

論文・報告

新東名 やとがわ 谷津川橋下り線の設計と施工

Design and Construction of Yatogawa Bridge

今井 平佳 *1
Hirayoshi IMAI

石原 英夫 *2
Hideo ISHIHARA

狩野 兼義 *3
Kaneyoshi KANOU

村上 賢二 *4
Kenji MURAKAMI

吉松 秀和 *5
Hidekazu YOSHIMATSU

杉山 貴昭 *6
Takaaki SUGIYAMA

谷津川橋は、新東名高速道路の沼津SA～御殿場JCT間に位置する波形鋼板ウェブとストラット付き床版を有する複合PC橋である。橋梁の規模は、最大支間 131.5mの5 径間連続箱桁橋である。本橋の施工に際しては、経済性、品質の向上、施工性、景観性に関する検討をしており、上り線を先行施工し、後施工である下り線で更なる改善を行っている。本稿は、これらの検討事項に関する詳細について報告するものである。

キーワード：経済性、品質の向上、施工性、景観性

はじめに

谷津川橋下り線は、新東名高速道路の沼津 SA～御殿場 JCT 間に位置し、裾野市千福地内に架かる橋梁である。本橋梁は、橋長 406.0m、最大支間 131.5m で 5 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋である。新東名で開発された技術を取り入れ、経済性、品質の向上、施工性、景観性を考慮し建設されている。写真 1 に架設時の状況、写真 2 に完成写真を示す。

1. 橋梁概要

路線名：高速自動車国道 第二東海自動車道
横浜名古屋線（第1種第1級A規格）
工事名：谷津川橋（PC 上部工）下り線工事
工期：2007年3月～2011年3月
（上部工施工期間、詳細設計を含む）

工事箇所：静岡県裾野市千福地内

橋梁形式：PC5 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋

橋長：406.000m

有効幅員：16.500m

支間長：34.8+81.0+131.5+95.5+60.8m

平面線形：R=4 000m

最大脚高：44.000m

図 1 に橋梁一般図を、図 2 に断面図を示す。



写真 1 架設状況



写真 2 完成全景

*1 川田建設㈱ 東日本統括支店 事業推進部 次長
*2 川田建設㈱ 東日本統括支店 事業推進部 部長
*3 川田建設㈱ 東日本統括支店 事業推進部 工事課 総括工事長

*4 川田建設㈱ 東日本統括支店 事業推進部 技術課 課長
*5 川田建設㈱ 技術部 技術課 係長
*6 川田建設㈱ 東日本統括支店 事業推進部 工事課

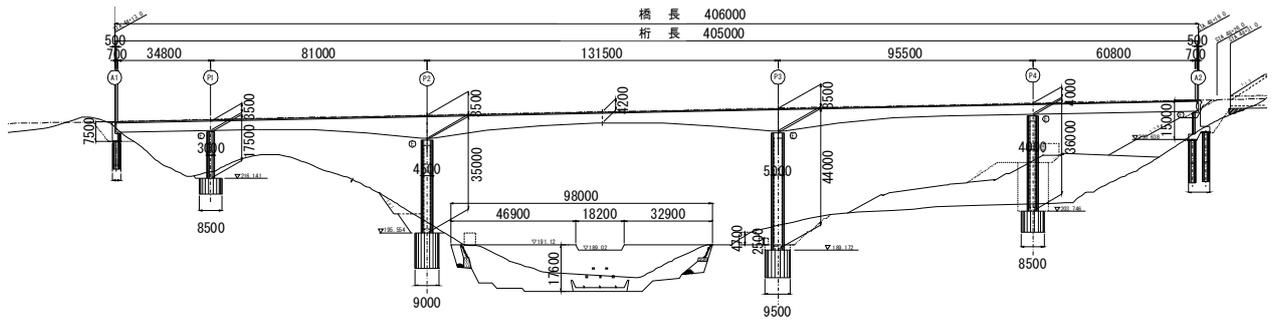


図1 橋梁一般図

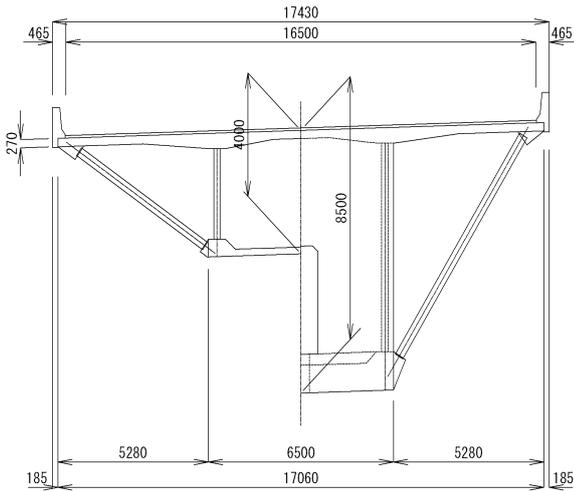


図2 断面図

2. 検討概要

本橋は、以下に示す経済性、品質の向上、施工性、景観性について検討し改善を行った。

(1) 経済性

- ・ウェブに波形鋼板を用いた鋼とコンクリートの複合PC橋である
- ・RCストラットを配置して張出し床版を支持する構造は、主桁の底版幅を小さくでき、桁自重の軽減が図れるとともに、下部工構造寸法を小さくできる。また、下床版のストラット接合部を突起形式とすることにより数量の軽減となる。
- ・コスト縮減、地震時の橋脚への負担軽減などを目的として、全支点で免震支承（超高減衰積層ゴム支承）により支持された連続桁形式である。

(2) 品質の向上

- ・主方向のPC鋼材は、内外ケーブル併用とし、外ケーブル（19S15.2）には、防錆・維持管理を考慮して亜鉛メッキマルチPC鋼より線を使用している。
- ・ストラットはRC部材としJIS工場で作成すると共に、JISの基準に則り、曲げ耐力試験を行い、所定の要求性

能を満足していることを確認し、品質管理手法を提案している。

- ・ストラットに支持された床版は、橋軸方向に発生する曲げモーメントおよび張出し床版先端の目開きを防止のためエッジビームにPC鋼材を配置している。

(3) 施工性

- ・亜鉛メッキマルチPC鋼より線を使用することにより、鋼材挿入日数および箱内支保工の削減を図っており、今後の更なる施工性の向上を可能にしている。
- ・内ケーブルの防食に使用するグラウト混和剤に、超低粘性グラウト混和剤を使用することにより、閉塞トラブルの軽減、注入効率の向上を図り、グラウト施工マニュアルを作成した。
- ・主桁片持張出し架設は、波形鋼板ウェブ対応の大型移動作業車（下り線：容量4,000kNm）を用い、ストラット間隔およびブロック長を4.000mのみとして単純化し、1サイクル工程の短縮を図っている。
- ・下床版と波形鋼板の接合は、コンクリートの充填性の高い埋め込み接合とした。上床版と波形鋼板の接合には、孔あき鋼板ジベルを2枚配置したツインパーフォボンドリブ接合を採用している。

(4) 景観性

景観に配慮して桁高変化を二次曲線とし、下床版位置にストラットを取り付け幾何学的な変化のある外観とした。

3. 改善項目

(1) 経済性

本橋は、コスト縮減、地震時の橋脚への負担軽減などを目的として、全支点で免震支承（超高減衰積層ゴム支承）により支持された連続桁形式である。

主桁断面は波形鋼板とストラット構造とし、ストラットの取付位置や構造ディテールを工夫することにより、有効幅員が同じ橋梁と上部工重量を比較すると、新東名建設初期の1室箱桁断面に比べ約65%、コンクリートウェブストラット断面に比べ約75%、波形ウェブリブ付き床版

断面に比べ 90%に軽量化が図れ、より洗練された構造形式となっている。

中間支点の支承は最大反力が 17,000kN と大きいため、ゴム支承 (1070×1920×392) を 2 個で 1 基の支承としている。また、橋台部の支承は、反力に対し移動量が大きいいため、ポストスライド工法を採用することにより、コンパクト化 (支承厚を 55%) してコストダウンを図っている。これら免震支承による連続桁形式の採用により 20%の橋脚寸法のコンパクト化が図れた (写真 3, 4)。



写真 3 超高減衰積層ゴム支承の設置状況



写真 4 超高減衰積層ゴム支承の設置状況

(2) 品質の向上

①RC ストラットの採用

新東名の建設初期のストラットは、鋼管や FRP 管を使用していたが、近年では経済性の観点から RC ストラットを使用する機会が多くなった (写真 5)。

RC ストラットの要求性能が定められていないため、要求される耐力と品質管理方法が決められていなかった。そのため、品質管理や景観に対する精度の観点から、RC ストラットを工場製作とし、JIS 工場で作ることとした。また、RC ストラットは、JIS の基準に則り、曲げ耐力試験を行い、所定の要求性能を設定し、設計および品



写真 5 RC ストラット



写真 6 RC ストラット耐力試験状況

質管理手法を提案した (写真 6)。

②エッジビーム構造の採用

床版はエッジビームを介してストラットにより支持しており、橋軸方向にも曲げモーメントが発生するためエッジビームにプレグラウト PC 鋼材を配置した (図 3)。

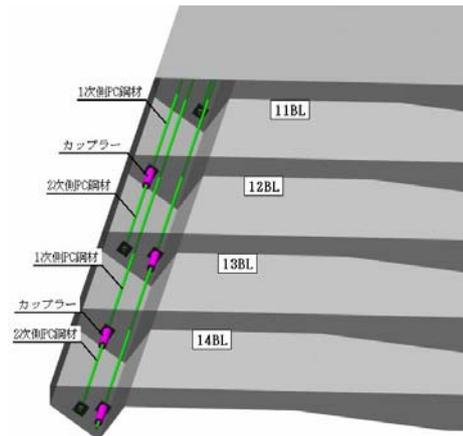


図 3 エッジビーム鋼材配置

また、エッジビームに PC 鋼材を配置することで、ブロック目地部でのシアーラグの影響による張出し床版先端の目開きを防止する役割を担っている。

エッジビーム鋼材の配置は、解析などを行い配置本数の優位性や定着付近の応力伝達の有効性が確認されたためカップラー接続 (写真 7) を採用した。



写真7 プレグラウト鋼材接続具

施工にあたっては、応力測定や実際の施工性を比較検証することにより、カップラー接続の優位性を検証することができた。また、カップラーシースはプラスチック製とし、その空間はプレグラウト樹脂で充填することにより、施工性や耐久性の向上を図っている（写真8）。



写真8 カップラーシース配置状況

なお主鋼材の緊張力分布やカップラー接続による応力の抜けなどをFEM解析や応力計測を行い（図4）、次のことを確認した。

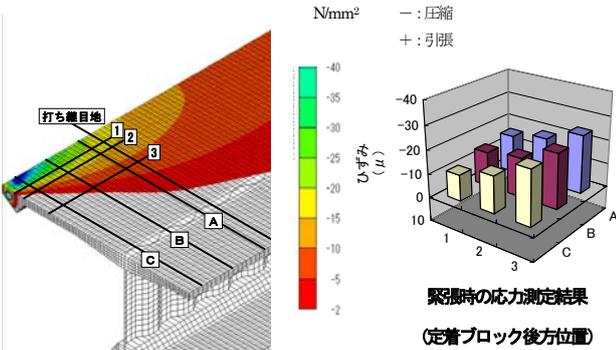


図4 エッジビーム鋼材の影響範囲

- ・主鋼材はその定着しているブロック目地の張り出し床版先端には、有効でない。
- ・エッジビーム鋼材は、その定着しているブロック目地の張り出し床版先端には、有効である。
- ・エッジビーム鋼材を接続具から引き越しても既設ブロックでの張力ロスが生じない。

(3) 施工性

① 亜鉛メッキマルチ PC 鋼より線の採用



写真9 亜鉛メッキマルチ PC 鋼材

外ケーブルには、防食性の向上と施工性の向上を目指して工場製作のメッキマルチ PC 鋼材を使用している（写真9）。メッキマルチ PC 鋼材を適用することで、グラウト式外ケーブルに比べて次のようなメリットがある。

- ・一括引き込みおよびグラウト作業省略により、省力化、工期短縮が可能
- ・長尺の保護管の接続、設置作業の省略
- ・ケーブル自重の軽減
- ・製造時から保管、架設、供用に至る全期間の防食が可能

また、亜鉛メッキマルチ PC 鋼材は、外套管としてポリエチレン管を使用しており、亜鉛メッキの減少量の程度を確認するため、箱桁内に保管したサンプルにより劣化の程度を確認できるようにした（写真10）。



写真10 劣化確認サンプル

エポキシ被覆 PC 鋼材に比べ、プレファブ PC 鋼材であるため PC 鋼材抜き櫓が不要になり、外套管のポリエチレンシースの表面硬度が高く挿入時の PC 鋼材養生設備が簡素化されるため、施工性が向上され挿入作業日数が半減した（写真11～13）。

このため材料費はコスト増となるが、施工費がコスト減となるため、外ケーブルトータルとしての費用は、エポキシ樹脂被覆鋼材と同等になり、今後の需要を考えると更にコスト削減が図れると考えられる。



写真 11 垂鉛メッキマルチ PC 鋼材挿入状況



写真 12 垂鉛メッキマルチ PC 鋼材挿入状況



写真 13 垂鉛メッキマルチ PC 鋼材挿入状況

②超低粘性グラウトの採用

内ケーブルの防食に使用するグラウト混和剤に、超低粘性グラウト混和剤（ハイジェクターAD-1）を使用している。従来の PC グラウトに比べ粘性が低いことにより、狭い間隙やロングスパンへの充填がスムーズに行えるうえ、注入作業時における閉塞トラブルなども軽減される。そのため、練混ぜプラントを移設しなくても長距離圧送が可能のため、注入効率の向上が期待でき、グラウト充

填中も常に低圧で安全である。また、超低粘性であっても材料分離抵抗性に優れ、安定した高い圧縮強度が得られる。

超低粘性グラウト混和剤の採用に当たって、事前に混和剤メーカーでの材料試験などの確認試験を行い、フロー値、空げき率、およびブリージングの有無を確認した。その後、実物大でのグラウト注入試験を行い、グラウトの特性および充填性の確認を行った（写真 14）。グラウト試験の結果、最大注入距離を 58m とした場合、高粘性タイプで最大注入圧が 1.3MPa に対して、超低粘性タイプで 0.1MPa であったため、注入距離を 60m としても注入可能であると判断した。これらの材料試験と注入試験の結果を踏まえ、超低粘性グラウト施工マニュアルにまとめることとした。また、グラウトの充填状況は非破壊検査により確認を行った（写真 15）。



写真 14 グラウト注入試験状況



写真 15 グラウト充填非破壊検査状況

③大型移動作業車の採用

張出し架設は、波形鋼板ウェブ対応の大型移動作業車（容量 4,000kNm）を用いて行った。

この移動作業車は、揚程（機械高）を大きくしているため、移動作業車の吊り装置により波形鋼板およびストラットの架設が容易となっている（写真 16, 17）。また、容量が大きいため、ストラット間隔およびブロック長を 4.0m のみとして単純化し、1 サイクル工程の短縮を図っ

た(図5)。その結果、張出ブロック数も16ブロックから14ブロックへと減少し、1橋脚当たり40日の工期短縮となり、80日の工期短縮が図れた。



写真16 波形鋼板架設状況



写真17 ストラット架設状況

線の形状に合わせ、全体的に伸びやかな印象を与える橋梁にしたいと考えた。そこで、下床版の形状を、二次曲線、直線や放物線などの検討を行った。波形と下床版との接合方法を埋め込みタイプとしたことやストラット設置方法の工夫により二次曲線変化させても施工可能であり、コスト増も無いと判断できたため、上記に記載したとおり、景観に配慮して桁高変化を二次曲線変化とした。また、ストラットは取付位置を下床版とし、長さや角度を変化させているが、施工精度を高めるため、上述したとおりプレキャスト製品としている。

4. おわりに

本報告は、新東名建設において開発されたいくつかの新技术を取り入れた橋梁の施工方法について紹介した。

本工事が同種工事を施工する上での参考となれば幸いである。なお、2011年3月に無事竣工し、本年度のPC技術協会作品賞を受賞することができた。完成写真を(写真18)に示す。



写真18 完成写真

張出施工 サイクル工程 (下り線)

工程	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
コンクリート打設		■												
脱枠・端面処理			■											
養生				■										
主ケーブル挿入					■									
横締めケーブル緊張						■								
主ケーブル緊張							■							
脱枠・トラベラー移動								■						
型枠セット(底版・側枠)									■					
グラウト注入										■				
波形鋼板配置											■			
波形鋼板塗装												■		
ストラット配置													■	
型枠組立(下床版)														■
鉄筋組立(下床版)														
型枠組立(上床版)														
上床版鉄筋組立														
PC組立(主ケーブル・横締め)														

■ 1号機
■ 2号機

図5 サイクル工程

(3) 景観性

橋梁の背後に富士山を望み(写真1)、支間長が130m超と長く、橋脚高さも45m程度と高いため、富士山の稜

最後に本工事に際し、ご指導・ご協力をいただいた多くの関係者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 吉松秀和, 今井平佳, 稲葉尚文, 矢吹太一: エッジビームに配置されたシアラゲ鋼材のプレストレス計測, 第19回プレストレスコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.129~132, 2010.10.
- 2) 今井平佳, 吉松秀和, 稲葉尚文, 矢吹太一, 葛野敦: エッジビームに配置されたシアラゲ鋼材のプレストレス計測, 土木学会第66回年次学術講演会, V-098, pp195~196, 2011.9.
- 3) 今井平佳, 稲葉尚文, 矢吹太一, 立神久雄: 谷津川橋(上り線・下り線)の設計・施工, プレストレストコンクリート, Vol153, No5, pp.20~27, 2011.