

新東名高速道路 青木川橋 (仮称) の設計・施工

オリエンタル白石(株) 正会員 ○中安 義顕
 中日本高速道路(株) 伊藤 正人
 中日本高速道路(株) 谷口 陽一
 大成建設(株) 大谷 英夫

1. はじめに

新東名高速道路 (仮称) 青木川橋は、愛知県岡崎市米河内町に建設中の橋長622mの上下線一体断面の6径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ1室箱桁橋である。本工事は、上下部一体の橋梁工事として、技術提案, 設計・施工一括発注方式 (デザインビルド方式) および総合評価落札方式として発注された中日本高速道路(株)初の試行工事である。本報文は、デザインビルド方式に対する上部工ならびに下部工の基本設計方針を述べるとともに、上部工の設計・施工に関する報告を行う^{1) 2)}。

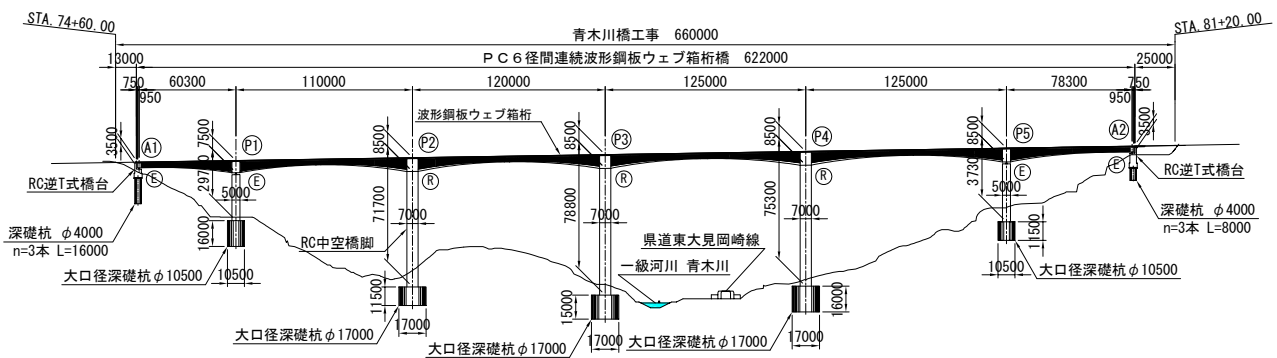


図-1 橋梁一般図 (側面)

2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を以下に示す。橋梁一般図を図-1に、標準断面図を図-2に、施工状況を写真-1に示す。

工事名：第二東名高速道路 青木川橋工事
 発注者：中日本高速道路株式会社 名古屋支社
 請負者：大成建設・オリエンタル白石特定建設
 工事共同企業体

構造形式：PC6径間連続ラーメン橋

上部工形式：リブ付PRC床版を有する
 波形鋼板ウェブ1室箱桁橋

下部工形式：RC中空橋脚

(5基, 橋脚高=29.7~78.8m),

RC逆T式橋台 (2基)

基礎形式：深礎杭 (φ4.0m×6基),

大口径深礎杭 (φ10.5m×2基, φ17.0m×3基)

発注方式：デザインビルド方式 (試行工事)

橋 長：622.0m

総幅員：21.650m (片側2車線・上下線一体断面)

架設工法：超大型移動作業車による張出架設工法

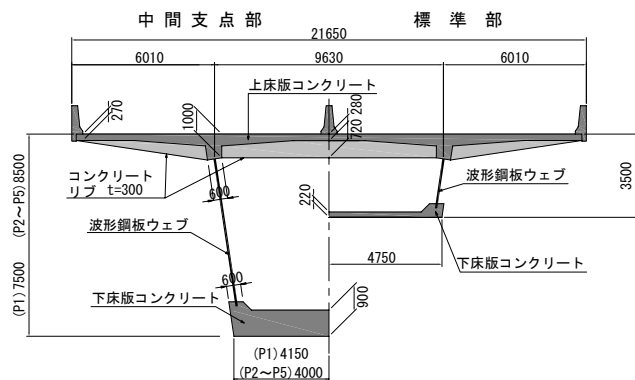


図-2 標準断面図



写真-1 施工状況 (全体)

3. 橋梁計画

3.1 基本方針

本工事は、発注者より標準案が示されないデザインビルド方式が採用され、入札図書では、橋梁の線形条件および各種の制約条件が示されたのみであり、応札者にてゼロから橋梁計画を行い、概略設計および施工計画を立案し積算したうえでの応札であった。また同時に、a) 維持管理に関する技術的所見、b) 構造成立性に関する技術的所見、c) 品質・出来形・現場条件、安全性確保等に関する技術的所見、d) 施工実績、e) 施工計画・工程計画の各項目に関する技術提案を求められた。

以上の条件を踏まえて、請負者側の設計基本方針として、競争力を確保するために、橋梁の軽量化、保有技術・資材の有効活用によるコスト低減および工期短縮、これらの保有技術・資材特性を取り入れた設計とした。具体的には後述するが、地形条件および各種制約条件から6径間の連続ラーメン橋とし、波形鋼板ウェブ1室箱桁の採用、橋脚工における高強度鉄筋 (SD490) の使用、自動昇降型枠 (クライミングフォーム) の使用、超大型移動作業車 (1200tf・m級) の採用による8mブロック施工、リブ付床版による床版施工等を計画した。

3.2 全体計画

本工事は、工事延長660m区間のうち、橋梁部として橋長622mのPC6径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ1室箱桁橋の提案を行った。応札時における構造形式の選定にあたっては、表-1の構造部位毎の重点検討項目をもとに選定した。

3.3 上部工

架橋地点は、河川本流および県道との交差条件、保安林等の制約条件下で支間長100m以上の橋梁が設置可能であった。構造形式は新東名で経済的として実績の多い、軽量で維持管理性も良好な「波形鋼板ウェブ箱桁」とした。断面形状形式の選定にあたっては、片側2車線の上下線一体断面 (全幅21.65m) の計画に対して、各種形式の比較検討 (表-2) を行った結果、「リブ付PRC床版を有する波形鋼板ウェブ1室箱桁」を最適と評価した。

また、架設工法としては、急峻な現地条件を考慮し、片持ち張出架設工法とした。本工事での移動作業車は、保有機材の活用を図り、超大型タイプ (1200tf・m級) を採用した。超大型移動作業車の最大施工ブロック長は「8m」で、通常的大型移動作業車の「4m」に比べ施工ブロック数が減り、大幅な工期短縮を図った。図-3に超大型と大型の移動作業車の形状比較を、写真-2に張出架設状況を示す。写真左側が超大型、右側が大型移動作業車である。

表-1 構造部位毎の重点検討項目

構造部位	重点検討項目						
	現場遵守条件	経済性	維持管理性	耐久性	施工性	景観性	環境維持性
上部工		○	○	○	○	○	
橋脚工	○	○		○	○	○	○
橋台工	○	○					○
基礎工	○	○			○		○
付属物		○	○			○	

表-2 主桁断面形状形式の比較選定表

主桁構造	主桁重量	経済性	構造成立性 維持管理性	工期短縮	評価
波形鋼板ウェブ1室箱桁 (コンクリートリブ付PRC床版)	○	○	○	○	最適
波形鋼板ウェブ1室箱桁 (コンクリートストラット付PRC床版)	○		○	○	※1
波形鋼板ウェブ2室箱桁 (PRC床版)	○	○	○		※2
PC複合トラス橋 (W形4主構)	○				※3
PC1室箱桁 (コンクリートリブ付PRC床版)		○	◎		※4

※1 ストラット部材の製作、設置コスト、桁高変化への適応性において若干劣る
 ※2 中ウェブの施工増により、各々の項目において若干劣る
 ※3 支間、幅員の条件より、本工事では優位性が見られない
 ※4 下部工への負担増と、超大型移動作業車の工期短縮メリット減となる

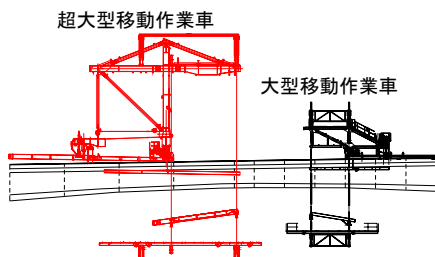


図-3 移動作業車の形状比較



写真-2 張出架設の状況

3.4 下部工・基礎工

橋脚は、70mを超える高橋脚となるP2～P4橋脚部を上下部一体のラーメン構造とし、比較的橋脚高の低いP1ならびにP5橋脚部には支承を設置した構造とした。橋脚の断面形状はRC中空断面とし、全高にわたって一律な長方形断面とすることで、オートクライミング工法の適用を可能にし、工期短縮と施工安全性の確保を実現した。

基礎構造は、軟岩～硬岩が表層下に出現する地盤条件を考慮して、大きな水平抵抗の確保が可能となり、かつ、地表面の掘削面積を小さくでき、周辺環境への影響を最小限とすることが可能な大口径深礎構造を採用した。図-4に、本工事での橋脚・基礎構造を示す。

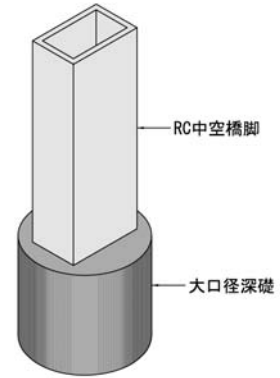


図-4 橋脚・基礎構造

また、本提案構造であるRC中空橋脚ならびに深礎杭は、耐震性能の確保のため、過密配筋となることが課題となった。そこで、a) 橋脚の主鉄筋への高強度鉄筋 (SD490) の使用、b) 大口径深礎の帯鉄筋の太径化 (D41)、c) 中間帯鉄筋の両端へのヘッドバーの採用等の対策を講じた。なお、高強度鉄筋の使用に際して、高強度鉄筋 (SD490) の降伏後の性状についての知見が少ないことから、本設計ではL2地震動に対しても塑性化させないこととし、L2地震時の非線形動的解析において、橋脚の減衰定数を高橋脚であることを考慮して1%と設定した (道路橋示方書による一般的な値は2%程度)。

4. 上部工設計細部

4.1 リブ間隔の最適化

「リブ付PRC床版を有する波形鋼板ウェブ1室箱桁」の最適なリブ間隔の設定を目的として、リブ間隔と横締めPC鋼材配置間隔をパラメーターとした立体FEM解析による比較検討を行った。

その結果、経済性ならびに施工性より、標準リブ間隔4.0m、横締めPC鋼材配置間隔500mmと決定した。表-3に検討比較表を、図-5にFEM解析による検討結果を示す。なお、この標準リブ間隔4.0mは、超大型移動作業車の施工ブロック長8.0mに対して、1/2となり、張出施工時の型枠改造を省略することが可能となり、施工性にも優れる。

表-3 リブ間隔最適化検討比較表

	CASE1	CASE2	CASE3
リブ間隔	10.400 m	4.000 m	2.400 m
鋼材間隔	ctc 375	ctc 500	ctc 625
経済性	△	○	△

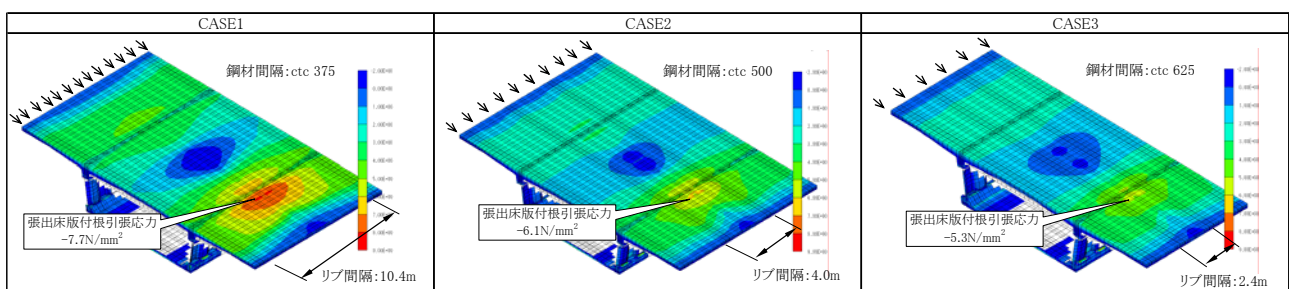


図-5 リブ間隔最適化検討結果

4.2 端支点横桁へのNAPP鋼棒の適用

端支点横桁は、外ケーブル定着による局部引張応力が大きく、設計要領に記載されている局部応力の目標値 (3N/mm²) 以下とするためには、過度に部材厚を大きくする必要が生じる。そこで、発生局部引張応力の抑制を目的として、中空PC鋼棒 (NAPP鋼棒) を配置した (図-6)。NAPP鋼棒は、a) 通常のPC鋼棒に懸念される抜け出しの危険性がないこと、b) 定

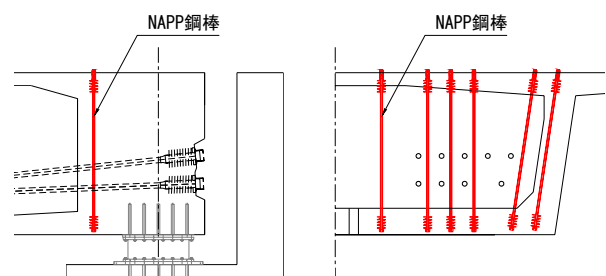


図-6 端支点横桁へのNAPP鋼棒の適用

着におけるセットロスが生じず効率よくプレストレスの導入が可能であること、c) 緊張用切り欠きがPC鋼より線に比較して小さく、横桁部の密に交差配置された鉄筋との干渉を回避することが可能となることなどの特徴を有する。

5. 上部工の施工

5.1 上部工施工工程

上部工の超大型移動作業車を用いた施工サイクルは15日/8mとなり、P3橋脚部での張出施工期間は約105日間となる。これは、標準的な移動作業車(1サイクル/4m)と比較すると、約50日間/1橋脚の工期短縮が図れる結果となる。本工事では、上下部全体の工事工程および下部工の進捗状況との調整により、この超大型移動作業車を3橋脚(P1→P2→P3)で転用を行い、他の2橋脚(P4, P5)については、別途の大型移動作業車を使用した。

5.2 柱頭部施工

本橋の柱頭部は、超大型移動作業車の配置スペースを考慮して橋軸方向に20mとした。橋脚の平面形状に対して、柱頭部の張出量が大きくなるため、柱頭部施工のためのブラケット支保工は、一般的なブラケット支保工よりも大型の部材(H-594*302)を用いた特殊ブラケットを使用した。その施工状況を写真-3に示す。

5.3 床版リブ鉄筋のプレファブ化

床版のリブ鉄筋は、型枠設置後に組み立てることになるが、狭隘な場所での作業は鉄筋の結束不良、組立精度の悪化が危惧された。そこで、リブ鉄筋をプレファブ化して、地組したものを移動作業車に設置したホイストクレーンにより、一括して吊込むことにより、施工性および品質の向上に努めた。その施工状況を写真-4に示す。



写真-3 柱頭部施工状況



写真-4 リブ鉄筋設置状況

6. おわりに

中日本高速道路(株)初のデザインビルド方式工事は、請負業者の技術を設計に有効に取り入れ、品質・環境の保全などその目的はほぼ達成されたものと考えられる。本工事は、橋面工および付属物の施工を残すのみであるが、入札時に提案した各種性能を満たすべく、平成24年12月の完成を目指している(写真-5)。

最後に、青木川橋工事に関して貴重なご意見、ご指導を賜った関係者の方々、設計、施工に携わった方々に、ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 酒井修平, 太田誠, 中積健一, 南雲広幸, 阿部浩幸: 新東名高速道路(引佐JCT~豊田JCT), コンクリート工学, 特集/次世代を支えるプロジェクト, Vol. 49, No. 1, 2011. 1 pp. 63-65
- 2) 伊藤正人, 谷口陽一, 畔柳昌己, 大谷英夫, 岩崎郁夫, 中安義頭: 新東名高速道路(仮称)青木川橋の設計と施工, 橋梁と基礎, Vol. 46, 2012. 3 pp. 2-10



写真-5 平成24年5月施工状況全景