

三径間連続鋼鈹桁橋の静載荷実験に関する数値シミュレーション

室蘭工業大学大学院	学生会員	○成田 彩華
室蘭工業大学	正会員	小室 雅人
室蘭工業大学	正会員	栗橋 祐介
釧路工業高等専門学校	フェロー	岸 徳光

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に数多くの道路橋を建設しており、今後建設後 50 年以上経過した橋梁は急激に増大する。これらの橋梁を健全な状態に維持管理していくためには、損傷や劣化が橋梁の安全性に及ぼす影響を把握することが重要である。また、耐震補強を行う場合には、各部材の損傷程度を評価した上で、具体的な補強対策を検討することが要求されている。

本論文では、耐震補強の対象橋梁である三径間連続鋼鈹桁橋に着目して、ダンプトラックによる静載荷実験を実施した。また、有限要素法を用いた数値解析を実施し、実験結果との比較によって、その健全性に関する検討を行った。なお、数値解析には構造解析用汎用プログラム ABAQUS を用いた。

2. 静載荷実験概要

静載荷実験は、A1 橋台～P3 橋脚間の一連 (134.67 m) を対象として、重量調整された 30 t のダンプトラックを所定の位置に静止させることにより実施した。図-1 には、載荷位置および計測断面位置を示している。

載荷ケースは、各径間中央の 3 断面において、各断面に対し幅員方向に並列載荷、および各桁上並列載荷の、全 12 ケースである。

計測項目は、(1) 各径間の 1/8, 1/4, 1/2 点および中間支点近傍における主桁上下フランジの橋軸方向ひずみ、(2) 各径間の 1/2 点における各主桁下端のたわみである。

3. 数値解析概要

図-2 には、本解析で用いた有限要素モデルの全体図および P2 橋脚近傍の拡大図を示している。使用要素は、支承を除く鋼材部 (主桁、横桁、対傾構、横構) には 4 節点シェル要素を、支承、床版および舗装部には 8 節点ソリッド要素を用いた。有限要素モデルは、建設当時の設計図書を参考に、可能な限り忠実に作成した。総節点数および総要素数は、それぞれ約 168,000、133,000 である。

境界条件は、(1) 設計条件に基づき理想的なローラー支承とした場合、および (2) 経年劣化により支承が十分に機能していないことを想定して、全ての支承をピン支承とした場合の 2 種類について検討を行った。

ダンプトラックによる載荷は、タイヤ接地部を要素分割し、その要素に分布荷重の形で与えることにより再現している。

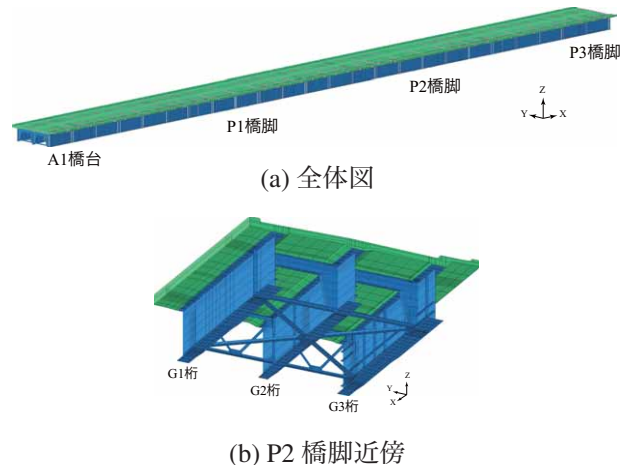


図-2 三次元有限要素モデル

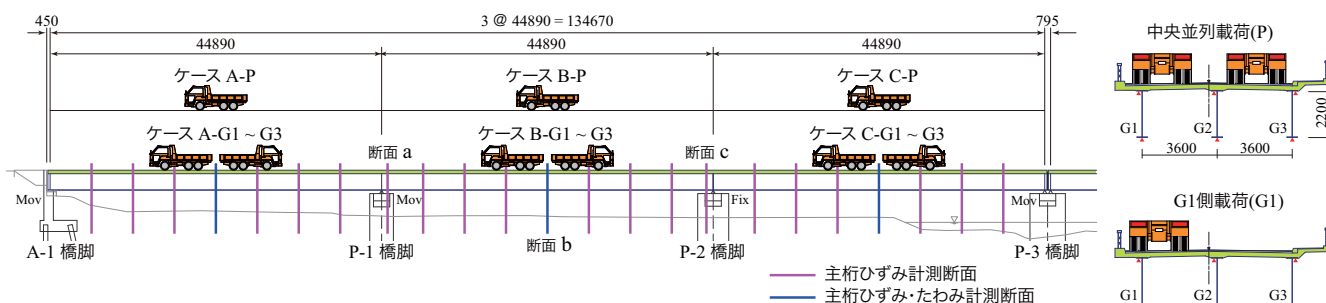


図-1 載荷ケースおよび計測断面位置

キーワード：静載荷実験、有限要素法、三次元弾性解析

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 工学研究科 くらし環境系領域 TEL 0143-46-5226 FAX 0143-46-5227

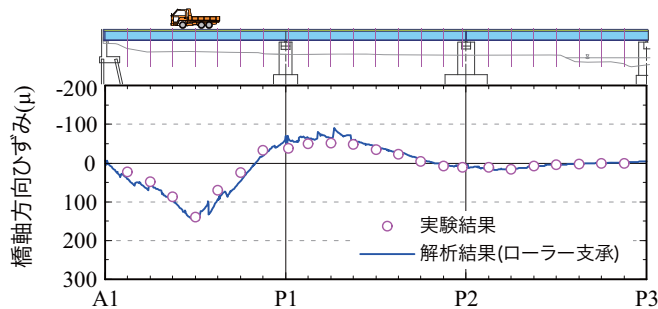


図-3 主桁の橋軸方向ひずみ分布 (A-P)

4. 実験結果と数値解析結果および考察

4.1 主桁の橋軸方向ひずみ分布

図-3には、中央並列載荷時(ケース A-P)における G2 桁下フランジの橋軸方向ひずみ分布を示している。なお、FEM 解析結果に関しては、シェル要素の最下面のひずみを用いている。

実験結果を見ると、載荷点直下では正曲げによる引張ひずみが生じているのに対し、中間支付付近では負曲げの影響により圧縮ひずみが生じていることが分かる。いずれの載荷位置においても、同様の傾向が見られることを確認している。

図-4には、中央断面の G1 桁側に偏心載荷させた場合(ケース B-G1)における G1 および G3 桁の橋軸方向ひずみ分布について、実験結果と解析結果を比較して、計測断面ごとに示している(図-1 参照)。

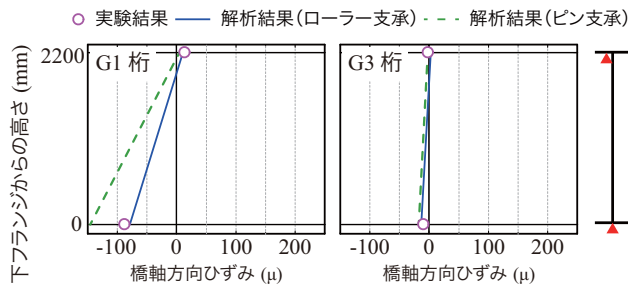
(b) 図に示す載荷点直下断面(断面 b)に着目すると、下フランジに引張ひずみ、上フランジに圧縮ひずみが生じていることから、中立軸はウェブ内に存在することが確認できる。また、偏心側 G1 桁のひずみは、ローラー支承と仮定した解析結果とよく対応している。

次に、(a), (c) 図に示す橋脚近傍断面に着目すると、下フランジに圧縮ひずみ、上フランジに引張ひずみが生じており、負の曲げモーメントが生じていることがわかる。設計条件は P1 橋脚はローラー支承、P2 橋脚はピン支承であることから、解析結果の両橋脚近傍のひずみ分布は異なる。しかしながら、実験結果では両橋脚近傍の下フランジひずみはほぼ等しい値を示している。

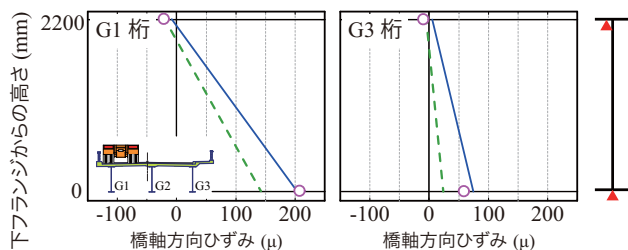
これより、実験結果は解析結果と若干異なる傾向を示す箇所も存在するが、主桁全体および各断面でのひずみ分布に関する解析結果が実験結果と大略一致していることより、上部工の損傷は比較的小さいものと判断される。

4.2 主桁下端のたわみ

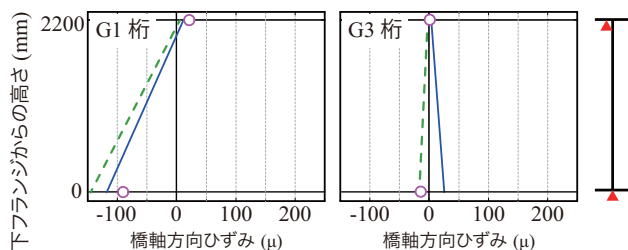
図-5には、ケース B-P, B-G1 の載荷点直下断面(断面 b)における各主桁下端のたわみを示している。実験結果と解析結果を比較すると、実験結果はローラー支承とピ



(a) P1 橋脚近傍断面 (断面 a)

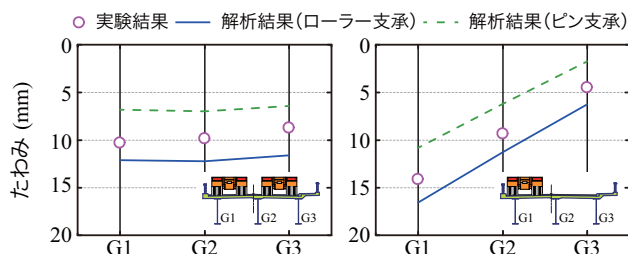


(b) 中央断面 (断面 b)



(c) P2 橋脚近傍断面 (断面 c)

図-4 主桁の橋軸方向ひずみ分布 (B-G1)



(a) B-P

(b) B-G1

図-5 主桁の橋軸方向たわみ分布 (断面 b)

ン支承を仮定した解析結果の間に分布していることが分かる。この傾向は他ケースにおいても確認している。実際の橋梁では、ローラー支承においても摩擦などの抵抗が存在するため、理想的な条件とは異なる。したがって、実験結果が両解析結果の間に分布していることより、上部工の損傷は小さいものと推察される。

5. まとめ

- 1) 主桁の橋軸方向ひずみ分布は、数値解析結果と大略一致する。
- 2) 主桁下端のたわみ分布は、支承部を理想状態と経年劣化を考慮した状態とする解析結果の間に分布する。
- 3) 本橋梁の上部工に著しい損傷はなく、十分健全であると判断される。