

17 施工計画

ケーブルエレクション直吊り工法による被災橋梁の撤去

日本橋梁建設土木施工管理技士会

エム・エムブリッジ株式会社

監理技術者

工事担当

設計担当

甲斐 智弘[○]

能勢 幸二

新地 洋明

1. はじめに

俵山大橋は、県道28号熊本高森線（熊本市～阿蘇郡高森町）に建設された橋梁である。本橋は2016年4月の熊本地震によって大きく損傷し、通行不能となった。本工事は、損傷した橋梁（以降、旧橋）の復旧工事であり、ケーブルエレクション直吊り工法（以降、直吊り工法）で旧橋を撤去し、A1、A2下部工を再構築し、橋長も変更した上で、直吊り工法で新設桁の架設を行なうものである。その中で、本稿は旧橋の撤去について記載する。

工事概要

- (1) 工事名：熊本高森線俵山大橋復旧工事
- (2) 発注者：九州地方整備局熊本復興事務所
- (3) 工事場所：熊本県西原村鳥子地内
- (4) 工期：平成29年1月7日～令和2年3月31日

- (5) 橋梁形式：鋼3径間連続非合成鈹桁橋

2. 損傷した橋梁撤去における問題点

地震による地盤変動で下部工に0.9m～2.6mの（北東方向へ）水平移動が生じた。（図-2）

特にA1橋台は移動量が2.6mと他の橋脚橋台より大きく、移動量の差分により上部工は両橋台に挟まれる形となり、桁端はパラペットと衝突した。この衝突により、A1-P1支間の主桁断面変化部（J2）が座屈し、桁長は約65mm短縮した。また、P2-A2間では桁端がパラペットを背面へ押し込む形で桁長が約13mm短縮した。

さらに、P2、A2支承は破壊され、上部工は橋座面に落座し、A2伸縮装置部で約600mmの段差を生じさせた。また落座したA2側の桁は、橋軸直角方向に約900mm移動し、G1桁は橋座面から外れて浮いた状態であった。（図-2）

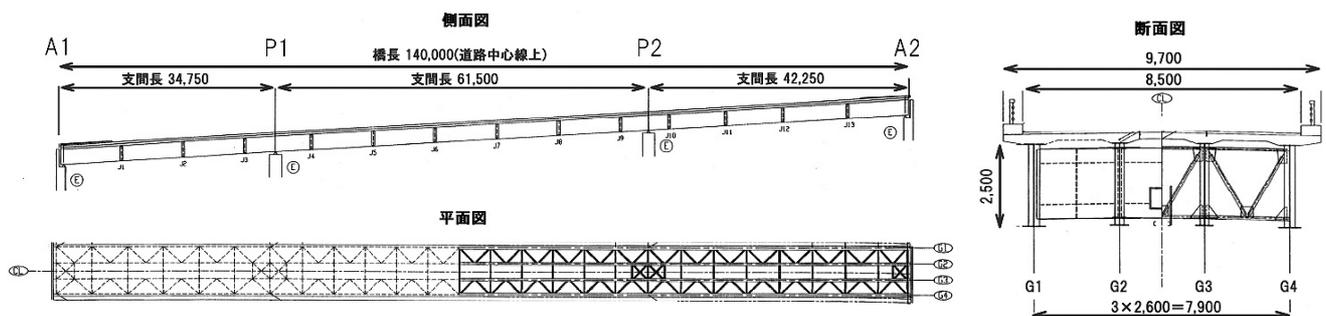
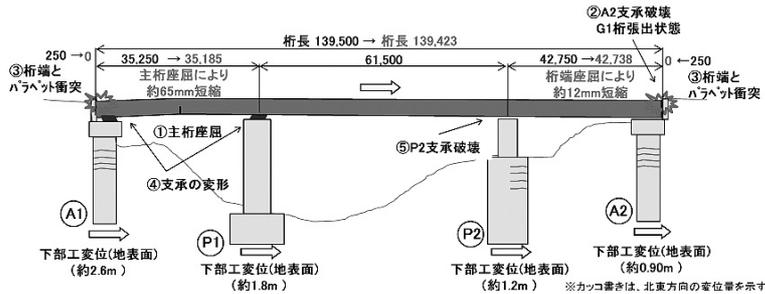


図-1 旧橋上部工一般図



地震後の俵山大橋空撮写真



座屈部

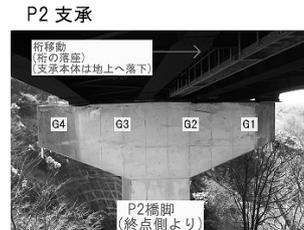
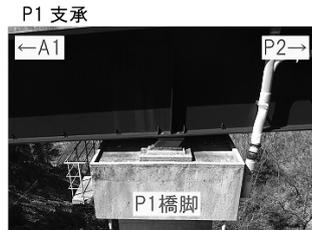
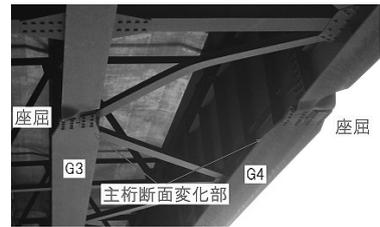


図-2 支点損傷箇所、座屈箇所状況

<主な損傷状況>

- ・① 第1径間 (A1-P1間) で主桁の座屈
- ・② A2支承破壊によるG1桁張出し状態
- ・③ 主桁端部と橋台パラペット (堅壁) の衝突
- ・④ A1、P1支承の変形 (ゴム支承の残留変形)
- ・⑤ P2支承破壊、落座

<撤去における問題点>

- ・① 主桁の座屈箇所の内部応力の評価
- ・② 不安定状態の解消、落橋防止
- ・③ 桁遊間ゼロと内部応力の解放
- ・④ ゴム支承の内部応力の除去
- ・⑤ 落座した状態からの撤去

上記の各損傷状況と問題点を考慮し、安全に撤去する計画の立案が課題であった。

3. 工夫・改善点

3-1 撤去工法検討

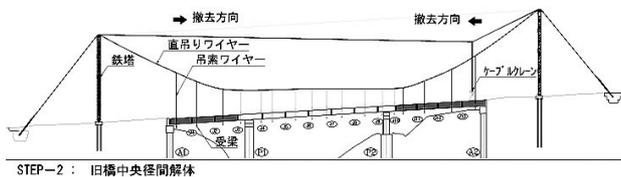
主桁を解体するには、桁を多点支持し、死荷重応力を解放して継手部のモーメントを小さくしなければならない。多点支持する方法として、ベントを設置して主桁を無応力状態にする方法があるが、俵山大橋は山間部の沢地形に位置し、斜面にベントが必要になること、高さが30mになるなど、施工上の問題点があった。そのため、地形の制限を受けず上空のワイヤーから主桁を吊り下げる直吊り工法を選定した。なお、直吊り設備は、主索に固定した吊索に受梁を設置し、主桁を下から支える構造として、各ブロックに受梁を設置する計画とした。また、撤去のクレーン設備はケーブルクレーン (20t吊2系統、10t吊1系統) を使用し、ケーブルクレーンと直吊り設備の併用鉄塔で計画

した。

3-2 主桁撤去ステップの検討

撤去の全体概要は、側径間（第1径間、第3径間）を並行して交互に解体した後、中央径間（第2径間）を解体する計画とした。主桁ブロックの撤去により構造系が逐次変化していくが、座屈箇所の応力変動に対する安全性の評価ができないため、撤去前に第1径間を無応力状態にして安全に撤去する計画とした。また、G1桁のA2桁端部が宙に浮いており不安定な状態（張出し状態）となっていたため、第3径間も並行して無応力状態にして安全に撤去する計画とした。（図-3）

STEP-1：旧橋側径間解体



STEP-2：旧橋中央径間解体

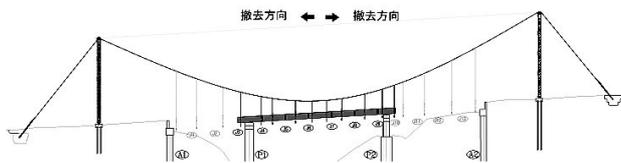


図-3 主桁撤去ステップ図

主桁の解体方法は、直吊り設備で主桁を多点支持し、解体する継手部が無応力状態に近づく様に直吊り設備の吊索長さを調整した後、主桁の継手部の高力ボルトを解体する方法とした。主桁ブロック毎に主桁をガス切断する方法も検討したが、施工時期が冬季のため、ガス切断の火の粉による山火事の危険性があることから、安全に応力を解放できるボルト撤去を選定した。

3-3 セン断変形状態A1支承部の解体

地盤変動から下部工は移動しており、A1橋台とP1橋脚の移動相対差によりA1ゴム支承にせん断変形が生じた状態であった。桁には、ゴムを変形させる力が働いている状態であり、このままの状態では桁と支承を固定しているセットボルトの解体ができないため、A1支承の解体手順について以下の検討を行った。（図-4）

<A1支承の解体手順>

① 支承に作用しているせん断力の解放

- ・主桁のWEBに反力ブラケットを取付け、50tジャッキを設置して、せん断力を解放させる。

ゴム支承のせん断変形を解放する反力が約23t（1支承あたり）であり、桁には軸力として作用（増加）するが、増加する軸力による応力度は約5 N/mm²と微量であり問題ないと判断した。

② 上柵とサイドブロックの溶接による固定

- ・ゴムのせん断変形を解放した状態のまま固定するために、すみ肉溶接する。

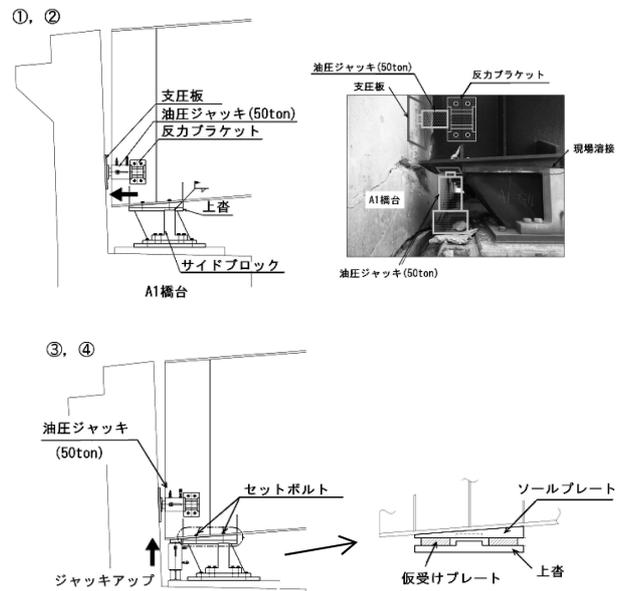


図-4 A1支承解体手順

③ セットボルトの撤去

- ・ボルトを回してセットボルトを撤去する。ボルトが回転せず撤去できない場合はボルト頭部をガス切断する。

④ 桁と支承の切り離し

- ・50tジャッキで、桁をせん断キーから外れるまでジャッキアップを行う。

なお、各ジャッキは電動ポンプを使用して油圧ホースを延長し、離れた位置で操作することで、予期しない桁の挙動による接触、挟まれ災害を防止する計画とした。

3-4 中央径間の解体

(1) 中央径間解体条件の整理

中央径間の解体は、側径間解体完了後、P1支承とP2支承に支持された状態の桁の解体になる。主桁ブロックの撤去は、ステップ毎に構造系が逐次変化するため、直吊り設備による桁の上下変動を極力小さくすることに配慮し、支間中央のJ6-J7ブロックから起点終点へ交互に撤去する手順とした。なお、撤去終盤のブロック数が少なくなった状態では、直吊り設備の主索に導入される反力が少なくなり、桁の上下変動が大きくなってしまい、桁の崩壊の可能性があった。そのため、撤去ステップの途中で吊索の長さ調整を行う作業を入れ、安全に撤去できる計画とした。

P1、およびP2の支承の状態は前述のとおりである。桁位置関係と共に図-5に示す。

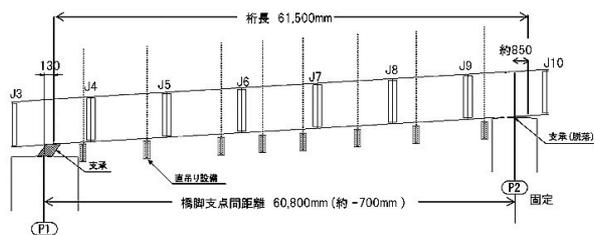


図-5 側径間撤去後の中央径間の状況

P1-P2の桁長61,500mmに対し、橋脚支間長は60,800mm(約700mm)であり、P2支承は破壊され、桁が橋軸方向に約850mm移動して橋座面に脱落した状態である。一方でP1側は桁が橋軸方向に約130mm移動した状態で支承のせん断変形を保持している。

(2) 継手の解体方法の検討

P1支承はA1支承と同様にジャッキを使用して桁との分離を計画したが、橋脚上にジャッキ反力を受ける場所がないことや、撤去時の挙動に対しては支承と桁が固定されていた方が安定するため、主桁と支承の切り離しより先に桁の継ぎ手を解体し撤去する方法を検討した。

当初、P1の支承のゴム変形量から想定される桁の応力を算出したところ、1主桁当たり約50tの軸力が内部応力として作用していることが想定

された。そのため、上フランジに継手の前後に反力ブラケットを取付け、PC鋼棒と50tセンターホールジャッキで継手位置の作用力をジャッキに移行する構造とした。(図-6)

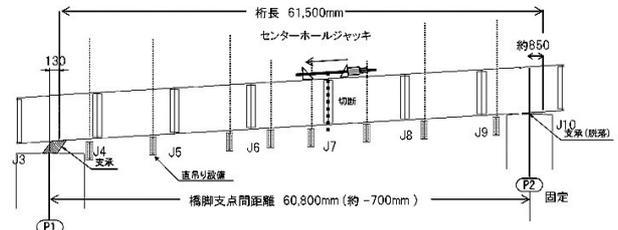


図-6 J7継手解体方法

50tセンターホールジャッキは200mmストロークのものを使用し、想定される開き量130mm(支承変形分)に対応できるものとした。

直吊り設備で桁を吊上げ無応力状態にした後、センターホールジャッキをストローク180mm出した状態で設置し、ジャッキに反力を導入する。その後、J7継手のボルトを撤去し、継手を解体する計画とした。

4. おわりに

解体時に想定を超えるような事象が発生することなく、無事に旧橋の撤去を完了した。地震で被災した橋梁の撤去は、下部工などの全体状況から上部工の細部の被災状況にまで目を配り、あらゆる想定とそれに対する対応が必要であった。

施工にあたりご指導、ご協力頂きました関係者の皆様に深く感謝の意を表します。



図-7 桁撤去状況