

熊本地震により被災した乙女橋の復旧について

オリエンタル白石(株)	○	森	省吾
オリエンタル白石(株)		小野	秀雄
オリエンタル白石(株)	正会員	一ノ瀬	寛幸
熊本県		清水	良太

キーワード：熊本地震、災害復旧工事、主桁移動

1. はじめに

平成 28 年 4 月に発生した熊本地震は、前震と本震の 2 度にわたり最大震度 7 を記録した。地震により橋梁などの社会基盤施設には甚大な被害が生じ、熊本・大分両県が受けた被害総額は約 2.4～4.6 兆円に上ると試算されている¹⁾。

熊本県熊本地方には、日奈久断層帯、布田川断層帯が存在し、前震は日奈久断層帯、本震は布田川断層帯の活動の影響が大きいと考えられ、両断層帯を中心に多数の橋梁が被災した(図-1)。一級河川である緑川を渡河する乙女橋もその中の一橋であり、地震により支承が損壊し上部工は大きく橋軸直角方向に移動した。乙女橋は、約1.4km下流に位置する田口橋の迂回路の役割も兼ねるため、朝夕は渋滞するほどの交通量があり、昼間の全面通行止は困難であった。そのため、伸縮装置取替や主桁のジャッキアップ、主桁移動などの全面通行止めが必須な工種は夜間施工として計画した。

本稿では、地震で移動した主桁を被災前の位置に戻す主桁移動工事のうち、橋軸直角方向の修正をする横移動工事（以下「横移動」とする）および橋軸方向の修正をする縦移動工事（以下「縦移動」とする）について報告する。

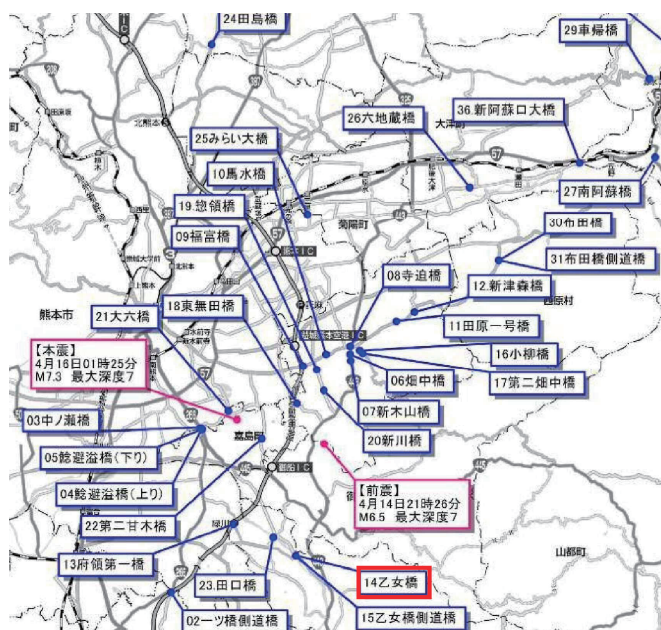


図-1 能本地震により被災した橋梁の一部

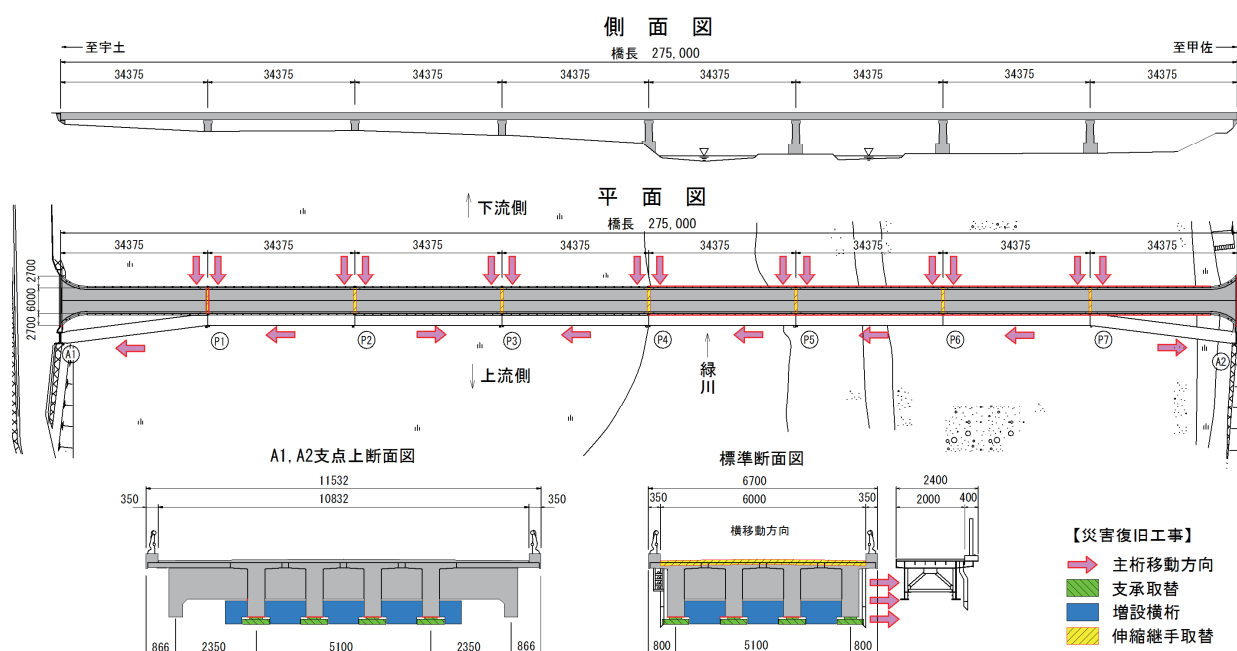
2. 工事概要

本橋の橋梁概要を表-1 に、一般図および復旧工事の概要を図-2 に示す。1965 年に供用開始した本橋は、PC8 径間単純ポステン T 桁橋であり、支承には線支承が使用されていた。線支承は、鉛直荷重を下沓円柱面と上沓平面の接触線上で支持し、水平や回転変位についても上沓と下沓の滑りで追従させる構造である（写真-1）。その線支承に対し、地震動は橋軸直角方向

表一 1 乙女橋概要

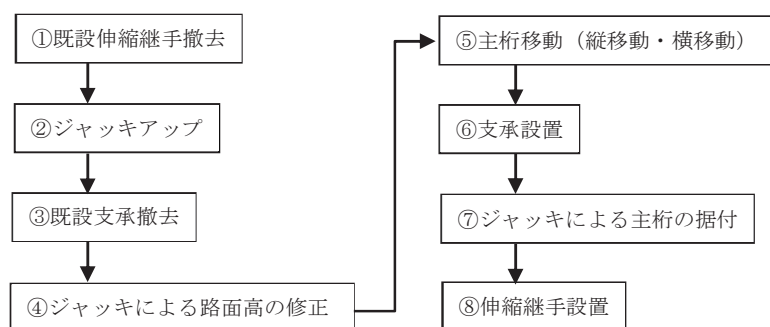
工 事 名	宇土甲佐線(乙女橋)28年発生橋梁災害復旧工事
工事箇所	熊本県上益城郡甲佐町津志田
工 期	自) 平成30年3月23日
	至) 令和元年5月31日
発 注 者	熊本県 県史広域本部土木部 災害復興課
構造形式	PC8径間単純ポステンT桁橋
橋 長	275.000m
支 間 長	33.500m+6@33.535m+33.500m
有効幅員	6.000m~10.832m

に大きく作用した可能性が高く、支承は直角方向に損壊し、主桁は A1・A2 を除く全支承線で下流側方向に横移動していた。主桁の横移動が最大であった P2 部では、桁が約 650mm 移動していたため支承から完全に脱落し、20mm の目地遊間で隣接していた側道橋との離隔は大きく広がっていた（写真－2）。

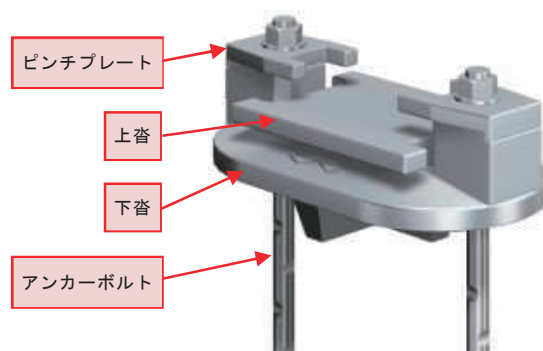


図－2 一般図および復旧工事の概要

本復旧工事の概略工程を図－3に示す。①、④、⑤、⑧の工種は、全面通行止め規制が必要であったため、夜間施工とした。既設の伸縮装置を撤去した部分は、敷鉄板を設置し規制を開放する計画であった。しかし、通行車両が多く鉄板が移動する懸念があり、また、ジャッキアップや主桁移動の度に鉄板の設置・撤去が必要であり、その都度クレーンを使用することは効率的でないため、常温合材で埋め戻す計画に変更した。伸縮装置設置時は、翌朝には規制を開放するために超早強コンクリートを使用した。新設の支承はパッド沓であり、変位制限として増設横桁内にアンカーバーを設置した。



図－3 復旧工事の概略工程



写真－1 線支承



写真－2 側道橋との離隔

3. 主桁横移動

地震により下流側に移動した主桁は、図-4に示す横移動設備にて被災前の位置に復旧した。この設備は、主桁を主桁受台に乗せ、横移動ジャッキをレールと主桁受台のそれぞれに接続し、主桁受台の下には摩擦が

少ないルーロン板を敷設しているため、横移動ジャッキを伸ばすと主桁が主桁受台ごと横移動する仕組みであった。当初計画は、橋脚の下流側に水平反力ブラケットを設置し、コンパクトロックジャッキにて主桁を横移動させる計画であったが、下記の4項目に示す改良を行うことで、安全性を高めた計画に変更した(図-5)。

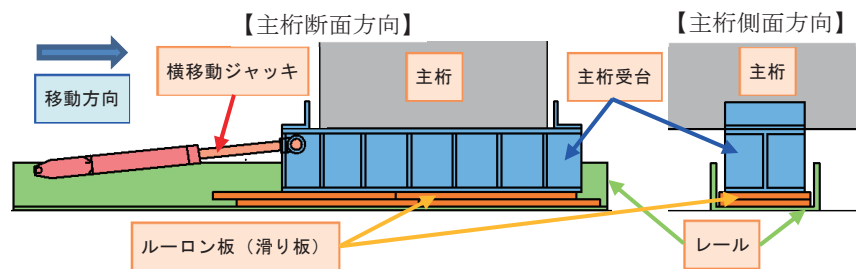
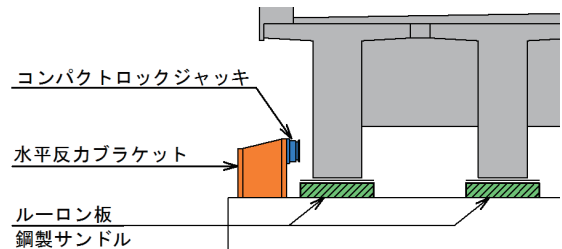
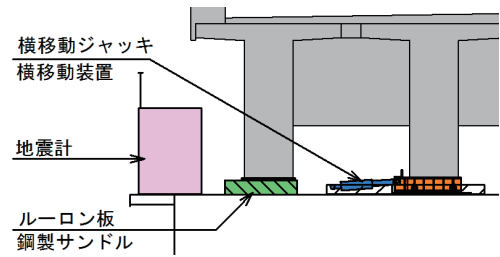


図-4 横移動設備



(a) 当初計画



(b) 変更計画

図-5 変更前後の横移動設備の概略

3. 1 水平反力を受ける構造の変更

P2 橋脚部は地震による移動量が大きいため下流側の橋脚上に空きスペースが少なく、また、P3 橋脚部は下流側に地震計が設置してあるため、水平反力ブラケットを設置するスペースが確保できなかった(図-5)。そのため、主桁間および主桁直下に設置可能な横移動装置が必要になり、現地に合わせて製作した。製作した横移動装置は、主桁直下に設置したレールが反力を受ける構造であり(図-4)、これにより水平反力ブラケットを設置する手間を省略できた。また、当初計画では、コンパクトロックジャッキを停止させてもルーロン板上の主桁が静止できず余力で動く可能性があり、主桁の転倒が懸念された。そこで、ジャッキ先端と主桁受台をピンで連結し、ジャッキと連動して主桁が移動するように改良することで、横移動時の主桁の転倒に対する安全性が向上した。

3. 2 ジャッキストローク

横移動量は最大 650mm であり、ストロークが 30mm のコンパクトロックジャッキによる横移動では、実質は一度に 20mm 程度しか動かず、ジャッキの盛替えが頻繁になり、その度に主桁とジャッキの隙間に鉄板などを挟む必要があり、非常に時間と労力を要する。そこで、主桁間隔などを考慮して使用可能な横移動ジャッキの中で最長のジャッキ(ストローク 200mm)に変更し(図-4)、盛替え回数を大幅に削減して施工性を向上させた。

3. 3 直進性および平坦性

当初の計画では横移動はコンパクトロックジャッキで押すだけであり、主桁を直進させるのは困難だと想定された。そこで、改良した横移動設備は、主桁が直進できるよう主桁直下にレールを敷設した(図-4)。また、橋脚天端面には広範囲に 2cm 程度の切欠きがあり、横移動レールの設置が



写真-3 橋脚天端の切欠き

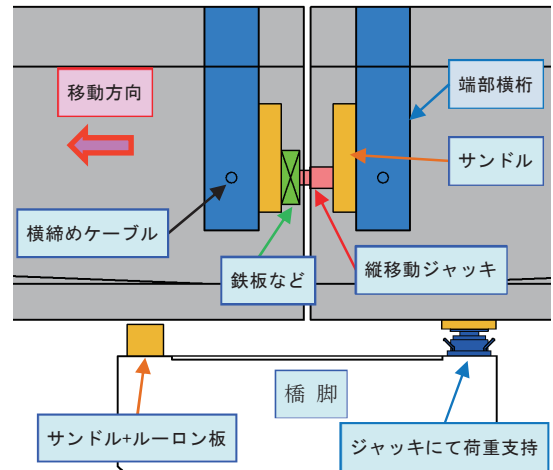
困難であったため、ポリマーセメントモルタルで切欠きを埋め戻し、平坦性を確保した（写真－3）。

3. 4 ジャッキ台数

主桁を横移動させる際の安定性を考慮して、横移動ジャッキの設置箇所を一支承線あたり1箇所から2箇所に増設した。

4. 主桁縦移動

本橋は、地震動により直角方向だけでなく橋軸方向にも移動していた。震災前に40mmあった目地遊間は、完全に無くなり隣径間の主桁と衝突した箇所もあれば、目地が広がった箇所もあったため、主桁の縦移動が必要であった。端部横桁は、主桁端部からやや離れた位置にあり、ジャッキにより端部横桁同士を押して縦移動させた（図－6）。縦移動は移動量が比較的小さく狭い場所での作業であったため、ショートジャッキおよび手動ポンプを使用した。ジャッキの設置位置は、横締めケーブルが配置されている高さとし、横桁の補強に鋼製サンドルを配置した。縦移動時は、反力を受ける横桁側の径間は、鉛直ジャッキにて荷重支持された状態とし、移動させる径間は、摩擦を減少させるため主桁直下にサンドルとルーロン板を敷設した。



図－6 縦移動ジャッキ配置概要図

5. おわりに

写真－4に主桁移動前後の全景を示す。橋長275mにおよぶPC橋の主桁移動という復旧工事は、弊社でも初の試みであったが、工事によって被災前と同様の走行性が得られたものと思われる。世界で発生しているマグニチュード6以上の地震の約2割が日本周辺で発生しており、地下に隠れていて未発見の活断層もあるとされ、国内でもいつどこで大規模地震が発生してもおかしくない状況である。本工事の主桁移動工法が、今後の同種工事の参考になることを期待するものである。



移動前



移動後

写真－4 主桁移動前後の乙女橋

参考文献

内閣府政策統括官（経済財政分析担当）：平成28年熊本地震の影響試算について