

# 静的載荷試験と数値解析に基づく実大高架橋の力学特性把握

日本大学 学生会員 ○松原 瑞希  
 日本大学 正会員 仲村 成貴 荒巻 卓見  
 JFE エンジニアリング 正会員 瀬尾 高宏

## 1. はじめに

交通量増大への対応や渋滞緩和への対策として車線拡幅工事が増加している。このような工事は社会的な影響を考慮し、現状の構造物を供用させながら短縮工程が求められることが多い。本研究では、実在する鋼床版桁橋を対象とし、橋脚に支持される主桁の増設を不要とし、一般車を通行させながら施工可能で、短縮工程が実現できる工法が適用された鋼床版拡幅構造<sup>1)</sup>の橋梁上部工の力学特性を把握し、その耐力特性が所定の性能を満足することを実大試験体の載荷実験と数値解析によって検証することを目的とする。本稿では、静的載荷試験の結果と数値モデルについて報告する。

## 2. 静的載荷試験

日本大学理工学部船橋校舎大型構造物試験センターにて静的載荷試験を行った。試験対象の実大試験体を写真1に示す。Model Aは拡幅前の実大試験体、Model Bは拡幅後の実大試験体であり、試験体を構成する鋼材の降伏強度は245N/mm<sup>2</sup>である。試験体の設置にあたっては、油圧ジャッキによって効率的に荷重を作用させるため、試験体を上下反転させて反力壁に固定した。図1に載荷位置および計測位置（ひずみ、変位、荷重）を示す。油圧ジャッキを反力床に設置し、Model Aでは反力壁から1,412.0mmの位置、Model Bでは2,620.0mmの位置で鉛直下方向から荷重を作用させた。使用機器を表1に示す。荷重計測には油圧ジャッキ下部に取り付けたロードセル、試験体の変形計測にはレーザー変位計、ひずみ計測にはひずみゲージを用いた。梁端部では両端にレーザー変位計を設置しており、荷重載荷方向（上向き）の極性を正とする。Model Aでは合計51ch、Model Bでは合計78chの多点同時計測をそれぞれ実施した。実験時の載荷ステップを表2に示す。試験体の状況を随時確認しながら段階的



(1)拡幅前実大試験体 (Model A) (2)拡幅後実大試験体 (Model B)

写真1 実大試験体

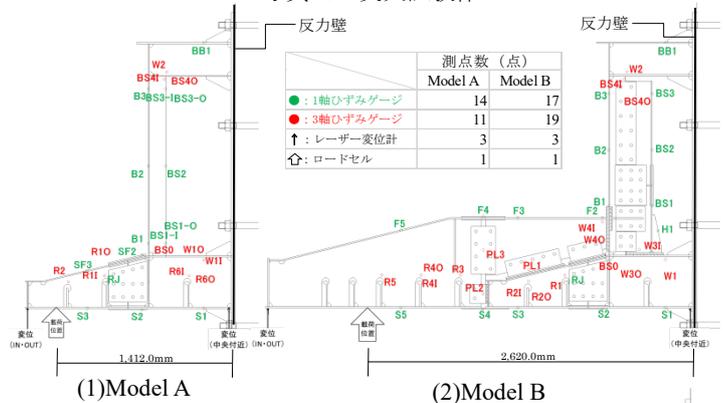


図1 載荷位置および計測位置

表1 使用機器

名称	型式
ST油圧ジャッキ	OTV-10015-U
1軸ひずみゲージ	FLA-1-11
3軸ひずみゲージ	FRA-1-11
レーザー変位計	AN61114
静ひずみ測定器	TDS-303 FLASH
ロードセル	KCL-500kN 115

表2 載荷ステップ

	最大荷重(kN)	
	Model A	Model B
ステップ1	29.09	30.06
ステップ2	58.36	60.03
ステップ3	87.03	90.04
ステップ4	114.96	120.01
ステップ5	143.96	150.06
ステップ6	172.96	180.03
ステップ7	201.86	209.77
ステップ8	430.77	410.10

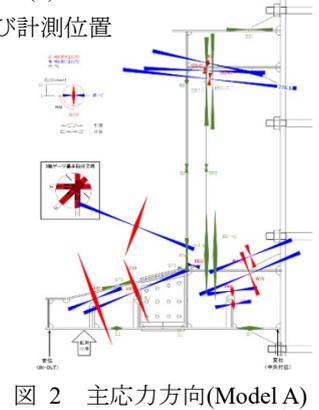


図2 主応力方向(Model A)

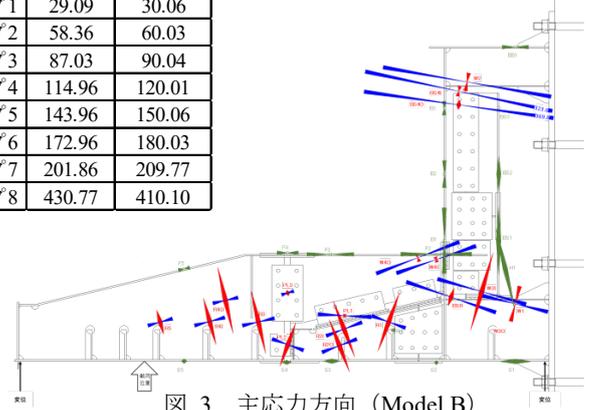


図3 主応力方向 (Model B)

キーワード 静的載荷試験, 実大高架橋試験体, 3次元有限要素解析

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部まちづくり工学科 E-mail:csmi15102@g.nihon-u.ac.jp

に荷重を増加させ、各ステップの最大荷重に達した後に除荷した。鋼材が降伏する前の段階（ステップ1～6）では、これを3回ずつ実施した。Model Aではステップ6、Model Bではステップ5において降伏強度を超えた時点での主応力の方向と大きさを図2、3に示す。さらに载荷を継続し、ステップ8に達した時点で写真2に示すような座屈を確認した。

### 3. 数値解析による検討

試験結果を再現するための解析モデルを検討するために、まずは反力壁との接合部における拘束条件に注視して線形解析を行った。3次元有限要素解析モデル構造図を図4に示す。要素にはMindlinシェル要素を用いた。载荷方法は集中荷重で検討した。Model Aを対象として、壁面接合部の要素を変化させたModel AIとModel AIIについて検討した。なお、解析にはTDAPIII<sup>2)</sup>、モデルおよび結果の描画にはFemap<sup>3)</sup>を用いた。自由端での鉛直変位について、Model AIとAIIの結果を実験結果と併せて表3に示す。同表より、Model AIとAIIのステップ1と6で一致し、実験結果とも概ね対応した結果が得られた。これより、反力壁接合部の要素を削減しても差し障り無いといえる。この結果を受けて、Model Bの検討に際しては反力壁隣接部の要素を予め削減して検討した。表3に示すように解析結果は実験値と概ね対応して得られた。以上より、Model A、Bのいずれにおいても、実験時には反力壁接合部が反力壁に剛結されていたことが確認された。解析結果の一例として、軸応力のコンター図を図5に示す。

### 4. まとめ

数値モデルでは、反力壁隣接部の固定条件が自由端部の鉛直変位に影響を及ぼさないこと、座屈荷重よりも小さい荷重を作用させた時に自由端での鉛直変位について実験結果を概ね再現できた。

### 参考文献

- 1) 池岡直哉, 中山和弥, 門田徹, 瀬尾高宏, 仲村成貴: 既設構造を活用した鋼床版拡幅構造の力学的特性, 土木学会第73回年次学術講演会概要集, pp.741-742, 2018.
- 2) アーク情報システム: TDAPIII Ver3.04
- 3) シーメンス: Femap Ver10.3.1



写真2 座屈箇所

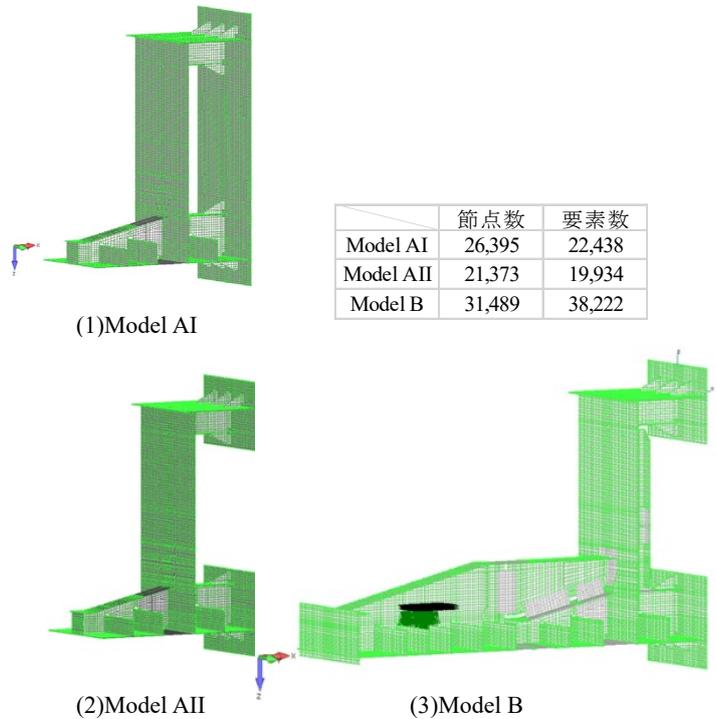


図4 3次元有限要素解析モデル構造図

表3 自由端鉛直変位

	自由端鉛直変位 (mm)			
	解析値		実験値	
	ステップ1	ステップ6	ステップ1	ステップ6
Model AI	0.48	2.87	0.80	4.12
Model AII	0.48	2.85	0.80	4.12
	ステップ1	ステップ5	ステップ1	ステップ5
Model B	1.11	5.55	1.86	7.91

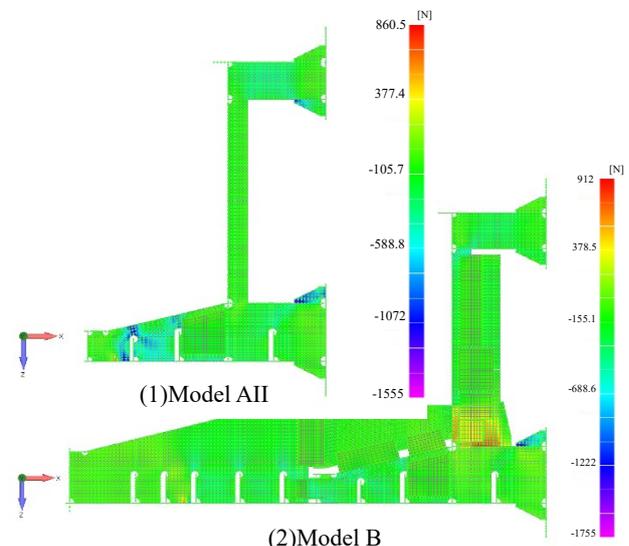


図5 軸応力のコンター図