

志津見大橋の設計報告

オリエンタル建設(株)	正会員	○齋藤 幸治
国土交通省 中国地方整備局		藤原 浩幸
アジア航測(株)	正会員	柘木 洋子
オリエンタル建設(株)	正会員	工博 正司 明夫

1. はじめに

志津見大橋は、志津見ダムの建設により、架け替えとなる主要地方道川本波多線の神戸川を跨ぐ湖面橋であり、景観面も重視して複合トラス橋（鋼トラスウェブ PC 橋）が採用された。複合トラス橋とはコンクリートウェブを鋼製のトラス材とし、コンクリート製の上・下床版を有するプレストレストコンクリート橋である。

複合トラス橋は通常の PC 箱桁橋に比べて、ウェブをトラス材にすることにより、煩雑で施工不良を起こし易いウェブ施工の省力化が計られる。また、波形鋼板ウェブ PC 橋と同様に、拘束度の大きいコンクリートウェブをトラス型ウェブに変えることによるプレストレス導入の効率化、ならびに鋼製トラス材の採用による自重の軽減などが期待される。さらに自重が軽減されることにより支承や橋脚、基礎の規模を小さくできる、あるいは使用 PC 鋼材量を低減できる等の工費低減効果も期待できる構造であり、充実断面とならないため桁高が高くなっても圧迫感を与えにくく、その景観の軽やかさから適用事例が昨今増加してきている。

本稿は、このような特徴をもつ志津見大橋の設計概要について述べるものである。

2. 橋梁概要

志津見大橋の橋梁概要を以下に示す。

橋梁名 : 志津見ダム志津見大橋
 橋梁所在地 : 島根県飯石郡飯南町志津見地内
 橋梁形式 : PC 5 径間連続複合トラス橋
 橋長 : 280.000 m
 幅員 : 車道 7.250 m + 歩道 2.500 m
 地覆 (0.600 m + 0.400 m)
 設計活荷重 : B 活荷重
 発注者 : 国土交通省 中国地方整備局
 斐伊川・神戸川総合開発工事事務所

3. 上部工の設計

3.1 全体構造解析

橋梁一般図を図-1に示すが、本橋は、当初設計では P1 および P2 橋脚から移動作業車を用いた張出施工を行い、A1-P1 間に仮支柱で主桁を支持する方法を採用していたが、契約後 VE により P1 橋脚上にピロン支柱を設置し、仮斜材により主桁の応力改善を行い、P1 橋脚からのみ張出施工を行い、残りの径間は支柱式の支保工施工により施工を行うこととした。設計で考慮した主な施工順序を図-2に示す。

主桁に発生する断面力の算出は、2 次元骨組解析モ

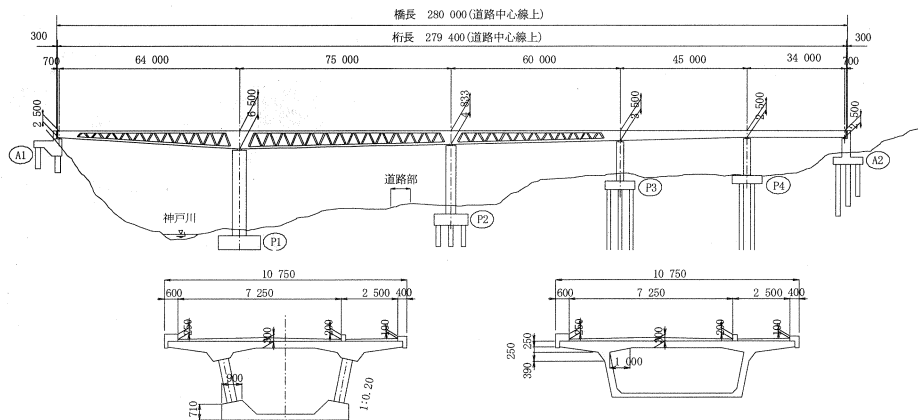


図-1 志津見大橋一般図

デルを用いて行い、鋼管と上・下床版の接合部は剛結合とした。また、ねじりモーメントによる影響は、3次元骨組解析モデルを用いて影響線解析を行い検討した。なお、骨組解析における鋼管と床版の接合部のモデル化については、剛域の設定の有無、あるいは結合条件等の違いにより、断面力の表れ方が異なってくるため、ソリッド要素を使用した3次元FEM解析を行い、上記モデルの妥当性を検証した。

3. 2 格点構造

複合トラス橋において最も重要な検討部位の1つとなるのが、鋼製トラス材とコンクリート床版が接合される格点部である。

通常の鋼トラス橋の設計では、格点部に作用する力は基本的に鋼製斜材の軸圧縮力または軸引張力であるが、複合トラス橋においては、特に、格点部が剛結に近く十分留意して設計を行う必要がある。複合トラス橋の格点構造は、現在、多くの構造が提案されているが、本橋では、図-3に示すように、圧縮軸

力を圧縮鋼管内に溶接された丸鋼リブを介して内部に充填されたコンクリートに力を伝え、引張鋼管側にのみ溶接されたせん断キーにより、引張鋼管に力を伝達する格点構造とした。なお、この格点構造は入札時VEで提案し、変更した構造である。上床版格点を写真-1に示す。また、下床版の自重等により発生する力に対しては、埋め込まれた鋼管外側に溶接されたスタッドにより抵抗させる。張出し施工時に生じやすい誤差の調整はフランジ間に設けられた遊間部で行うものである。また、本格点構造は実物大の静的破壊実験と疲労実験を行い性能の確認が行われている¹⁾²⁾。

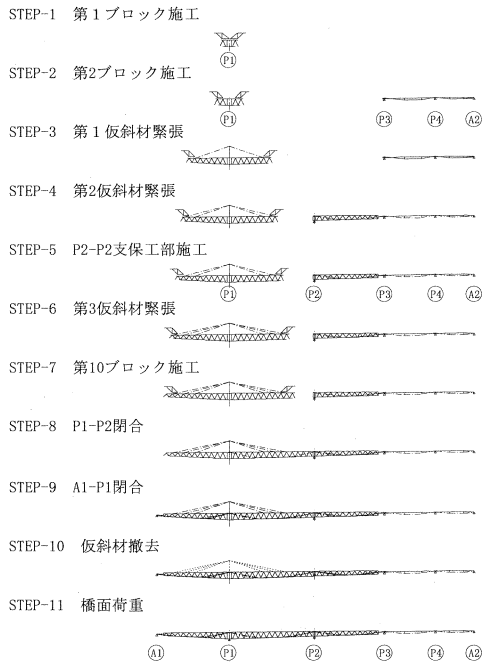


図-2 施工順序図

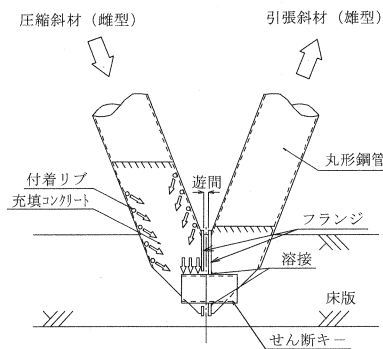


図-3 格点構造

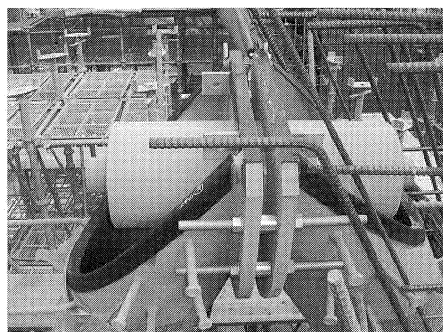


写真-1 格点構造

またコンクリート打設時には水和反応に伴う熱膨張を鋼管が拘束することにより格点部周辺にひび割れの発生が考えられたため非定常温度応力解析を行い格点部周辺の応力状況を確認した(図-4)。

図-5にひび割れ指数の履歴を示すが、ひび割れ指数は最小値で1.0となっており、ひび割れは発生しても過大とはならない値であり、また応力分布を見ても発生領域は境界面であり、表面にクラックが発生する程度

で構造上特に問題にはならないと思われる。

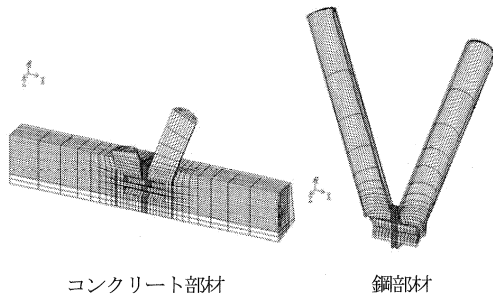


図-4 格点構造 FEM モデル

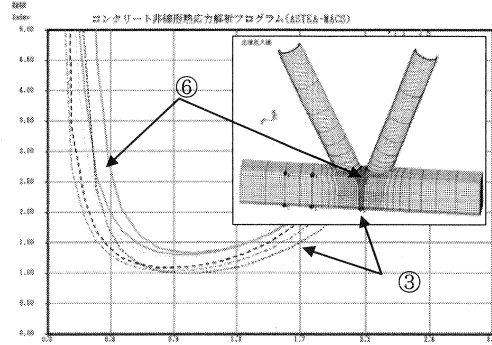


図-5 ひび割れ指数履歴図

3. 2 柱頭部の設計

P1 および P2 柱頭部は、景観を考慮し、図-6 に示すような逆台形型の形状とした。橋脚中心から 1 本目の鋼トラス材はコンクリート部材に半分の断面が埋め込まれた構造となっており、この接合面は孔明きジベルとスタッドを主な接合方法としている。

また、橋梁完成後に気温あるいは日射の影響により鋼部材とコンクリート部材に温度差が発生するが、この温度差による体積変化がコンクリート部材にひび割れの発生等の悪影響を与えることが懸念されたため、発生する温度差を低減するために、1 本目の鋼トラス材にはコンクリートを充填することとした。

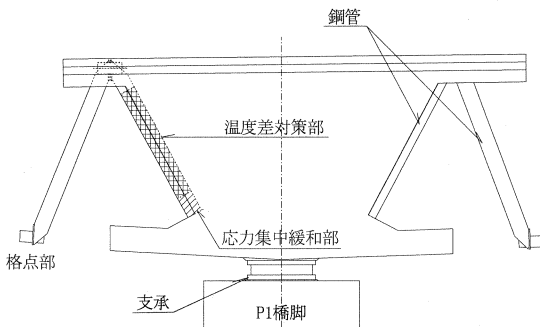


図-6 第1斜材接合方法

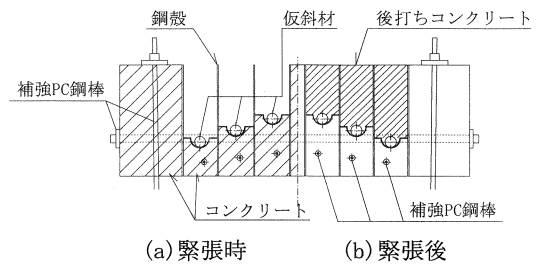


図-7 サドル形状

3. 3 ピロン支柱の設計

架設はピロン支柱頂頭部を偏向部とした仮斜材を用いた張出し施工を行うため、架設時の安全性に十分留意した設計を行った。ピロン支柱頂頭部の形状を図-7 に示す。頂頭部は仮斜材の設置および解体の施工性を考慮し、鋼殻でサドルを形成し、内部はコンクリートを充填した構造とした。緊張時にはサドルの形状となっているが、仮斜材の緊張後には配置した PC 鋼材上面のコンクリートを打設し、張出し施工時に左右の張力差が生じて仮斜材がすべることを防止する構造とした。

ピロン支柱頂頭部のコンクリート部は仮斜材の偏向部であるとともに張力変動に抵抗する重要な部位である。頂頭部には、6 本の仮斜材を介して最大約 500tf の鉛直分力が作用し、コンクリートの割裂等による不具合が懸念されたため、橋軸方向および直角方向に PC 鋼棒を配置してプレストレスによる補強を行った。安全性の検討は構造が複雑なため FEM 解析を行った。

3. 4 局部応力に対する検討

外ケーブル偏向部, 外ケーブル定着部あるいは, 仮斜材定着部は外ケーブルのプレストレス力により大きな引張応力が発生しやすいため, ソリッド要素を使用した3次元FEM解析を行いコンクリート部材の照査を行った。照査の結果, 外ケーブル偏向部と仮斜材定着部は過大な引張応力が発生しないため, RC部材として検討を行った。その際, 鉄筋応力度が $120\text{N}/\text{mm}^2$ 以下となるように鉄筋量を決定した。一方, 桁端部の外ケーブル定着部は $5.0\text{N}/\text{mm}^2$ 程度の引張応力が発生したことから, PC鋼材で補強を行った。桁端部の補強を図-8に示すが, 補強は中空PC鋼棒を使用し, 鉛直方向にプレストレスを与えた, なお, 橋軸直角方向は横桁あるいは床版の検討より決定されたPC鋼材が配置されており, それらのプレストレス力も考慮して検討を行った。

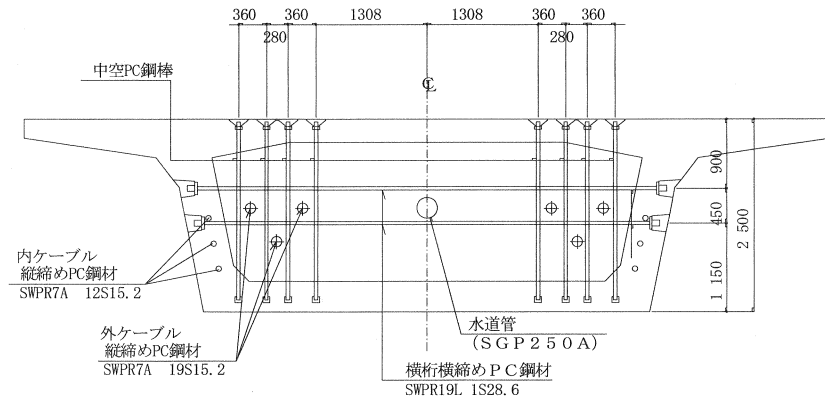


図-8 桁端部補強(A2部)

5. まとめ

本稿は, 複合トラス橋である志津見ダム志津見大橋の設計に関して報告を行ったものである。複合トラス橋は, 施工の省力化, 自重軽減効果, プレストレス導入効率の向上あるいはその景観の有利さ等から今後大いに発展することが期待される構造である。

なお, 志津見大橋は本年(2005年)の6月に開通を迎えている。



写真-2 完成写真

参考文献

- 1) 二井谷教治他: 鋼トラスウェブPC橋格点部の実験的研究 構造工学論文集 Vol.46A 2000年3月 pp1509-1516
- 2) 二井谷教治他: 複合トラス橋梁の格点部の実験的研究 構造工学論文集 Vol.47A 2001年3月 pp.1485-1490
- 3) 正司明夫: 鋼トラスウェブPC橋の強度および変形特性に関する研究 大阪工業大学博士論文 2004年3月