

既設鋼鈑桁橋の静載荷実験に関する有限要素解析

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○ 石井 めぐみ
室蘭工業大学大学院 正会員 小室 雅人

室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光
(株) 構研エンジニアリング 正会員 木村 和之

1. はじめに

近年、有限要素法を用いた三次元解析を橋梁設計に導入する試みが行われている。それらの妥当性検討は、一定条件下での有限要素法による解析結果と格子解析結果を比較したものが多く、実際の静載荷実験結果との比較を行った事例はそれほど多くはない。

そこで、本研究では、既設6径間単純合成鈑桁橋で実施された静載荷実験を対象として、有限要素法による三次元弾性解析(以下、FEM解析)および格子解析を実施し、実験結果との比較を行うことにより各解析手法の妥当性の検討を行った。なお、FEM解析には構造解析用汎用プログラム ABAQUS を使用した。

2. 静載荷実験概要

静載荷実験は、20トン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には載荷ケースおよび計測断面位置を示している。また、計測断面は支間中央近傍に位置しており、そこでの測定項目は(1)各主桁の橋軸方向ひずみ(6点×3桁=18点)、(2)各主桁下端のたわみ(3点)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支点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)には4節点シェル要素を、床版、支承および舗装部には8節点ソリッド要素を、横構および対傾構には2節点梁要素を用いた。有限要素モデルの作成に際しては、建設当時の設計図書を参考に可能な限り忠実にモデル化した。解析モデルの総節点数およ

び総要素数は、それぞれ約26,500, 23,500であった。

FEM解析では実験を再現するために、タイヤ接地面に対応する箇所シェル要素を設け、所定の重量を付加することによりトラック荷重を与えることとした。境界条件に関しては、設計条件に基づいてP1橋脚上の支承は固定支承、P2橋脚上の支承は可動支承としている。

一方、格子解析では、実験を再現するために、トラック前後輪の位置に相当する格点に対して1/0法を用いてトラック荷重を与えている。

4. 数値解析結果及び考察

4.1 主桁の橋軸方向ひずみ分布

図-3には、ケース1, 2における主桁の橋軸方向ひずみ分布に関する実験結果と解析結果を比較して示してい

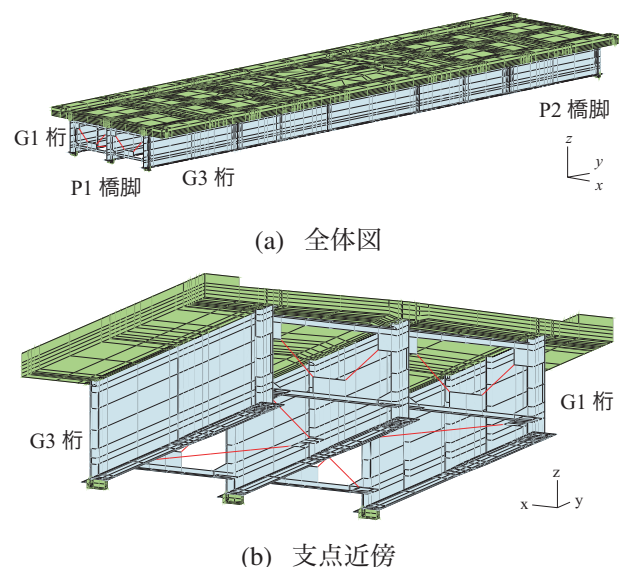


図-2 三次元有限要素モデル

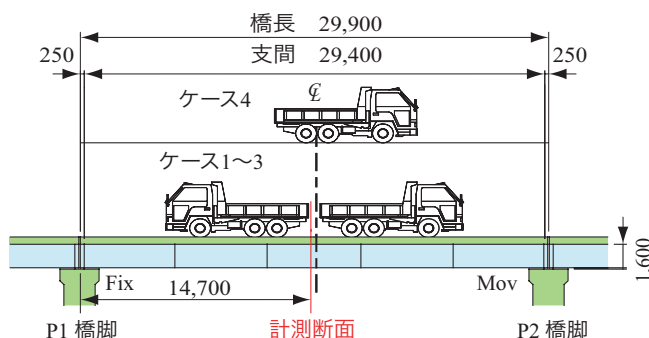
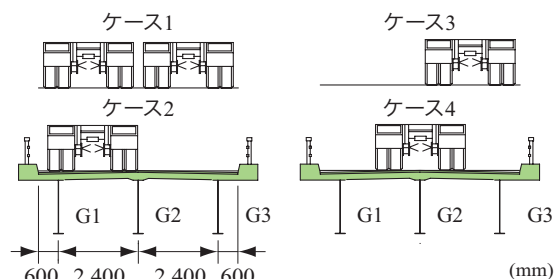


図-1 載荷ケース、計測断面位置およびひずみゲージ貼付位置



キーワード：静載荷実験，格子解析，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

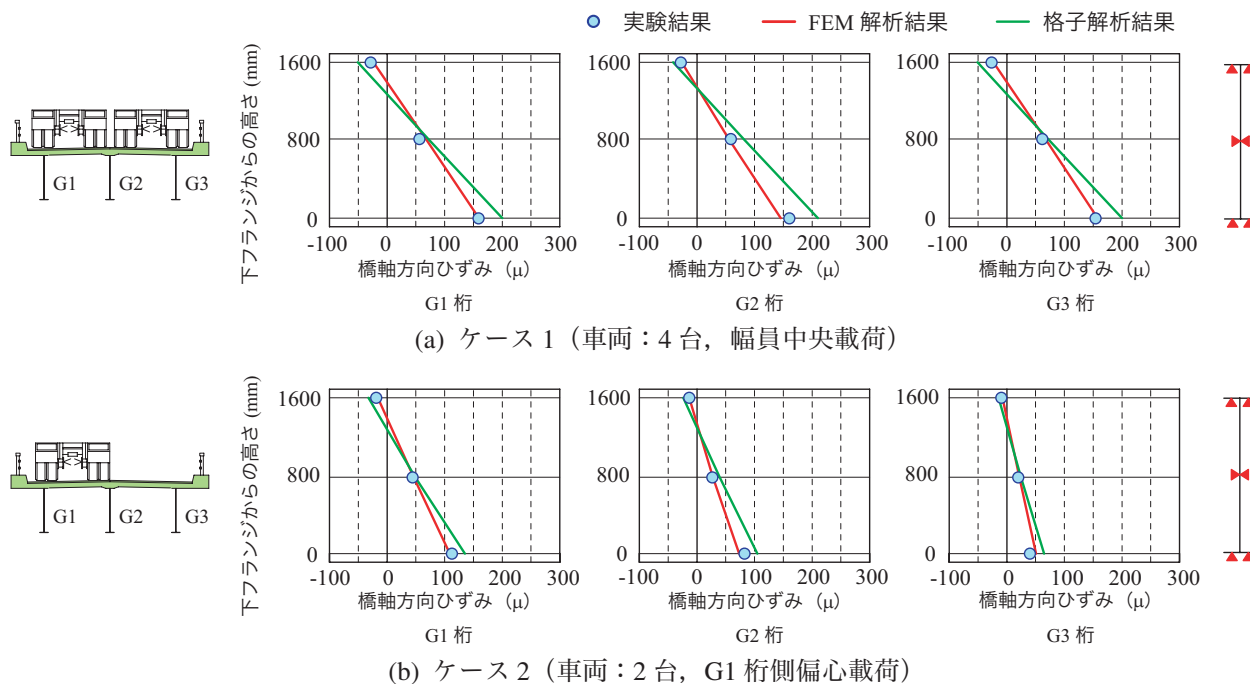


図-3 主桁の橋軸方向ひずみ分布

る。なお、ケース 3 とケース 4 に関しては、紙面の都合によりここでは省略する。また、ひずみゲージは主桁のウェブでは表裏に、フランジでは左右に貼付されているが、ここでは両者の平均値を用いて整理している。なお、FEM 解析結果に関しても実験と同様にシェル要素の表裏ひずみの平均値を用いて比較を行うこととした。

(a) 図に示す幅員中央載荷であるケース 1 に着目すると、FEM 解析結果は実験結果とほぼ等しい値を示していることが分かる。一方、格子解析結果は、実験結果と比較すると 30～50 % 程度過大に評価していることが分かる。

次に、(b) 図に示す G1 桁側に偏心載荷したケース 2 に着目する。FEM 解析結果は実験結果と比較して、非載荷側の G3 桁下フランジで最大 28 % 程度誤差が生じているものの、荷重載荷側の G1 桁における誤差は約 13 % 程度である。一方、格子解析結果の場合においても、FEM 解析結果と類似した傾向がみられるものの、その誤差は最大 70 % 程度と FEM 解析結果と比較して非常に大きい。

以上より、FEM 解析では実験による主桁の橋軸方向ひずみ分布をほぼ適切に再現可能であるのに対し、格子解析の場合には実験結果よりも過大に評価する傾向にあることが明らかになった。これは、格子解析の場合には、床版による荷重分配作用などを適切に評価できないことを示唆しているものと考えられる。

4.2 主桁下端のたわみ

図-4 には、ケース 1, 2 における各主桁下端のたわみに関する実験結果と解析結果を比較して示している。なお、たわみは下向きを正として設定した。図より、FEM

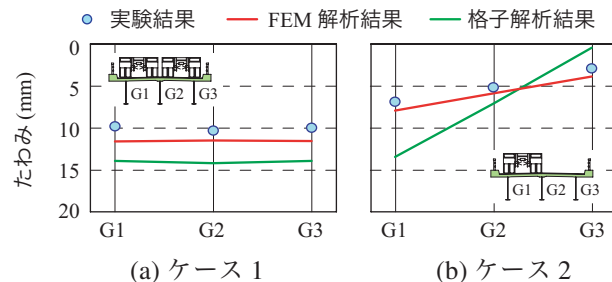


図-4 主桁下端のたわみ

解析結果は幅員中央載荷、偏心載荷において実験結果よりも 12～33 % 程度大きく評価している。これに対して、格子解析結果の場合には、幅員中央載荷では約 40 % 程度、偏心載荷における荷重載荷側では 2 倍程度、実験結果に対して過大に評価していることが分かる。このことは、今後既設橋梁の合理的な維持管理、あるいは補修・補強を行うに際しては、簡易な手法によらず三次元 FEM 解析等の詳細解析を実施して実挙動を適切に評価することが必要であることを示唆している。

5. まとめ

- 1) 2 次部材を含め橋梁全体を詳細に有限要素でモデル化する FEM 解析では、主桁の橋軸方向ひずみ分布をほぼ適切に評価可能である。一方、格子解析においては、実験結果よりも過大に評価する傾向があることが明らかとなった。
- 2) 主桁下端のたわみについては、FEM 解析では実験結果と概ね一致するものの、格子解析では偏心載荷側で実験結果よりも 2 倍程度過大に評価する傾向にあることが分かった。