

3次元 FEM 解析を用いた高齢化鋼鈑桁橋の静的挙動特性の解析的検討

岩手大学大学院工学研究科 学生会員 ○岩村 優希
岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
岩手大学工学部 正会員 大西 弘志
岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明
株式会社昭和土木設計 正会員 山村 浩一

1. はじめに

経済の長期低迷のため、老朽化した高齢化橋梁の更新は難しく、維持管理しながらいかに延命化させるかが課題となっている。そのため、既設橋梁の健全度調査が必要であり、著者らは、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、大規模改修直前に 20tf トラックを用いた静的載荷試験を実施した。本研究では、架設後 78 年経過した九年橋の桁部に劣化が著しい 2 主桁部に着目し、3 次元 FEM 解析を用いて、健全と仮定したモデルと点検結果に基づく劣化モデルを作成し、鉛直方向変位や橋軸方向ひずみの解析結果と実測結果を比較することで、桁の劣化が静的載荷試験時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、超高齢化橋梁の九年橋であり、その中でも図-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 主桁部（昭和 8 年架設）を取り上げる。ここでは、主桁をそれぞれ G_1 、 G_2 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、主桁、横桁、縦補剛材、補強材は Shell 要素、床版は Solid 要素、横構は Beam 要素を用いてモデル化した。

載荷荷重は、20tf トラック 1 台及び 2 台の静的載荷試験を想定し、1 台当たり前輪 2 点、後輪 4 点の集中荷重を床版上に載荷させた。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、20tf トラック 1 台載荷で橋軸方向に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とする。また 2 台載荷の場合は、支間中央部に縦列載荷と並列載荷の 2 ケースを採用する。

ひずみ解析位置の着目点は、図-1 に示すように G_2 主桁下フランジの両支承 2 点、両支承から 30cm 離れた 2 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 11 点とした。 G_1 主桁は両支承 2 点を除いた計 9 点とした。変位解析位置の着目点は、 G_1 及び G_2 主桁下

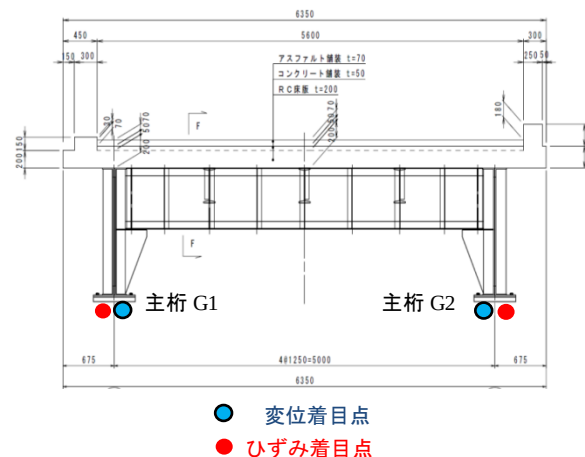


図-1 対象橋梁概要(単位：mm)

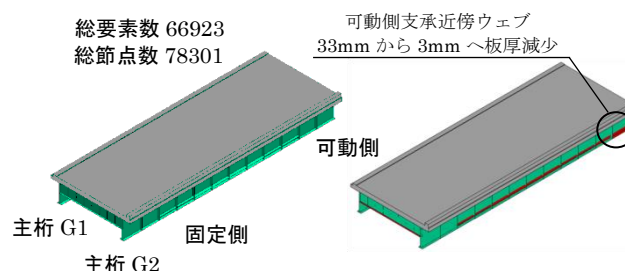


図-2 3次元 FEM 解析モデル(左から健全, 劣化モデル)

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	pin	pin	pin
可動側支承	pin	roller	roller
任意荷重	なし	なし	水平支承反力

キーワード：高齢化橋梁 静的載荷試験 3次元 FEM 解析

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 TEL019-621-6436

フランジにおける支間長の 1/4, 1/2, 3/4 の各 3 点とする。解析モデルの材料特性値は、ヤング係数を鋼材は $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、床版は $3.0 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ と仮定する。図-2 に示すように劣化モデルは、文献 1) を参考に G_2 主桁腐食による板厚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。劣化モデルにおいて、最初にケース 1 の支承条件により解析を行い、可動側支承に生じる橋軸方向の水平支承反力を求める。ケース 3 の場合は、ケース 1 で求めた水平反力を減少させながら、主桁下フランジの橋軸方向ひずみの解析値が実測値に近似する場合を最適な水平支承反力と考えた。また健全モデルにおいては、ケース 2 の他にケース 1 も想定した。すなわち、ケース 1 は両支承の完全拘束状態を表している。

3. 解析結果と考察

紙面の都合上、多くの解析例の中から 20tf トラック 1 台を支間中央、幅員中央に載荷した場合の G_2 主桁のみ取り上げる。健全モデルと劣化モデルの G_2 主桁下フランジの橋軸方向ひずみ分布、鉛直方向変位分布をそれぞれ図-3、4 及び図-5、6 に示す。ひずみの実測値は、1 台載荷の場合、可動側支承近傍ウェブの劣化による影響はほとんどなく両端近傍のひずみは同じようになっている。劣化モデルでは、 G_2 主桁の可動側支承近傍ウェブの板厚減少の影響を受けて、圧縮ひずみの値が増大する結果となった。また、図-4 に示すケース 3 の解析結果を比較すると、劣化モデルのケース 1 で生じた水平支承反力の 80% を作用させると実測値に近似する結果となった。さらに、表-2 に示すように、健全モデルと劣化モデルの解析結果の比較から、鋼桁の剛性低下は水平支承反力を低下させることが分かった。これは、 G_2 主桁の可動側支承近傍ウェブの板厚減少の影響を受けて、健全である G_1 主桁に荷重が分配されている可能性が考えられる。

4. まとめ

板厚減少を考慮した劣化モデルでは、水平支承反力の調整により、ひずみ分布及び変位分布を実挙動と近似させることができた。

参考文献

1) ルウン ミー ゲット, 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, 1-18, 2014.3

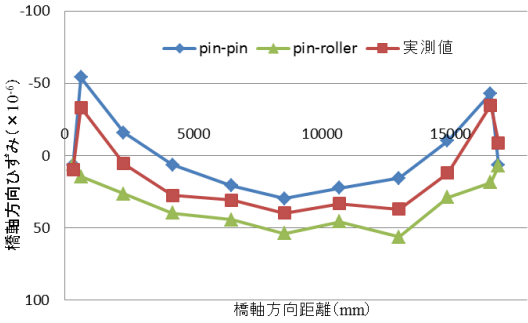


図-3 健全モデルによる G_2 主桁の橋軸方向ひずみ分布

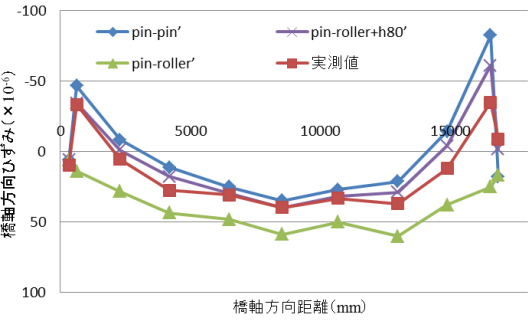


図-4 劣化モデルによる G_2 主桁の橋軸方向ひずみ分布

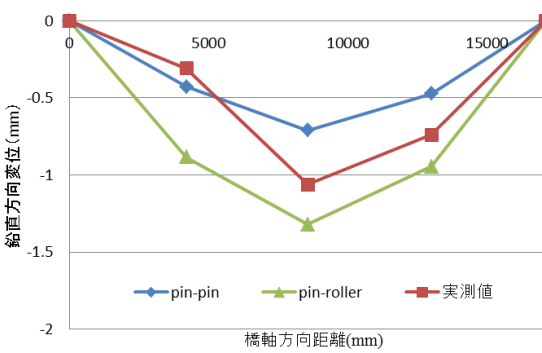


図-5 健全モデルによる G_2 主桁の鉛直方向変位分布

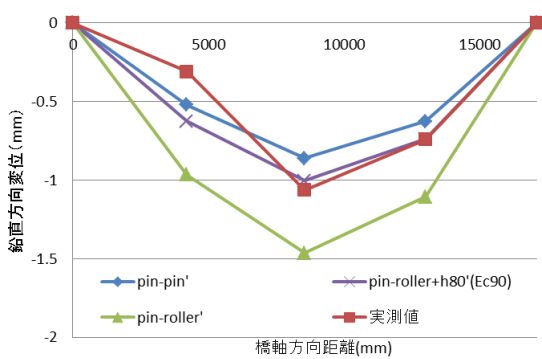


図-6 劣化モデルによる G_2 主桁の鉛直方向変位分布

表-2 水平支承反力の比較(単位: kN)

支承条件	主桁	健全モデル	劣化モデル
ケース1	G1	90.8	92.6
	G2	103	90.0
合計		193.8	182.6