

広幅員場所打ち水平リブ付き床版を有する波形鋼板ウェブ橋の設計・施工 —第二東名高速道路中一色川橋（上り線）工事—

三井住友建設（株） 土木本部 土木設計部 正会員 ○永元 直樹
 中日本高速道路（株） 東京支社 建設事業部 構造チーム 手塚 教雄
 中日本高速道路（株） 東京支社 清水工事事務所 清水東工事区 小山 亮介
 三井住友建設（株） 静岡支店 土木部 正会員 金澤 雄治

1. はじめに

中一色川橋は、第二東名高速道路が静岡県静岡市清水区を通過する箇所に位置する5径間連続の波形鋼板ウェブ橋である。本橋は片側3車線の区間に位置しており、約17mの広幅員の橋であるが、上部工の軽量化と施工の省力化のために、場所打ち水平リブ付き床版構造を有する1室箱桁構造を採用している。本稿では、この設計と施工の概要について述べる。

2. 工事概要

本橋の概要を以下に示す。また、概要図を図-1に、断面図を図-2に示す。

- 架設位置：静岡県静岡市清水区小河内
- 工 事 名：第二東名高速道路 中一色川橋（PC上部工）
上り線工事
- 構造形式：PRC 5径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋
- 道路規格：第1種第1級A規格
- 橋 長：535.40m
- 支間割り：71.30+3@130.0+71.30m
- 幅 員：有効幅員 16.50m，総幅員 17.430m
- 架設方法：波形鋼板を架設材に用いた片持ち張出施工

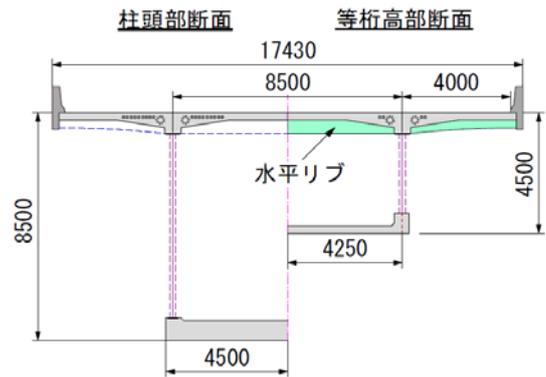


図-2 主桁断面図

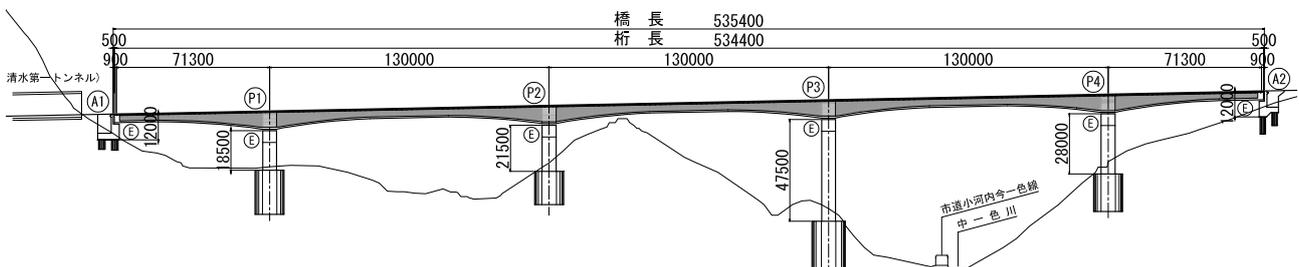


図-1 全体一般図

3. 上部工の設計

3.1 床版の設計

先述の通り、本橋は総幅員約17mの広幅員橋梁であるとともに、波形鋼板ウェブであるため、ウェブの剛性が通常のコンクリート箱桁より柔な構造である。これに対処する手法としては、a) 多室箱桁構造とする¹⁾、b) ストラット付き床版構造を有する1室箱桁とする²⁾、c) 10m程度の中間床版幅を有する1室箱桁とする³⁾、等の手法が考えられ、それぞれ適用されている。本橋では、施工性、断面構造の安定性、橋軸方

向プレストレスの伝達性などを総合的に考え、現場打ち水平リブ付き床版を有する1室箱桁構造を採用した。

床版支間割りについては、自重、活荷重などによる発生応力のバランスが最も良い支間長となると考えられる値を選定した（図-2）。上床版は設計要領第二集⁴⁾に従い、PRC構造として設計を行った。本橋は広幅員の一室箱桁であるが、水平リブによる補強効果により、活荷重載荷時においても荷重による上床版の引張応力度は最大 4.6N/mm^2 （ウェブ上の上縁）であり、床版横締めとして、1S28.6PC鋼材を800mm間隔で配置することにより、制限値を満足する結果を得た（図-3）。

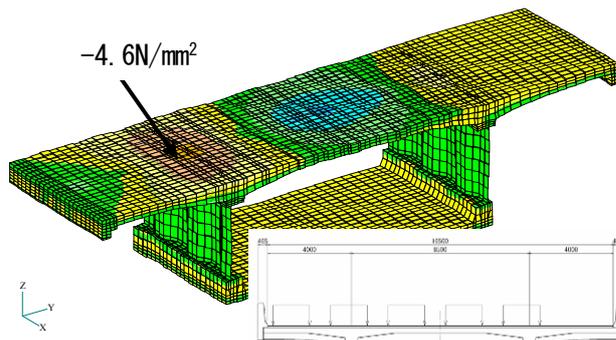


図-3 活荷重載荷時の上床版の応力状態

3.2 張出し床版先端の応力

本橋は、内ケーブル（12S15.2×40本）を用いた片持ち張出施工によって施工された。広幅員の場合、この架設ケーブルの応力伝達範囲が問題になることがある。今回の施工は、波形鋼板を架設材として用いた施工法を採用したため、すべてのブロック長を4.8mとした（図-4）。この内ケーブルプレストレスの応力伝達を立体FEM解析で検討した結果、通常、応力伝達が十分でない場合に目開き等が懸念されるブロック継ぎ目では、約7割の応力伝達となっていた（図-5）。しかし、その次のブロックでは、応力伝達がほぼ一定となっており、1ブロック分の伝達応力の不足に対応することでこの問題を解決できる。今回は、張出し床版先端に1S28.6×1本を配置することにより、この伝達不足が解消した（図-6）。これは、ブロック長が4.8mと長いこと、床版支間割りがほぼ1:2:1であり、応力伝達の効率がよいこと等に起因している。

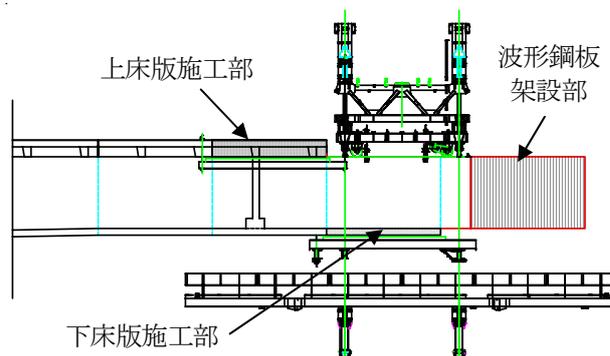


図-4 波形鋼板を架設材として用いた施工法

ここで、一般的に広幅員の橋梁を場所打ちの片持ち張出施工で施工する際には、コンクリートの水和反応による温度変化、乾燥収縮等の体積変化に起因して、張出し床版先端に引張応力が発生することが懸念される。本橋の設計においては、この影響を評価するため、3次元非線形解析を用いた温度応力解析を行った。その結果を図-7に示す。この図から分かるように、張出し床版先端には、橋軸方向最大 3.3N/mm^2 の引張応力が発生することが判明した。この引張応力に対しては、すべて補強鉄筋を追加して対処することとし、残留応力度に対して鉄筋の許容応力度を 180N/mm^2 として、補強量を算定した。その結果、最大D22の鉄筋を125mm間隔で配置した。

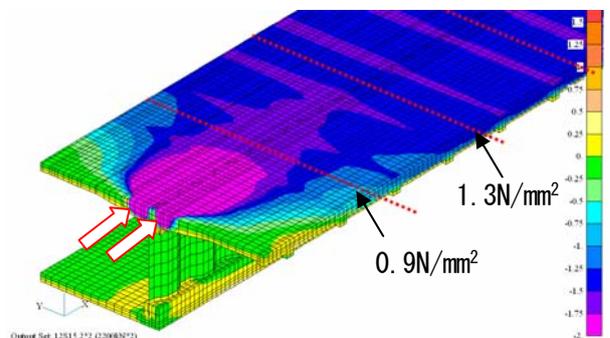


図-5 張出しケーブルの応力伝達

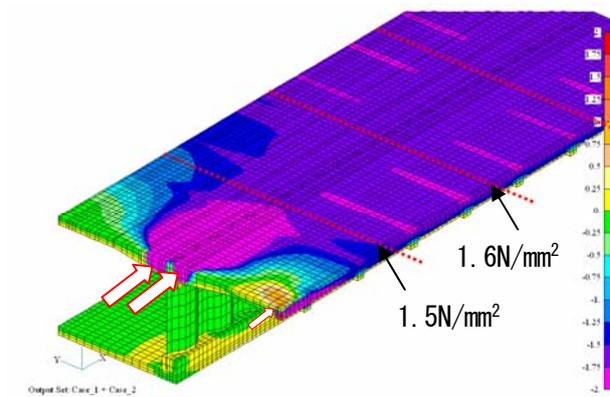


図-6 張出し先端鋼材による改善後の応力伝達

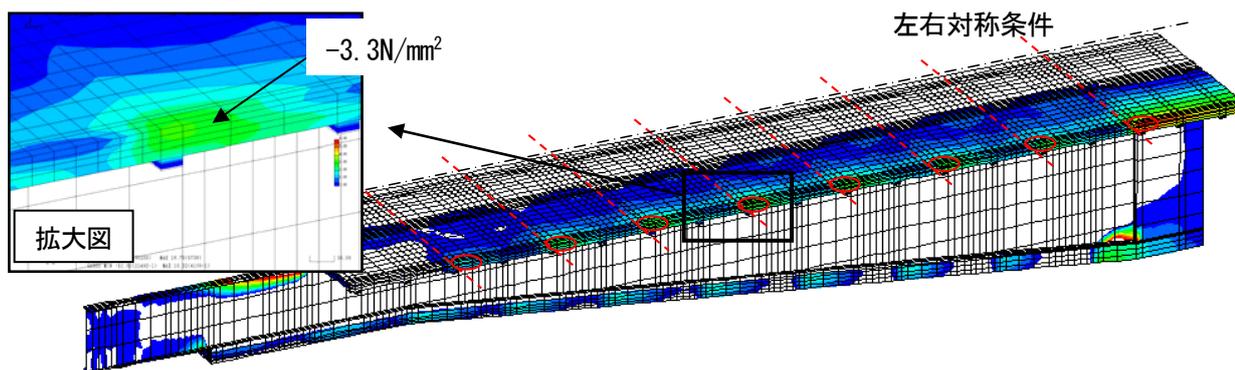


図-7 張出し施工時の温度応力解析結果（残留引張応力度）

4. 上部工の施工

4.1 上床版の場所打ち施工

本橋の張出し施工は波形鋼板を架設材として用いる工法（以下、Rap-con 工法と記す）を採用しており、上床版の施工、下床版の施工、波形鋼板の架設がそれぞれ別のブロックで同時に作業可能である（図-4）。これまで、我が国で10例以上の適用事例があるRap-con工法⁵⁾では、上床版にプレキャストリブ・PC板を用いた床版構造が採用されているが、本橋はプレキャスト部材を製作する2次製品工場より遠い地点での施工であったため、輸送費の削減のため、水平リブは上床版と一体の場所打ち構造とした。このため、移動作業車後方部に上床版型枠設備を設けているが、その型枠は移動作業車が次ブロックへ移動する際に、完成した水平リブと干渉するため、分割して移動できる構造とした。

4.2 場所打ち水平リブの施工

前述のように、本橋の上床版はスラブ部と一体施工する水平リブを有している。この場所打ち水平リブの施工においては、溝型の狭隘な型枠内で鉄筋およびリブ横締めPC鋼材の組立を行わなければならないため、施工性が低下し、張出し施工サイクルのクリティカルとなることが予想された。そこで、狭隘な型枠内での施工を極力省略するために、水平リブの鉄筋をプレファブ化し、型枠内に一括して吊り込む手法を採用した（写真-1, 2）。このことによりリブ部の施工性を向上させ、省力化を図ったとともに、上床版の鉄筋組立日数も短縮した。

4.3 波形鋼板の架設

従来のRap-con工法では、プレキャストリブ、波形鋼板などを施工ブロックに吊り込むために、橋面上に移動式クレーンを配置し、架設を行ってきた。本橋では移動



写真-1 水平リブのプレファブ鉄筋組立状況



写真-2 型枠内への鉄筋配置



写真-3 波形鋼板架設状況

作業車内に電動ホイストクレーンを設けることで橋面上の移動式クレーンを省略し、施工の合理化を図った（写真-3）。このホイストクレーンは、波形鋼板の架設だけでなく、プレファブ化したリブ鉄筋、緊張ジャッキなど、その他のすべての資機材搬入に用いた。また、橋面上の運搬については軌道または台車を用いることが一般的であるが、波形鋼板自体に脱着式の車輪を取り付けることで波形鋼板を自走させる方法で運搬を行った。これにより、運搬設備についても簡略化が図れた（写真-4）。



写真-4 運搬状況

4.4 側径間部の施工

橋台前面部は急峻な地形であり、固定支保工による側径間の閉合が困難な状況であった。また、側径間長が14.0mと長いことから、通常では、①支持杭を設置して支保工施工する、あるいは②特殊支保工を用いた吊り支保工による施工が考えられる。しかし、いずれも工期および工費の増加が予想される。そこで、橋脚からの張出施工と並行して、橋台前面より約7m部分をブラケット式支保工にて先行施工し、張出施工終了後に波形鋼板を先行して閉合、その後、移動作業車を用いて上下床版を閉合する手法を採用した。これにより、側径間閉合作業の工程の短縮が図れたとともに、ガーダー型吊り支保工などの新たな大型架設機材を必要としなかったため、省力化とコスト縮減が可能となった（写真-5）。



写真-5 側径間部の施工

5. まとめ

本稿では、総幅員17.4mの波形鋼板ウェブ橋に、場所打ち水平リブ付き床版を有する1室箱桁構造を採用した中一色川橋の設計と施工を報告した。本橋は平成19年8月より実施工を開始し、平成21年5月現在、P2-P3間の中央閉合部と橋面工を残すのみとなっており、平成21年11月の完成を目指し、鋭意進めているところである。本報告が同種橋梁の設計・施工にわずかでも参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 永元直樹, 中藺明弘, 安川義行, 春日昭夫: 張出し施工時に波形鋼板を架設材として利用した信楽第七橋の設計, 第12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. 429-432, 2003. 10
- 2) 藤井康平, 檜作正登, 田中初成, 田中政章: 第二東名高速道路 入野高架橋(上り線)の設計・施工, 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. 383-386, 2006. 10
- 3) 西澤健太郎, 青木圭一, 佐藤成禎, 西村力哉: 広幅員に対応した波形鋼板ウェブ箱桁橋の設計, 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. 221-224, 2005. 11
- 4) 東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株): 設計要領第二集, 2007. 8
- 5) 村尾光弘, 田中克則, 宮内秀敏, 佐川信之, 毛利俊彦, 西村 公: 信楽第七橋、津久見川橋の設計と施工-施工の合理化、急速化を図った波形鋼板ウェブ橋-, 橋梁と基礎 2004年2月号, pp.5-13, 2004.2