

下栢間高架橋の拡幅部の設計

三井住友建設(株)・(株)ピーエス三菱JV 正会員 ○鈴木 良和
 東日本高速道路(株) 関東支社 さいたま工事事務所 村田 賢士
 東日本高速道路(株) 関東支社 さいたま工事事務所 小島 卓也
 三井住友建設(株)・(株)ピーエス三菱JV 正会員 中積 健一

1. はじめに

桶川第2高架橋(PC上部工)工事¹⁾は圏央道の桶川加納ICと白岡菖蒲IC間に位置する総延長3089mの工事である。本橋では、世界で初めてとなるバタフライウェブを用いたリブ付きU形コアセグメントによるスパンバイスパン架設工法を採用し、セグメントの製作・運搬・架設の総数を低減して、架設桁の軽量化と工程短縮を図っている。本工事では、オフランプ橋に接続する下栢間第1高架橋(外回り)とオンランプ橋(別発注)に接続する下栢間第2高架橋(内回り)の一部が拡幅している。拡幅部においてもセグメントの架設桁を用いて工程短縮を図る方針とし、主桁断面構成を選定し、施工方法の検討を行った。本稿では、拡幅部を有する下栢間高架橋の断面構成と設計の概要について報告する。

2. 工事概要

本橋の拡幅部を有する下栢間第1高架橋と第2高架橋の橋梁諸元と全体一般図をそれぞれ表-1、図-1に、標準部の主桁断面図を図-2に示す。また、拡幅部の平面詳細図を図-3に示す。

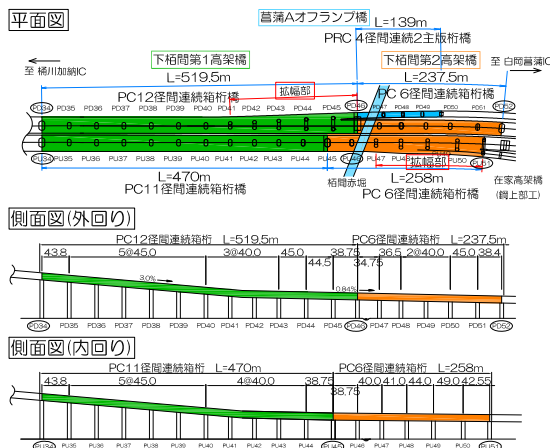


図-1 下栢間高架橋全体一般図

表-1 拡幅橋梁の橋梁諸元

	下栢間第1高架橋 (外回り)	下栢間第2高架橋 (内回り)
構造形式	PC12径間連続箱桁橋	PC6径間連続箱桁橋
橋長	519.5m	258.0m
幅員	10.510m~20.317m	10.510m~18.977m
縦断勾配	2.50%↙	2.50%↙~4.00%↙
横断勾配	3.00%↘~0.84%↘	0.84%↘

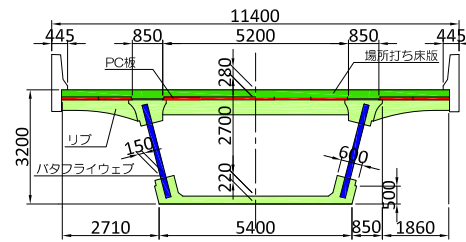


図-2 標準幅員部の断面図

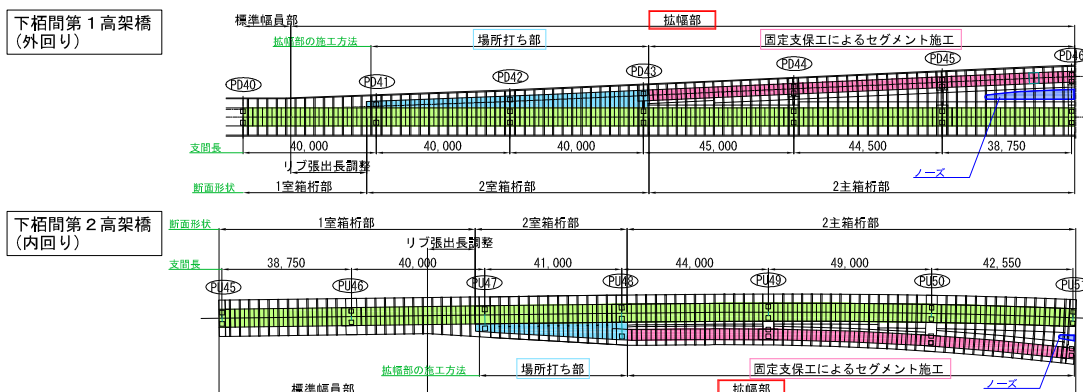


図-3 下栢間高架橋拡幅部の平面詳細図

3. 標準幅員の施工ステップ

本工事は、主桁の軽量化とセグメント製作総数の低減により工程短縮を図る目的で、バタフライウェブを用いたリブ付きU形コアセグメントを採用している。まず、①セグメントの架設・接合および1次ケーブルの緊張→②リブ上に上床版の埋設型枠となるPC板を敷設→③上床版コンクリートの打設および2次ケーブルの緊張→④壁高欄の施工、を行い主桁を完成させる。1次ケーブルはセグメントを自立させ、PC板および床版自重に対して緊張する鋼材であり、2次ケーブルは床版打設後に緊張して上床版にプレストレスを導入し、完成時の後荷重に対応する鋼材である。主桁の施工ステップを図-4に、標準径間の鋼材配置概要図を図-5に示す。

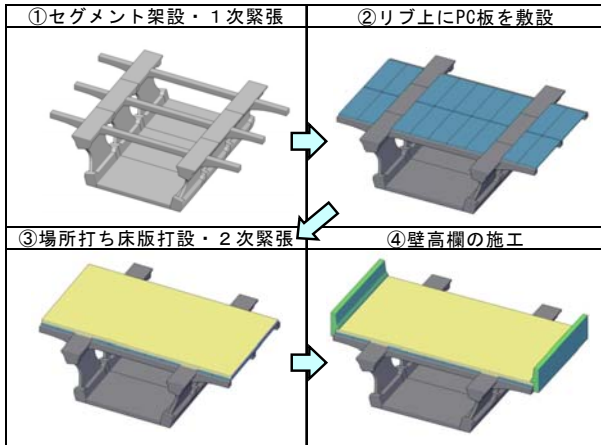


図-4 施工ステップ図

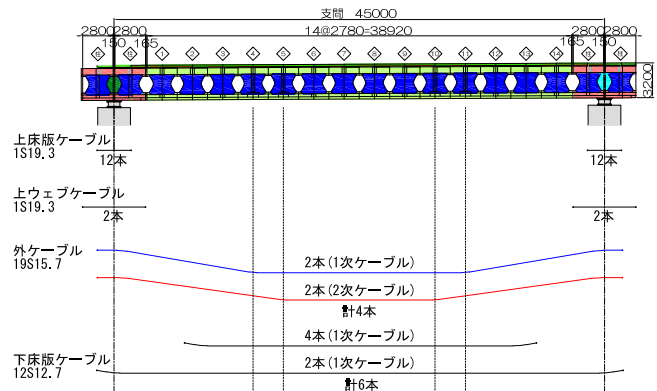


図-5 標準径間の鋼材配置概要図

4. 拡幅部の構造および施工方法の検討

拡幅橋梁は幅員変化に対応して、1室箱桁-2室箱桁-2主箱桁と断面構造を変化させている。図-6に拡幅部の断面図を示す。本橋では拡幅橋梁においても積極的にスパンバイスパン架設桁を使用して工程短縮を図ることとした。施工順序は、本線部を標準部と同様に架設桁にて先行施工し、拡幅部は固定支保工により施工を行ったのち、本線部および拡幅部の上床版を後打ちする順序となる。このように各主桁の構築方法が異なり、開断面の上に上床版を後打ちする方法は初めてである。そこで、上床版構造、柱頭部の施工順序、床版打設ステップによる主桁の挙動などを検討した。

4.1 2主箱桁部

(1) 断面形状

2主箱桁部は、本線部となる親セグメント（以下、親セグ）と拡幅部となる子セグメント（以下、子セグ）および親セグと子セグの間詰め部からなる。親セグは、下床版幅を標準幅員部と同じ幅とし、幅員変化に対して子セグ側のリブ長を調整している。子セグの下床版幅は、路肩側は支承

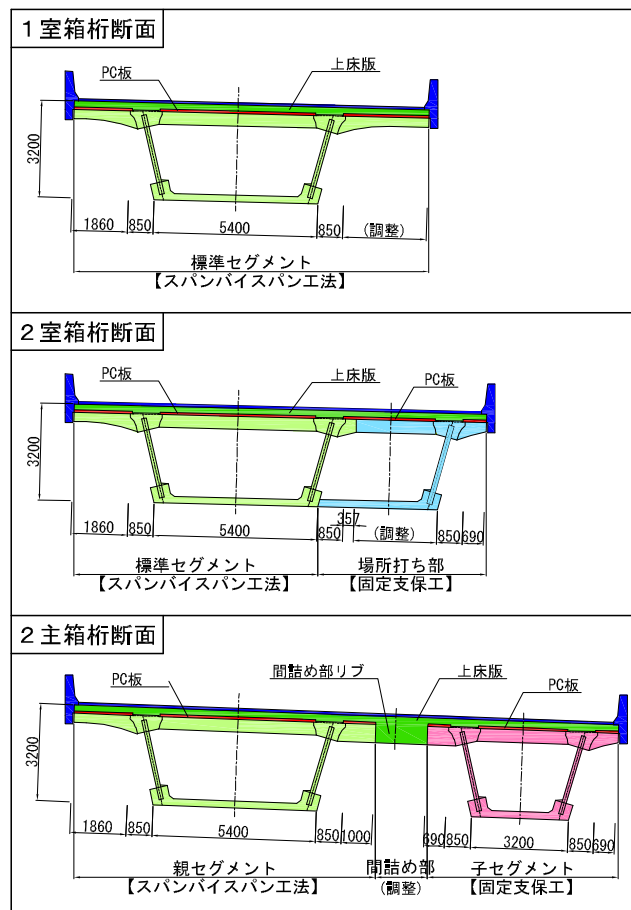


図-6 拡幅部断面図

が子セグ柱頭部セグメント内におさまり、親セグ側は親セグとの遊間が間詰め部の施工が行える500mm程度を確保できる幅とした。セグメントの製作においては、親セグは標準部と同じ製作台を使用し、張出リブの一部の型枠を組み換えた。子セグは標準部の製作台の底板幅とリブ長を短くした型枠に組み替えて対応することにより、セグメント製作の工程短縮を図った。

(2) 間詰め部の構造

間詰め部はセグメント部と同じリブ付き床版構造とし、親セグ・子セグの上床版と同時に間詰め部のリブと上床版を打設する構造とした。これにより、全幅に渡り床版横締め鋼材を配置することが可能となった。なお、間詰め部リブにはリブ横締め鋼材が配置されていないが、FEM解析による床版の検討において、床版横締め鋼材緊張により間詰め部リブにプレストレスが導入されることを確認している。また、親セグ・子セグの2次ケーブル緊張によって間詰め部にも同時にプレストレスを導入することができる。

(3) 柱頭部の施工順序

本橋は工程上、親セグ架設後に子セグを架設する施工順序となる。柱頭部において親セグ・子セグを一体化して施工した場合、子セグの1次ケーブルによるプレストレスは柱頭部を介して親セグが拘束するため、一体化しない場合に対して子セグには約55%のプレストレスしか導入されない。このため、柱頭部は親セグ・子セグを分離した状態で施工し、子セグの1次ケーブルの緊張終了まで一体化しない施工順序とした。柱頭部の一体化は上床版の施工と同時にを行い、親セグ・子セグの各主桁の2次ケーブルの緊張は同時期に行うこととした。なお、子セグの柱頭部も標準部と同じくハーフプレキャスト化している。子セグ柱頭部の施工状況を写真-1に示す。



写真-1 子セグ柱頭部施工状況

(4) 上床版の施工方法

上床版打設前、親セグと子セグの各主桁は独立して自立した状態である。各主桁の剛性が異なることから、間詰め部のリブおよび上床版の型枠はリブから吊る吊り支保工(写真-2)として、たわみ差を吸収させた。これにより、間詰め部上床版の打設荷重は各セグメントのリブが受けもつため、上床版打設時には主桁にねじりモーメントが作用する。上床版打設前はU形の開断面であり、ねじり剛性が小さいため、床版打設時の主桁の挙動をFEM解析にて検討した。



写真-2 間詰め部型枠

1径間分を一括して打設した場合を検討した結果、間詰め部の長さが大きい径間では、主桁のねじり変形が大きくなり、柱頭部近傍のリブに面外変形が生じ、面外の曲げ応力度が制限値を満足しないことが判明した。このため、支間中央のねじり変形を抑える目的で上床版を橋軸方向に2ロットに分ける2段階施工とした(図-7)。まず、柱頭部近傍の1ロットを先行して打設し、柱頭部近傍の主桁のねじり剛性を高めた後、支間中央部の2ロットの打設を行うことにより、柱頭部近傍のリブの面外変形を抑えた。

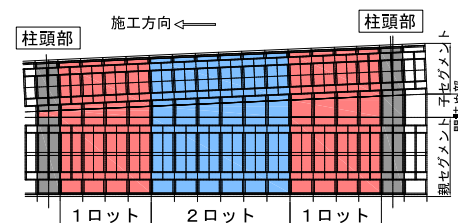


図-7 上床版打設割図

4.2 2室箱桁部

(1) 断面形状

2室箱桁部は、本線部の標準セグメントと拡幅部の場所打ち部からなる。幅員変化には場所打ち部

で対応する。場所打ち部のリブには、セグメントからのリブ横締め鋼材(1S21.8)とカップラーを用いて接続する。上床版は場所打ち部の1次ケーブルを緊張して、支保工解体後、全幅に渡り上床版の打設を行う。

(2) 主桁の曲げの検討

2室箱桁部は2主箱桁部と異なり、セグメントの下床版が支保工上の場所打ちコンクリートで一体化される。このため、場所打ち部の1次ケーブル緊張によるプレストレスは、標準セグメントと場所打ち部の下床版・上ウェブとの合成断面が抵抗するが、図心に対して場所打ち部側に偏心しているため、標準セグメントの左側に -1N/mm^2 程度の引張応力度が作用する。一方、場所打ち部の自重は偏載荷されるため、場所打ち部の右側下縁に -2N/mm^2 程度の引張応力度が作用する。主桁の曲げの検討においては、これらの応力度を考慮して、制限値以内であることを確認した。FEM解析における橋軸方向応力度図を図-8に示す。

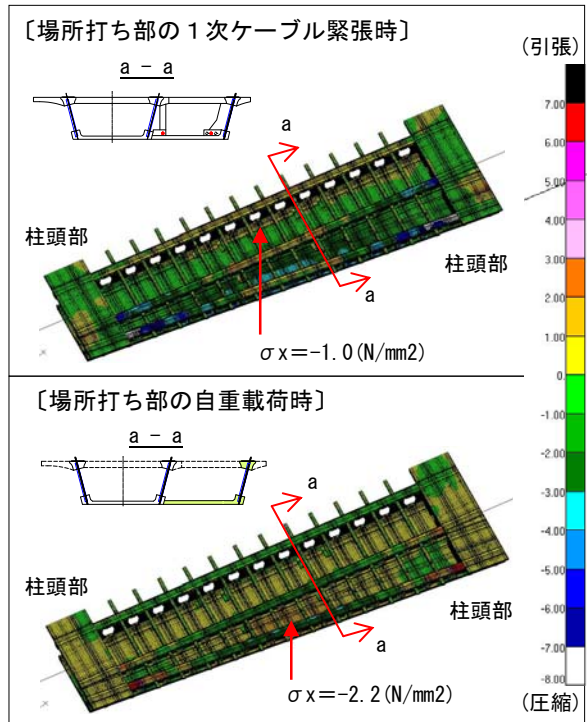


図-8 場所打ち部の橋軸方向応力度図

5 検査路の構造

5.1 2主箱桁部の子セグメント検査径路

子セグは下床版幅が小さく、構造上必要な外ケーブルを桁内に配置すると、検査用通路幅が十分に確保できなかった。また、柱頭部横桁は外ケーブル定着具により人通孔を設置できない状態であった。そこで、子セグの上部工検査路として親セグ側の外側に鋼製検査路を全径間にわたって設置することとした(図-9)。各径間の起終点には本線との渡り構造の検査路を設置し、本線桁内からバタフライウェブ間の開口部を利用して子セグの検査路へ渡れる構造とした。

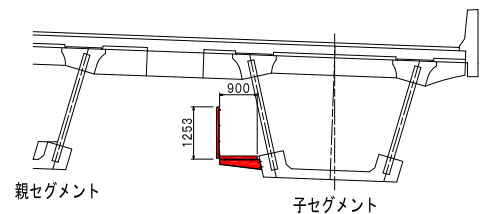


図-9 子セグ上部工検査路

5.2 1室箱桁-2室箱桁部の柱頭部の検査路

1室箱桁と2室箱桁の断面変化箇所となる柱頭部は、1室箱桁側に下床版張出部を設け、外ケーブル定着具点検用のスペースとして利用できる構造とした。図-10に完成図を示す。

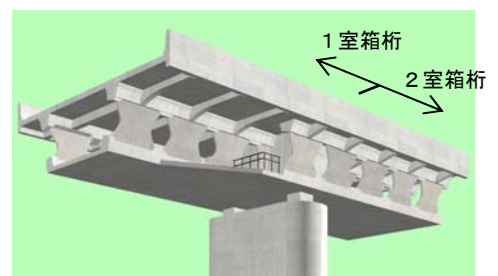


図-10 柱頭部の検査路完成図

6. おわりに

本稿では、下栱間高架橋の拡幅部において、架設桁を利用して急速施工が図れる断面構成の選定および施工方法の検討について述べた。本工事は平成26年5月現在、2主箱桁部は1径間目の子セグを架設完了し、その上床版を施工中である。2室箱桁部は1径間目の標準セグメントの架設が完了し、場所打ち部の支保工を準備中である。拡幅部の施工に関しては、別の機会に報告したいと考えている。本稿が今後の同種橋梁の計画や設計の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 紙永, 村田, 小島, 中積: 桶川第2高架橋の計画・設計, 第23回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 2014.10に掲載予定