

# リブ・ストラット付波形鋼板ウェブ橋の 設計・施工について－桂島高架橋－

和田宣史<sup>1</sup>・大井明<sup>2</sup>・工藤和紀<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本道路公団 高速道路部 高速道路建設第二課（〒100-8979 東京都千代田区霞が関3-3-2新霞が関ビル）

<sup>2</sup>日本道路公団 静岡建設局 静岡工事事務所（〒420-0804 静岡県静岡市竜南1丁目26-20）

第二東名高速道路の静岡IC（仮称）と藤枝岡部IC（仮称）間に建設されている桂島高架橋は、橋長216mのPC4径間連続箱桁橋であり、架橋位置が起伏の大きな山間部で支保工の設置が困難なため、押し出し架設工法を採用した。押し出し架設工法では、架設時に発生する断面力が完成時と異なるため、完成時に不要なPC鋼材が発生する。特に有効幅員16.5mを有する本橋の場合、押し出し時の死荷重が大きいため、多くの不要なPC鋼材が発生する。そのため、本橋では主桁断面にリブ・ストラット付波形鋼板ウェブ構造を、押し出し時にはコア断面方式を採用し荷重の低減を図っている。また、全外ケーブルを採用し、架設時のPC鋼材を完成時に本設への転用を行い、更なる合理化を図っている。

**キーワード** :コア断面押し出し架設工法, 波形鋼板ウェブ, リブ, ストラット, プレキャスト化, コスト縮減, PCケーブルの転用工法

## 1. はじめに

桂島高架橋は、第二東名高速道路の静岡IC（仮称）と藤枝岡部IC（仮称）間の静岡県志太郡岡部町桂島地区に位置するPC4径間連続箱桁橋である（**図-1**）。

架橋位置が起伏の大きな山間部であることから、架設工法としては押し出し工法を採用し、さらに押し出し架設工法の合理性を追求し、コスト縮減を図るため、主桁を分割し、張出し床版のないコア断面による押し出し架設工法を行った。

また、更なる主桁重量の低減を図るため、ウェブを波形鋼板とし、リブ・ストラット付断面による一室箱桁構造を採用した。

本論文は、上記のように押し出し架設工法の省力化及び橋体重量の低減による架設設備の縮小化を図った「コア断面押し出し架設工法によるリブ・ストラット付波形鋼板ウェブ橋」という、これまでに例のない構造を有した桂島高架橋の設計および施工について報告するものである。

## 2. 桂島高架橋の概要

### (1) 橋梁概要

本橋は、橋長 216m（支間長：52.65m+2×54.00m+52.70m）、有効幅員 16.5m のPC4 径間連続波形鋼板



**図-1** 位置図

ウェブ箱桁橋である（**図-2**）。主桁断面（**図-3**）は、リブ・ストラット構造を採用しているため、両側の張出し部と中央の箱桁部で全幅をほぼ3等分した構成となっている。また押し出し時には、中央の箱桁部のみによるコア断面押し出し架設工法を採用しているため、架設時と完成時で異なる断面を有している。

### (2) 波形鋼板ウェブ構造

本橋では、プレストレストコンクリート橋のコンクリートウェブを波形形状に加工した鋼板に置き換えた、波形鋼板ウェブを採用した。この波形鋼板ウ

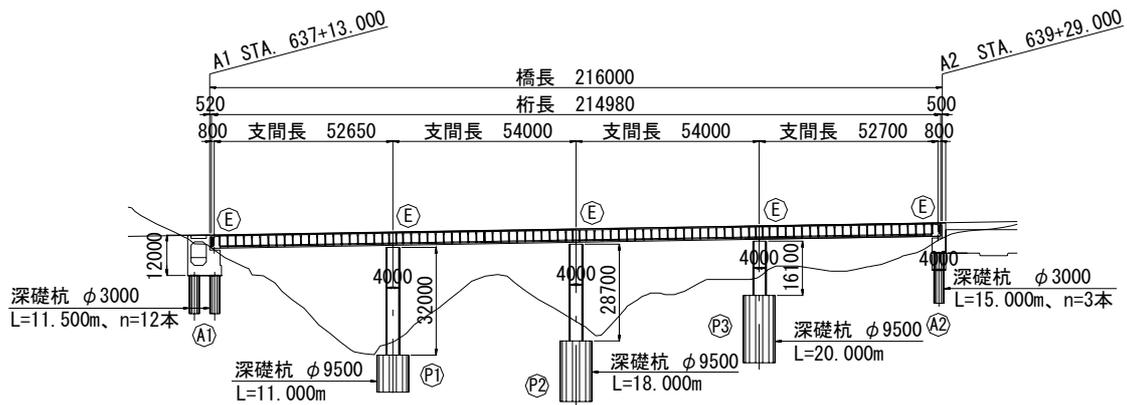


図-2 全体一般図

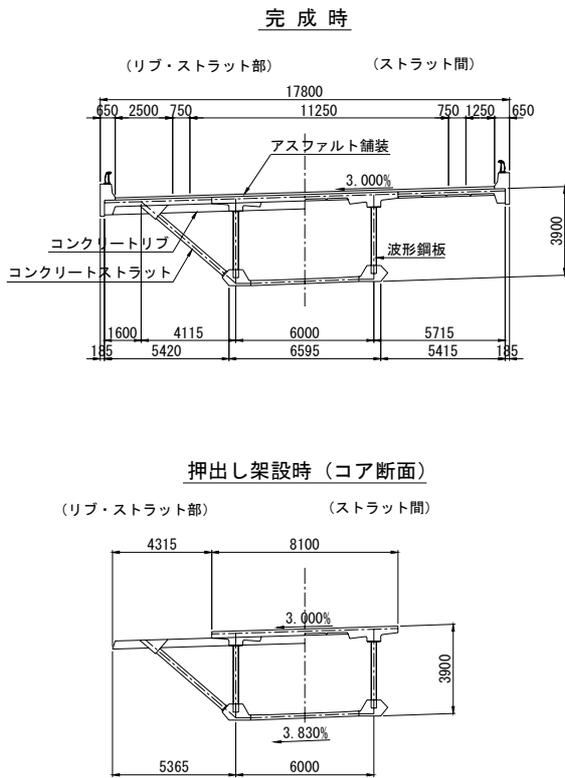


図-3 主桁断面図

ウェブ構造は、以下のような特徴を有している。

#### a) 主桁自重の低減

主桁自重の 10～30%を占めるウェブに波形鋼板を用いることにより、主桁自重が低減され、押し出し設備（手述べ桁、押し出し装置等）の縮小化と架設時に必要な PC 鋼材の低減が可能となる。

#### b) 波形鋼板のアコーディオン効果

軸力に対して波形鋼板ウェブが抵抗しないため、コンクリート上下床版に効率よくプレストレス導入が可能となり、架設時・完成時ともコンクリートウェブ橋に比べて PC 鋼材の低減が可能となる。

#### c) 高いせん断座屈性

鋼板は、波形加工により高いせん断座屈耐力を有

する構造となる。押し出し架設工法では、押し出し時において全断面が支点上を通過するため、大きなせん断力が全区間で発生することになるが、波形鋼板の採用により全区間にわたって高いせん断座屈性能を有効に利用することができる。

#### d) 施工の合理化

コンクリートウェブの場合の鉄筋・PC 鋼材配置およびコンクリート打設等が省略できることから、施工の合理化を図ることが可能となる。特に、押し出し架設工法の場合、1 個所の製作ヤード内で施工できることから、設備等の環境を整えやすくできる。

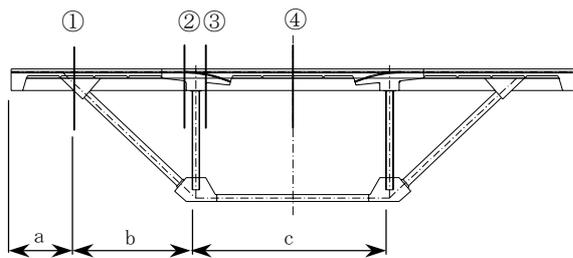
### 3. 桂島高架橋における新技術の採用

#### (1) リブ・ストラット付波形鋼板ウェブ

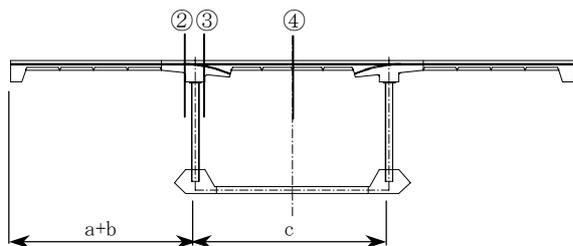
本橋では、従来の波形鋼板ウェブ箱桁橋の上床版を、リブ・ストラットによって支持する構造を採用した。これより、従来よりも張出し床版を長くすることが可能になるとともに、箱断面の底版幅を狭くすることが可能になった。波形鋼板ウェブの採用による重量の低減に加え、主桁断面の縮小化を図ることにより、完成時主桁重量を従来形式の PC 箱桁に比べ、約 30%低減することが可能となった。

この構造を採用するにあたり、横方向の設計としては、床版部の設計のほか、リブおよびストラットの設計を 3 次元ソリッドモデルの FEM 解析を用いて実施した。

ストラット付床版は、張出し長 (a+b) と床版支間長 (c) によって構造特性が大きく異なるため、図-4 に示す検討断面位置 (①～④) での発生応力を考慮し、最適な配置を決定している。また、リブ、ストラットおよび床版部を施工時、死荷重時、設計荷重時での照査を行い、必要な断面およびプレストレス量を決定した。なお、検討の結果、箱断面底版幅を



リブ上の床版検討位置



リブ間の床版検討位置

図-4 リブ・ストラット付床版の検討位置

6.0m, リブ・ストラットの配置間隔を2.4mとした。

### (2) コア断面押し出し架設工法

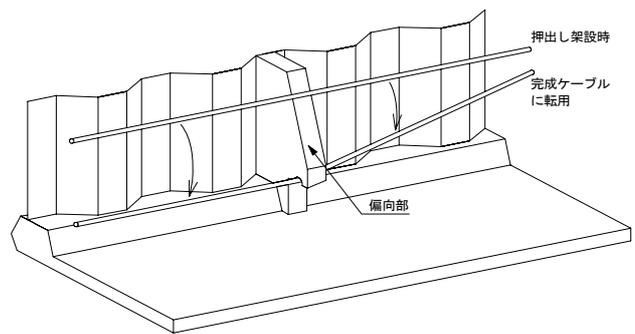
上記のように本橋では、リブ・ストラット構造を採用しているため、張出し床版長が長く、波形鋼板の採用によるウェブ重量の低減により、張出し床版部重量の全体重量に占める割合が大きくなっている。そこで本橋では、架設時の施工時に不要な張出し床版部を除いたコア断面(=主桁断面(図-3))を構成する中央部)による押し出し架設工法を採用した。

本工法を用いることにより、PC箱桁を全断面にて押し出し架設を行う場合と比較して、架設時の主桁重量を約50%低減することを可能にした。この結果、製作ヤード設備、手延べ桁および押し出し用ジャッキなどの設備費を低減させるとともに、押し出し時に必要なPC鋼材量も大幅に低減でき、経済性の向上を図ることが可能となった。

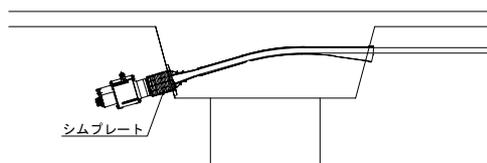
なお、これまでコア断面方式の有効性が確認されながらも採用されていない理由としては、後施工となる張出し床版部の施工が難しいことにある。本橋では、リブ・ストラットを押し出し架設時にあらかじめ架設し、PC板を埋設型わくとして張出し床版部の施工に採用することによりこの点を解消した。

### (3) 架設ケーブルから完成ケーブルへの転用工法

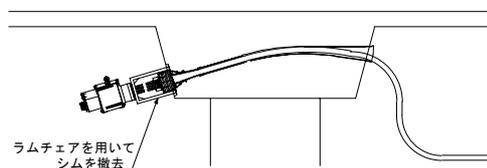
本橋では、架設時・完成時とも全外ケーブル方式を採用、主ケーブルを可能な限り経済的に使用する



STEP-1: 押し出し架設時



STEP-2: 押し出し完了後、緊張力解放



STEP-3: 完成時緊張

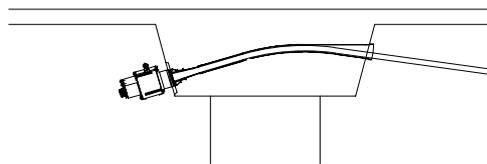


図-5 架設ケーブルの完成ケーブルへの転用要領

ことを目的とした新しいケーブルの配置方法を採用した。

従来の押し出し工法では、架設ケーブルと完成ケーブルがトータルで軸心配置となるように上下対称に偏向させ、完成時に不要となる架設用の仮設ケーブルと押し出し完了後に撤去し、完成時に不足する分の完成ケーブルを新たな鋼材として、追加配置を行っていた。この場合の課題は、撤去したPC鋼材が品質管理上の問題から転用することが難しいこと、横桁に埋込み配置した架設ケーブルの定着体が再利用できないことなどが挙げられる。

そのため、本橋では、従来工法における架設ケーブルを直線配置として上下に分けて配置し、このうち、上側の直線配置ケーブルを押し出し架設完了後に緊張力を解放して、支間中央部ではそのまま下側に偏向配置することとした。

架設ケーブルから完成ケーブルへの転用要領を図-5に示す。転用ケーブルの偏向部は、サドル形式と

し、緊張力解放後、ケーブルを下げるだけで偏向サドル部に配置可能な形状とした。また、ケーブルの定着間距離は架設時より完成時の方が長くなるため、架設時において定着間内に配置されないよう、架設時の定着部にシムプレートを設置することにより対処している。

#### 4. 桂島高架橋の施工

本橋の施工にあたっては、品質の向上と施工工程の短縮を図るため、工場製作部材の採用および部材のプレキャスト化を積極的に行っている。以下に、リブ、ストラットのプレキャスト部材の製作から張出し床版部の施工までの流れを示す。

##### (1) リブ、ストラットの製作

リブおよびストラットは、プレキャスト部材としてPC工場で製作した。

リブには、ストラットとの接合部を設けた。この接合部の両端付近は突起形状を有しているため、蒸気養生時の鋼製型わくの伸縮によるひび割れの発生が懸念された。そこで、蒸気養生時の温度上昇および下降時間を調整するとともに、鋼製型わくに目地を設け、鋼製型わくの温度伸縮によるひび割れの抑制を図った。

ストラットについても、リブと同様PC工場で製作した。ストラットはRC部材であり、コンクリートのはく落防止を目的として、ビニロン繊維を混入したファイバーコンクリートを採用した。

##### (2) 下床版プレキャスト部の製作

下床版プレキャスト部とは、波形鋼板と下床版とを接合した部材であり、①主桁製作工程の短縮、②波形鋼板の架設精度の向上をめざし、主桁製作ヤードとは別のヤードで製作することとした（写真-1）。この部分は、押出しジャッキからの支圧を直接受ける部位であるため、使用するコンクリートは60N/mm<sup>2</sup>の高強度コンクリートとしているが、上記のように別ヤードで施工することにより確実な施工を図ることが可能となる。

また、波形鋼板は現場溶接の省力化を図るため、運搬が可能な最大寸法として最大パネル長を11.9m、割付から標準パネル長を9.6mとした。

##### (3) 下床版プレキャスト部の架設

下床版プレキャスト部は、下床版プレキャスト部製作ヤードから主桁製作ヤードへトレーラーで運搬



写真-1 主桁, 下床版プレキャスト部製作ヤード



写真-2 リブの架設

し、100t 吊りクローラクレーンを用いて架設した。このように下床版プレキャスト部を先行して架設することにより、波形鋼板の支持架台の省略および下床版の施工とリブ・ストラット架設の並行作業による工程短縮を可能とした。

##### (4) リブ、ストラットの架設

下床版プレキャスト部を主桁製作ヤードに、所定の1支間分設置した後、先行してリブの設置を行った（写真-2）。ストラットの設置は、下からの支持架台を設けずに、リブから吊り金具で固定することにより行った。リブとストラットの接合部は鉄筋によるループ継手を採用し、無収縮モルタルを注入して接合した。この接合の表面には、はく落防止としてSAMシート（アラミド3軸メッシュ）を配置している。

##### (5) 床版部の施工

床版部は、主桁製作ヤードにて施工するコア部の



写真-3 PC板の敷設

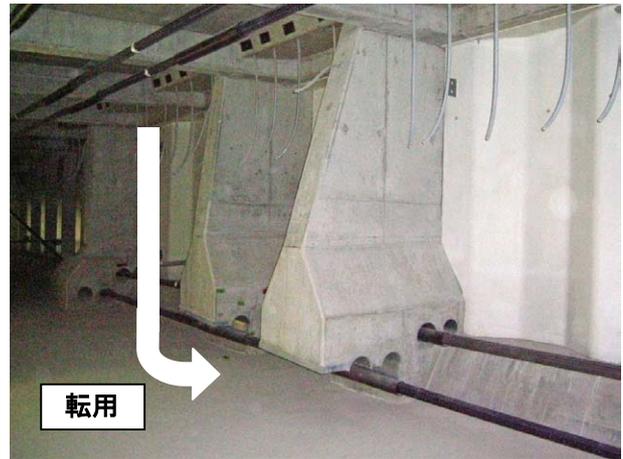


写真-5 転用外ケーブル偏向部 (転用前)

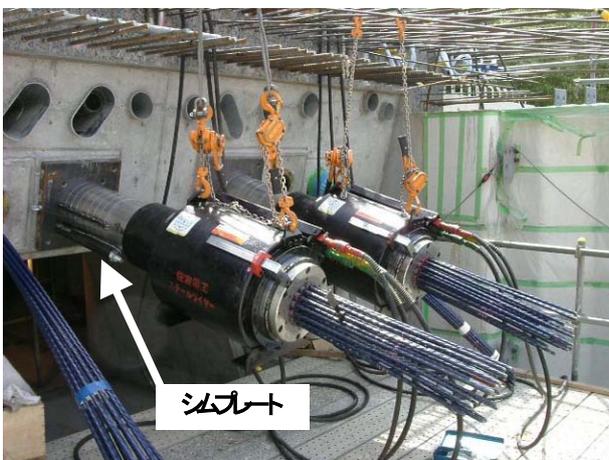


写真-4 転用外ケーブルの施工



写真-6 転用外ケーブル偏向部 (転用後)

上下床版と、押し出し施工完了後に製作する張出し部の床版とに分割して施工した。下床版プレキャスト部間の下床版は主桁製作ヤード上の製作台上にて場所打ち施工を行っているが、上床版はコア部、張出し部ともにリブ上にPC板を敷設し(写真-3)、その上に鉄筋、PC鋼材を組み立て、コンクリートを打設する合成床版構造として施工を行った。なお、押し出し完了後に施工する張出し部のPC板の敷設は、先行して施工したコア断面上面(幅約8m)を利用したクレーン作業で行った。

#### (6) 外ケーブルの施工

外ケーブルのうち架設時から完成時に転用するケーブルは、定着部にシムプレートを配置し、架設時としての緊張定着を行った(写真-4)。また、同ケーブルの横桁部に配置される定着部偏向管は、架設時から完成時へ変化するケーブル形状に対応するため、縦長の楕円形状とし、支間中央付近の偏向部は、完成時のケーブル形状に容易に配置替えが可能なサド



写真-7 張出し床版施工完了

ル形式を採用した。架設時のケーブル配置状況を写真-5に転用後の状況を写真-6に示す。なお、架設完了後に追加するケーブルの緊張は、床版を含めた主桁全体にプレストレスを導入するため、張出し床版施工後に施工を行う。

桂島高架橋全体工程表

	H15					H16												H17					
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
リブ・ストラットの製作																							
PC板の製作																							
波形鋼板の製作																							
下床版プレキャスト部の製作																							
主桁の製作																							
主桁の架設(押し出し施工)																							
支承の設置																							
転用ケーブルの施工																							
張出部床版の施工																							
完成ケーブルの施工																							
橋面工																							
橋台部																							
橋梁付属物の施工																							
全体																							

図-6 全体工程

(7) 押し出し施工

押し出し施工は、4 径間の主桁を 1 径間ずつ 4 ブロックに分割して製作し、1 径間 (54m) ごと押し出す方法で行った。押し出し設備は ARC 工法 (Active Reaction Control System) を採用し、分散方式の飯力管理を行った。この工法は、従来の工法では困難とされていた水平移動中の反力管理を、スライドジャッキ上に鉛直ジャッキを配置することにより、容易にかつ確実に行うことができるものである。

5. 桂島高架橋の全体工程

本橋の施工にあたっては、新しい技術を多く取り入れているため、1 サイクル目は多少時間を要しているが、その後においては、ノウハウの蓄積により順調に施工を行うことが可能となり、工期短縮を図ることができた (図-6)。

6. おわりに

桂島高架橋は、「リブ・ストラット付波形鋼板ウェブ箱桁橋」というこれまでに例のない構造を採用したことに併せ、コア断面による押し出し架設工法や架設ケーブルから完成ケーブルへの転用工法等新しい技術を採用した。

これにより、品質・安全性を確保しつつ、従来の PC 箱桁形式に比べ、約 5% のコスト削減を達成できる見込みとなっている。

参考文献

1) 諸橋明, 青木圭一, 和田宣史, 中村収志: 桂島高架橋の計画, 第 13 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, pp. 389-392, 2004.  
 2) 青木圭一, 和田宣史, 松本和也, 中村収志: 桂島高架橋の設計と施工, 橋梁と基礎, vol. 39, pp. 13-20, 2005. 1