

# 3次元 FEM 解析を用いた九年橋 2 主桁部の静的挙動特性の検討

岩手大学大学院工学研究科 学生会員  
 岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二 大西 弘志  
 (株)昭和土木設計 正会員

○岩村 優希  
 出戸 秀明  
 山村 浩一

## 1. はじめに

経済の長期低迷のため、老朽化した既設橋梁の更新は難しくなり、既設橋梁を維持管理しながら、いかに長寿命化させるかが問題となっている。そのため、既設橋梁の健全度調査が必要であり、岩手大学工学部では、平成 24 年 10 月に、岩手県北上市にある九年橋（9 径間 2 主桁橋 + 8 径間 4 主桁橋）において、20tf トラックを用いた静的載荷試験を実施している。本研究では、架設後 78 年経過した 2 主桁部に着目し、3 次元 FEM 解析を用いて、健全時と劣化時のモデルを作成し、鉛直方向変位と橋軸方向ひずみの解析結果と実測結果から、桁の劣化が静的挙動にどのような影響を与えるかを検討する。

## 2. 対象橋梁と 3 次元 FEM 解析の概要

対象橋梁は、九年橋の第 8 径間を取り上げ、図-1 に示すように桁長 17.05m、支間長 16.8m、車道幅員 5.6m、桁高 1.45m の単純 2 主桁橋（昭和 8 年架設）である。主桁をそれぞれ G1、G2 で表す。本研究では、汎用 FEM 解析ツール ANSYS を用いて静的解析を行った。3 次元 FEM 解析モデルは、図-2 に示すように、主桁、横桁、縦補剛材、補強材は Shell 要素、床版は Solid 要素、下横構は Beam 要素を用いてモデル化した。要素数は 66923 要素、節点数は 78301 点である。

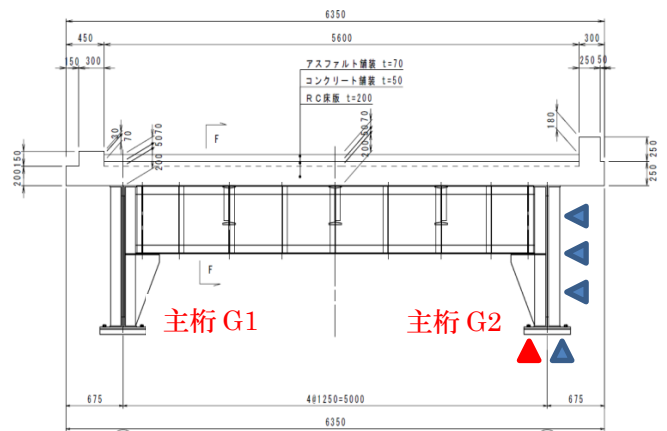
載荷荷重は、20tf トラック 1 台の静的載荷試験を想定し、前輪 2 点、後輪 4 点の 6 点集中荷重を橋面上に載荷させた。載荷重量は、前輪 1 点当たり 27.73kN、後輪 1 点当たり 34.96kN とした。載荷パターンは、橋軸方向に 20tf トラックの前側後輪を支間中央に載荷するとともに、橋軸直角方向には車道幅員の中央載荷、G2 主桁側偏心載荷の 2 パターンを採用した。

ひずみ解析位置の着目点は、図-1 に示すように G2 主桁下フランジの両支承 2 点、両支承近傍 4 点及び支間長の 1/8、1/4、3/8、1/2、5/8、3/4、7/8 の 7 点の計 13 点とした。

変位解析位置の着目点は、図-1 に示すように G2 主桁下フランジ、支間長の 1/4、1/2、3/4 の 3 点とした。

解析モデルの材料特性値は、鋼材、鉄筋コンクリートのヤング係数をそれぞれ  $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、 $2.68 \times 10^4 \text{N/mm}^2$  と仮定した。

劣化モデルは、文献 1) を参考に G2 主桁、横桁、下横構の腐食による断面減少を想定したモデルとした。支承条件は、表-1 に示す 3 つのケースを想定している。ケース 1 の支承条件により解析を行い、可動側支承に生じた橋軸方向の水平支承反力を求める。



▲ 変位着目点  
 ▲ ひずみ着目点

図-1 対象橋梁概要(単位: mm)

総要素数 66923  
 総節点数 78301

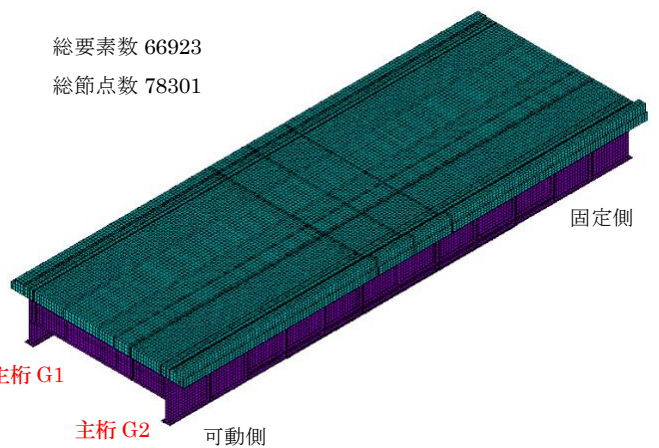


図-2 3次元 FEM 解析モデル

表-1 FEM 解析支承条件

解析ケース	ケース1	ケース2	ケース3
固定側支承	Fix	Fix	Fix
可動側支承	Fix	Move	Move
任意荷重	なし	なし	水平支承反力

キーワード：健全度評価 FEM 解析 静的載荷試験

連絡先：〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部 社会環境工学科 TEL 019-621-6436

ケース 3 の場合、ケース 1 で求めた水平反力を減少させながら、ケース 2 の条件で可動側支承に作用させて得られた橋軸方向ひずみの解析値が実測値に近似した場合を最適な水平支承反力と考えた。

### 3. 解析結果と考察

20tf トラック 1 台を支間中央、幅員中央に載荷した場合の健全モデルと劣化モデルの G2 主桁下フランジの橋軸方向ひずみ分布をそれぞれ図-3, 4 に示す。図-3, 4 を比較すると、劣化モデルでは、G2 主桁の固定側支承近傍ウェブは、断面減少の影響を受けて、固定側のひずみの値が増大する結果となった。また、図-3, 4 から分かるように、ケース 3 の支承条件の解析結果を比較すると、健全モデル、劣化モデルに関わらず、ケース 1 で生じた水平支承反力の 60%で実測値に近似する結果となった。

図-5, 6 はそれぞれ、G2 側偏心載荷による劣化モデルの G2 主桁下フランジの橋軸方向分布を示している。中央載荷よりも G2 主桁への劣化の影響が大きく、可動側支承が拘束されるほど、支間中央より減厚した固定側支承近傍への影響が大きくなった。また、図-5, 6 に示すように、解析結果と実測値を比較すると、ひずみ分布、変位分布ともに、中央載荷パターンと同等にケース 1 で生じた水平支承反力の 60%で実測値に近似する結果となった。

図-7 は、G2 側偏心載荷による G2 主桁の固定支承から橋軸方向距離 50cm 地点のウェブの橋軸方向ひずみ分布を表したものである。この部位は腐食による減厚が進行しており、下フランジから鉛直方向に 20cm までは 3mm の厚さとなっている。この影響は、図-7 に示す劣化モデルの解析結果に顕著に表れている。すなわち、支承条件ケース 1 の場合の劣化モデルでは、劣化部位で急激な圧縮ひずみの増加が見られ、支承条件ケース 2 の場合でもひずみは引張側へ増大する。ウェブの橋軸方向ひずみ分布においてもケース 1 で生じた水平支承反力の 60%をケース 2 の可動支承に作用させた場合に下フランジの解析値と近似する結果となった。

#### 参考文献

- 1) ルウンミーグェット, 岩崎正二, 大西弘志, 出戸秀明, 山村浩一, 佐々木遥加: フレーム解析を用いた 78 年供用 2 主桁橋の静的挙動特性の検討, 土木学会東北支部技術研究発表会, I-18, 2014.3

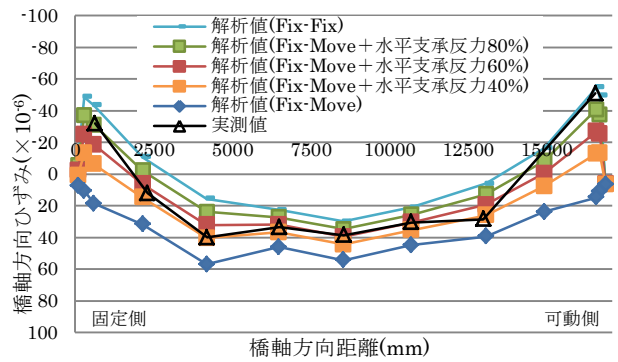


図-3 中央載荷による健全時の主桁 G2 下フランジのひずみ分布

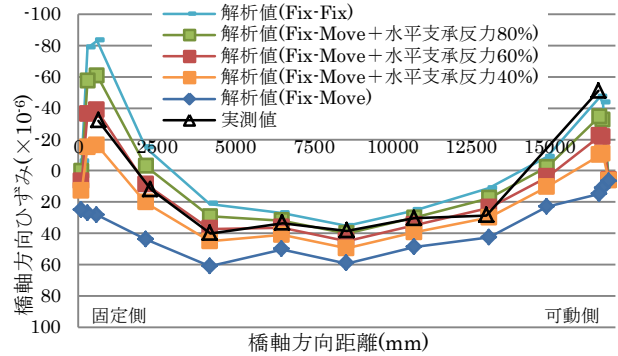


図-4 中央載荷による劣化時の主桁 G2 下フランジのひずみ分布

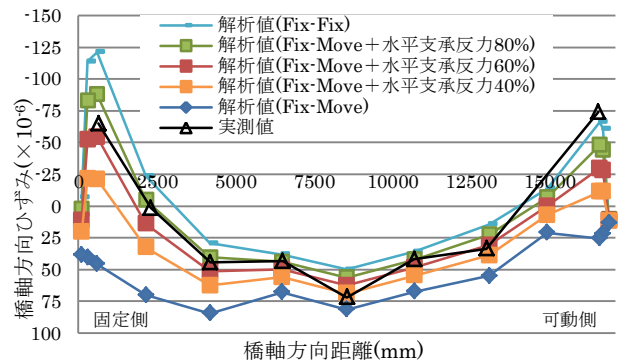


図-5 G2 側偏心載荷による劣化時の主桁 G2 下フランジのひずみ分布

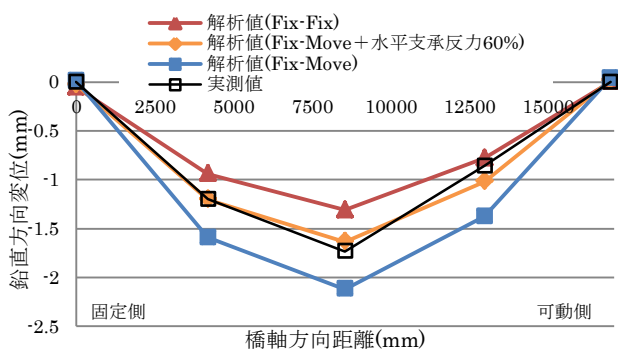


図-6 G2 側偏心載荷による劣化時の主桁 G2 下フランジの変位分布

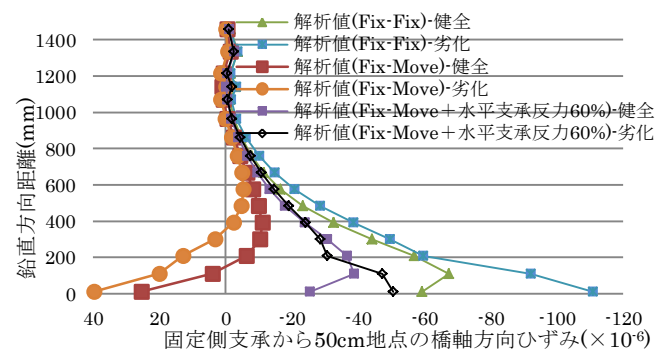


図-7 G2 側偏心載荷による劣化時の主桁 G2 ウェブのひずみ分布