



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

平成 28 年熊本地震で損傷した橋梁の ジャッキアップ施工に関する検討



(株)日本ピーエス
九州支店 技術グループ
福島 邦治

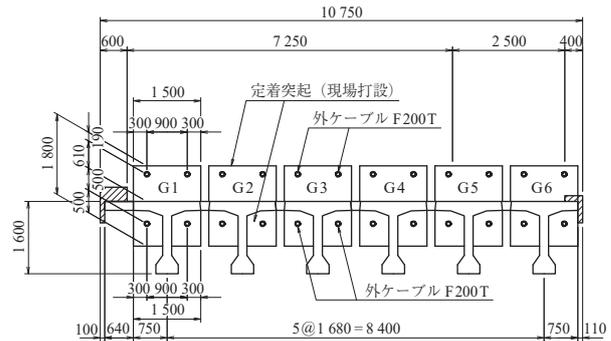


図 - 1 上部工標準補強断面図

1. はじめに

対象橋梁は、熊本県上益城郡益城町の PC 2 径間単純ポストテンション T 桁橋である。平成 3 年に供用開始した本橋は、平成 28 年に発生した熊本地震によって両橋台に大きな残留変位と基礎の塑性化の損傷を受けた。一方、橋脚と上部工の損傷は軽微であったため、橋台のみ撤去・更新する復旧計画となった。両橋台再構築に必要な施工空間を確保するため、主桁の支間 1/4 位置に図 - 2 の STEP2 に示すように中間ベントを設け、一時的に主桁を外ケーブルで補強し、ジャッキアップする工法が採用された。ジャッキアップする過程で、主桁は単純梁から中間ベントによる 3 支点連続梁、跳ね出し単純梁と構造系が変化する。本稿では、施工時の安全性および外力による損傷を避けるため実施した 3 次元 FEM 解析と施工時計測の検証結果について報告する。

2. 施工概要

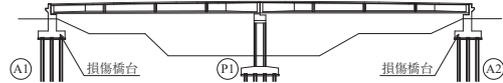
2.1 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を表 - 1 に、上部工標準補強断面図と当初設計の施工手順を図 - 1, 2 に示す。

表 - 1 橋梁の諸元

構造形式	PC 2 径間ポストテンション方式単純 T 桁橋
橋 長	64.1 m
支 間 長	2@31.2 m
有効幅員	9.75 m
供用開始	平成 3 (1991) 年

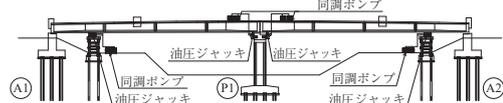
STEP1 施工着手前 (単純梁)



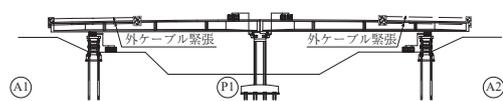
STEP2 橋面工、パラベット撤去、中間ベント・ブラケット設置 (単純梁)



STEP3 ジャッキアップ 1 回目: 支点反力 50% 載荷 (3 支点連続梁)



STEP4 外ケーブル緊張/ジャッキアップ 2 回目: 支点反力 100% 載荷/橋台再施工 (跳ね出し単純梁)



STEP5 ジャッキダウン 1 回目/外ケーブル緊張開放/ジャッキダウン 2 回目

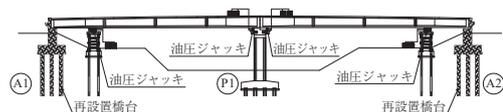


図 - 2 施工手順 (当初設計時)

2.2 ジャッキアップ前の準備

既設主桁の応力状態を把握するため、ジャッキアップ前に P1 - A2 径間の G2 桁下フランジを対象として小径コア切込みによる残存プレストレス推定を行った。写真 - 1 に測定状況を示す。その結果、当初設計値 22.56 N/mm² に対し



写真 - 1 残存プレストレス測定状況

て実測は22.08 N/mm²であり、主桁には計画の98% (A1-P1径間:97%)のプレストレスが導入されていると推定された。このため、FEM解析モデルにおいて、当初設計値の98%にプレストレス導入率を変更し、再計算を行った。その結果、50%の支点反力を中間ベントに载荷した場合、主桁上面に1.47 N/mm²の引張が発生した。このため、解析モデルで支点反力を低減したトライアルを行い、施工時の载荷支点反力を上縁引張が発生しない40%に設定した。

3. ジャッキアップ施工について

3.1 ジャッキアップ方法と計測方法

ジャッキアップには、合計24基の複動型油圧ジャッキを使用した。FEM解析でクリティカルとなる中間ベント上の主桁上縁にひずみゲージを貼付けて各施工ステップで応力超過の発生がないかを検証した。図 - 3 にひずみゲージの貼付け箇所とCASE1~8のひずみ計測ステップを示す。

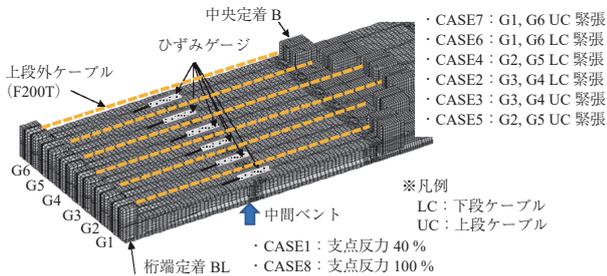


図 - 3 ひずみゲージ貼付け箇所と施工ステップ

3.2 施工時のひずみ計測とFEM解析の比較

P1-A2径間のステップごとの応力度分布と主桁の重量比較を図 - 4 に示す。G1~G5桁はステップごとに同様な傾向を示しているが、G6桁のみ差が発生している。G6桁の主桁重量はほかよりも30~40 kN程度小さく、中間ベントジャッキアップ荷重による負担が大きくなったことが一因と考えられる。また、図 - 5 にP1-A2径間G1桁とG6桁のFEM解析値と実測値の比較を示す。解析値ではステップごとに同様な傾向を示しているが、実測値では、両桁の応力度にばらつきが見られる。これは油圧ジャッキからの载荷荷重のばらつきと考えられる。また、支点反力40%载荷の施工ステップ以降、解析値と実測値の差が大きくなっている。今回のモデルでは、P1-A2を支点、P1-A2中間ベントを支点、の2ケースを支点条件としてモデル化した。ただし、実際は40%の支点反力でジャッキアップした際に中間ベント上が支点となる連続梁状態となる。そ

のため、外ケーブル緊張による不静定力が発生し、解析値と実測値に差が生じたと考えられる。今後は、ベントによる载荷点やジャッキの盛替え時の支点移動など、より実際に則した支点条件を考慮することで精度向上が図れると考えられる。

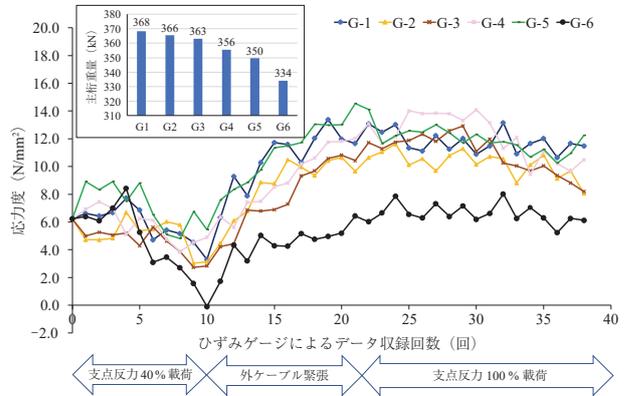


図 - 4 施工ステップごとの各桁応力度と主桁重量

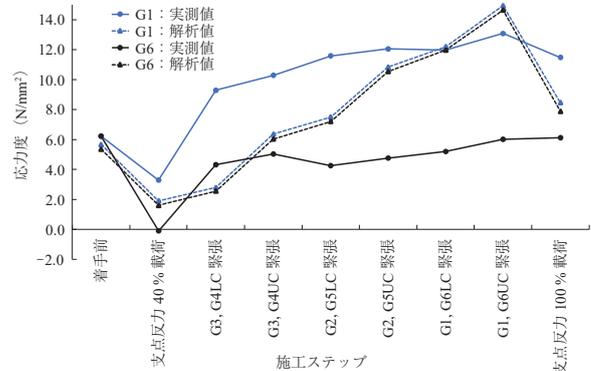


図 - 5 FEM解析値と実測値の比較

4. おわりに

今回の業務では、補強設計時に行われた棒理論とギヨン・マソネ理論による解析に代え、FEM解析によって施工ステップを再現し、各施工段階での安全性を照査した。さらに施工時は、各主桁のひずみを計測することでFEM解析結果の検証と過度な引張応力の発生を抑制することができた。以下に得られた知見を示す。

- 1) 設計図書による主桁の応力状態の把握に加え、実際の主桁の残存プレストレス推定を行うことで、より正確なプレストレス量を求めることができた。
- 2) 補強設計時は死荷重時に最大応力度が発生するG1桁を計算主桁と設定していたが、施工時は主桁重量が小さいG6桁で想定以上に圧縮応力が減少する傾向にあった。補強設計時における計算主桁の選定方法が重要である。
- 3) FEM解析値と実測値では、支点反力40%载荷以降の発生応力度に差が見られる結果となった。今回はモデル化の都合上、中間ベントを支点ではなく荷重载荷点として取り扱った。より実際に近似した支点条件設定が、解析精度向上に寄与すると考えられる。

【2020年4月28日受付】