

鋼桁ジャッキアップ時のひずみ状態と作用力の推定精度に関する検討

名城大学 学生会員 ○川上 峻幸
名城大学 正会員 渡辺 孝一

1 研究の背景および目的

平成28年に発生した熊本地震では、中小の既設橋梁の桁端部において損傷が多く確認された[1]。損傷した桁橋を適切に補修補強し、早期に橋の機能を回復させることは被災地の復旧復興のために重要であり、かつ緊急性が求められる。地震により桁橋の支承部を含む主桁端部周辺が損傷した場合、機能回復のための構造解析では橋の設計荷重で計算され、作用応力が安全側になるよう余裕をみた断面補強が行われる。過度に安全側の補強によって予期せぬ応力集中の発生や疲労損傷等も考慮すると、実橋梁の実測応力を適切に反映した補強構造が適用されることは、橋梁を長期的かつ安全に使用する観点からも重要である。既往の研究[2]からひずみゲージのデータを用いて境界条件の推定が可能と考えられることから、この手法により実測応力の適用を行う。既往の検討[3]において、単純支持桁の支間中央に集中荷重を受けた状態では、せん断ひずみから支点反力を高い精度で推定できた。本研究では、支点から落下した桁をジャッキアップした際のひずみ状態と支点反力の推定精度を検討する。

2 実験概要

図1に供試体の荷重状況、図2に実験装置外観を示す。検討対象とする桁は長さ1,800mmのH型鋼を使用する。支間は1,600mmの単純支持形式とし、支点上および支間中央部のウェブ両側にそれぞれ縦リブを設けた。供試体寸法はウェブ高さ $H_w = 282\text{mm}$ 、ウェブ厚 $t_w = 6.4\text{mm}$ 、フランジ厚 $t_f = 8.8\text{mm}$ 、フランジ幅 $B_f = 150\text{mm}$ 、リブ厚 $t_r = 5.8\text{mm}$ である。3軸ひずみゲージ測定位置は桁端部から360mm(A-E)、460mm(F-J)位置でウェブ高さ方向に5箇所貼付した[3]。ジャッキAは支間中央から荷重し、ジャッキBはひずみゲージF-Jの位置と同じ460mm位置に設置し、ひずみゲージA-EはジャッキBより100mm桁端部側に位置している。荷重はStep1でジャッキAを用いて荷重制御により死荷重相当を荷重した後、Step2で損傷側支点付近のジャッキBを用いて変位制御によりジャッキアップを行う。ジャッキAの荷重はロードセル(最小読み1/3kN)を用いて測定し、ジャッキBの変位はダイヤルゲージ(最小読み1/500mm)を用いて測定した。

3 実験結果

図3に単純支持桁の支間中央に荷重した場合の耐荷力曲線を示す。対象とする桁の降伏荷重は326kNであるため、ジャッキAによる上載荷重は、ジャッキBにより弾性範囲内でジャッキアップできる $P = 100 \sim 200\text{kN}$ の範囲で与えた。

図4にジャッキアップ荷重 $P_j = 50\text{kN}$ 作用時のせん断ひずみ

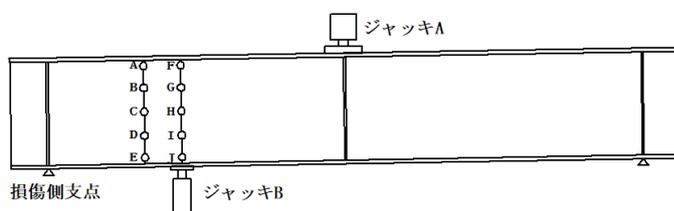


図1 供試体の荷重条件とひずみゲージ位置

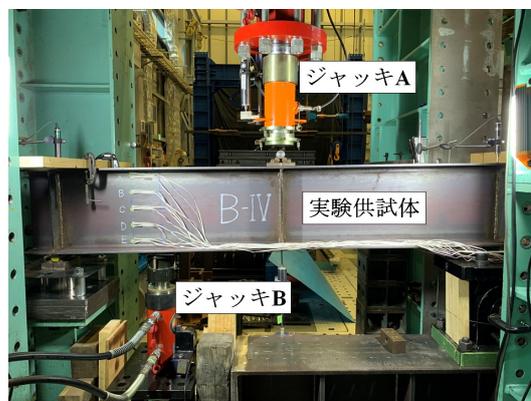


図2 実験装置外観

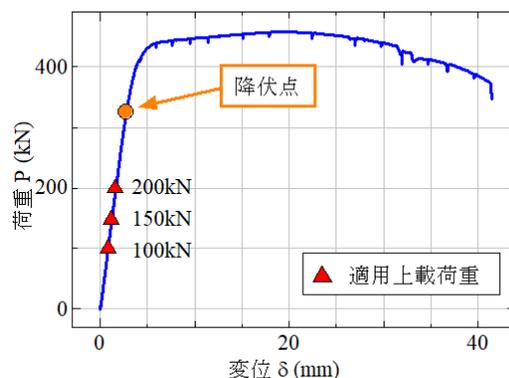


図3 単純桁の耐荷力曲線

増分分布を異なる上載荷重で示す。Step2のジャッキアップ直前にゲージをゼロバランスしており、増分は概ね一致している。ジャッキアップ位置とひずみゲージ位置の距離が近いため、ジャッキB直上のひずみが卓越する分布となった。

図5に上載荷重 $P = 100\text{kN}$ 時におけるジャッキアップ荷重とStep1から累計したせん断ひずみの関係を示す。図5の縦軸はジャッキBを支点と捉えた反力であり、計算上の最大値約 65kN と一致している。最大荷重時において、ひずみ取得位置A-Eはジャッキアップ位置より桁端部側であり荷重が作用しない断面となるためひずみは0となるが、とくにゲージD,Eにおいて0とならずバラツキがみられた。

図6に上載荷重 $P = 100\text{kN}$ 時のジャッキアップ荷重とStep2のみから得られるせん断ひずみ増分の関係を示す。通常、中立軸位置であるC点が最大となるが、図5,6では、ジャッキアップ点付近であるE点が最大となりA点が最小となった。これはジャッキアップ位置からの距離が近いことが影響していると考えられる。ジャッキアップ完了時のひずみ増分データA-Eの平均値から算出される推定支点反力は 45.4kN であり、実際の損傷支点における支点反力は 49.0kN であるため、推定誤差が約8%以内に収まる結果となった。

4 まとめ

上載荷重を受けた桁のジャッキアップ時におけるせん断ひずみ分布は、ジャッキアップ位置直上に近いほど増大する分布となった。今回検討したひずみ増分から推定される支点反力は高い精度で推定できたが、ひずみ増分分布としてはジャッキアップ位置直上付近でひずみが増大する分布となっている。そのため、上記の推定では十分な精度が得られない場合もあることから、適切な支点反力の推定に必要なひずみの抽出に関しては更なる検討が必要である。また、今回はジャッキアップ位置から桁端部側にある荷重が作用しない断面位置のひずみデータより推定していたため、ジャッキアップ位置から桁中央側のひずみ変化についても検討する予定である。

参考文献

- [1] 日本橋梁建設協会:「熊本地震橋梁被害調査報告書」,2016.10.
- [2] 武藤大輔, 有川秀一, 米山聡:ひずみ測定に基づく境界条件設定による有限要素応力解析-自転車フレームに生じる応力分布の評価-, 実験力学 Vol.11, No.3, pp.235-240, 2011.9.
- [3] 川上峻幸, 渡辺孝一:鋼桁のひずみ測定による作用力の推定に関する基礎的検討, 土木学会全国大会第75回年次学術講演会, 2020.9.

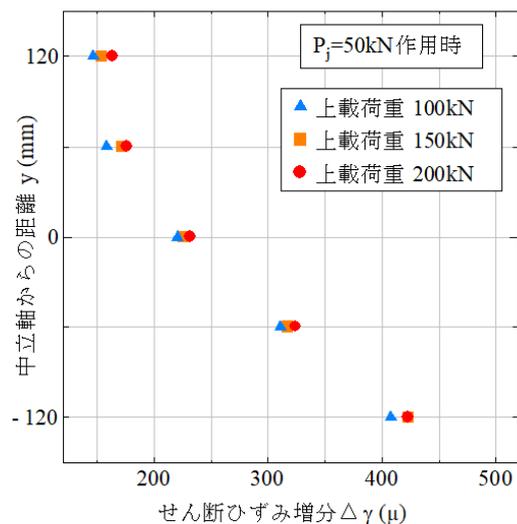


図4 $P_j = 50\text{kN}$ 時のせん断ひずみ増分分布

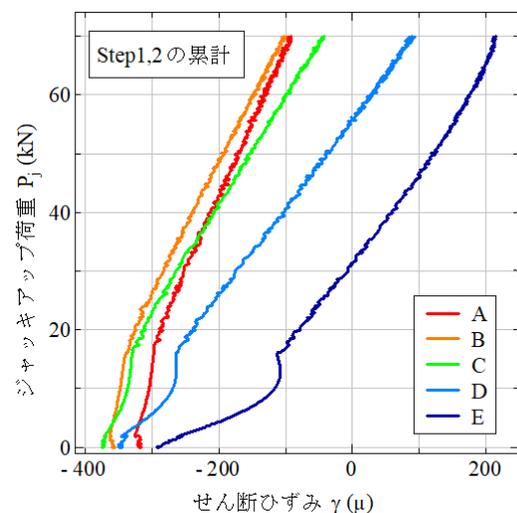


図5 ジャッキアップ荷重とせん断ひずみの関係

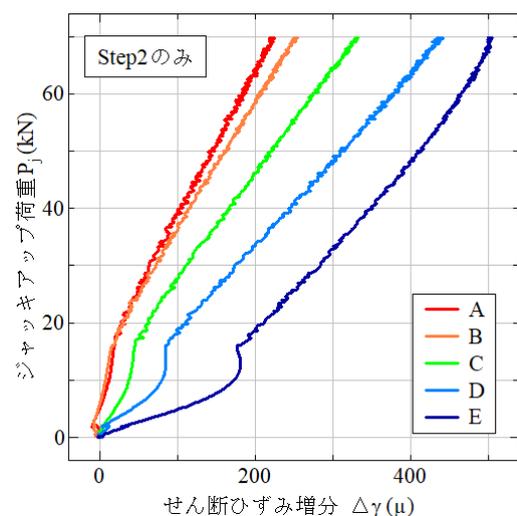


図6 ジャッキアップ荷重とせん断ひずみ増分の関係