

(21) 俣野川橋の設計と施工
(P C 逆ランガーアーチ橋)

日本道路公団
ピーシー橋梁(株)
鉄建設(株)
ピーシー橋梁(株) 正会員 ○白石紀之

山口宗雄
榎崎隆明
関谷義信
○白石紀之

1. はじめに

俣野川橋は、中国横断自動車道岡山・米子線の江府 I. C. ~川上 I. C. 間に架設される橋長 164.5 m のプレストレストコンクリート道路橋である。

架橋地点は、中国地方の最高峰「大山」の南西麓に位置する俣野川のV字形溪谷で、付近一帯は大山隠岐国立公園に属している。またこの溪谷は、景勝地「釜こしき」として知られる憩いの場となっている。このような地形条件より、本橋は逆ランガーアーチ橋の形式を採用し、施工方法は張出し架設工法の1つであるトラス張出し工法を採用した。

本橋は平成元年12月より着工し、平成4年6月に中央閉合を完了(写真-1)、現在11月の竣工を目指して最終段階の施工を行っている。



写真-1 中央閉合後の全景写真

本稿では、俣野川の設計と施工のうち架設時の補剛桁の検討と仮設材(バックステイ、斜吊材)の施工と管理について報告する。

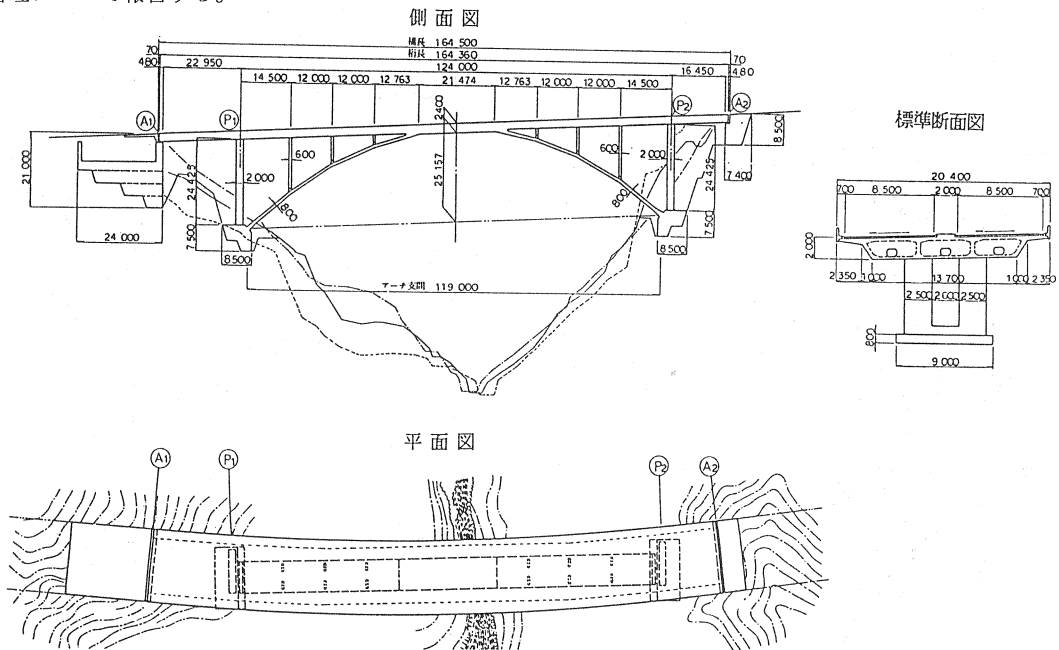


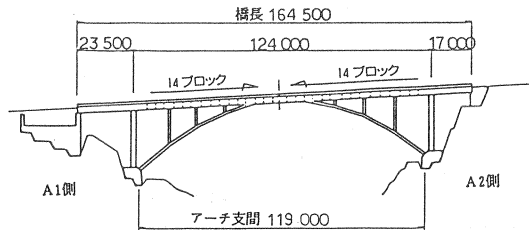
図-1 全体一般図

2. 工事概要

本橋の工事概要、全体一般図、施工順序をそれぞれ表-1、図-1、図-2に示す。

表-1 工事概要

工事名	中国横断自動車道 俣野川橋 (PC上部工) 工事
工事場所	鳥取県日野郡江府町大字俣野
橋格	第1種3級B規格 (TL-20, TT-43)
設計速度	80 km/h
構造形式	PC補剛桁を有する逆ランガーアーチ橋
橋長	164.500m
桁長	164.360m
支間	22.950m + 124.000m + 16.450m
アーチ支間	119.000m
有効幅員	2@8.500m
縦断勾配	i = 5.00%
横断勾配	i = 4.00%
平面線形	R = 750m



- ① A1側：グラウンドアンカー施工・P1エンドポスト施工
A2側：アバット施工・グラウンドアンカー施工
- ② A1側：バックステイ・スプリング支保工部施工
A2側：P2エンドポスト施工
- ③ A1側：側径間・柱頭部施工
A2側：P2エンドポスト施工
- ④ A1側：ワーゲン組立→1,2ブロック(補剛桁)施工
A2側：バックステイ・スプリング支保工部施工
- ⑤ A1側：アーチリブ施工
A2側：側径間・柱頭部施工
- ⑥ A1側：斜吊鋼棒セット→1次緊張→鉛直材施工→2次緊張
A2側：ワーゲン組立→1,2ブロック(補剛桁)施工
- ⑦ A1側：3,4ブロック(補剛桁)施工→3次緊張
A2側：アーチリブ施工→斜吊鋼棒セット→1次緊張→鉛直材施工→2次緊張
以下繰り返し作業
- ⑧ A1側：10ブロック(補剛桁)施工→ワーゲン改造→アーチリブ施工
A2側：アーチリブ施工
- ⑨ A1側：14ブロック(最終張出し)施工→ワーゲン解体
A2側：10ブロック(補剛桁)施工→ワーゲン改造→アーチリブ施工
- ⑩ A2側ワーゲン解体→中央閉合吊支保工組立→中央閉合
- ⑪ バックステイ・斜吊鋼棒解放→橋面工施工
- ⑫ 完成

図-2 施工順序図

3. 本橋の特徴

構造上の特徴は次のとおりである。

- 1) 広幅員(全幅員 20.4 m)で円曲線(R=750 m)を有しているため、補剛桁は上下線一体構造とし、3室箱桁断面を採用している。
- 2) アーチリブの平面配置は直線としている。補剛桁の構造中心は、アーチ支間の1/4から内側は直線とし、他の区間は円曲線としている。
- 3) アーチクラウン部の構造は、補剛桁とアーチリブを一体とし、アーチリブ厚の1/2を補剛桁下面に結合した形式としている。
- 4) 鉛直材の構造は、2支柱分離型とし、アーチクラウン部に一番近い鉛直材を、ピン構造としている。

施工上の特徴は次のとおりである。

- 1) 張出し施工に伴って作用するアーチリブ前方の転倒モーメントに対処するため、エンドポスト後方に、バックステイを配置し、橋台にはグラウンドアンカーを設けている。

- 2) 通常の主桁張出し施工用ワーゲンとアーチリブ支保工を一体とした特殊ワーゲン(写真-2)で、補剛桁、アーチリブ、鉛直材を施工し、仮設斜吊材を使用し、トラスフレームを形成しながら張出し架設する(トラス張出し工法)。その標準サイクルを図-3に示す。

- 3) 斜吊材の緊張は、3回に分けて行う。

- ① 1次緊張: アーチリブ打設後のたわみ調整。
- ② 2次緊張: 鉛直材打設後のたわみ調整。
- ③ 3次緊張: 補剛桁に生じる負の曲げモーメントを緩和するため導入する。

- 4) 施工中の各部の挙動を把握するため、主要部材に計測機器を設置し、計測管理を行う。

計測項目は、以下の6項目である。

- ① 橋体各部のコンクリート応力
- ② バックステイPC鋼棒張力
- ③ 仮設斜吊PC鋼棒張力
- ④ グラウンドアンカー張力
- ⑤ 橋台、橋脚の変位、傾斜
- ⑥ 地盤変位

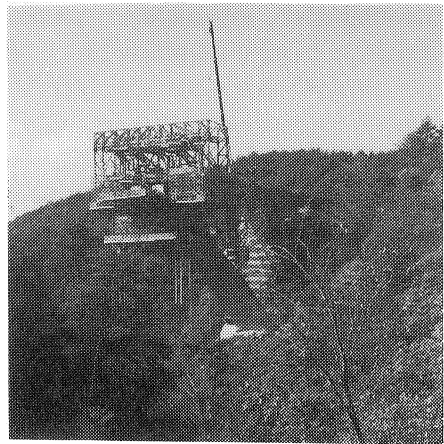


写真-2 特殊ワーゲン

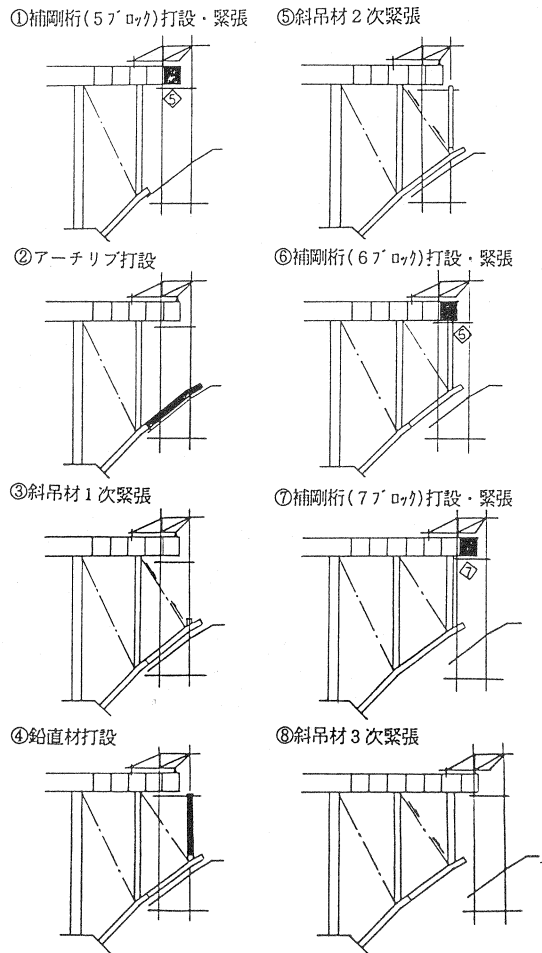


図-3 1フレーム標準サイクル

4. 架設時の補剛桁の検討

本橋の設計は、平面骨組解析、立体骨組解析による応力解析の他に、特に応力が集中すると考えられる以下の事項についてFEM解析を実施し、検討している。

- ①アーチリブと補剛桁の結合部の検討
- ②架設時の補剛桁の検討
- ③主桁柱頭部の検討

ここでは、②架設時の補剛桁の検討に着目し、検討内容を記す。

補剛桁は、次のような特徴があり、架設時には鉛直材で支持された片持ち構造となっている。

- ①3室箱桁の断面で幅員に比べて桁高が低く版構造に近い。
- ②外ウェブは傾斜している。
- ③鉛直材の幅と下床版の幅が異なり、下床版が鉛直材から張出した形状となっている。

このような特徴より、補剛桁は架設時横方向の変形が図-4のようになり、橋軸方向の変形と相まって複雑な応力状態が予想されたため立体FEM解析を行った。

1) 解析方法

解析の対象とした施工ステップは、1フレーム完成までの4ステップとした(図-5)。また解析モデルは左右対称と考え半分とした(図-6)。

荷重は、①補剛桁自重②ワーゲン荷重③橋軸方向プレストレス④床版プレストレス⑤横桁プレストレスを考慮した。但し、ワーゲン重量は集中荷重とし、各ウェブに均等に载荷した。

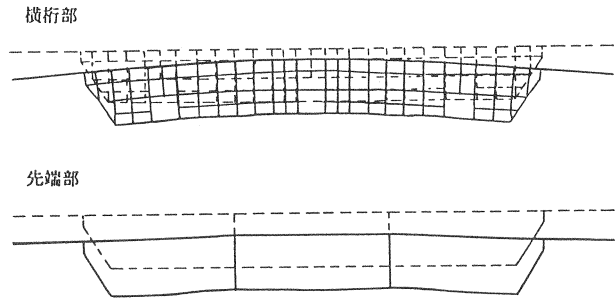


図-4 架設時横方向変形図

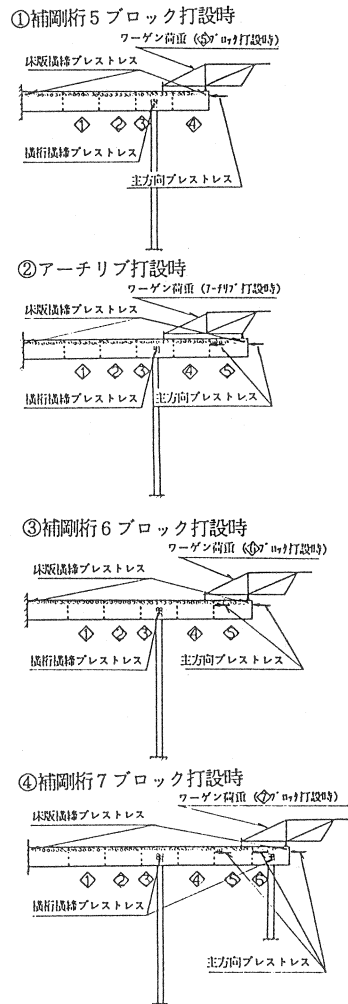


図-5 施工ステップ

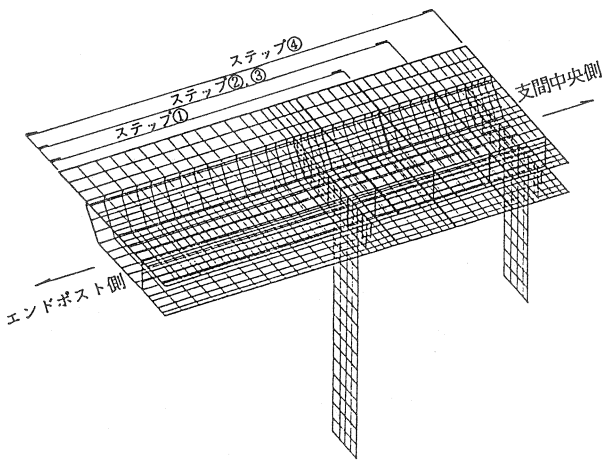


図-6 解析モデル図

2) 解析結果

主桁は荷重作用により橋軸方向変位の他に直角方向にある程度変位を起こすが、本橋の場合、横桁全幅を支持していない鉛直材の支点条件と傾斜ウェブによるボックス剛性の低下により橋軸方向変位に対し直角方向変位が相対的に大きくなっている。また鉛直材付け根位置で折れた変形状状となっている(図-4)。またワーゲン重量が通常の橋梁に比べはるかに大きく、この傾向が助長されている。

各部の応力状態は次のようになった。

- ①外ウェブの橋軸方向応力度は中ウェブに比べ20～30%程度大きくなっている。
- ②中ウェブの斜引張応力度は外ウェブに対し45%程度大きく、その最大値は、平面骨組解析に比べて30%程度大きい。
- ③外ウェブには面外曲げモーメントが作用し斜引張応力度の他に曲げ応力度が発生している。
- ④上下床版とも全域に渡って引張応力度が発生し、床版とウェブの接合部に曲げ応力度が発生している。上床版の引張応力度は床版プレストレスにより相殺されている。
- ⑤横桁は外ウェブ付近に大きな斜引張応力度が発生している。

①～⑤に対する検討結果を以下に示す。

- ①外ウェブの橋軸方向応力度は、60～140 kgf/cm²の範囲にあり特に補強しなかった。
- ②③各ウェブの斜引張応力度と曲げ応力度に対し、せん断鋼棒を密に配置することにより対処した。また一部主引張応力度が突出した要素に対しては、斜引張鉄筋にて補強した。
- ④下床版の引張応力度に対しては、直角方向主筋の径およびピッチを変更し補強した。また、ウェブと床版の結合部の曲げ引張応力度に対してはハンチ筋にて補強した。
- ⑤横桁の斜引張応力度に対しては、横桁の鉛直鋼棒と横桁横締め鉛直分力で対処した。

5. 仮設材の施工および管理

バックステイ及び斜吊材のP C鋼材は、SBPR930/1180φ32を使用し、配置本数を図-7に示す。

バックステイは、P C構造とし、プレキャストブロック(長さ1m)で施工した(図-7)。バックステイ組立時に仮緊張(ブロックの4隅の鋼棒を1本当たり15tfで緊張)を行い、本緊張はブロック架設後、初期張力約6000tfを1度に導入するが、ブロックの弾性縮みと接合部のなじみを考慮して、緊張作業は2回に分けて行った。

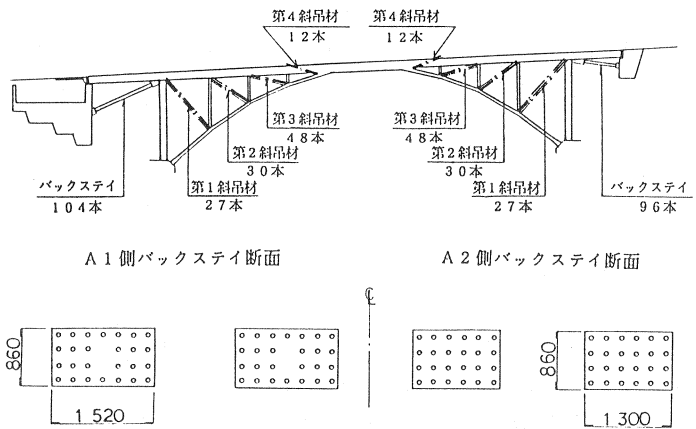


図-7 鋼材配置本数およびブロック断面

斜吊材の1次緊張は、全本数初期のたるみをとるように緊張し、数本の鋼棒により変位調整を行った。2次緊張は、たわみ調整と各鋼棒の張力が均等になるように数回緊張した。3次緊張は、鋼棒1本あたりの導入力が大きいため、他の鋼棒にゆるみが生じないように、2～3回に分けて緊張した。

バックステイ及び斜吊材の解放は、その順序により各部材の応力が大きく変動するため、予め応力検討を行い、次のような順序とした。

- ①バックステイの解放 ②第1斜吊材の解放 ③第2斜吊材の解放 ④第3斜吊材50%解放 ⑤中央径間下床版プレ導入 ⑥第3斜吊材残り50%解放 ⑦第4斜吊材の解放。

また、バックステイの解放は2回に分けて行い、1次解放はブロックの目地が開かない張力とし、必要張力の35%とした。

仮設材の張力は施工段階を追って変動するため、パソコンを使用して自動計測(写真-3)し、施工段階毎に管理値と対比しながら管理した。計測値には、種々の要因によるばらつきがあるため、予め設計値に以下の2つの要素の組合せを考慮し、管理値に変動幅を持たせた。

- ① 荷重を±5%変動
- ② プレストレス及び斜吊材の張力を±5%変動

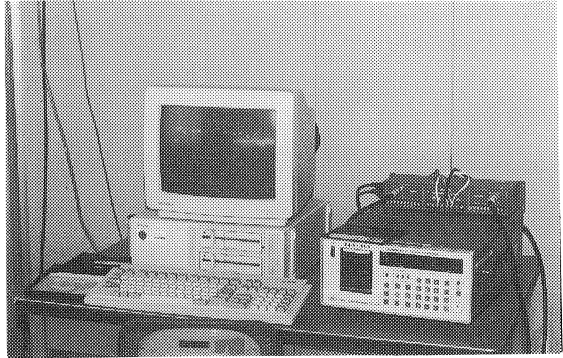


写真-3 計測システム

計測値は、ほぼ管理値内であった。その1例として左側第1斜吊材の計測値と管理値を図-8に示す。

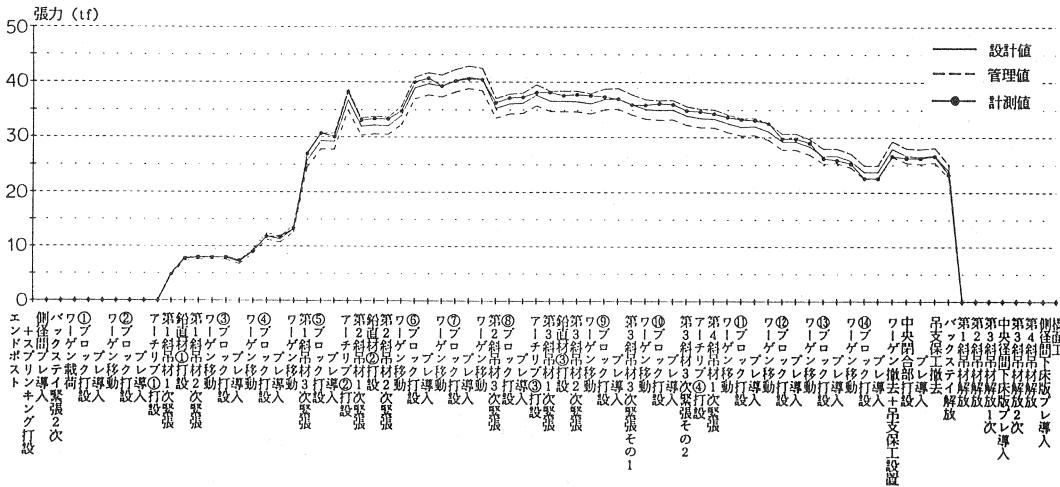


図-8 斜吊材の張力管理(1本当たり)

6. おわりに

本橋のようなトラス張出し工法による逆ランガーアーチ橋は、国内での実績はまだまだ少ないが、本工法は、架設地点の地形条件、資機材の運搬条件などの制約を受けずに架設できる工法であり、今後多くの中規模径間のアーチ橋に採用されることを期待している。

最後に、本橋の設計・施工にあたってご尽力、ご指導を頂いた関係各位に心から感謝の意を表します。