

既設合成鋼鈹桁橋の設計荷重相当載荷時の静的挙動の解析的検討

岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明
東邦技術株式会社 正会員 山村 浩一
岩手大学工学部 ○佐藤 雄太

1. はじめに

公共事業の予算縮小のため社会資本の新規更新は難しくなり、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評価が必要であり、調査方法の中に静的載荷試験がある。昨年度著者らは、岩手県紫波町にある架設後 30 年経過した単純合成鋼鈹桁橋の下梅田橋で、設計荷重に相当する約 60tf 車両 (25tf トラック 2 台 + 10tf ユニーク車) を用いた静的載荷試験を実施した。本研究は、3 次元 FEM 解析を用いて、設計荷重相当載荷時の静的挙動を再現し、それらの解析結果と実橋載荷試験結果を比較検討することにより、解析モデルの妥当性を検証するとともに、対象橋梁の静的挙動に及ぼす支点拘束の影響について解析的に検討する。

2. 対象橋梁と FEM 解析の概要

対象橋梁である岩手県紫波町の下梅田橋は 2 連単純合成鋼鈹桁橋であり、橋長 57.00m、支間長 27.75m、幅員 5.00m、桁高 1.5m、3 本主桁の二等橋 (TL-14) である。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。図-3 に示すように主桁・横桁を Shell 要素、対傾構・横構を Beam 要素、床版・支承・橋脚等を Solid 要素を用いて 3 次元でモデル化した。総要素数は 14244 要素、総節点数は 18892 点である。

目視点検によると本橋梁の可動支承は錆等により固定支承に近い状態であった。従って可動支承を Solid 要素でモデル化し、そのヤング係数を変化させることで、可動支承の拘束状態を再現しようとした。FEM 解析では、図-1 に示す 200kN トラックを単独載荷の場合及び設計荷重に相当する約 600kN を載荷した場合 (25tf トラック 2 台 + 10tf ユニーク車) について、前輪タイヤ、後輪タイヤを集中荷重として静的解析を行い、実測値と比較検討する。図-2 に示す可動支点から 30cm (No.3) の軸方向ひずみと支間中央のひずみと垂直変位、橋脚天端水平変位が実測値に近づくように、可動支承のヤング係数を変化させて解析を行った。また、橋脚を考慮しない計測径間でのみの単径間モデルでも解析を行い、全体モデルの解析結果と比較検討

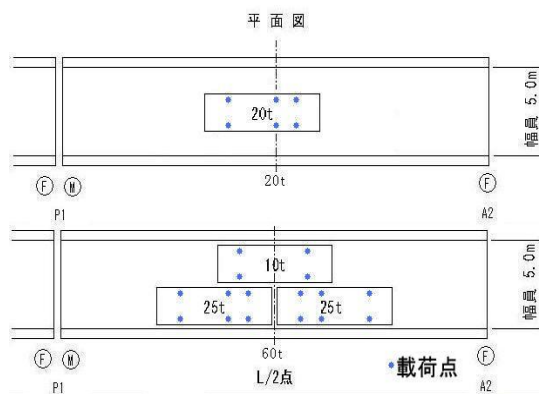


図-1 荷重載荷位置

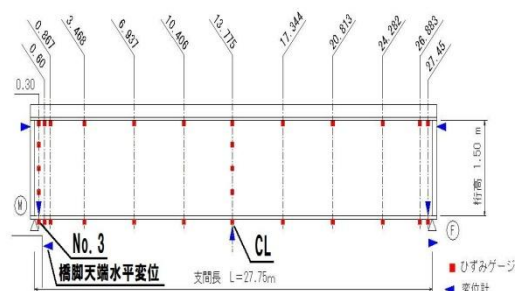


図-2 橋脚、支承、桁における計測位置

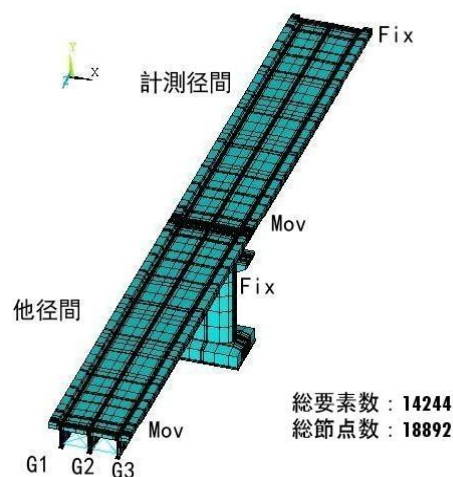


図-3 3次元 FEM 解析モデル

キーワード：2 連合成鋼鈹桁橋 静的載荷試験 FEM 解析

連絡先：〒020-855 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

表-1 外桁（G3 桁）におけるひずみ・垂直変位と橋脚天端水平変位

200kN	可動支点より30cmの下フランジひずみ(×10-6)		支間中央下フランジひずみ(×10-6)		支間中央垂直変位(mm)		橋脚天端水平変位(mm)
	全体モデル	単径間モデル	全体モデル	単径間モデル	全体モデル	単径間モデル	全体モデル
実測値	-58	-58	63	63	3.455	3.455	0.404
計算値(固定-固定)	-75	-104	55	44	2.918	2.178	0.421
計算値(固定-可動)	-62	-54	60	60	3.205	3.202	0.418
相対誤差(%)	7.10	6.12	5.25	5.53	7.23	7.33	3.37
600kN							
実測値	-171	-171	200	200	12.02	12.02	1.073
計算値(固定-固定)	-285	-375	169	134	9.44	7.27	1.235
計算値(固定-可動)	-177	-162	195	194	11.44	11.13	1.131
相対誤差(%)	3.49	5.49	2.70	2.79	4.81	7.39	5.42

した。その際、解析支承条件としては、固定支承側をピン、可動支承側をローラーとし、下フランジの軸方向ひずみの実測分布に一致するように、任意の水平反力を可動支承側に作用させて解析を行った。

3. 解析結果と考察

表-1 は、計測径間に生じる最大ひずみ、最大変位及び橋脚天端の水平変位について実測値と計算値を比較したものである。単径間モデル（ピン-ローラー支持）で 200kN と 600kN を載荷した場合は、ローラー一点に、それぞれ約 201kN、約 468kN の水平反力を作用させたときに実測値に近づいた。完全水平拘束を仮定したピン-ピン支持では、各載荷状態で 337kN、960kN の水平反力が生じていたことより、支点拘束率（任意水平反力/ピン-ピン支持の水平反力）は、それぞれ約 60%、49%である。これらの結果より、可動支承の拘束状態は、載荷荷重の影響を大きく受けることが明らかとなった。

全体モデル（2 径間）においても、可動支承の Solid 要素のヤング係数 E を、初期状態 $E=2.1 \times 10^{11} \text{N/m}^2$ から 200kN 載荷の時は $E=4.1 \times 10^9 \text{N/m}^2$ 、600kN 載荷の時は $E=1.65 \times 10^9 \text{N/m}^2$ に減少させたときに実測値に近づく結果となり、単径間モデルと同様に、載荷荷重の値が大きくなるにつれ可動支承の拘束状態が弱まる傾向が認められた。

また、図 4、5 は、それぞれ外桁（G3 桁）の下フランジの軸方向ひずみ分布と垂直変位分布について、実測値と計算値を比較検討したものである。全体モデルの 600kN 載荷において固定-固定モデルと固定-可動モデル（可動支承の E を減少）に大きな差がでている以外は、各計算値と実測値はほぼ一致しているようである。全体モデルの固定-可動モデルが実測値の挙動を良く表している理由の一つとして、ヤング係数を疑似的に減少させたことで、可動支承にわずかな回転角が発生したためと考えられる。特に、可動支承の回転拘束の状態が主桁のひずみや垂直変位の挙動に影響を与えていることが推測される。

4. まとめ

今回の解析的検討の結果、合成鋼鈑桁橋を 3 次元 FEM モデルで解析する際、可動支承の拘束状況は載荷荷重の大きさによって変化することが明らかとなった。また、可動支承部の水平移動拘束の他に、回転拘束がひずみや垂直変位の値に大きな影響を与える可能性があることが分かった。

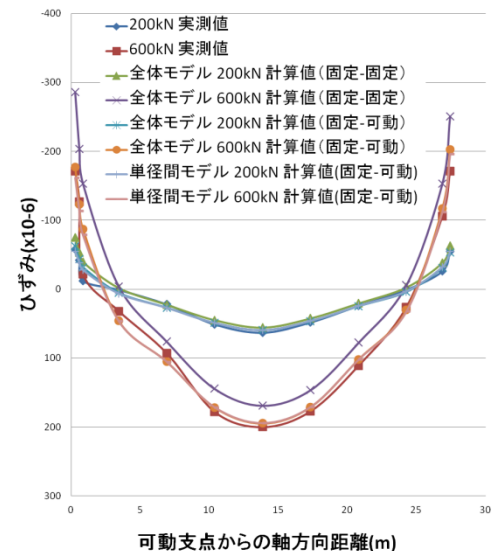


図-4 G3 桁下フランジ下面の軸方向ひずみ分布図

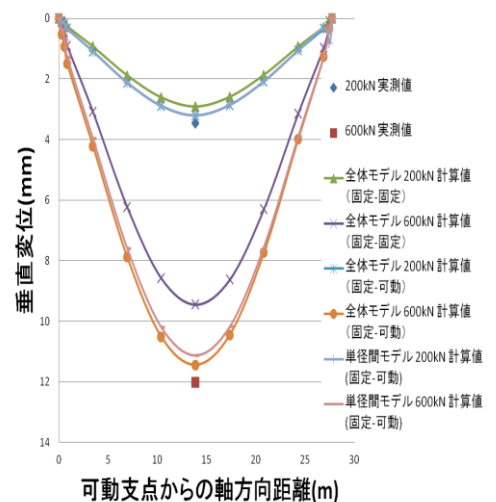


図-5 G3 桁の垂直変位分布図