

中路ローゼ橋の補剛桁中立軸と支承回転中心との偏心が 補剛桁端部の軸力および曲げモーメントに与える影響

長崎大学大学院 学生会員○小島孝仁 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

1. はじめに

長崎県内の中路ローゼ橋において、固定支承部のソールプレート・補剛桁下フランジ間溶接の四隅にき裂が発見された。それに対して実施された荷重車走行時の計測結果¹⁾から、補剛桁軸力が支承の回転中心から偏心して作用することで設計時に考慮されていなかった曲げモーメントが桁端部に発生し、当該部に局部的な板曲げが生じたことが、き裂の主たる発生原因であると判断された。このような補剛桁中立軸と支承の回転中心との偏心は、橋軸方向の力を作用させる耐震設計では一般に考慮されているが、鉛直荷重である自重や活荷重に対する設計では考慮されていないことが多い。そこで本研究では、今回き裂が発生した橋梁をモデルとし、補剛桁中立軸と支承回転中心との偏心によって桁端部に発生する曲げモーメントを算定した。また、支承の経年劣化を想定し、支承の回転拘束度が補剛桁端部の発生モーメントに及ぼす影響を調査した。

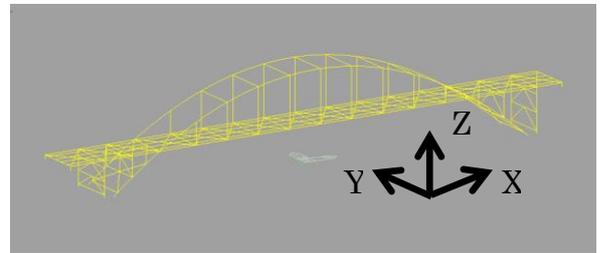


図-1 解析モデル

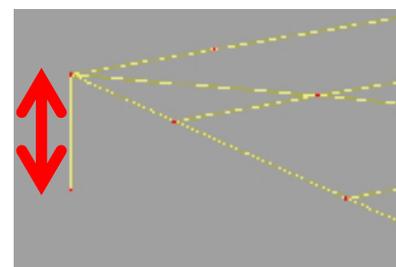


図-2 偏心を考慮するための剛部材

2. 対象橋梁

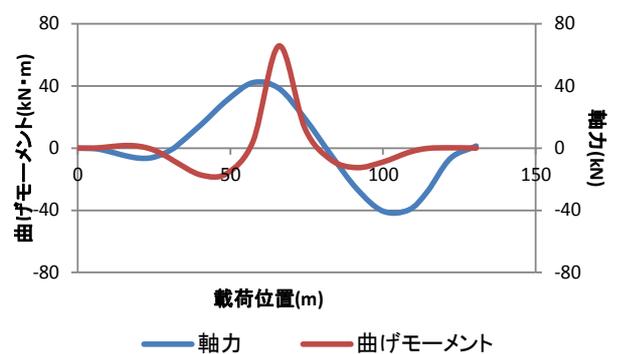
対象橋梁は、前述した固定支承部のソールプレート溶接部にき裂が発見された鋼中路ローゼ橋である。橋長 210m (隣接する 3 径間連続 PC ホロースラブ橋を含む)、桁長 134.8m, アーチライズ 24.0m, アーチ間距離 12.2m であり、補剛桁とアーチは剛結されている。



図-3 荷重載荷図

3. 解析概要

土木専用構造解析・最適設計シスム MIDAS Civil を使用し、図-1 のように 3 次元弾性はり要素でモデル化した。その際、補剛桁中立軸と支承回転中心との偏心を考慮するため、図-2 に示すように、桁端に剛なはり要素を追加し、その下端に支承条件に対応した境界条件を与えた。ただし、Y 軸回りの回転に対しては回転ばねを設置し、そのばね定数を完全にヒンジの状態(ばね定数が 0kN・m/rad)から固定の状態(ばね定数が 1000000kN・m/rad)まで変化させて、支承の回転拘束度が補剛桁端部軸力と曲げモーメントに与える影響を調査した。端支柱、アーチ基部の支持条件は 3 方向変位固定とした。作用荷重は 100kN の集中荷重 2 つ 1 組とし、図-3 に示すように、縦桁上に移動載荷した。



a) 偏心を考慮した場合

キーワード 補剛桁軸力, ばね支持, 中路アーチ, 疲労

連絡先: 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科 Tel:095-819-2613

4. 解析結果と考察

(1) 補剛桁中立軸と支承回転中心との偏心の影響

まず、支承がヒンジである場合について解析を行った。図-4に補剛桁中立軸と支承の回転中心との偏心を考慮した場合としない場合の支間中央の曲げモーメントと軸力を示す。2つのグラフより、支間中央における軸力と曲げモーメントは偏心による影響は受けていないことがわかる。一方、補剛桁端部では図-5に示すように、荷重の移動により曲げモーメントと軸力が作用している。その値を支間中央と比較してみると、軸力は約2倍、曲げモーメントは同程度となっている。図-2に示したような剛部材を用いて偏心を考慮せず、中立軸位置に支点を設置した場合、桁端の曲げモーメントは当然発生しないため、本来桁端に発生する支間中央と同程度の曲げモーメントを考慮せずに設計することとなる。鉛直荷重で桁に軸力が生じることのない橋梁形式であれば、このような桁端の曲げモーメントは発生しないため問題となることはないと考えられるが、本橋のように補剛桁とアーチリブが剛結されている中路アーチで一端を橋軸方向固定とした場合には、自重や活荷重などに対しても偏心を考慮することが不可欠である。

(2) 支承回転拘束度の影響

次に支承が経年劣化して回転を拘束するようになることを想定し、支承の回転ばね定数を変化させた解析を行った。図-6に支承回転拘束度（ばね定数）による補剛桁端部の軸力・曲げモーメント、および固定支承のモーメント反力の変化を示した。グラフより、支承の拘束度が増すとモーメント反力が大きくなる一方で、桁端の曲げモーメントは小さくなることがわかる。ばね定数が大きくなって固定に近づくと、桁端の曲げモーメントはゼロに漸近しているすなわち、補剛桁中立軸位置にヒンジ支点を設けた解析結果に近づくといえる。軸力は支承回転拘束度によってほとんど変化していない。

5. まとめ

今回、MIDAS Civilにおいて支承から補剛桁中立軸までの距離を考慮したモデルを作成することで解析における実用性を示した。支承の損傷による拘束度の変化をばね支持を用いて解析を行い、その妥当性を証明した。対象橋梁のような橋梁形式で橋軸方向固定の場合は、自重や活荷重などの鉛直荷重でも軸力が発生するため、自重や活荷重に対しても偏心を考慮する必要がある。支承の拘束度が変化すると支承の拘束および補剛桁軸力による曲げモーメントはそれぞれ変化することが分かった。

参考文献 1) 毛利淳樹, 奥松俊博他: 中路ローゼ橋支承周辺部損傷に発生に伴う車両載荷実験, 平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会, 2015, 3

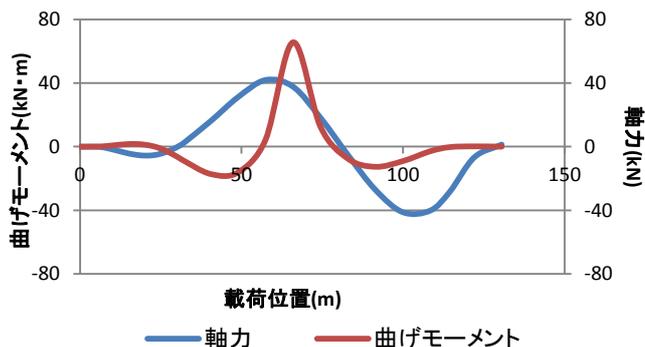


図-4 支間中央部の補剛桁軸力・曲げモーメント

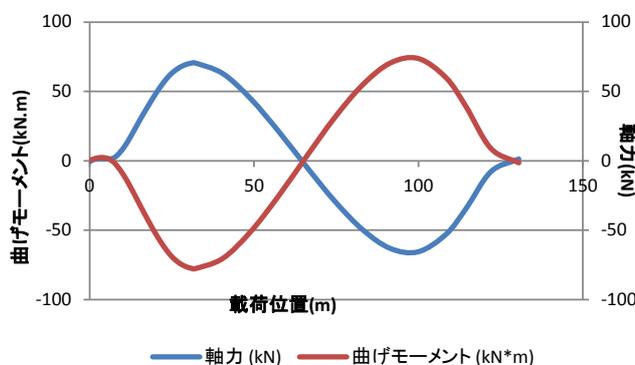


図-5 補剛桁端部の軸力・曲げモーメント

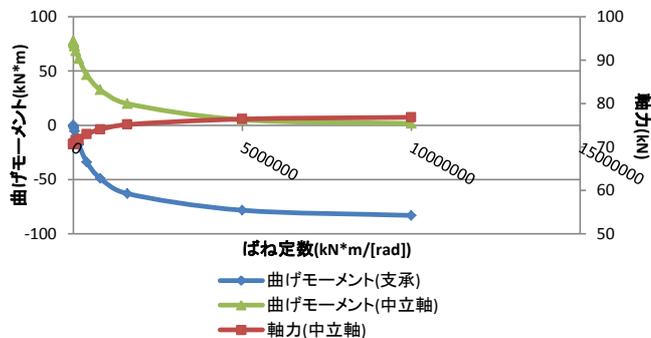


図-6 支承回転拘束度の影響