

H1-16

静的載荷実験に基づく実大高架橋の力学特性把握

Study on static mechanical characteristics of mock-up bridges based on static loading tests

○松原瑞希¹, 仲村成貴², 瀬尾高宏³, 荒巻卓見²

Mizuki Matsubara¹, Masataka Nakamura², Takahiro Seo³, Takumi Aramaki²

Abstract: Static loading tests were carried out using mock-up bridges. From the load displacement relationship in the static loading test, it was confirmed that the specimen entered the inelastic region.

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 3 径間連続鋼床版箱桁橋 (支間長 46.240m+71.000m+41.500m) 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^[1]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, 拡幅前的高架橋を対象として実施した静的載荷実験結果の概要を報告する.

2. 載荷実験の概要

本稿で対象とした拡幅前の実大試験体 (Model-A と称す) 概要を Photo.1 と Figure.1 に, 実験に使用した器具を Table.1 に示す. 試験体を構成する鋼材の降伏強度は 245 N/mm² 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. 反力床に固定した油圧ジャッキを反力壁から 1412.0 mm の位置に設置し, 鉛直下方向から段階的に荷重を作用させた. Figure.1 には計測位置も併記しており, 実験時は合計 51ch の多点同時計測を実施した. 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変位計とひずみゲージを用いた. 梁の自由端 2 箇所と反力壁から 100mm の位置に 1 箇所レーザ変位計を鉛直方向に設置し, 単軸ひずみゲージを 14 箇所, 3 軸ひずみゲージを 11 箇所設置した. 実験時の模型の設置状況写真を Figure.1 に示す.

実験時の載荷ステップを Table.2 に示す. 試験体の状況を随時確認しながら段階的に荷重を増加させ, 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, これを 3 回実施ずつ実施した. ステップ 7 以降では,



Photo.1 The Mock-up model (Model-A)

Table.1 Equipment

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

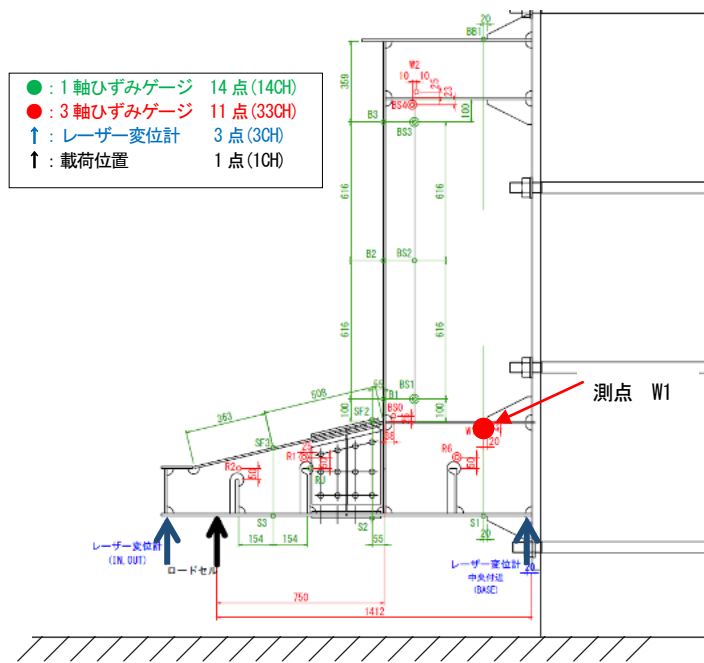


Figure.1 Loaded and observed points

1: 日大理工・学部・まち. 2: 日大理工・教員・まち 3: JFE エンジニアリング株式会社

降伏荷重に達することが予想されたため、降伏するまで段階的に荷重を増加させた。

3. 実験結果

実験データ処理の第一段階として、载荷中と鉛直変位の関係について整理した。Figure.2 に荷重ステップ 1 および 7, 8 における梁の自由端での鉛直変位を载荷中と対応させて示す。極性は荷重载荷方向 (上向き) を正としている。先述したように、梁の自由端では断面の両端にレーザー変位計を設置しており、Figure.1 において紙面手前側を IN, 奥側を OUT と表記している。荷重ステップ 1 において、IN 側では明瞭に弾性挙動を呈していることが確認できる。一方、OUT 側では IN 側とは逆向きに変位し、さらに 20 kN/mm^2 の荷重を境に変位が減少している。これは、荷重がひじょうに小さい領域において梁の断面が回転変形したことを示しており、载荷点が中心より若干ずれていたことに起因すると考えられる。しかし、荷重ステップ 7 および 8 では、IN 側と OUT 側で同様の挙動を呈しており、大変形時にはステップ 1 で見られたような回転変形の影響は無いといえる。また、载荷荷重が 200 kN/mm^2 までは弾性挙動、それ以上で塑性挙動を呈している。载荷荷重が 450 kN/mm^2 を超えたとき、Photo.2 に示すように座屈現象が測点 W1 近傍で確認された。

4. 3次元有限要素解析^[1]

実験前に予備解析として FEM 静的解析を実施している。要素サイズ 20mm でシェル要素を用い、溶接板は板厚のみをモデル化対象とした。载荷点は実験時と同じ位置とし、試験体と反力壁の接合部を固定条件とした。弾性挙動域を把握することを目的として、载荷荷重 $P = 178 \text{ kN}$ を $0.2P, 0.4P, 0.6P, 0.8P, 1.0P$ と漸増させて検討した。载荷荷重 P での主応力分布図を Figure.3 に示す。実験にて座屈現象が確認された測点 W1 では主応力 36.1 N/mm^2 が得られた。

5. おわりに

静的载荷実験では試験体が座屈したことを目視確認したが、荷重および変位の計測結果より非弾性域の挙動を呈したことを確認した。今後は、ひずみ計測値から試験体の応力分布を整理し、予備解析結果と比較することで数値モデルを作成する。また、拡張後の試験体についても同様に検討し、所定の性能が得られたことを確認する予定である。

参考文献 [1]池丘直哉, 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張構造の力学的特性, 土木学会第 73 回年次学術講演会概要集, pp.741-742, 2018.

Table.2 Experiment series

	実施回数	最大荷重
step 1	3	29 kN
step 2	3	58 kN
step 3	3	87 kN
step 4	3	115 kN
step 5	3	144 kN
step 6	3	173 kN
step 7	1	202 kN
step 8	1	231 kN

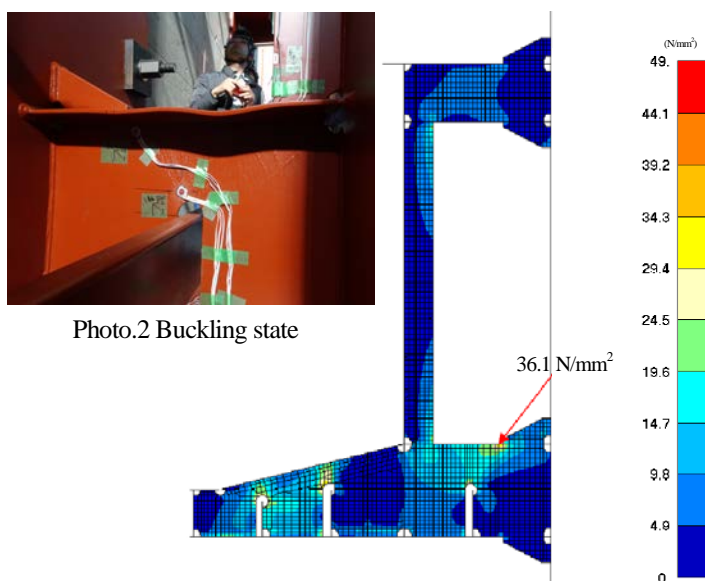
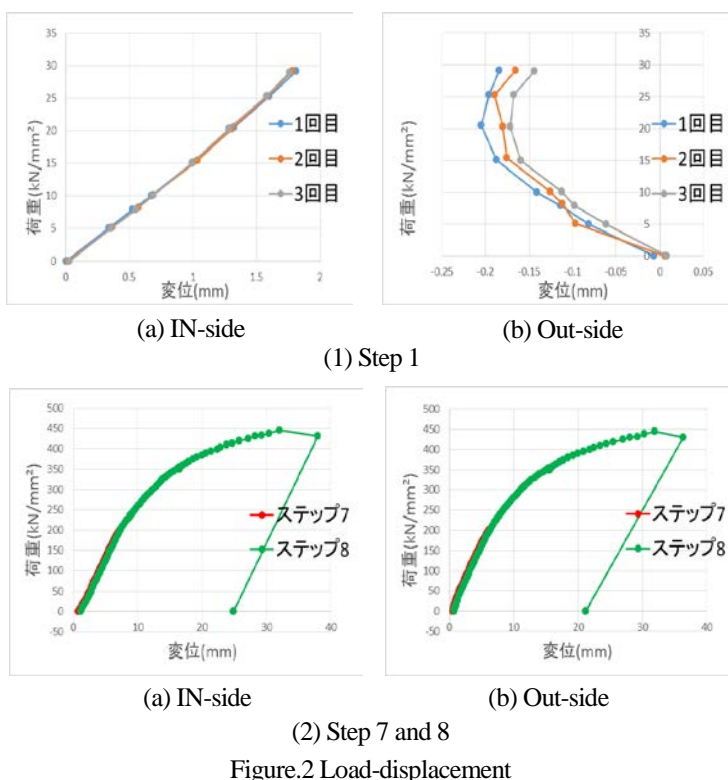


Figure.3 Main stress distribution analyzed by 3D FE model