

1. 研究の背景

近年,国内外において,鋼橋の長寿命化,機能向上を目的とした大規模な工事の事例が報告されている.既存構造物の高齢化が進みつつある時代において,構造物の劣化や機能の陳腐化への対策として,このような大規模な工事に対するニーズが増えつつある¹⁾

鋼道路橋に着目すると,近年ではRC床版の疲労・損傷が顕在化していることから,高速道路会社を中心に RC 床版の抜本的な更新事業である床版取替工事の展開に注力している²⁾.

床版取替工事の留意点として,アーチ系橋梁の場合は橋梁の形式に応じて床版取替順序を適切に選定する必要がある.アーチ系橋梁は,床版取替順序により応力性状が著しく変化する.それに伴い局所的に大きな応力が発生し,橋梁に予期せぬ変形が生じる場合がある.

過去には,中路式ランガー桁において,床版解体時に支間中央部が座屈する事故が発生した.床版解体作業を片方向から行ったことで,荷重バランスが崩れ,桁が応力超過したことが要因であった³⁾.そのため,床版取替ステップごとに応力照査を行う必要があるが,橋梁のモデル化手法は未だに確立されていない.また,鋼上路アーチ橋において,事例が少ないことから床版取替時の応力性状が把握されておらず,床版取替順序の選定がなされていないのが現状である.

2. 研究の目的

本研究の目的は,鋼上路アーチ橋において床版取替ステップごとに応力照査を行い,床版取替時の応力性状の変化を明らかにすることである.そして,工事の安全性・施工性の観点から,適切な床版撤去順序の選定を行う.また,部材結合条件の異なる 3 次元骨組みモデルを作成し,解析結果の違いの検討を行う.そして,適切なモデル化手法を確立させることである.

3. 対象橋梁

対象橋梁は,新潟県の国道 253 号に架かる上路式補剛アーチ橋であり,1982 年に完工した.本橋は橋長 145m であり,主要鋼材は SM50Y,SS41(垂直材のみ SS41)である.

本橋の構造的特徴としては,アーチ橋のアーチリブの断面は圧縮力による座屈を防ぐために箱断面にすることが一般的であるが,交通量が少ないこともあり,I型断面となっている.

4. 解析モデル

本研究では,有限要素解析ソフト(comp)を用いて,対象橋梁の 3 次元骨組みモデルの作成を行った.各部材は梁要素とし,各部材の重心に節点を定めた.なお,各部材の重心位置が異なる場合には,剛域で連結させた.

死荷重の載荷方法についての説明を行う.鋼重は各部材の体積に鋼の単位体積重量をかけて算出した.しかし,部材重量の他にもガセットプレートやボルトの重量もかかるため実際の鋼重とは異なる.そこで,算出した鋼重に荷重倍率(1.295 倍)をかけて,設計計算書と同じ鋼重を載荷させた.床版荷重は 1-0 法により荷重分配を行い,補剛桁と縦桁に載荷させた.

以下に作成した垂直材の要素間結合の異なる 3 つの解析モデルの説明を行う.

1) ピン結合モデル

・垂直材端部の結合位置の面内曲げに対する結合条件をピン(R_x と R_y)とする.また,垂直材の上下端に剛域を設定する.

2) 剛域なしモデル

・垂直材端部から補剛桁の重心までを垂直材とする.また,垂直材端部を剛結合とする.

3) 剛域モデル

・垂直材の上下端に剛域を設定する.垂直材端部は剛結合とする.

5. 死荷重解析結果

アーチリブ補剛桁では作成した3つの解析モデルの解析結果がほとんど一致した。垂直材の要素間結合の違いによる影響はないと考えられる。一方で、垂直材は各モデルの結果に大きな違いがみられ、剛域モデルの応力度が許容値を大幅に超えた(図-1)。

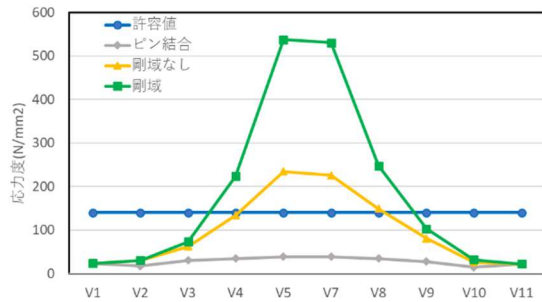


図-1 垂直材(上端)の死荷重解析結果

原因として、施工ステップ順に解析しておらず曲げモーメントが発生したと考え、ステップ解析を実施したが垂直材の応力度に大きな変化がなかった。そのため、剛域モデルは適切でないと考えられる。現実では垂直材が完全なピン結合とはならないため、剛域なしモデルが適切である。

6. 床版取替の解析(クレーンあり)

床版を片方向から支間中央部付近まで撤去した場合、アーチリブ補剛桁、垂直材において応力度が大幅に増加(図-2)し、許容応力度を超える部材が現れた。そのため、床版を片方向から解体するのは危険であり、適切でないと考えられる。

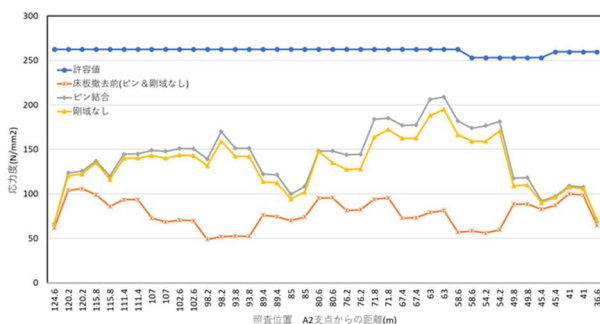


図-2 アーチリブ結果(床版を左から撤去)

一方で、床版を左右対称方向に撤去した場合は、床版撤去による応力度の増加が抑えられた(図-3)。そのため、床版を左右対称方向に撤去する必要がある。

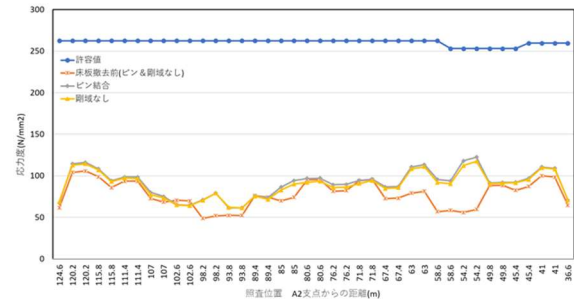


図-3 アーチリブ結果(左右対称へ床版撤去)

7. 今後の課題

本研究では、対象橋梁の交通量が少ないことから全断面工法で解析を行い、応力の変化を明らかにした。しかし、交通量が多い高速道路などでは、半断面工法を採用している事例も多い。従って、半断面工法で床版取替した場合の応力性状の評価も必要である。

また、本研究は対象橋梁が1橋だけであるため、諸元の異なる別の橋梁が本研究と同様な結果になるかは不明であり、本研究結果がどのような諸元まで適用できるのか検討すべきである。そのため、諸元の異なる対象橋梁を増やし、橋梁ごとに解析結果を比較する必要がある。

8. 引用文献

- 1) 高木優任,江崎正浩,大坪恭: 鋼橋の床版取替事例 2016.8, 鋼構造と橋に関するシンポジウム論文集,93-110
- 2) 小林駿祐,松本崇志,北川直宏,山口隆司: 半幅員施工下における既設合成桁床版取替時の主桁補強量の低減手法と合成作用に関する基礎的研究 2019.9, 鋼構造論文集,第 26 巻第 103 号
- 3) 土木学会: 鋼構造委員会: 鋼橋の大規模修繕・大規模更新~解説と事例~,鋼構造シリーズ 26,2016.7