

# PC 橋のゲルバーヒンジ部補修における設計・施工

## — 長崎自動車道鈴田橋補修工事 —

尾堂 良一\*1・駒谷 大三\*2・熊谷 裕司\*3・安藤 直文\*4

長崎自動車道鈴田橋は7径間連続PC箱桁橋であり、中央部の支間の1/4点に1箇所のゲルバーヒンジを有する構造である。本工事は、橋面からの水分供給によって劣化したゲルバーヒンジの補修であり、抜本的対策としてゲルバーヒンジ付近の主桁を切断し、コンクリートを打ち換え、外ケーブルを配して連続化したものである。ゲルバーヒンジの連続化の際、受桁側は固定用PC鋼材で変位を拘束し、吊桁側は仮支柱で支持することで構造的な安定性を確保した。また、連続化工事に伴って切断される既設PC鋼材に対し、切断前のグラウト充填性調査、切断後の再定着によって施工時の安全性と構造的な安定性を確保した。連続化工事中は実構造物の挙動を構造解析値と比較し、連続化の検証と構造解析の妥当性を確認した。

キーワード：ゲルバーヒンジ、連続化、ASR

### 1. はじめに

鈴田橋は長崎自動車道の諫早ICと大村ICのほぼ中間に位置する。図-1に位置図を示す。二級河川鈴田川が形成する比較的緩やかな谷を地上約30mの高さで横断し、JR大村線、国道34号などを跨ぎ、橋梁下の多くは公共公園として利用されている。1978年に建設され、2008年には橋脚のRC巻立てによる耐震補強がなされた。

本橋は過去の調査で主にゲルバーヒンジ部周辺にひび割れが観察された。組成分析、膨張性試験結果などから橋梁

全体がアルカリ骨材反応（ASR）による劣化であると判定された。とくに橋面からの水分供給の多いゲルバーヒンジ部周辺ではその進行が顕著であることが確認された。これらに対して、ひび割れ注入、含浸材塗布などが実施されたが、今後もASRによる劣化の進行が予想されることから、ゲルバーヒンジ部の補修が継続して検討されてきた。今回の工事はゲルバーヒンジ部の抜本的な補修として上下線それぞれを全面交通規制し、劣化部を写真-1に示すように切断・撤去し、橋梁全体を連続化したものである。



図-1 位置図

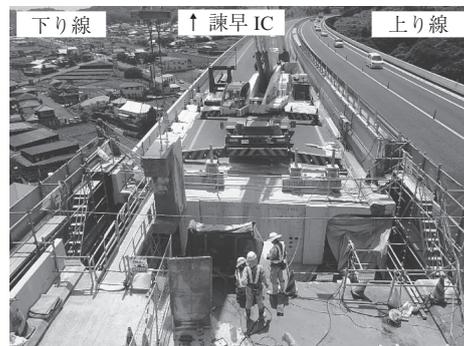


写真-1 ゲルバーヒンジ部の切断・撤去



\*1 Ryoichi ODO

西日本高速道路(株)



\*2 Daizo KOMATANI

西日本高速道路(株)



\*3 Yuji KUMAGAI

三井住友建設(株)



\*4 Naofumi ANDO

三井住友建設(株)

本稿では特殊構造である長大PC橋のゲルバーヒンジの連続化に関する設計と施工について報告する。

## 2. 鈴田橋の概要

### 2.1 構造

本橋は全橋長 798 m の PC 橋である。両側径間は橋長 168 m の 4 径間連続箱桁および 145 m の 3 径間連続箱桁で、日本の高速道路として初めて押し出し施工で架設された。本工事の対象である中央部は橋長 485 m の 7 径間連続ラーメン箱桁橋で、中央部の支間の 1/4 点に 1 箇所のゲルバーヒンジを有する構造である。図 - 2 に全体一般図、表 - 1 に本工事で対象とする 7 径間連続ラーメン箱桁橋の概要、写真 - 2 に全景（2012 年 2 月、連続化前）を示す。

PC 橋におけるヒンジは、主桁の回転および軸力を拘束せず、せん断力のみを伝える支承で結合された構造である。このうち中央ヒンジ形式は支間中央にヒンジを設けたもので施工時と完成系の断面力が近似するため合理的な設計、施工が行える利点があり、1960 年代から 1980 年代にかけての PC 長大橋に多く採用された。しかし、活荷重の

作用によるヒンジ部の角折れやヒンジ支承接点部の摩耗による段差が懸念されるため、走行性確保の観点から高速道路での採用は比較的少数である。

これに対してゲルバーヒンジは支間の 1/4 点（曲げモーメントの交番点）に支承を設け、受桁が吊桁を支える構造としたものである。鈴田橋では中央ヒンジ形式の弱点を改善し走行性を確保するため、本構造が採用されたようである。図 - 3 に鈴田橋のゲルバーヒンジ部詳細を示す。

鈴田橋の上部工の施工は、各柱頭部からの張出し架設によって行われたが、ヒンジ部は遊間を仮設鋼製檣材で埋め、仮設 PC 鋼材によって緊結することで一体化し張出し架設に対応した。支間閉合後これらの仮設材を撤去しゲルバーヒンジ構造を完成した。

### 2.2 ゲルバーヒンジ部の劣化

1978 年の竣工後、とくにゲルバーヒンジ部周辺にひび割れが見られた。2004 年より詳細調査が実施され、ひび割れの形態からアルカリシリカ反応（ASR）が疑われた。写真 - 3 は 2009 年時点のひび割れ状況である。そのうち、2010 年に残存膨張量試験（カナダ法）、コンクリートコア

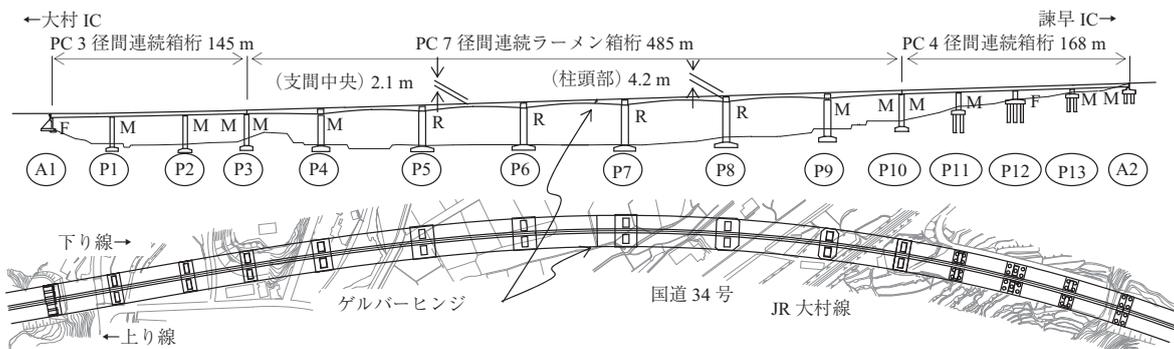


図 - 2 全体一般図

表 - 1 7 径間連続ラーメン箱桁橋の概要

端 長	484.8 m (54.3 + 5 @ 75.0 + 54.3 m)
幅 員	10.95 m × 上下線
活荷重	TL20, TT43 (建設時)
材 料	上部工コンクリート : $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ 主鋼材 : PC 鋼棒 A 種 2 号 $\phi 32$
履 歴	・ 1978 年 : 竣工 ・ 2008 年 : 橋脚耐震補強 (RC 巻立て) ・ 2012 年 2 月 ~ 2013 年 12 月 (予定) 長崎自動車道 鈴田橋上部工補修工事 (ゲルバーヒンジ連続化)

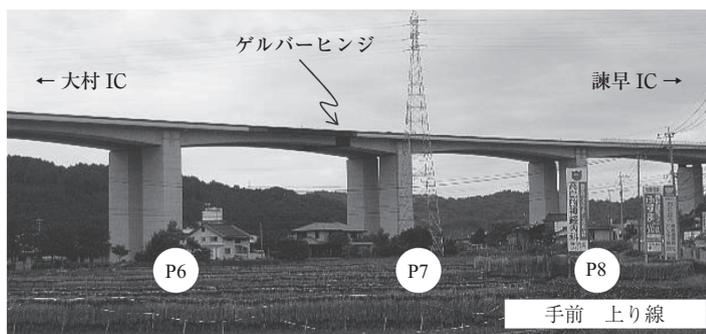


写真 - 2 全景（2012 年 2 月連続化前）

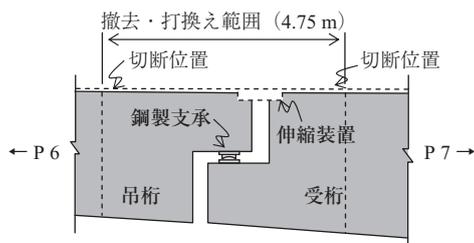


図 - 3 ゲルバーヒンジ部詳細



写真 - 3 ゲルバーヒンジ部のひび割れ（2009 年）

○特集／工事報告○

試料の偏光顕微鏡鑑定および EPMA 分析などの詳細調査が実施された。

これらの結果、本橋のコンクリートに ASR に関与する骨材の存在および膨張性が確認された。ゲルバーヒンジ部は狭隘なクランク形状をしており、橋面上からの漏水や埃が堆積しやすい部位であるため、ASR の進行が顕著であったと推定された。

ゲルバーヒンジは構造上の重要部材であるため、すでに ASR の進行によって劣化した部位を撤去し新しい部材に置き換える方針で、以降の補修計画が進められた。

### 3. 連続化の設計

#### 3.1 設計方針

中央ヒンジ構造の場合、ヒンジ支承に作用する反力は活荷重のみで死荷重反力は作用しない。したがって、自立状態でヒンジ支承を撤去し連続化することが可能であり、多くの施工実績がある。一方、本橋のようなゲルバーヒンジ構造では、支承に大きな死荷重反力が作用しているため、ヒンジ部を撤去した状態では構造が成立しない。そのため、漸次的な補修として、既設ヒンジを残したままで部分的な補修を行ったりヒンジ部に落橋防止装置を追加する案がある。

しかし、本橋は今後も ASR の進行が予想され放置するとひび割れが進展し第三者被害を及ぼしかねないこと、断面修復部では既設プレストレスの効果が消滅するためゲルバーヒンジ周辺を部分的に打ち換える案では不十分であることから、抜本的な補修として劣化したゲルバーヒンジを撤去し新たにコンクリートを打設し外ケーブルを配置して連続化するものとした。

しかし、本橋は今後も ASR の進行が予想され放置するとひび割れが進展し第三者被害を及ぼしかねないこと、断面修復部では既設プレストレスの効果が消滅するためゲルバーヒンジ周辺を部分的に打ち換える案では不十分であることから、抜本的な補修として劣化したゲルバーヒンジを撤去し新たにコンクリートを打設し外ケーブルを配置して連続化するものとした。

#### 3.2 再現設計

1979 年の建設当時の詳細な施工報告書が存在していた。これをもとに、張出し架設および中央閉合順序、コンクリート打設、緊張時期を忠実にトレースした再現設計を行い、構造解析の基本とした。

#### 3.3 外ケーブル仕様の検討

外ケーブルは、既設横桁を削孔する際の既設横締め鋼棒切断への配慮から小容量・細径のものと、箱桁内での配置可能本数を満足するような大容量・太径のものとを比較した。その結果、箱桁内での配置可能な 10 本を目安に必要なプレストレスを算定し選定した。ナット定着の工場製作ケーブルは箱桁内への引込みの施工性から採用せず、プッシングマシンおよびウインチで容易に引込みが可能なダイバダーク外ケーブル 19S15.2 システムとし、防錆は NEXCO で標準的に用いられている内部充てん型エポキシ樹脂被覆とした。また、打換え部の床版横締めはシングルストランド 1S21.8 のプレグラウト鋼材とした。

外ケーブルの定着について、外ケーブルを支間途中に定着した場合、定着突起を緊結するウェブ貫通アンカーが経済性・施工性を低下させる。したがって柱頭部横桁のみに

定着することとした。既設柱頭部横桁は壁厚 1.1 m の 2 枚壁構造であるため、図 - 4 に示す局部解析を行い、外ケーブルの定着力に対して耐荷力を確保するため 2 枚壁内にはコンクリートを充填することとした。

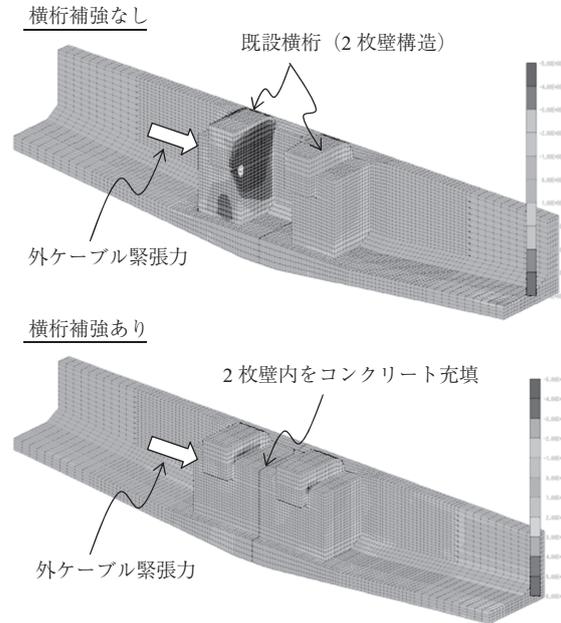


図 - 4 柱頭部横桁の補強検討

また、外ケーブルが貫通する柱頭部横桁には横桁横締めが曲線配置されている。事前に非破壊探査で横桁横締めの位置を把握し、削孔時の施工誤差も見込み、両者が干渉しないように外ケーブルの配置計画を行った。なお、外ケーブルの偏向部は支間部の既設隔壁の一部を RC 構造で補強して設けた。

ゲルバーヒンジ撤去時に既設主鋼棒が切断される。切断本数は図 - 5 に示すように受桁切断面側で 24 本（既設主鋼棒は P7 柱頭部で 158 本）、吊桁側で 22 本（P7-P6 支

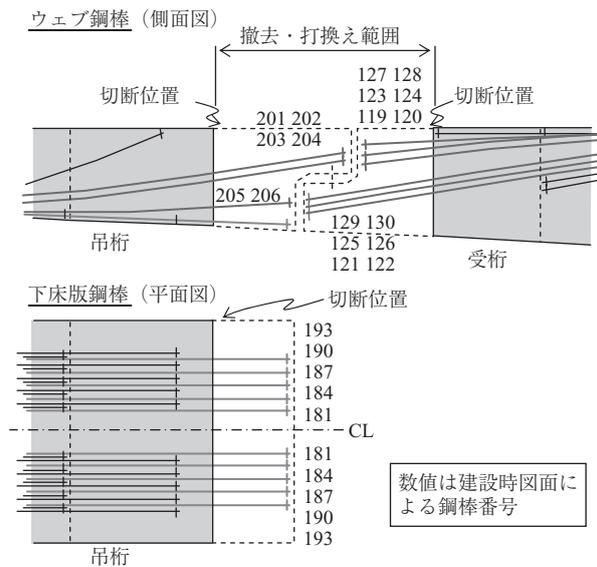


図 - 5 切断される既設主鋼棒

間中央で54本)である。既設主鋼棒を切断した場合のプレストレスの消失の程度の評価は困難であるため、連続化の設計では切断する既設主鋼棒のプレストレスが完全に消失した場合、グラウトの付着効果によって消失しない場合の2水準の解析を行い、いずれも満足するように外ケーブル位置を決定した。

これらの外ケーブル配置の方針をもとに、連続化後の設計荷重時の許容応力と終局耐力を満足するように、P6-P7-P8を貫通する外ケーブルを4本、P6-P7を貫通するものを6本配置した。図-6に外ケーブル配置を示す。なお、連続化後は平成24年道路橋示方書に基づく耐震性能も満足している。

### 3.4 仮設材の設計

ゲルバーヒンジには死荷重時に3000kNの反力が作用している。受桁側は鉛直下向き、吊桁側は鉛直上向きの反力である。ゲルバーヒンジを撤去するとこの反力が無くなるため、受桁側は上方に跳ね上がろうとする下縁引張応力が生じ、吊桁側は垂れ下がろうとする上縁引張応力が生じ、構造安定性が損なわれる。したがって、ゲルバーヒンジ撤去時にもこの反力を載荷しておく必要がある。

反力載荷方法としていくつかの方法が考えられる。1案：吊桁を仮支柱で支持し、受桁にはカウンターウエイトを作用させる。2案：架設桁によって受桁と吊桁を緊結する。このうち架設桁案は緊結力が過大となり現実的でないとして評価し、第1案を採用するものとした。橋梁下が使えることからカウンターウエイトとして固定用PC鋼材で地盤のアンカーと受桁側上部工を連結する方式とした。

仮設材の設計では、連続化の各施工段階の構造変化に加え、施工に4ヵ月間が見込まれるため上部工の温度変化による反力変化も見込んだ。その結果、受桁側に生じる反力は3500~6000kN、吊桁側は3100~5000kNであった。これをもとに仮支柱、固定用PC鋼材の構造を決定した。なお、仮支柱、固定用PC鋼材の設置位置には上部工箱桁内に横桁を新設し、これらの反力に抵抗させる構造とした。

## 4. 連続化の施工

### 4.1 施工順序

まず、下り線を対面通行させて上り線を閉鎖し、上り線の連続化を行った。完了後、車線規制を入れ替え下り線の連続化を行った。連続化に関する上下線の作業内容は同じである。

まず、上部工を支える仮支柱、固定用PC鋼材を設置す

る。これらは連続化施工の生命線であり、これによって構造を安定させる。続いてゲルバーヒンジ部の撤去、連続化を行う。図-7に施工順序を示す。

### 4.2 仮支柱、固定用PC鋼材の設置

受桁側に設置する固定用PC鋼材は工場製作のポリエチレン被覆仕様とし、連続化の構造設計に基づいて終局荷重2700kNのものを4本用いた。地盤側は調査ボーリング結

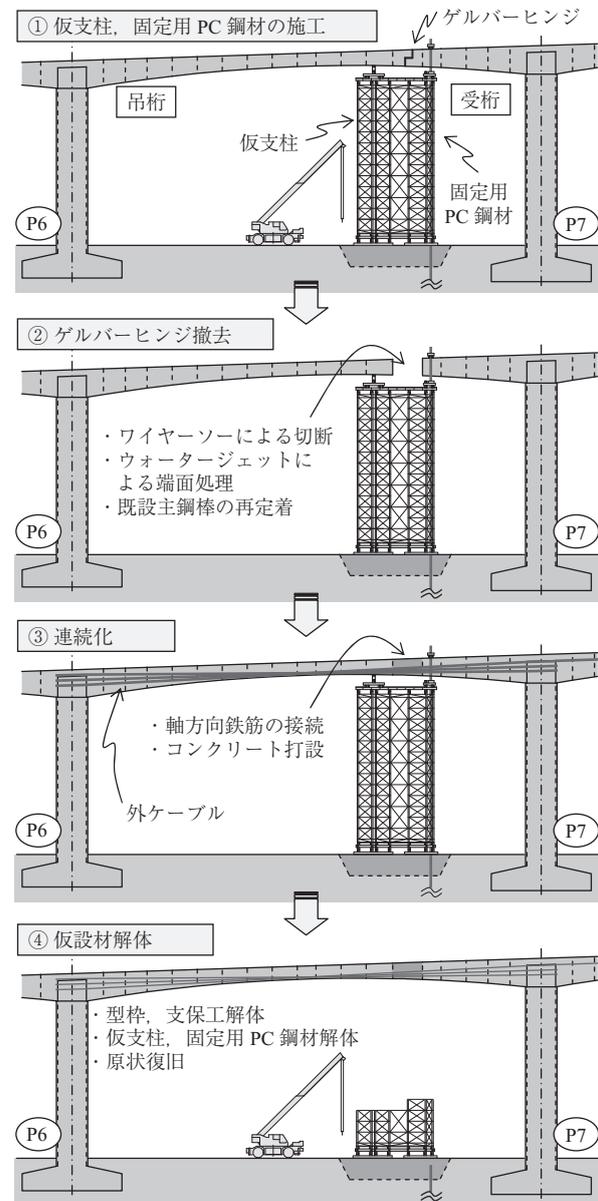


図-7 施工順序

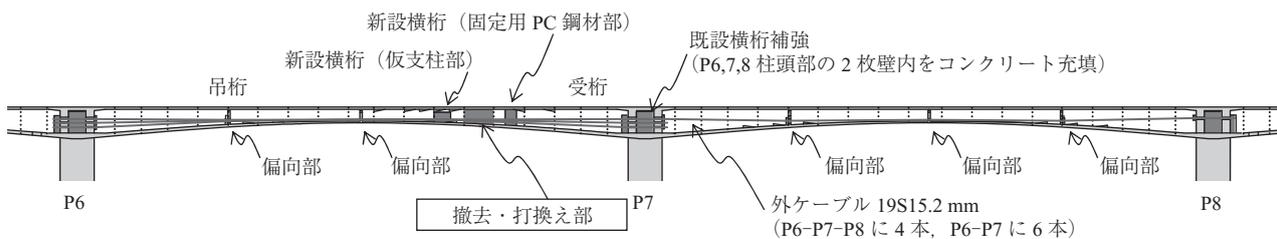


図-6 外ケーブル配置

## ○ 特集 / 工事報告 ○

果に基づきアンカー体長 7.5 m とし、上部工箱桁内に新設した横桁を貫通して橋面上に定着した。また、固定用 PC 鋼材の温度伸縮の影響を低減させるために頭部に調整ジャッキを設けた支柱を設置した。

吊桁側の仮支柱は 1 本あたり 600 kN の耐力を有する柱 16 本で構成される。平板載荷試験により地盤耐力を確認し、ベースコンクリート、H 鋼材を敷設し、支柱をクレーンにて組み立てた。支柱の組立ては、1 段ごとに地組したものを所定の位置に積み上げる作業を繰り返した。最上段には H 鋼を敷設し、地盤をアンカーとする固定用 PC 鋼材側の支柱と一体化しステージとした。ステージは連続化施工のための支保工、作業足場として利用した。また、吊桁を支持する油圧ジャッキを配置した。

支柱の組立ては、クレーンの吊代を確保するため上下線の中央で行い、上り線直下に横移動させた。下り線施工完了後に再度上下線中央に横移動し解体した。写真 - 4 に仮支柱組立て状況を示す。

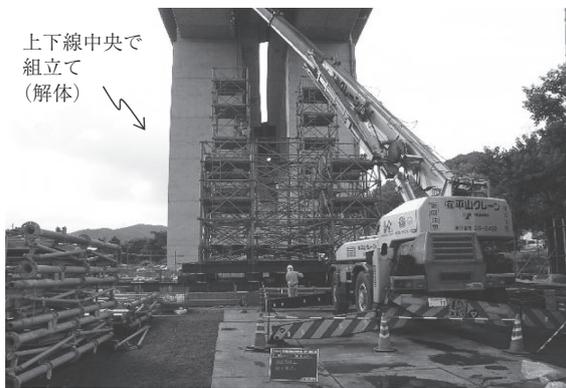


写真 - 4 仮支柱の組立て

### 4.3 既設主鋼棒のグラウト充填状況調査

ゲルバーヒンジ部切断の際、既設 PC 鋼棒突出の懸念がある。とくに既設主鋼棒は鋼棒長が長く突出した場合のエネルギーが大きい。そのため、施工前にグラウト充填状況を調査し充填不良と判断されたものはグラウト再充填を行うことで安全を確保することとした。調査はかぶり深さに応じて広帯域超音波法および小径ドリルによる削孔目視を使い分けた。広帯域超音波法は、シースからの反射波を解析し、充填されている場合と充填不足の場合とで反射波のスペクトル特性が異なり、スペクトルピークが発生する周波数の違いを確認することで判定する。

既設主鋼棒について、切断予定の受桁側 24 本と吊桁側 22 本に対し、上り線では 41 本、下り線では 42 本が調査でき、それぞれ 8 本と 3 本がグラウト充填不足と判断された。これらはゲルバーヒンジ撤去前にグラウト再充填を行った。

### 4.4 ゲルバーヒンジの撤去

ASR が顕著なゲルバーヒンジを含む橋軸方向 4.75 m の範囲を撤去し連続化した。まず、ゲルバーヒンジ部の伸縮装置をはつり撤去した。続いてワイヤーソー孔および吊孔をコア削孔した。搬出・運搬時の重量制限から 1 ブロック

の重量が 8 tf 以下となるように地覆壁高欄、吊桁突出部、吊桁部、受桁突出部、受桁部の順に写真 - 5 に示すようにワイヤーソーによって分割切断し、写真 - 6 に示すように橋面上のトラッククレーンで吊り上げ、搬出した。



写真 - 5 ワイヤーソーによる切断



写真 - 6 切断した部材の吊下ろし

ゲルバーヒンジの切断面はウォータージェットで軸方向鉄筋および既設主鋼棒を露出させた。軸方向鉄筋は新たにコンクリート打設する連続部とエンクロード溶接で接続するために 100 mm 露出させた。切断した既設主鋼棒は再定着を行うために 200 mm 露出させた。写真 - 7 に端面処理状況を示す。

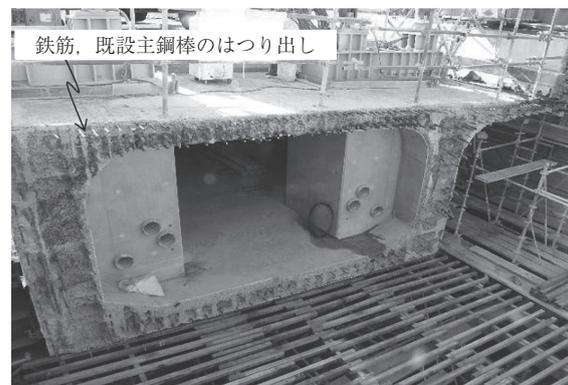


写真 - 7 ウォータージェットによる端面処理

既設 PC 鋼棒の再定着とは、切断した既設 PC 鋼棒の先端をくさび機構で再定着するものである。とくに既設主鋼棒は切断によって定着体が撤去され、グラウトによる付着のみの定着状態となる。そのため、温度伸縮や交通振動などによって付着性が低下し伸びが解放される可能性がある。最悪の場合、カップラー部で衝突しコンクリート片がはく落する。その対策として、新たに改良した「PC 鋼棒用クサビ式定着具」を取り付けて再定着した。写真 - 8 に示すように切断し 200 mm 露出させた既設主鋼棒の先端部にクサビ、メスコーンなどからなる再定着具を設け、緊張力を与えて固定するものである。本形式では既設主鋼棒の自由長が短く、再定着時の伸びが極めて小さいため、定着体のなじみによるセットロスで導入した張力が損失する可能性があったが、再緊張によって対処した。

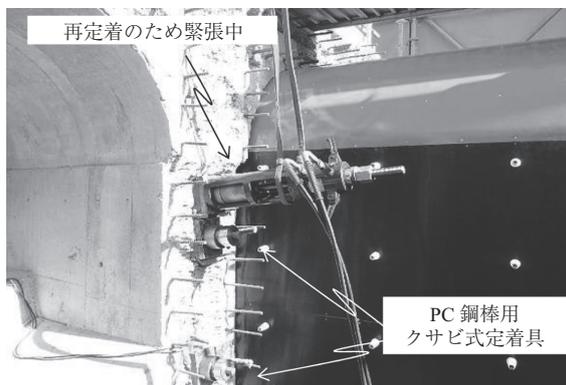


写真 - 8 PC 鋼棒の再定着

再定着した既設主鋼棒はひずみゲージにより連続化施工中、施工後の挙動を経過観察した。その結果、ひずみの変化は微小であり、再定着時に導入した緊張力が保持されており、クサビによる再定着の確実性が確認された。

ゲルバーヒンジ部の撤去時に切断される既設 PC 鋼棒について、既設主鋼棒は調査結果を踏まえたグラウト再充填に加え、切断中はカップラー部および切断位置の反対側の定着部付近は立入禁止措置あるいは鉄板敷設による養生を行い施工中の安全を確保した。さらに、切断後は部材にひび割れの発生がないことを目視確認した。なお、ゲルバーヒンジ部の補強として横桁内に配置された鉛直、斜、水平方向の鋼棒は、かぶり深さが大きく探査が不可能であったが、鋼棒長が短く突出した場合のエネルギーが小さいと考えられるため防護板で対応した。

施工中の上部工の変位の調整は、仮支柱の反力および固定用 PC 鋼材の張力を操作することで行った。その際、上部工の応力から定まる限界値を設定し、施工中の安全性確保、完成出来型の確保に供した。

仮設材の構造は本工事の生命線であり、最悪の事態を考慮して対策を講じた。固定用 PC 鋼材は、4 本中 1 本欠損しても耐力以下であること、万一全数欠損しても受桁側上部工の応力はひび割れ発生程度の水準であることを確認した。仮支柱については、上部工の許容応力から決まる最大変形が 100 mm 以上であることを踏まえ、支柱全体の倒壊

対策、仮支柱頂部に配置し上部工を支持するジャッキの転倒対策を行った。

#### 4.5 外ケーブルの施工と連続化部のコンクリート打設

外ケーブルの引込みは 19 本束で一括挿入し工期短縮を図った。写真 - 9 に示すようにゲルバーヒンジ付近の橋面上にドラム、P8 橋脚付近の地上にウインチを配置し、切断したゲルバーヒンジから箱桁内に引き込んだ。箱桁内は、単管による支持棚を設けて、外ケーブルのエポキシ被覆層の損傷を防止した。

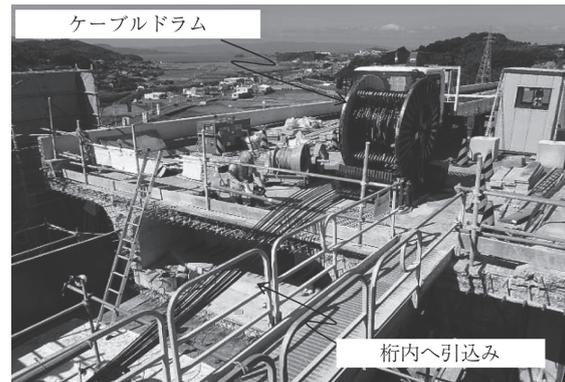


写真 - 9 外ケーブルの引込み

連続化部分の主桁コンクリートは打継目を設けずに一括打設することにより、工期短縮、耐久性向上に努めた。写真 - 10 にコンクリート打設状況を示す。なお、連続化部に配置される鉄筋について、その軸心位置は連続化前と変わらないため、現行のかぶり規定を満足しない。そのため、かぶり規定を侵す横方向鉄筋をエポキシ塗装仕様とすることで耐久性を確保した。

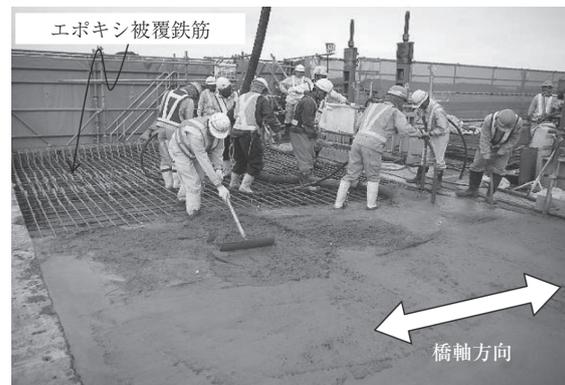


写真 - 10 コンクリート打設状況

外ケーブルの緊張は、P6-P7 径間の外ケーブルは P6 側からの片引き、P6-P8 径間は P6 および P8 からの両引きで行った。これは、下床版に仮設作業口を設けた P6、P8 付近のみの効率的な作業とすることが目的である。写真 - 11 は外ケーブル緊張後の状況である。

## 5. 連続化の確認

長期間供用した橋梁の補修では、補強前の性能水準の確

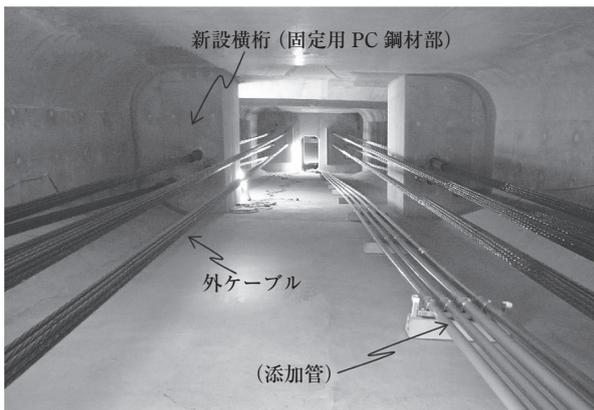


写真 - 11 外ケーブル緊張完了

認を行う必要がある。とくに本橋のように、構造系変化や外ケーブル補強を行う場合、部材の応力状態が大きく変化するため、その確認が重要となる。また、本橋のゲルバーヒンジ部の撤去中の構造安定性は仮支柱と固定用 PC 鋼材に大きく依存する。

さらに、本橋のゲルバーヒンジ部の連続化の施工は、仮支柱と固定用 PC 鋼材による上部工の支持、ゲルバーヒンジ部のコンクリート撤去、新たな主桁コンクリート打設、外ケーブル緊張の順に行われ、各工程ごとに、固定用 PC 鋼材の張力は 3 500 ~ 6 000 kN、仮支柱の反力は 3 100 ~ 5 000 kN（いずれも上部工の温度荷重も見込んだ場合）と大きく変化する。したがって、連続化中の各部材の挙動を計測し構造解析との整合性を確認しながら施工を進めた。

ところで、前述したように詳細設計では切断した既設主鋼棒のプレストレスについて、完全に損失した場合、まったく損失しない場合の 2 水準の解析を行っている。しかし、既設主鋼棒のプレストレス量は仮支柱の反力、固定用 PC 鋼材の張力に大きく影響するため、施工を再現することが目的の構造解析ではこれを適当に評価する必要がある。既設主鋼棒切断時の状況を目視確認した結果、上り線では吊桁側では切断した 22 本のうち 7 本が引き込まれ、受桁側では切断した 24 本のうち引き込まれたものはなかった。下り線では吊桁側で 3 本が引き込まれた。

この結果を踏まえ、引き込まれた既設主鋼棒は、引込み量に関わらずプレストレスが喪失したものと評価し、上り線では吊桁側は切断した既設主鋼棒の 30 % 程度、下り線では 15 % 程度のプレストレス力が喪失したものとして施工用の構造解析に反映させた。

連続化施工中の挙動計測は、固定用 PC 鋼材の張力変化、仮支柱の反力、上部工の変位について行った。固定用 PC 鋼材の張力は写真 - 12 に示すように橋面上の緊張ジャッキと定着プレートとの間に挟んだロードセルで、仮支柱の反力は写真 - 13 に示すように仮支柱の頭部の油圧ジャッキに取り付けた圧力計（静ひずみ計測器）で行った。いずれも反力が変化する連続化施工ステップのイベントごとに計測した。

上部工の変位は橋面上のトータルステーションで鉛直、橋軸、橋軸直角方向の挙動を自動計測した。図 - 8 に上

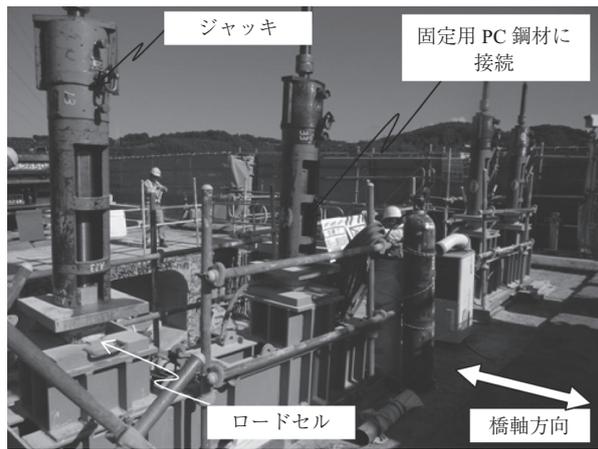


写真 - 12 固定用 PC 鋼材張力の計測

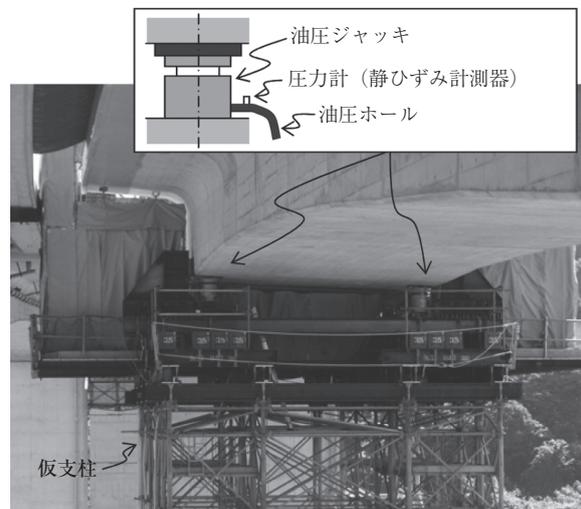


写真 - 13 仮支柱反力の計測

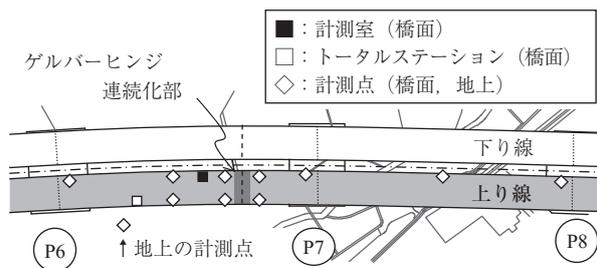


図 - 8 上部工挙動の計測（上り線施工時）

り線施工時の機器配置を示す。

連続化においては、上部工の応力が許容値を満足するような仮支柱反力および固定用 PC 鋼材張力、そのときの変位で施工管理値を設定した。図 - 9 に計測結果の一例として上部工（上り線）の鉛直変位を示す。連続化完了時の橋面高さを施工前と一致させることを目的に、施工途中に仮設材反力を調整したが、管理幅内で作業を行うことができた。

ゲルバーヒンジ沓の反力を仮設材に受け替えた時点、反力調整時、連続化部のコンクリート打設時など施工中の各

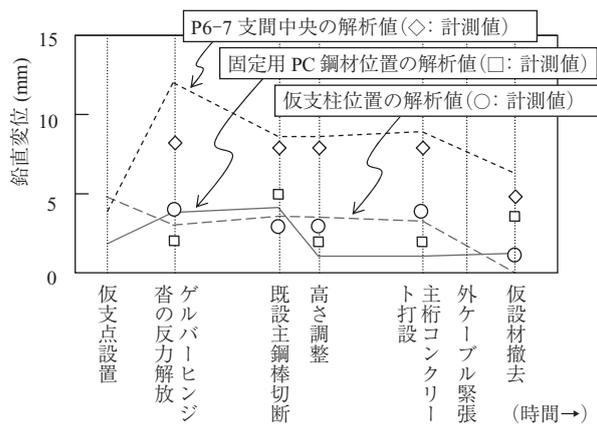


図 - 9 上部工の鉛直挙動計測結果 (上り線)

イベントの仮設材反力と上部工変位との関係は解析値と実測値が整合した。

表 - 2 に各計測項目と着目点、結果の考察をまとめる。連続化施工中の安全性の確保はもちろんのこと、連続化施工結果の検証がなされた。また、構造物の挙動の解析値と

実測値が一致することから、弾性範囲内での構造解析の妥当性が確認でき、今回の外ケーブルを配置した連続化、過去に実施された耐震補強の妥当性が確認できた。

## 6. おわりに

本工事では、劣化したコンクリート部を取り除くとともに維持管理性を向上させるためにゲルバーヒンジ部を撤去し連続化を行った。ゲルバーヒンジ部や中央ヒンジ部を有する PC 橋は 1970 年から 1980 年代にかけて多く建設された橋梁形式で、今後老朽化に伴って劣化が顕在化してくると考えられる。これまで中央ヒンジ部の連続化工事は多数実施されているが、本工事でゲルバーヒンジ部という特殊構造でも連続化工事が可能なことを実証できた。

2013 年 9 月現在、上下線の連続化を完了し、仮設材の解体中である。本工事に関わる道路規制期間は上り線が 2012 年 8 月から 11 月の 95 日間、下り線は 2013 年 5 月から 7 月の 83 日間であった。写真 - 14, 15 は連続化完了後の橋梁全景および橋面全景である。

今後、増加することが予想される同種の PC 橋の補修工事に本稿が役立てば幸甚である。

表 - 2 計測項目と考察

項目 (機器)	着目点	結果の考察
固定用 PC 鋼材の張力 (ロードセル)	地盤の変形の影響、定着部の影響	地盤の変形や定着部の異状は認められず、安定した固定を維持していることを確認した。
	温度変化の影響	固定用 PC 鋼材の温度変化による張力変化は 1 本あたり 1.8kN/℃で、施工管理値に対してきわめて鈍感である。
	4 本の固定用 PC 鋼材の張力の均一性	ほぼ均等であった。
	連続化各イベントにおける張力推移	張力の計測値は構造解析値と整合した。受桁側では切断した既設主鋼棒のプレストレス損失は上下線とも 0%と考えられる。
仮支柱の反力 (ジャッキ油圧)	地盤基礎の変形の影響	地盤基礎の変形は認められず、安定した固定を維持していることを確認した。
	上部工を受ける 2 基のジャッキの反力の均一性	ジャッキ反力はほぼ均等であった。
	連続化各イベントにおける反力推移	反力の計測値は構造解析値と整合した。吊桁側では切断した既設主鋼棒のプレストレス損失は上り線 30%、下り線 15%程度と考えられる。
上部工の変位 (トータルステーション)	上部工の鉛直変位、ねじり変形	構造解析値と整合した。ねじり変形の異常はなし。
	橋軸直角方向変形	異常なし。
	橋軸方向伸縮	連続化後は、温度変化による上部工伸縮中心が橋梁構造の中心に移動した。



写真 - 14 橋梁全景 (2013 年 8 月)



写真 - 15 橋面全景 (2013 年 8 月)

【2013 年 9 月 20 日受付】