

第二東名高速道路 猿田川橋・巴川橋の設計
 -PC 複合トラス橋の設計-

株式会社 大林組	正会員	○ 高德 裕平
日本道路公団静岡建設局		長谷 俊彦
日本道路公団静岡工事事務所		宮越 信
昭和コンクリート工業株式会社	正会員	佐藤 徹

1. はじめに

PC 複合トラス橋は、通常の PC 箱桁橋のコンクリートウェブを鋼トラス材に置き換えた構造(図 - 1 参照)で、鋼とコンクリートの長所を組合せることにより、主桁自重の軽減、施工の省力化および景観性の向上が図られる。PC 複合トラス橋の構造的な特徴には、PC 箱桁橋とは異なる主桁せん断力の伝達機構や床版の支持条件などがあり、その設計においては本構造特有の設計手法を用いることとなる。本報告では、第二東名高速道路 猿田川橋・巴川橋の設計について述べる。

2. 橋梁概要

猿田川橋・巴川橋は、第二東名高速道路静岡 I.C. ~清水 I.C. 間の静岡県静岡市北地区に位置し、土工区間約 60m を挟んで全長約 1.2km にわたる連続高架橋である。表 - 1 に橋梁概要を、図 - 2 に構造一般図を示す。巴川橋の最大支間長 119m は、PC 複合トラス橋としては世界最大スパンとなり、有効幅員は 16.5m の広幅員断面となっている。

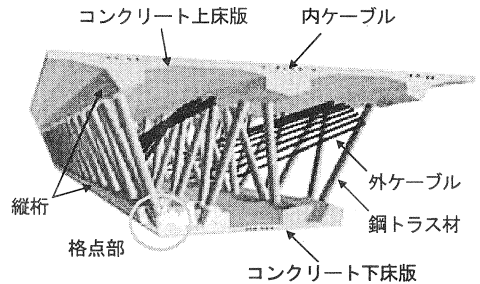


図 - 1 PC 複合トラス橋イメージ図

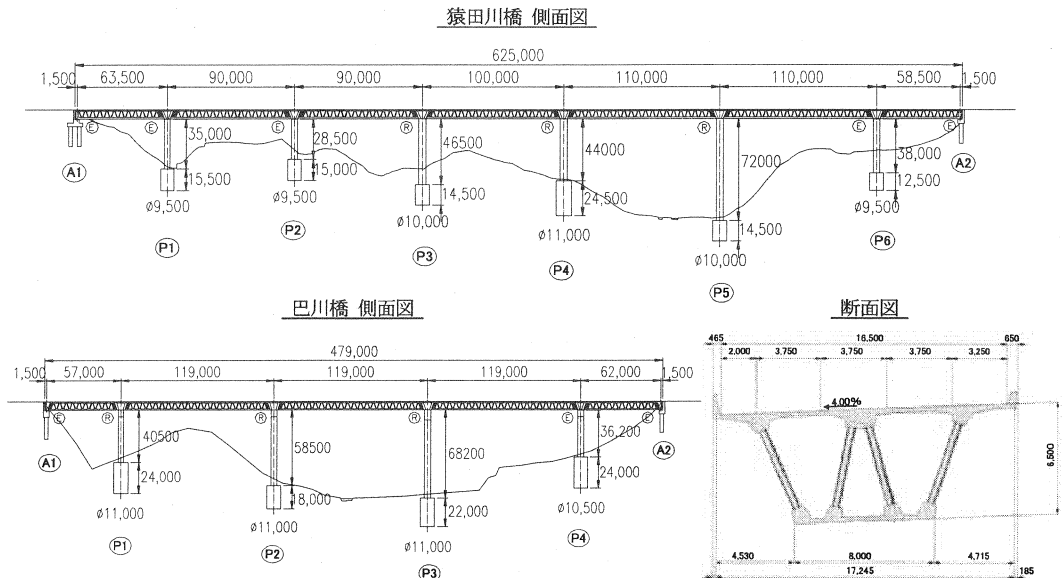


図 - 2 構造一般図

表 - 1 橋梁概要

	猿田川橋	巴川橋
構造形式	PC 7 径間連続ラーメン複合トラス橋	PC5 径間連続ラーメン複合トラス橋
橋 長	625. 0m	479. 0m
支 間	63. 5 ^m +2×90. 0 ^m +100. 0 ^m +2×110. 0 ^m +58. 5 ^m	57. 0 ^m +3×119. 0 ^m +62. 0 ^m
有効幅員	16. 5m	
桁 高	6. 5m	
勾 配	横断 2. 83~4. 0%、縦断 0. 44%以下	横断 3. 0%、縦断 0. 44%以下
線 形	A=1000m~R=3000m	R=3000m~A=1600m~R=4000m
架 設 法	移動作業車による場所打ち張出し架設（ブロック長 5. 0m）	

3. 猿田川橋・巴川橋の設計

PC 複合トラス橋の構造的特徴の一つは、コンクリートウェブから置き換えられた鋼トラス材により、主桁せん断力がトラス材軸力として伝達されることであり、コンクリート床版と鋼トラス材が接合される格点部は、構造上、重要な部位となる。そのため、猿田川橋・巴川橋においては、本橋に適した格点構造として「二重管格点構造」と「二面ガセット格点構造」を開発した。これらの耐力評価や破壊性状の把握を目的に格点部に関する実験を行ったが、これは別途報告¹⁾²⁾³⁾しているのでそちらを参考願いたい。

以下に、PC 複合トラス橋特有の設計手法や留意点について述べる。

3-1 主方向の設計

本橋は、格点部の構造上の重要性および耐久性の向上に配慮して、以下のような基本方針で設計を行った。設計荷重時においては、格点部周辺のコンクリートにひび割れを発生させないこととし、上・下床版は引張応力を発生させないフルプレストレスとした。また、終局荷重時および大規模地震時においては、格点部を他の部材に先行してせん断破壊させない耐力を確保することとした。

(1) 主桁断面

本橋の桁高は、ウェブが鋼トラスのため、桁高変化による主桁重量の増減は少ないことから、施工性と景観性を勘案して 6.5m の等桁高とした。ウェブ部の鋼トラス材は、橋軸方向に 5.0m 間隔のワーレントラス形状としている。また、有効幅員は、16.5m の広幅員となっていることから、断面方向にも 4 本の鋼トラス材をワーレン形状に配置している。これにより、設計荷重時における内・外トラスの荷重分担比は、1:1.03 となり、内外バランスの良いトラス材配置となっている。

床版形状は、通常の PC 箱桁橋がコンクリートウェブにより橋軸方向に連続的に支持されているのに対し、PC 複合トラス橋では、格点部で断続的に支持された構造となっている。そのため、鋼トラス材との交点にあたる部分に橋軸方向に連続した縦桁を配置し、格点での点支持から縦桁での線支持的な支持構造とした。これにより床版設計における支配的支間方向を橋軸直角方向としている。

(2) 主方向の解析モデル

主方向の構造解析には、上・下床版、鋼トラス材および外ケーブルを部材としてモデル化した平面フレームモデルを用いて、施工順序とクリープ・乾燥収縮の影響を考慮したステップ解析を行った。図-3 に平面フレームモデルの概要図を示す。このモデルでは、床版図心における鋼トラス材の図心のずれも考慮している。また、格点の構造を考慮して、床版と鋼トラス材を剛結合として解析した。

鋼トラス材断面力の算出にあたっては、断面方向にも鋼トラス材が傾斜しているため、立体フレーム解析を実施し、平面フレーム解析の結果とあわせて設計に用いた。さらに、柱頭部付近の鋼トラス材断面力については、立体 FEM 解析を行い、設計に反映した。

(3) PC 鋼材配置

本橋では、図 - 4 のように柱頭部上縁から張出しブロックの下床版にむけて配置した鉛直成分の高い外ケーブルを積極的に使用することで、主桁自重と逆向きのせん断力を与え、鋼トラス材の作用断面力の低減を図った。

設計荷重時において上下床版に引張応力を発生させないように、上記の外ケーブルと合わせて、上・下床版に内ケーブルを配置した。また、格点間に T 活荷重が載荷された場合にも、上床版下縁の応力度を満足するように A1・A2 側径間に上床版内ケーブルを配置した。

(4) 鋼トラス材の設計

鋼トラス材は SM490YB 材、外径 $\phi 457.2\text{mm}$ 、板厚 $t=9\sim 29\text{mm}$ を使用して軸方向力と曲げモーメントが作用する柱部材として設計を行った。また、高軸力の圧縮材については、鋼管内部にコンクリートを充填した CFT (Concrete Filled steel Tube) 構造として板厚の低減を図った。

3-2 床版の設計

(1) 床版の設計方針

主方向の設計においては、格点部の重要性に配慮し、設計荷重時においてもフルプレストレスで設計を行ったが、床版も同様に、格点部を含む縦桁に接する設計断面において、フルプレストレスとして設計を行うこととした。

(2) FEM 解析による床版断面力の算出

本橋では、床版支間長は道路橋示方書の適用範囲内であるが、上述のような PC 複合トラス橋特有の支持条件を勘案して、立体 FEM 解析により設計断面力の算出を行うこととした。

FEM 解析モデルは、上・下床版をソリッド要素、鋼トラス材を梁要素とし、荷重を偏載荷するため幅員方向に床版全幅をモデル化した。橋軸方向には境界条件の影響が出ないように、5 ブロック分をモデル化した。図 - 5 に活荷重断面力の算出に用いた FEM 解析モデルを示す。

活荷重による断面力の解析結果を図 - 6 に示す。断面力は、支持構造が異なることより、格点上と格点間では若干異なり、縦桁近傍では、格点上に荷重を載荷した方が 15% 程度大きめの断面力となった。また、FEM 解析結果からの設計曲げモーメントの算出方法については、「長支間場所打

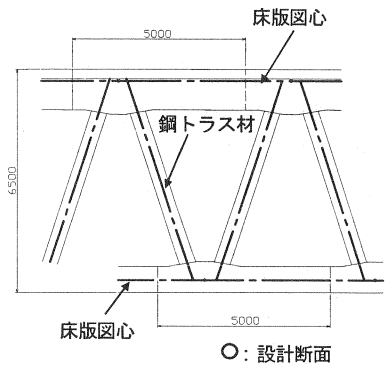


図 - 3 平面フレームモデル概要図

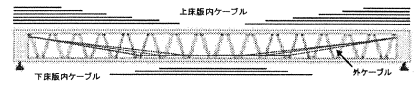


図 - 4 PC 鋼材配置イメージ

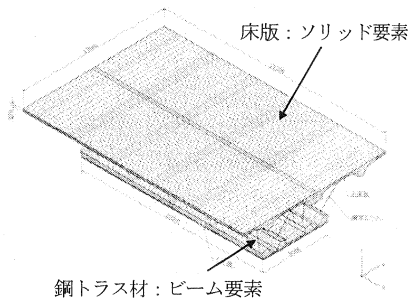


図 - 5 床版断面力算出用 FEM 解析モデル

所打ちPC床版の設計・施工マニュアル(案)⁴⁾に従い、解析値に対して10%の安全率を見込んで設計断面力とした。

(3) 床版横締め鋼材の配置

標準部の床版横締め鋼材配置は1S21.8@500で床版図心高さに直線配置とした。(図-7)

これは、①支間中央については、支間構成とウェブ剛性の関係で床版自重による正モーメントがほとんど発生しないため、曲げ下げ配置の必要がない、②張出し付根の負モーメントに対しては曲げ上げが有効であるが、ブロック打継目補強部などの鋼材配置間隔が小さくなる箇所では、曲げ上げにより床版下縁でオーバーストレスとなる、などの理由による。

(4) 温度応力に対する床版の補強

広幅員断面を有するトラスウェブ構造や縦桁部で断面急変が大きい床版構造でもあるため、温度応力解析を行い、張出し施工時の打継目部の温度応力に対する検討を行った。

図-8に張出し施工時の温度応力解析結果を示す。解析の結果、旧ブロックとの打継目付近において橋軸直角方向の引張応力の発生が予想されたため、PC鋼材および鉄筋により補強を行った。特に1ブロックでは、柱頭部との材令差が大きいため、外部拘束による引張応力が他のブロックより大きくなるため、標準ブロックと比べ、床版横締め鋼材を密に配置しており、また、鉄筋による補強範囲も広くしている。

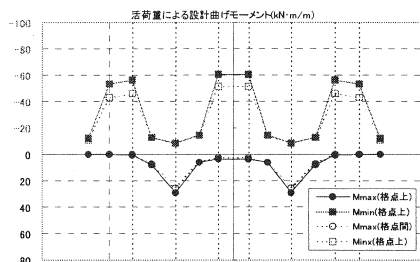


図-6 活荷重による床版断面

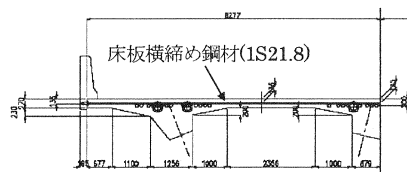


図-7 床版横締め鋼材配置

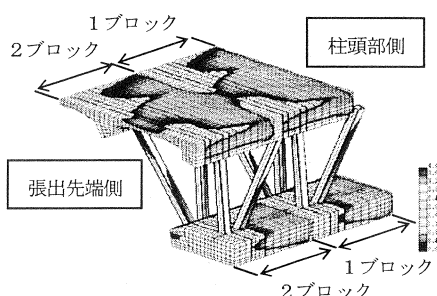


図-8 温度応力解析結果

4. まとめ

以上、PC複合トラス橋の設計として、第二東名高速道路 猿田川橋・巴川橋において実施した詳細設計について述べた。現在、本橋の施工は柱頭部の施工をほぼ完了し、移動作業車による張出し施工の最盛期を迎えている。最後に、本橋の設計・施工に際し多大なご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 野村, 本間, 松田, 星加: PC複合トラス橋格点部の構造特性に関する実験的研究, 土木学会 第58回年次学術講演会
- 2) 加藤, 本間, 青木, 星加: PC複合トラス橋格点構造に関する研究, PC技術協会第12回シンポジウム論文集, プレストレストコンクリート技術協会
- 3) 大野, 青木, 本間, 加藤: PC複合トラス橋における格点構造の耐荷性能に関する実験的検討, 日本コンクリート工学年次論文報告集 Vol.26, 日本コンクリート工学協会
- 4) 日本道路公団静岡建設局: 長支間場所打ちPC床版の設計・施工マニュアル(案)