

レール継目での衝撃が上路鈹桁垂直補剛材上端の応力性状に及ぼす影響

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○金島篤希 蒲原浩平 井上太郎 小林裕久

1. はじめに

鋼橋の主桁や縦桁の垂直補剛材上端（以下、補剛材上端）の溶接部では、しばしば疲労き裂が発生する。これは列車の車軸の通過時に補剛材上端に過大な応力を生じさせることが原因と考えられている。一方で、車軸がレール継目（以下、継目）を通過する際に生じる応力も、発生応力を増加させ、疲労き裂の発生を助長するものと考えられている。

本研究では、実物大試験橋梁での走行試験により、車軸からの荷重や、車軸が継目を通過する際に生じる衝撃が、補剛材上端の応力性状に及ぼす影響を評価した。



図1 走行試験

2. 試験概要

補剛材上端に生じる応力性状を評価するため、供用数が多い上路鈹桁を対象に軌道モーターカー（以下、MC）を走行させて補剛材上端の応力を測定した（図1）。対象の鋼橋は、主桁の内側に垂直補剛材、外側にリブを有しており、中央は添接板で接合されている。軌道構造は、鋼直結軌道であり、60Kg レールを使用している。対象とした鋼橋と応力測定箇所と主桁断面を図2に示す。なお、応力測定に用いたひずみゲージは、外側リブ（以降、これも補剛材上端と呼ぶ）コバ面の溶接止端から10mm 離れた位置に鉛直方向に貼り付けた。

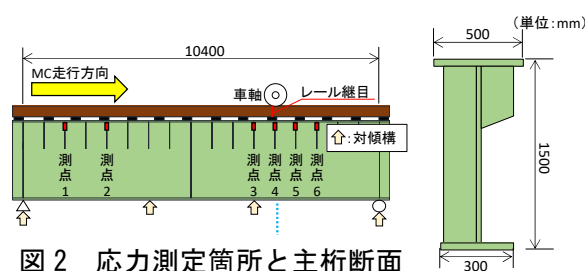


図2 応力測定箇所と主桁断面

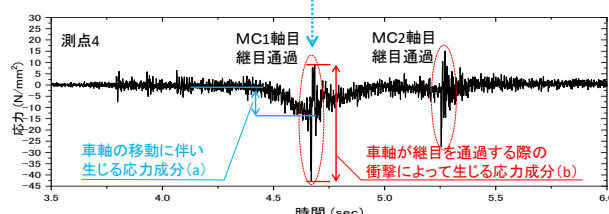


図3 応力波形

3. 補剛材上端に生じる応力成分

MC が20km/h で走行した時の、継目直下の測点4における応力波形を図3に示す。補剛材上端の応力には、車軸の移動に伴って生じる低周波の応力成分（図3(a)）（以下、応力成分a）と、車軸が継目を通過する際の衝撃によって生じる高周波の応力成分（図3(b)）（以下、応力成分b）が含まれていることが分かる。

車軸位置に対する各応力成分の影響範囲および、その程度を確認するため、MCの1軸目が継目を通過した瞬間の各測点における応力成分a、bの応力振幅を抽出した（図4）。なお、応力成分aの応力振幅は、測定した応力波形を10Hzのローパスフィルターで処理した上で抽出した。図4より、応力成分aについては、応力振幅のピークが、車軸直下において10N/mm²程度生じており、応力が生じている範囲は車軸位置近傍の補剛材上端のみ（測点3～5）であった。一方、

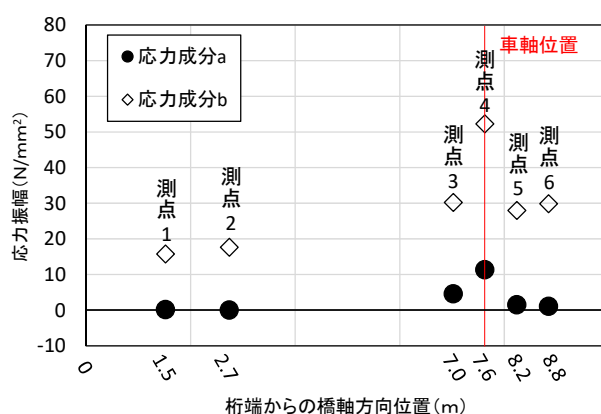


図4 応力成分別応力振幅

キーワード レール継目、上路鈹桁、垂直補剛材上端、腹板

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 TEL042-573-7280

応力成分 a の約 5 倍の 50N/mm^2 程度であった。また、車軸位置から離れるにつれて応力範囲は小さくなるものの、応力は桁全長で生じていた。

4. 各応力成分の影響範囲に関する考察

応力成分 a について、車軸が継目位置を通過する瞬間の補剛材上端の応力を図 5 に示す。これらの応力は、MC の軸重がレールとレール締結装置を介して上フランジの外側を鉛直下向きに押すように作用したために生じたものであると考えられる。なお、レールは軸重を分散させる効果があり、一般にその範囲は車軸の前後においてそれぞれ締結装置二つ分程度である（図 6）。つまり、応力成分 a は、軸重による鉛直方向の作用で生じ、レールによる分散効果で図 4 のような分布を生じていたものと考えられる。

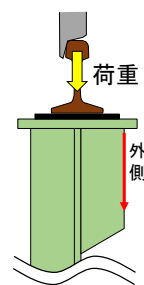


図 5 補剛材上端の応力

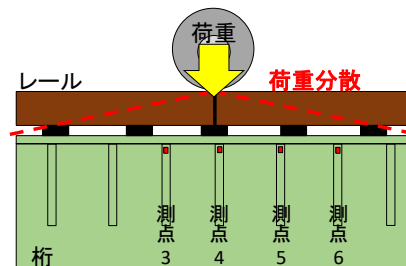


図 6 荷重分散イメージ

応力成分 b について、車軸が継目を通過する時間帯の応力波形のフーリエスペクトルを図 7 に示す。図 7 より、「継目あり」では、40～120Hz 付近の周波数帯が増加していた。この周波数帯の振動モードを特定するため、モード解析を実施した。モード解析の結果、40～120Hz 付近の周波数帯の主な振動モードは、66Hz 付近で対傾構を節として腹板が面外振動するモード（図 8 (a)）、74Hz 付近で補剛材を節として腹板が面外振動するモード（隣り合う腹板の振動方向が逆）（図 8 (b)）、88Hz 付近で補剛材を節として腹板が面外振動するモード（隣り合う腹板の振動方向が同じ）（図 8 (c)）であることがわかった。つまり、応力成分 b は、このような腹板の幾つかの面外振動のモードによって図 9 のような形で応力を生じており、特に継目近傍の補剛材上端でその影響が大きく、かつ桁全体の補剛材上端にも影響が及び、図 4 のような分布を生じていたものと考えられる。

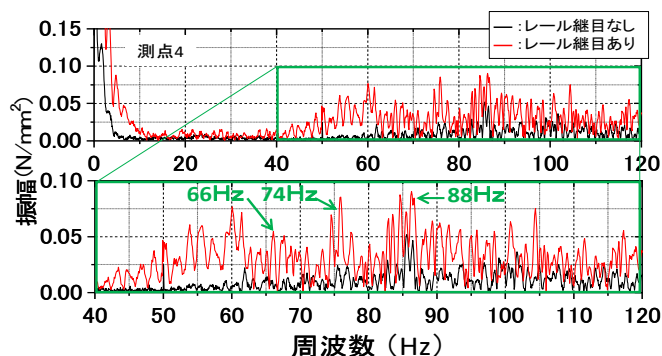


図 7 フーリエスペクトル

5. まとめ

補剛材上端の応力性状を明らかにするため、上路鉸桁を対象に、MC による走行試験を実施した。補剛材上端は、車軸からの鉛直方向の荷重により応力を生じるが、桁上に継目を有する場合は、継目での衝撃により腹板が面外振動することで応力を生じることも分かった。また、継目での衝撃による応力は、特に継目近傍の補剛材上端で大きい、桁全体の補剛材上端にも生じることが分かった。

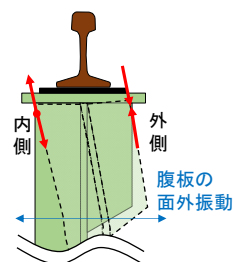


図 9 応力発生イメージ

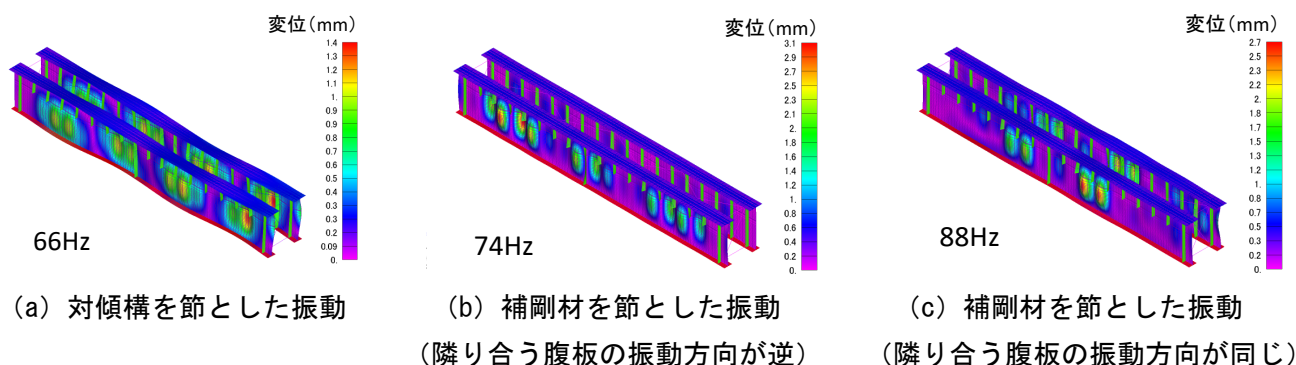


図 8 モード解析結果