

中路ローゼ橋支承周辺部損傷発生に伴う車両載荷実験

長崎大学大学院 学生会員○毛利淳樹
長崎大学大学院 正 会 員 中村聖三

長崎大学大学院 正 会 員 奥松俊博
長崎大学大学院 正 会 員 西川貴文
長崎大学大学院 学生会員 小島孝仁

1. はじめに

近年、併用中橋梁における損傷発見・報告件数は年々増加傾向にある。長大橋梁や離島を結ぶ重点橋梁が数多く存在する長崎県では、これまで長寿命化修繕計画¹⁾をいち早く策定するなど、橋梁維持管理に対して積極的な取り組みを行ってきている。そのような中、長崎県内の中路ローゼ橋（橋長約 210 m）の P1 橋脚部固定支承部東側西側において、ソールプレート 4 隅にき裂が発生しているのが発見された。本研究では、き裂の発生原因として想定される支承の回転拘束、補剛桁軸力に起因する力の作用それぞれの損傷への寄与度を判定するため、車両載荷実験を実施したのでその概要について報告する。

2. 損傷概要および原因の推定

当該橋梁の一般図を図-1 に、き裂発生状況を図-2 に示す。一般的なき裂は支間中央側の前面すみ肉溶接止端部に多く発生するが、今回の場合ソールプレート 4 隅に発生しているのが特徴である。損傷原因として、支承の回転拘束に伴う曲げモーメントの作用および荷重の偏載によるアーチの軸方向変形によって生じる補剛桁軸力とその回転中心位置までの偏心による曲げモーメントの作用ではないかと推察されている（図-3）。そこで、本研究では荷重車走行による各部挙動の計測を行い、上記の推定した原因、支承回転拘束による曲げモーメントおよび軸力とその偏心による曲げモーメントそれぞれの損傷への寄与度を判定した。

3. 計測対象および概要

荷重車走行時における発生応力範囲を求めるため、東西固定沓ソールプレート 4 隅のき裂先端近傍ひずみを、固定支承付近補剛桁に作用する曲げモーメントおよび軸力を求めるため、固定沓付近補剛桁のひずみを計測対象としている。それぞれのひずみゲージ設置位置を図-4 および図-5 に示す。き裂先端近傍に設置したひずみゲージは、き裂先端から 5～10mm、溶接部止端から 10mm 程度離れた箇所に設置している。計測に用いた車両は荷積みされたダンプトラック（約 20t）であり、速度約 30km/h で橋梁上を北上・南下と走行させたときの動的挙動を測定した。サンプリング周波数は 100Hz、一回あたりの計測時間は 2～3 分である。ただし、走行規制はかけておらず、一般車両の走行が少ない時を見計らった計測であったことを付記する。

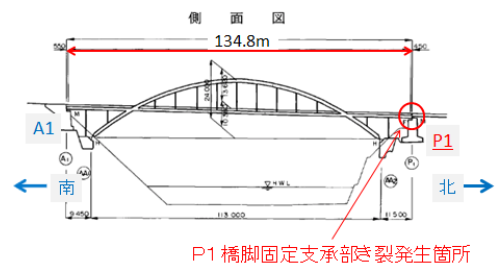


図-1 橋梁一般図

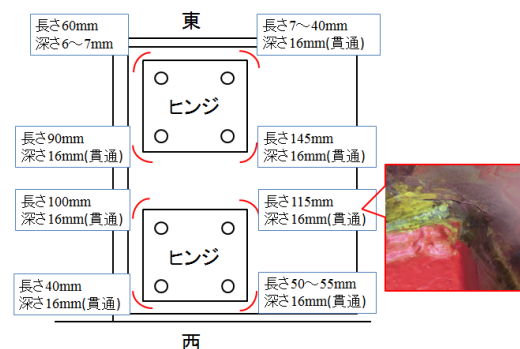


図-2 き裂発生状況

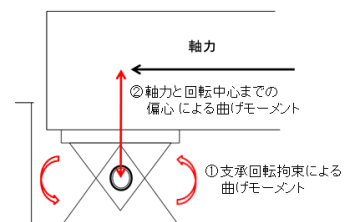


図-3 推定損傷原因

ソールプレート平面図(mm)

※丸囲み数字はch番号

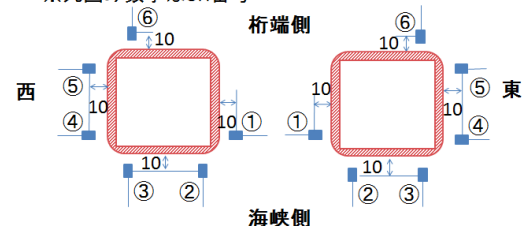


図-4 き裂先端近傍ひずみゲージ設置位置

4. 計測結果

4.1 き裂先端近傍ひずみ

荷重車走行時のき裂先端近傍ひずみをもとに、各 ch における荷重車走行時ひずみの最大値と最小値を求め、応力範囲を算出した結果を図-6 に示す。最も小さな応力範囲でも本橋の強度等級（F 等級）の打ち切り限界 21N/mm^2 を上回っており、疲労によるき裂の発生は十分にあり得ることが分かる。また、荷重車走行計測後、実交通荷重下での連続計測を約 1 ヶ月行っており、そのデータ（東側 ch4）にレインフロー法を適用して図-7 のように応力範囲の頻度分布を算定し、修正マイナー則より疲労寿命を推定した結果が表-1 である。推定したのは応力範囲が最も大きい箇所であり、その結果は F 等級で 4.5 年と、かなり厳しい環境であることが分かる。ただし、今回の計測はき裂が存在している状態で実施しているため、き裂がない場合に比べて大きな応力範囲が発生している可能性がある。

4.2 補剛桁ひずみ

図-8 は荷重車走行時のひずみをグラフ化したものである。図-8 の点線で示しているひずみの最小値、最大値が発生しているとみられる時間の値から断面内の応力分布図を求め、補剛桁に作用する軸力と曲げモーメントを算定した。補剛桁中立軸から回転中心位置までの距離は約 1m なので、得られた軸力に 1 をかけた値が偏心による曲げモーメントとなる。よって、補剛桁に作用する曲げモーメントと偏心による曲げモーメントより、支承回転拘束による曲げモーメントが求まり、その結果が表-2 である。偏心による曲げモーメントは、支承回転拘束による曲げモーメントの 2 倍程度であるので、2 : 1 の比率で軸力によるモーメントの影響が大きいことが分かる。

5. まとめ

き裂発見に伴い、車両載荷実験を実施した。き裂先端近傍ひずみからき裂発生の可能性と疲労寿命を算定した。また、補剛桁ひずみから支承回転拘束によるモーメントと、補剛桁軸力によるモーメントのそれぞれの損傷への寄与度を判定した。その結果、2 : 1 の比率で軸力によるモーメントの影響が大きいことが分かった。本計測は、長崎県関係各位のご協力を得て実施したものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1) 長崎県庁 道路維持課：長崎県橋梁長寿命化計画

<http://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/machidukuri/doro-kotsu/ijikanri/>

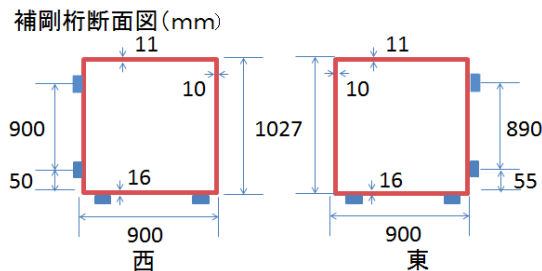


図-5 補剛桁ひずみゲージ設置位置

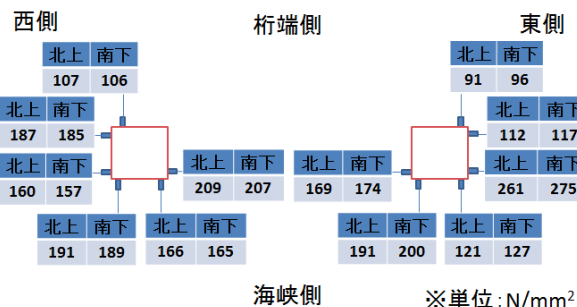


図-6 各 ch 応力範囲

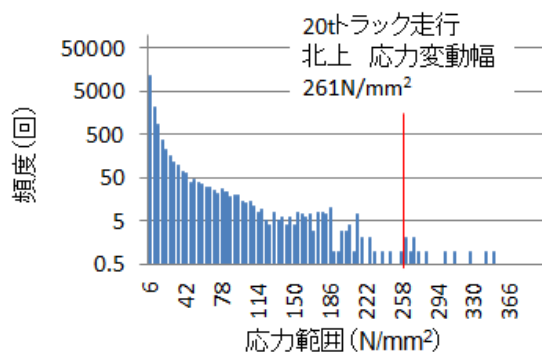


図-7 応力範囲頻度分布 (東側 ch4)

表-1 疲労寿命 (東側 ch4)

強度等級	E	F
疲労寿命	8.4 年	4.5 年

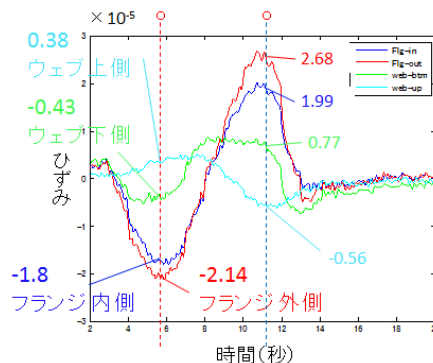


図-8 補剛桁ひずみ (西側 北上)

表-2 損傷原因として推定される曲げモーメント

ケース	偏心による 曲げモーメント	回転拘束による 曲げモーメント
北上	-75.9kN・m	36.5kN・m
南下	-90.1kN・m	49.1kN・m