

## 東日本大震災で被害を受けたPC橋の復旧工事 — 笠石高架橋 —

ドーピー建設工業 (株) 正会員 ○栗田 幸治  
 ドーピー建設工業 (株) 正会員 太田 雅巳  
 ドーピー建設工業 (株) 正会員 合田 直樹  
 ドーピー建設工業 (株) 正会員 村井 弘恭

### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は福島県内陸部でも多くの被害をもたらした。福島県の中通り地区に位置する鏡石町は震度6強の大きな揺れに見舞われ、家屋の倒壊やのり面崩壊、地盤の沈下など多くの被害を受けた。

笠石高架橋は福島県の中央南部に位置する鏡石町の東西を横断する跨線橋であり、単純プレテンションT桁橋による跨線部と3径間および5径間のPC中空床版橋によるアプローチ部からなる橋梁である。本橋は東北地方太平洋沖地震により伸縮装置、支承、アンカーバーが損傷し、主桁が橋軸直角方向に最大90mm、橋軸方向に最大40mmの水平移動が生じ、通行が出来なくなった。この高架橋は鏡石町の東西を結ぶ主要交通路であり、一日も早い復旧が望まれた。

本報告は笠石高架橋の損傷状況を報告するとともに、ジャッキアップによる主桁位置復旧工・支承取替え工を中心とした復旧工事の報告を行うものである。

### 2. 復旧工事の概要

以下に復旧工事の概要を示す。また、写真-1に笠石高架橋の全景を示す。

工事名：	橋梁災害復旧工事（橋梁補修）
工事場所：	福島県岩瀬郡鏡石町、橋 長：193.7m
工事内容：	主桁位置復旧工 1 式
	支承工（支承取替え） 13 箇所
	主桁補修工（断面修復） 1 式
	伸縮継ぎ手工 4 箇所
	変位制限装置工（鋼製ブラケット） 16 基
	〃（横桁増設） 8 箇所
	橋台躯体工（パラベット） 2 箇所
	踏掛版工 2 箇所



写真-1 笠石高架橋全景

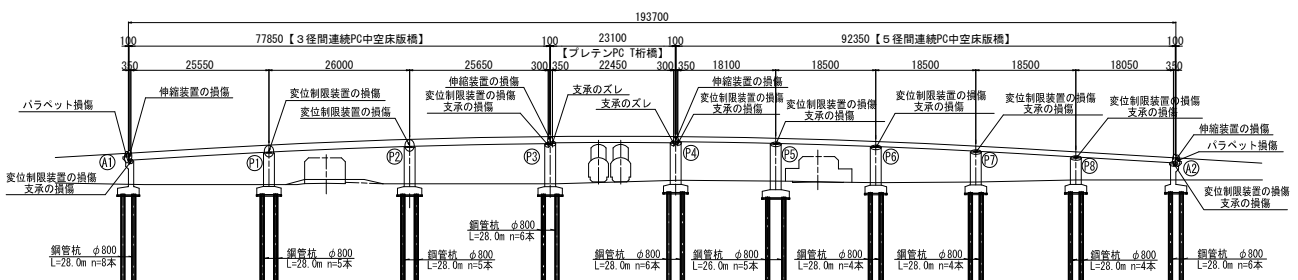


図-1 笠石高架橋 損傷状態図

### 3. 損傷の調査

笠石高架橋は単純プレテンションT桁橋による跨線部と3径間および5径間のPC中空床版橋によるアプローチ部からなる跨線橋であり、平成5年から～平成7年にかけて竣工した橋梁である。平成2年2月版の道路橋示方書に準じて耐震設計がされていると考えられ、その後の耐震補強は行われていなかった。図-1に笠石高架橋の損傷状態図を示す。

#### 3.1 伸縮装置の損傷

桁端部は、橋軸および直角方向の想定を超える主桁の移動により橋台と激しく衝突し、これに伴い伸縮装置も損傷していた。写真-2に伸縮装置の損傷状況を示す。

#### 3.2 支承の損傷

本橋の支承は中空床版橋部はリング沓、T桁部はパッド型ゴム支承であった。中空床版橋のリングプレートタイプのゴム支承はとくに端支点部において激しい支承の損傷がみられた。写真-3に示すようにゴム支承がせん断力により切断され、補強鋼板が突出した事例が数カ所で見られた。中間支点部では6割程度の支承にせん断による亀裂が生じたが、破壊に至るほどの損傷は見られなかった。また、T桁部のパッド型支承ではいくつかの支承でズレがみられた。

#### 3.3 移動制限装置(アンカーバー)の損傷

中空床版橋部の各支点に設置されたアンカーバーはその多くが破断や変形などの損傷を受けており、とくに連続桁の桁端部に近いほど損傷が激しい(写真-4)。

#### 3.4 橋軸および直角方向への主桁の移動

前述の変位制限装置が機能しなくなり、上部工を拘束する機能が果たせなくなったため、地震動により中空床版橋部は橋軸方向・橋軸直角方向にそれぞれ移動している。P2 橋脚支点およびP6 橋脚支点を中心として回転しており、伸縮装置部での直角方向のずれは最大で約90mmとなっていた。また、橋軸方向にはA1～P3 径間で10mm、P4～A2 径間で40mm程度の移動があったと見られる。

### 4. 主桁位置復旧工

#### 4.1 事前検討

主桁のジャッキアップにあたり、主桁に損傷を



写真-2 伸縮装置の損傷 (A2 橋台)



写真-3 支承の損傷



写真-4 変形したアンカーバー



写真-5 鉛直ジャッキ

与えないよう、事前に応力検討を十分に行い、ジャッキアップ時の安全性を確認した。検討項目は以下の通りである。

- ① ジャッキごとの変位量に対する主桁応力度の影響値算出および各ジャッキの許容ジャッキアップ量の検討
- ② 横桁の曲げ応力を制限値以下に抑えるためのジャッキアップ支点位置の検討
- ③ ジャッキアップ量の差による主桁ねじり応力を制限値以下に抑えるための検討
- ④ 横移動時のジャッキ水平力の載荷位置の検討
- ⑤ ジャッキアップ部のコンクリートの支圧応力の検討

#### 4.2 主桁のジャッキアップ

主桁のジャッキアップは橋脚前後に組み立てたベント上に配置された鉛直ジャッキによって行った。鉛直ジャッキは端支点部は左右に2台、中間支点は橋脚の両側左右に4台を配置した。ジャッキの能力は設計反力の150%以上として、A1～P3径間では2000kN型ジャッキを12台、P4～A2径間では1000kN型を20台使用した（写真-5）。ジャッキの制御は、6～8台のジャッキが接続された3台の電動ポンプユニットを1箇所の集中制御盤室にて制御した。集中制御室を写真-6に示す。ジャッキアップ量の計測は、各橋脚の両側に設置したリニアエンコーダ（変位計）により、リアルタイムに計測し、集中制御室で随時モニタリングできるシステムとした。ジャッキアップにあたっては、基本的にジャッキアップ量による管理を主とし、鉛直ジャッキ反力を同時に確認しながら、最大で10mmずつのジャッキアップを行った。鉛直ジャッキ反力の管理はベントによる支点パネの影響を大きく受けることなどを考慮し、各橋脚ごとに設計反力の±20%を管理値とした。実測した反力の設計値とのずれは最大で約14%であった。最終的なジャッキアップ量は支承のせん断キーが外れて、破損した支承が取り出せる高さとして50mmに設定した。



写真-6 中央制御室



写真-7 スライド装置および水平ジャッキ

集中制御室を写真-6に示す。ジャッキアップ量の計測は、各橋脚の両側に設置したリニアエンコーダ（変位計）により、リアルタイムに計測し、集中制御室で随時モニタリングできるシステムとした。ジャッキアップにあたっては、基本的にジャッキアップ量による管理を主とし、鉛直ジャッキ反力を同時に確認しながら、最大で10mmずつのジャッキアップを行った。鉛直ジャッキ反力の管理はベントによる支点パネの影響を大きく受けることなどを考慮し、各橋脚ごとに設計反力の±20%を管理値とした。実測した反力の設計値とのずれは最大で約14%であった。最終的なジャッキアップ量は支承のせん断キーが外れて、破損した支承が取り出せる高さとして50mmに設定した。

#### 4.4 主桁の横移動

主桁の横移動にあたっては、中間支点部では橋脚上に水平ジャッキの設置スペースがなく、水平力を得ることが難しいことから、主として橋台上の主桁端支点部のみで水平力を与えることとした。中間支点部はスライド装置（すべり板）で端支点部の移動に追従させ、主桁の横移動を行う計画とした。

端支点部の外ウェブの下側にスライド装置を設置し、その上に主桁を仮置きすることで、反力を移行し水平ジャッキ（500kN型）によって水平力を加えた（写真-7）。中間支点部にはベント上の鉛直ジャッキの下にスライド装置を設置し、必要に応じ水平ジャッキにて補助を行った。横移動時は各橋脚ごとに橋軸直角方向の移動量を測定し、主桁に橋軸直角方向の変形が生じていないことを確認しながら移動を行った。

#### 4.5 主桁の縦移動

主桁の横移動後、一度主桁を橋脚上に仮置きしたうえで、スライド装置の向きを橋軸方向に再セットし、主桁の縦移動を行った。縦移動は各橋脚のスライド装置に設置した水平ジャッキにより行った（写真-8）。A1～P3径間は500kNジャッキを12台、P4～A2径間は20台使用し、各橋脚ごとに移動量を

計測しながら、縦移動を行った。移動量はA1～P3径間は10mm、P4～A2径間は40mmであった。

水平反力を得るため、各橋脚のベント材の頂部を鋼材で橋脚とつなぎ、ベント材の頂部が水平力によって動かないように固定した。

## 5. 支承取替え工および変位制限装置工

### 5.1 支承取替え工

当初の計画では支承の損傷の程度が不明であったため、損傷した支承はソールプレート（上沓）も含めてすべて交換する計画としていた。しかし支承撤去後に確認したところ、すべての支承についてソールプレートには損傷が見られなかったため、主桁に必要以上の損傷を与えないよう、ソールプレートは取り外さずに、そのまま使用することとした。支承はすべての支承が損傷しているわけではなく、損傷の見られない支承もあったが、ジャッキアップによってすべての支承のせん断キーが外れてしまうため、ジャッキダウン時にすべての支承のせん断キーを同時にはめ込むことは困難であった。そのため、損傷していない支承も含め、すべての支承のベッドプレートを撤去し、再度支承を取り付けることとした。交換した支承はA1～P3径間で全8箇所中4箇所、P4～A2径間で全12箇所中9箇所である。残りの箇所の支承は取り外して点検し損傷が無いことを確認したうえで、再利用した。支承の下側をウォータージェット工法にて約150mmをはつり取り、アンカーボルトを切断した。そして、ゴム支承、ベッドプレートを取り付け、補強鉄筋を組み立てたのち、無収縮モルタルを打設した（図-2）。なお、アンカーボルトは一般的な長さのアンカーボルトの配置が不可能なため、スタッドジベルを必要本数配置している。

## 6. おわりに

本工事では2連の側径間を同時に施工することで工程の短縮を行った。その結果、2連の橋梁のベント材の組立てからジャッキアップ、支承の交換、ジャッキダウンまでを約50日という短期間で行うことができた。笠石高架橋の復旧工事は7月に工事着手し、当初10月末の開通予定であったが、適確な工程管理と関係各位の協力により、9月末に復旧工事を終え、予定より約1ヶ月早く供用を開始することが可能となった。本稿が今後の同種工事の参考になれば、幸いである。

最後に、本復旧工事にあたり、多大なご協力を頂いた関係各位に深く感謝する次第である。



写真-8 スライド装置上の鉛直ジャッキ

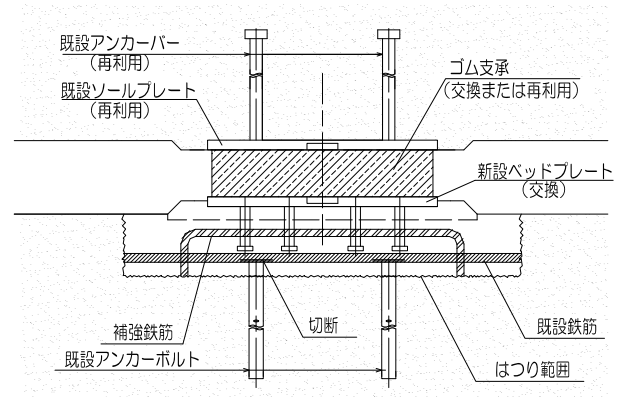


図-2 ゴム支承の交換概要図



写真-9 復旧完了