

宮ヶ島高架橋の設計施工報告

オリエンタル建設(株)昭和コンクリート工業(株)JV 正会員 ○佐藤 成禎
 中日本高速道路(株) 伊藤 義道
 オリエンタル建設(株)昭和コンクリート工業(株)JV 正会員 三瀬あゆこ
 オリエンタル建設(株)昭和コンクリート工業(株)JV 正会員 西澤健太郎

1. はじめに

第二東名高速道路の宮ヶ島高架橋(下り線)は、静岡県掛川市に位置する橋長1432.0m、最大支間101.5mを有するP R C23 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋である。公共構造物へのコスト意識がより注目される中、橋梁では新しい知見の導入促進と要求性能に応じた最適な設計によるコスト削減が求められている。本稿は宮ヶ島高架橋におけるコスト削減への取り組みを中心にその設計・施工概要を述べるものである。

2. 橋梁概要

本橋の工事概要を以下に示す。また、全体一般図を図-1 に示す。

構造形式：P R C23 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋

橋 長：1432.0(m)

支 間 長：51.2+7@53.0+54.0+85.0+53.0+3@52.0+58.5+60.0+101.5+2@80.0+62.0+94.0+65.0+57.2 (m)

有効幅員：16.500(m)

平面線形：R=∞～9,991(m)

縦断線形：0.519(%) → ~ 2.00(%) →

横断勾配：2.50%

斜 角：90°

施工方法：固定支保工，張出し架設工

発注者：中日本高速道路(株) 横浜支社 掛川工事事務所

施工者：オリエンタル建設(株)・昭和コンクリート工業(株) 特定建設工事共同企業体

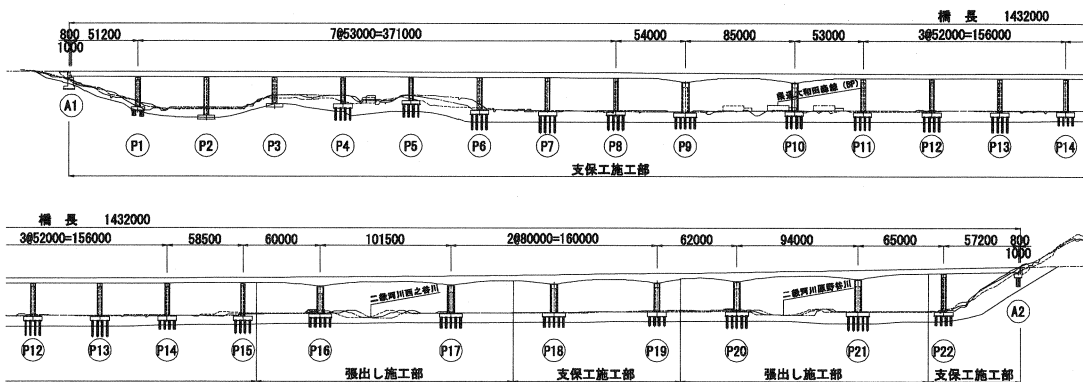


図-1 全体一般図

3. 設計概要

図-2に主桁断面形状を示す。構造形式はP R C 23 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋である。本橋ではノージョイント化が図られ連続桁で計画し、耐震性向上の観点より免震構造が採用されている。

4. 配置ケーブルの検討

基本設計では架設ケーブル以外は全て外ケーブル構造となっていたが、詳細設計では経済比較より内外併用方式を採用し、支保工施工部の上下床版、張出し施工部の下床版にも内ケーブルを配置した。経済比較は各構造における主要材料を算出して材料・工費ベースで比較している。表-1に比較項目および経済比率を示す。

架設ケーブル以外の内ケーブルは 1S28.6 プレグラウト鋼材を標準とした。これは緊張力が小さい鋼材を使用することで適切な箇所に適切な長さおよび本数を配置でき経済的に優れること、またプレグラウトタイプを使用することで箱桁内の外ケーブル直下に配置された内ケーブルのグラウト非破壊検査¹⁾を省略する目的も兼ねている。ただし、内ケーブルの配置がブロックを跨ぐ張出し施工部ではプレグラウトケーブルが使用できないことから、ケーブルを後挿入できるグラウトタイプの 12S15.2 とした。この場合には、外ケーブルがグラウト非破壊検査の際に機器等の設置の妨げにならないよう下床版内ケーブル上面のスペース確保に留意した。図-3にケーブル配置の例を示す。

5. 波形鋼板ウェブの設計

表-2に本橋における板厚と使用材質の一覧を示す。最小板厚は9mmとし、冷間曲げ加工の規定および道路橋示方書II鋼橋編による鋼種選定より使用する板厚と材質を決定した。板厚配置は1mm単位で照査し、さらに板厚が9mmの鋼板についてはせん断応力度に応じて SM490YA, SM490, SM400 の3種類の材質を使い分けることで無駄のない板厚配置を行った。

波形鋼板の設計に関し、終局時には鋼板のせん断降伏と局部、全体座屈およびその連成からなる連成座屈が想定されることから、終局限界状態の検討ではこれらに対する照査を行っている。ただし、これまでの設計事例では、図-4に示す座屈強度曲線において、局部座屈および全体座屈の両者に対するせん断座屈強度 τ_{cr} がせん断降伏強度 τ_y を下回らないようにせん断座屈パラメータ λ_s が 0.6 以下となる鋼板の材質・板厚・形状を設定し、連成座屈に対する照査を省略する場合が多い²⁾。しかしながら、想定される座屈モードの中で最小のせん断座屈強度となる連成座屈強度の評価は、せん断座屈パラメータが 0.6 前後では安全側の耐力を与えることが確認されていること、また鋼材量削減の観点より非弾性域の一部までを適用したことから、本橋では連成座屈による照査を省略せずに行った。

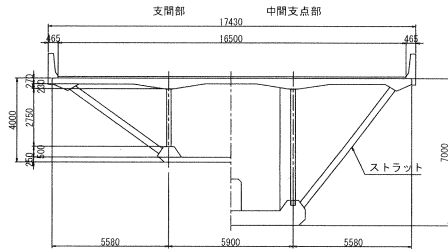


図-2 主桁断面図

表-1 配置ケーブルの経済比較

| 比較項目 | 構造形式 | 外ケーブル構造 | 内外ケーブル併用 |
|---------------|------------------------------|---------|----------|
| 数量 | CON[主桁・突起] (m ³) | 10,824 | 10,902 |
| | 19S15.2 (外) 鋼材重量 (kg) | 137,497 | 98,234 |
| | 27S15.2 (外) 鋼材重量 (kg) | 397,659 | 333,950 |
| | 12S15.2 (内) 鋼材重量 (kg) | 71,577 | 71,577 |
| | 1S28.6 (内) 鋼材重量 (kg) | 4,244 | 61,566 |
| | 波形鋼板 (t) | 711 | 726 |
| 経済比率 (材工費で検討) | | 1.000 | 0.977 |

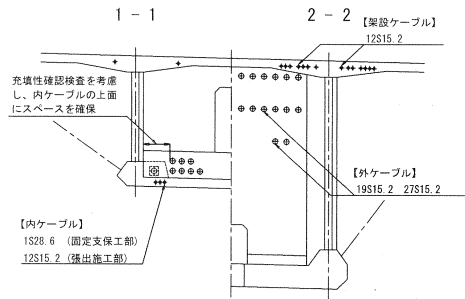


図-3 ケーブル配置例 (断面図)

表-2 波形鋼板の配置板厚および材質

| 板厚 | 材質 |
|------------|---------|
| 11~19 (mm) | SM490YB |
| 10 (mm) | SM490YA |
| 9 (mm) | SM490YA |
| | SM490 |
| | SM400 |

図-5 に本橋のせん断座屈パラメータの分布を示す。局部座屈に対し $\lambda_s : 0.33 \sim 0.69$ (図-5(a)), 全体座屈に対し $\lambda_s : 0.26 \sim 0.70$ (図-5(b))の範囲となっている。本橋の使用鋼板の範囲では、局部座屈に対しては板厚が10mm以下の箇所、全体座屈に対しては鋼板高が概ね4.5m以上の箇所、非弾性域のせん断座屈強度を適用し、作用せん断力に応じた必要板厚を配置した。

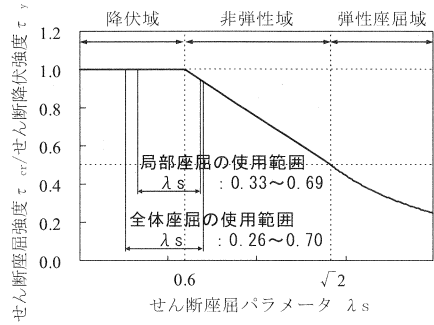
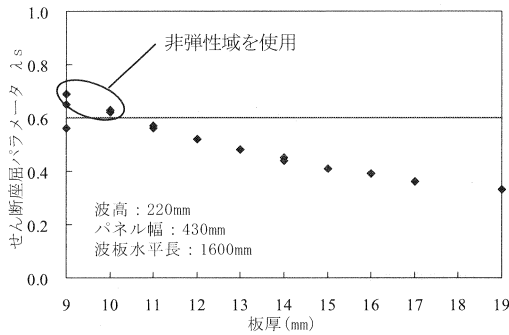
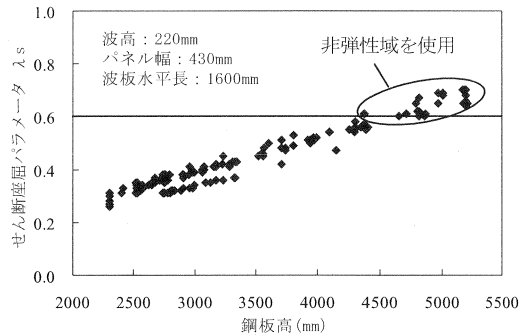


図-4 非弾性域を考慮した座屈強度曲線²⁾



(a) 局部座屈



(b) 全体座屈

図-5 せん断座屈パラメータの分布

6. 波形鋼板と床版の接合部の設計と施工

本橋で採用した波形鋼板ウェブとコンクリート床版との接合構造は、上床版側をアングルジベル接合、下床版側を埋込み接合とした(図-6)。

下床版に適用した埋込み接合は、フランジプレートを経る接合構造に比べて経済的に有利であるが、波形鋼板とコンクリートとの境界に生じる肌すきからの水の浸入により、埋め込まれた鋼板の腐食が懸念され耐久性に対する配慮が重要となる。これに対し、コンクリートと鋼板の境界にシーリングを施すことで劣化因子を遮断し腐食耐久性が大きく向上することが報告されている³⁾。

本橋では1成分系オキシム型シリコーンシーリング材を用いて鋼板とコンクリートの境界にシーリングを行った(写真-1)。またコンクリートに3cm埋め込まれる範囲まで塗装を行い、境界部に無塗装部が生じることのないよう配慮した。

7. 波形鋼板ウェブの先行架設

本橋では、波形鋼板同士の連結を現場溶接としているため、他工種作業と同時に波形鋼板の溶接や塗装等の現場作業を行う

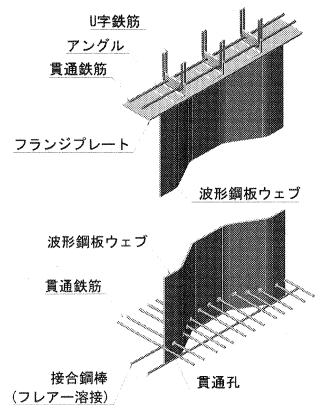


図-6 波形鋼板と床版の接合方法

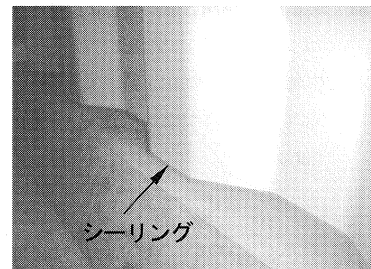


写真-1 埋込み接合の防水処理

必要がある。特に溶接作業は鉄筋組立などの作業と同時に行うことができないこと、雨天時や強風時には溶接作業自体が実施できないことなどから、施工サイクルに影響を及ぼす要因となる。そこで、張出し施工部においては、次施工ブロックの波形鋼板を先行架設⁴⁾することで、これらの影響を解決した(図-7)。また、支保工施工部においても同様に、次施工区の波形鋼板工を前施工区施工中に行い、全体工期の短縮を図った。

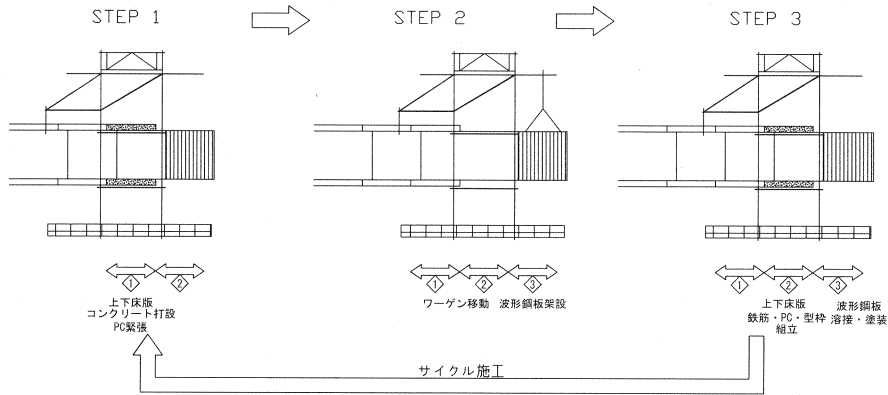


図-7 波形鋼板先行架設概要図

8. おわりに

平成 19 年 5 月現在、宮ヶ島高架橋は支保工施工部 10 径間(約 560m)、4 橋脚の張出し施工が完了しており、進捗率 65%で、鋭意施工中である(写真-2)。

最後になりましたが、本橋の設計にあたり、ご協力頂きました関係各位の皆様に紙面をお借りして深く感謝するとともに、本稿が同様な橋梁を設計する際の参考になれば幸いです。

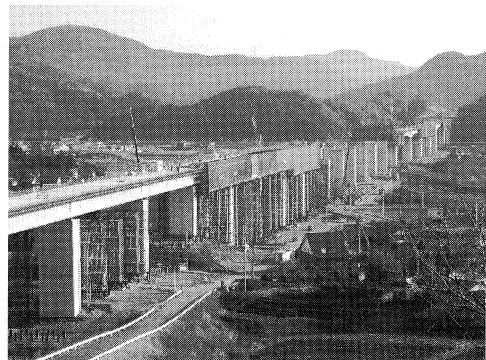


写真-2 全景写真

参考文献

- 1) 青木・菅・落合・齊藤：PCグラウトの設計・施工および充てん検査について -第二東名高速道路 中一色川橋(下り線)-, プレストレストコンクリート, Vol. 48, No. 2, pp. 46-52, 2006. 3
- 2) プレストレスト技術協会：PC技術規準シリーズ 複合橋設計施工規準, 2005. 11
- 3) 桜田・長田・小野・大浦：波形鋼板ウェブ橋における埋込み接合部の促進腐食実験, 第14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. 117-122, 2005. 11
- 4) 齊藤・川内・野田・駒：波形鋼板ウェブ先行架設による張出し施工 -第二東名高速道路 中一色川橋(PC上部工)下り線工事-, 第15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. 375-378, 2006. 10