

川原谷橋の設計と施工 プレテンション連結桁を用いたアーチ橋

オリエンタル建設(株) 正会員○杉田 篤彦
徳島県県土整備部 田中 明夫
徳島県県土整備部 新藤 一美
(株) エコー建設コンサルタント 松下 広

1. はじめに

川原谷橋は、徳島県美馬郡木屋平村に位置し、平家落人の里が点在する地に架設される橋梁である。架橋位置の道路計画は、既設橋梁の構造改築を前提に上下車線分離構造で計画され、既設橋梁と平行に下流側に架設することとなった。本橋の構造形式は、典型的なV字峡谷を成す川原谷川に架設するという架橋条件、耐震性、工期短縮、さらにコスト縮減に優れるとの理由から、プレテンション連結桁を上路部に用いたRC固定アーチが採用された。

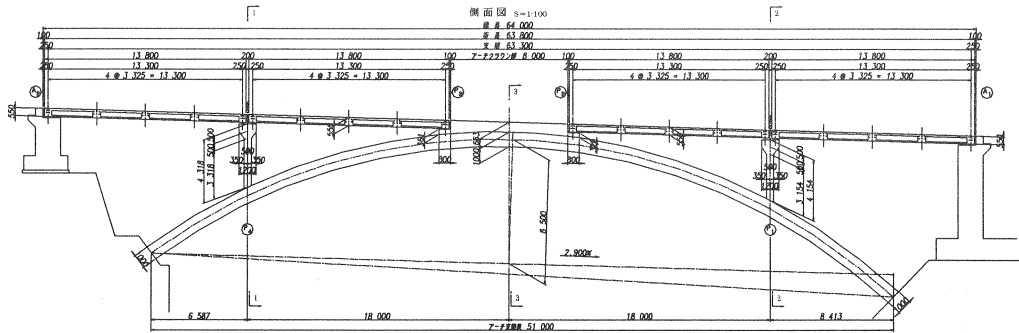


図-1 橋梁一般図

2. 橋梁概要

工事名 : 川原谷橋

構造形式 : RC固定アーチ橋, プレテンション方式2径間

連結方式中空床版橋 (上路橋部)

道路規格 : 第3種第4級

橋長 : 64.000m (道路中心線上)

支間長 : アーチ支間-51.000m

ライズ : 8.500m

有効幅員 : 4.250m (全幅員 5.050m)

活荷重 : B活荷重

斜角 : 90°00' (A2部 87°13'00")

横断勾配 : 1.50%

平面線形 : $R=\infty \sim A=60m$ (道路中心線)

施工方法 : 固定式支保工 (アーチリブ) クレーン架設 (主桁)

施工場所 : 徳島県美馬郡木屋平村竹尾地内

実施工期 : (自) 平成14年7月1日 (至) 平成15年3月26日

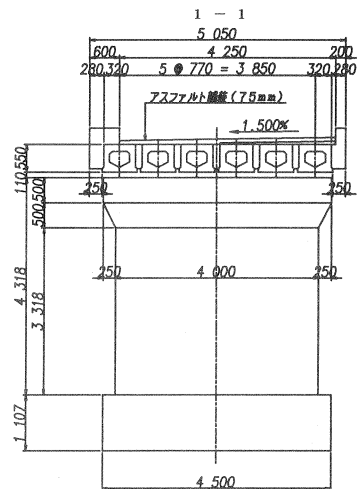


図-2 横断面図

3. 設計

3. 1 アーチ部材の設計

アーチリブは、平面骨組解析から得られた最大断面力ならびに最小断面力を用いてRC部材としての照査を行った。断面照査は、RC部材応力照査、最小鉄筋量の照査、せん断応力度の照査、スターラップ鉄筋量の決定に関して行った他、座屈の照査も行った。

アーチクラウンの設計では、RC部材（単鉄筋）として応力照査、最小鉄筋量の照査、ならびにせん断応力度の照査を行った。また、地震時において補剛桁の慣性力を伝達し、部材断面の急変による応力集中が生じ易いため、補強鉄筋を配置した。

3. 2 上路橋の設計

床版に対しては、プレテンション方式2径間連結PC中空床版橋として設計を行った。連結部にはRC連結構造として必要な鉄筋量を配置した。

3. 3 支柱の設計

支柱の設計では、アーチリブならびにアーチクラウン部と同様に、平面骨組解析から得られた断面力に基づき、RC部材としての応力照査、最小鉄筋量の照査、せん断応力度の照査、ならびに座屈の照査を行った。

3. 4 動的解析

アーチ橋は、地震時の挙動が複雑で、地震時保有水平耐力法の適用性が限定される構造系のため、タイプIおよびタイプIIの設計地震力に対して非線形動的解析により検証した。

(1) 解析法

動的解析では、部材の非線形性を直接履歴モデルに取り込める非線形時刻歴応答解析法を用いた。積分法はNewmarkの β 法($\beta=0.25$)とし、収束計算法としてはNewton法を用いた。また、解析の時間間隔は0.002秒とした。

(2) 解析モデル

解析モデルは図-2に示すような集中質点系による骨組モデルとした。解析モデルの節点数は、部材の断面剛性の急変部や塑性化が予想される部分には、節点数を増やしてモデル化を行った。特に、スプリング部、クラウン部、ならびに鉛直材下端附近に節点数を追加した。また、アーチリブや鉛直材は、地震時に塑性化することが予想されることから非線形部材とし、補剛桁はPC部材であることから弾性部材とした。

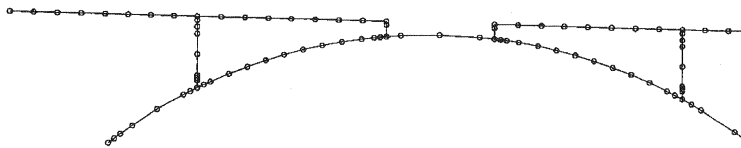


図-3 動的解析モデル

(3) 非線形部材のモデル化

アーチリブおよび鉛直材の曲げモーメント-曲率関係を非線形とした動的解析の履歴特性モデルとしては、図-4に示すようなコンクリートのひびわれ、初降伏、終局モーメントを通る剛性低下型トリリニアモデル(軸力変動トリリニア江戸型:ひび割れ考慮)とした。

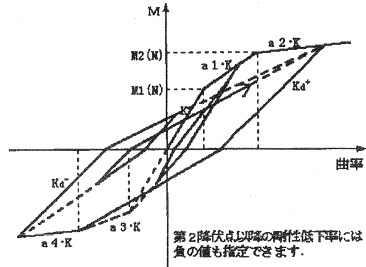


図-4 履歴特性モデル

(4) 減衰

動的解析に先立ち、各構造要素の減衰定数(アーチリブ鉛直材:5%,上床版:3%)を用いた固有値解析からひずみエネルギーに比例させてモード減衰定数を算出した。減衰定数の算出において用いた部材剛性は、アーチリブ、鉛直材においては初期剛性、補剛桁においてはコンクリート全断面を有効と見なして算出される剛性とした。

本橋の動的解析では、応答に影響を及ぼす振動数範囲の振動モードに着目することとし、減衰定数はRayleigh減衰により与えた。Rayleigh減衰のパラメータは、卓越する振動モードの減衰定数に一致するように設定した。

(5) 入力地震動

入力地震動としては、道路橋示方書V編6.3.(3)に規定される標準加速度応答スペクトルに近い特性を有するよう、既往の強震記録を振動数領域で振幅調整された加速度波形を用いた。動的解析による耐震設計では、タイプIおよびタイプII地震動の両者について解析し、安全性の判定を行う必要がある。ここでは、各タイプ毎に3波について解析し、各タイプ3波平均で安全性の照査を行った。

(6) 安定性の判定

安全性の判定は、動的解析によって得られた応答値に基づき行うものとした。

1) 曲げモーメントに対する照査

入力地震動3波の平均値を用い、橋軸方向ならびに橋軸直角方向それぞれに対して許容曲率を超えないことで照査した。なお、許容曲率は、次式に基づいた。

$$\Phi a = \phi y + (\phi u - \phi y0) / \alpha$$

ここに、 ϕa : 許容曲率(1/m)

$\phi y0$: 初降伏曲率(1/m)

ϕu : 終局曲率(1/m)

α : 安全係数(道示V9.2.1に準じる)

2) せん断に対する照査

各段面のせん断耐力がせん断力以上であることを、橋軸および橋軸直角方向それぞれに対して照査した。

4. 施工

4.1 支保工形式の変更

当初設計における支保工形式は、経済性を重視した支柱式基礎+鋼桁方式により計画されていた。しかし、施工が出水期となることから、河川への影響が最小限となるように、幅3.50m、長さ6.50m、高さ10.00mの支柱式基礎(φ150, RORO支柱)を構築し、左右岸のアーチアバットを利用してガーダーを架設する工法に変更した。なお、ガーダー下面位置は、出水期施工のため計画高水位(HWL=318.847)以上となるように設定した。

4.2 支柱基礎の位置と構造

ガーダーの支柱基礎の位置は、出水時における流失の恐れがなく、かつ、河川への影響が最小となる位置

とすることが必要であった。そこで、支柱基礎位置は、常時流水の影響がない位置を選定した。また、洗屈対策として、基礎部コンクリートは河床に約1.0m程度根入れするとともに、基礎部周辺をH形鋼 (H-300×300×10×12) を用いて補強するものとした。

4. 3 ガーダーの設置

A1側のガーダー受台は、A1アーチアバット全面にエポキシ樹脂アンカーを打設しコンクリート製受台を設置することで対処した。また、A2側受台はA2アーチアバット全面の護岸工を利用することで対処した。ガーダーの架設は、既設橋梁の幅員ならびに荷重制限を考慮して、ガーダー1本約7.0tを25t吊りホイールクレーン2台の相吊りにより行った。

4. 4 アーチリブの施工

アーチリブの型枠構造は、大引き材としてH-100×100×6×8 (R=40m加工)を橋軸方向に、横端太を角鋼管 (60×60×2.3)としその上に化粧合板 (t=12mm)、側壁部には鋼管 (φ48.6, t=2.3, R=40m加工材)、上面は木製栈木 (60×30×4000)を2段重ねることにより曲線を確保した。

アーチリブのコンクリートは、打設量 (V=256m³) から5分割による打設を予定していたが、景観 (打継ぎ部) や工期短縮を勘案して1日で打設するものとした。打設方法は、左右岸橋台背面にコンクリートポンプ車各々1台 (計2台) を配置し打設した。また、打設計画においては、打上げ高を平均時間当たりH≒1.0mとし、型枠への負担を軽減した。打設に要した時間は約10時間であった。

4. 5 補剛桁の施工

補剛桁部のプレテンション方式中空桁は、工場より現地に運搬し、橋台背面およびアーチクラウン部よりトラッククレーンにて架設した。桁間の間詰コンクリートの打設し、横締めPC鋼材による一体化により床版を形成した。さらに、支柱上の横桁コンクリートを打設して連結構造とした。

5. おわりに

本橋では、RC固定アーチ橋の補剛桁へプレテンション方式連結桁を初めて適用した。本形式は、コスト縮減、作業の効率化、さらには、品質の確保の面で優れた形式と考えられる。今後は、アーチクラウン部における伸縮継手の省略により、さらなるコスト縮減や走行性の改善が得られるものと思われる。

本橋の設計施工に際し、関係各位の多大なるご理解とご協力に、ここに記して感謝の意を表します。

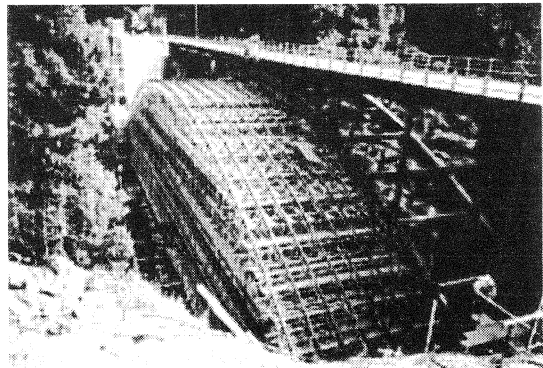


写真-1 施工状況



写真-2 橋梁全景 (完成)