に示す。図 5 より、最大応力範囲は、列車が通過している当該線の縦桁のレール継目を含む径間で大きくなっていることがわかる。レール継目直下と隣接径間での補剛材下端の応力波形を図 6、列車通過時の応力の周波数スペクトルを図 7 に示す。図 6 より、隣接径間では、列車の先頭車軸がレール継目を通過した直後から振動成分が継続的に発生しているが、その振幅はレール継目直下と比べて小さいことがわかる。図 7 より、レール継目直下の応力成分は、①10Hz 付近にピークをもつ成分、②30-110Hz の周波数域で複数のピークをもつ成分、③110Hz 以上の周波数域で複数のピークをもつ成分がみられるが、隣接径間で発生しているのはほぼ②の成分のみとなっている。これは、レール継目での衝撃によって複数の振動モードが励起されるものの、横桁を挟んだ隣接径間では一部の振動モードしか伝達されなかったためであると考えられる。

5. おわりに

- 1) レール継目での衝撃により補剛材下端の応力の振動成分が増加しており、対象とした桁では特に鉛直方向の応力においてその影響が大きくなっている。
- 2) レール継目に対して横桁を挟んだ隣接径間では、レール継目での衝撃によって励起される複数の振動モードの一部しか伝達されないため、補剛材下端の応力の増加は小さくなる。

参考文献

- 1) 岡善晃, 佐藤徹, 田村義政, 蔦守隆: 鋼鉄道トラス橋の縦桁に発生した疲労き裂の要因と対策工法, 土木学会第 65 回年次学術講演会, VI-191, 2010

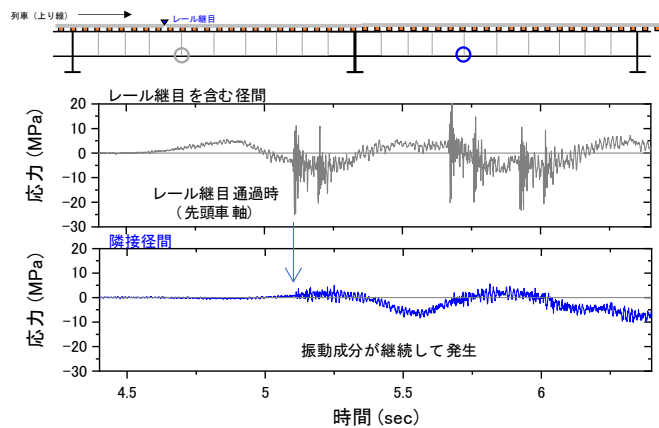


図6 継目直下と隣接径間の補剛材下端応力波形

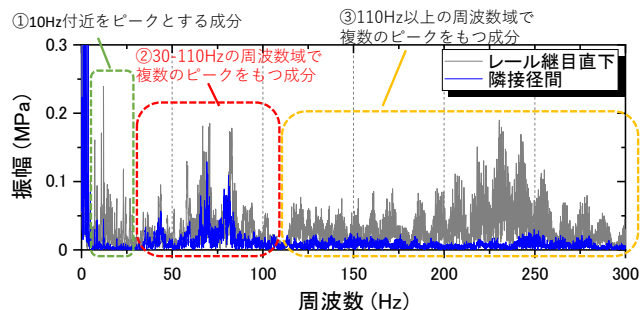


図7 継目直下と隣接径間の応力周波数スペクトル