

# 複合アーチ橋の計画設計

## — 第二東名 富士川橋 —

高橋 昭一\*

### 1. はじめに

第二東名富士川橋は一級河川富士川に架橋する、第二東名名神高速道路唯一のアーチ橋（上下線2連）である。

橋梁形式は、広幅員PC床版2主桁を上床版とする鉄筋コンクリート固定式アーチ橋で、アーチ支間265mは、コンクリートアーチ橋として日本最大であり、上床版を鋼桁とした鋼コンクリート複合アーチ橋として、フランス・シャトープリアン橋（Du Pont Chateaubriand sur la Rance ランスのアーチ橋）を抜いて、世界一のアーチ支間となる。

工事発注用設計では、

- ① 最大打設長6mの超大型4主構移動作業車により、3室箱桁を一括打設する片持ち張出し架設
- ② アーチリブ上面にφ36mmB種2号鋼棒を配置し、架設時点ではPC部材とする外緊張材制御架設
- ③ メラン材などのアーチ補助材を用いない最大斜吊り材長140mとなるピロン斜吊り架設

を基本として、コンクリートアーチリブを施工する計画となっている。

第二東名富士川橋は、昭和42年架橋の現東名高速道路の富士川橋に引き続き、JHが富士川に架橋する2橋目の「富士川橋」となる（図-1）。

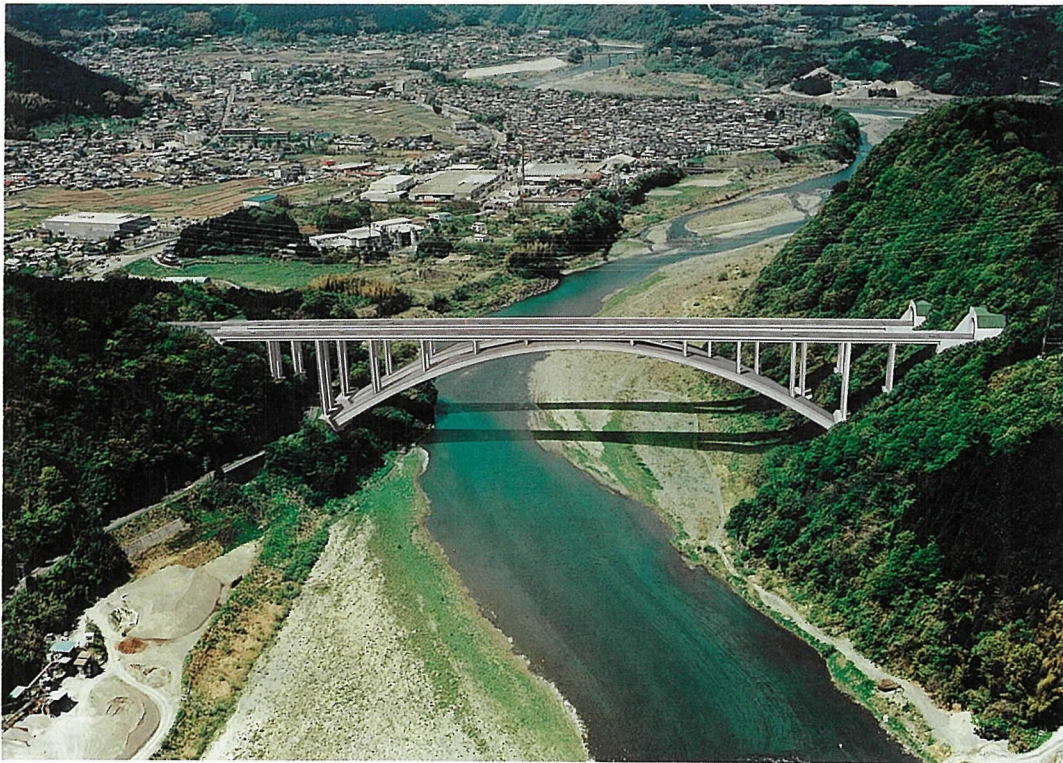


図-1 第二東名富士川橋完成フォトモンタージュ

### 2. 設計概要

#### 2.1 路線計画

第二東名高速道路の道路計画は、富士川を渡る最短ルートで計画され、現東名富士川橋が橋長783mと長大な橋梁とせざるを得なかったのに比べ、第二東名富士川橋は橋長の長い下り線でも橋長381mと、その橋梁延長は半減している。

第二東名富士川橋渡河地点は、富士川が山峡から出る境界地点にあり、富士川は狭隘かつ大きく屈曲する水衝部と



\* Shoichi TAKAHASHI

JH日本道路公団静岡建設局  
富士工事事務所 構造工事長

なり、渡河地点を過ぎると加高千石といわれた現富士市を構成する低地をなし、駿河湾に流れ込む。

本橋梁の東京側橋台は、富士宮第二トンネルの坑口にあたり、上下線が別の道路線形を有する上下線分離区間となっていて、おおむね50m(道路中心間距離)、上下線が離れている。高速道路計画高は、富士川河床より約70mの位置にある。

本橋梁架橋位置では、河川側に溶岩が露頭した火山地形を成しており、既存森林が存置された緑豊かな場所であることから、第二東名高速道路計画の際に実施された環境アセスメントでは、自然景観資源(火山景観)を適切に保全するよう義務付けられている。また、本橋左岸は、ハルゼミ(指標昆虫)、ギフチョウ(自然保護上重要な昆虫)の生息域とされる都市公園法上の自然公園「明星山」であり、第一種風致地区に指定されている(図-2)。

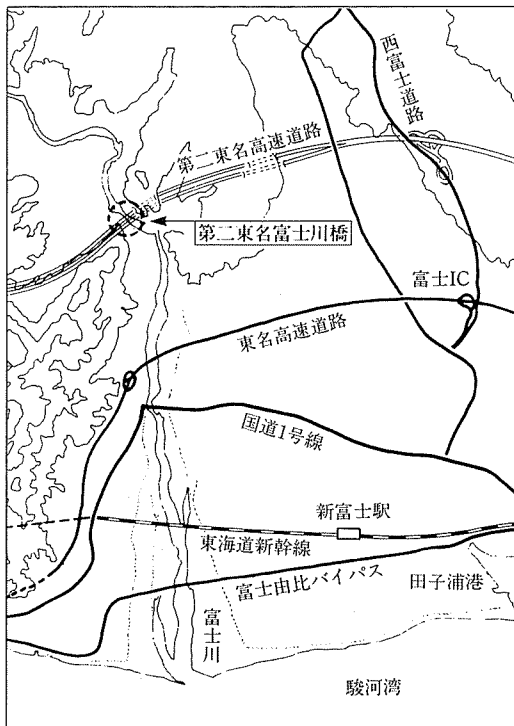


図-2 第二東名富士川橋位置図

## 2.2 橋梁形式

現東名富士川橋は、河口近くに位置し、平均支間長は80mの鋼連続箱桁で設計されている。第二東名渡河位置での富士川の河川幅は220mであり、計画高水流量より決定される基準径間長から、河川中央に1脚(上下線で2脚)、橋脚を立てることが可能であったが、仮に、河川内に橋脚を設置しようとした場合、高速道路線形の分離区間であり、上下線2脚の橋脚が50m程度離れて作られることになり、狭隘かつ大きく屈曲する水衝部では水理上問題があることもあり、最新の技術で「富士川をひと跨ぎできる位置」に、第二東名の路線が選定されている。結果として、アーチ拱台は河川区域内にかからないように配置され、アーチ支間265mが決定されている。第二東名本線の計画高と上床版鋼補剛材の桁高2.0m等から、スパン・ライズ比は1/6.5となってい

て、偏平なアーチとなる。

第二東名富士川橋の橋梁形式は、単支間250m以上を最も経済的に架橋し得るアーチ形式が選択され、アーチ本体が非常に高価となる鋼アーチ案、下部構造が巨大となる上床版をコンクリート形式とするコンクリートアーチ案と比較の結果、経済的に最も安価となる広幅員2主桁形式を上床版とする鉄筋コンクリート固定式アーチ橋としている。

PC床版2主桁橋を上床版とするコンクリートアーチの特徴として、

- ① 上床版形式の中で、最も安価となる
- ② 死荷重として作用する上床版をコンクリート形式に比べ軽くでき、アーチ断面力を低減できる
- ③ PC床版とすることにより上床版の張出しを長くでき、アーチリブ全幅を抑えることができる
- ④ 斜面上での上部工施工となる上床版施工で、鋼桁が特殊支保工替わりとなる

などが考えられ、広幅員2主桁形式を上床版とするコンクリート橋は、今後の鉄筋コンクリート固定式アーチ橋の有力な橋梁形式になり得るものである(図-3)。

## 2.3 橋梁下部工形式

アーチ拱台は、富士川が形成したV字谷斜面の傾斜した支持岩盤に対し、段差フーチング形式で床付けされた直接基礎として設計されている。下部工は、アーチ軸線方向の卓越した軸力に対し有効に抵抗するよう、エンドポストから作用する鉛直力も合わせ、その合力が傾斜したアーチ拱台底面に対し偏心距離ゼロとなるように寸法を決定している。

また、P1, P4橋脚等の斜面上の独立した橋脚は、フーチング寸法が最小となる段差フーチング一列深礎杭(φ4000)基礎形式として設計されている。掘削に先立って、各フーチング背面に永久土留め工を施工し、極力、自然地山を傷めないように計画されている。

## 2.4 アーチリブ

鉛直材は支承間距離10mの独立二本柱形式となっていて、鉛直材の配置から決まるアーチリブ総幅は13m程度であるが、高速道路本線のもつR=3200m(上り線、下り線はR=4000m)の平面線形を吸収するために、アーチリブ総幅を15.5mとしている。

アーチリブはRC3室箱桁形式であり、その桁高はスプリング部で5.0m、クラウン部で3.0mとしている。卓越する圧縮力と部材の軽量化のため、コンクリートの設計基準強度を50N/mm<sup>2</sup>まで高めている。アーチリブの上下床版・腹板厚は0.4mであるが、スプリング部で腹板を0.8mにまで増厚している。

アーチ軸線は、死荷重時・活荷重時のクラウン部・スプリング部の応力度バランスを検討し、パラメータmを1.9としたハイパボリック曲線を選択している。

## 2.5 上床版形式

鉄筋コンクリートアーチ橋の上床版は、従来、

- ① RC中空床版(帝釈橋)
- ② PC中空床版(宇佐川橋, 高松大橋)

であり、最近ではPC箱桁(別府明礬橋, 新小倉橋)など、コンクリート桁形式が一般的であった。

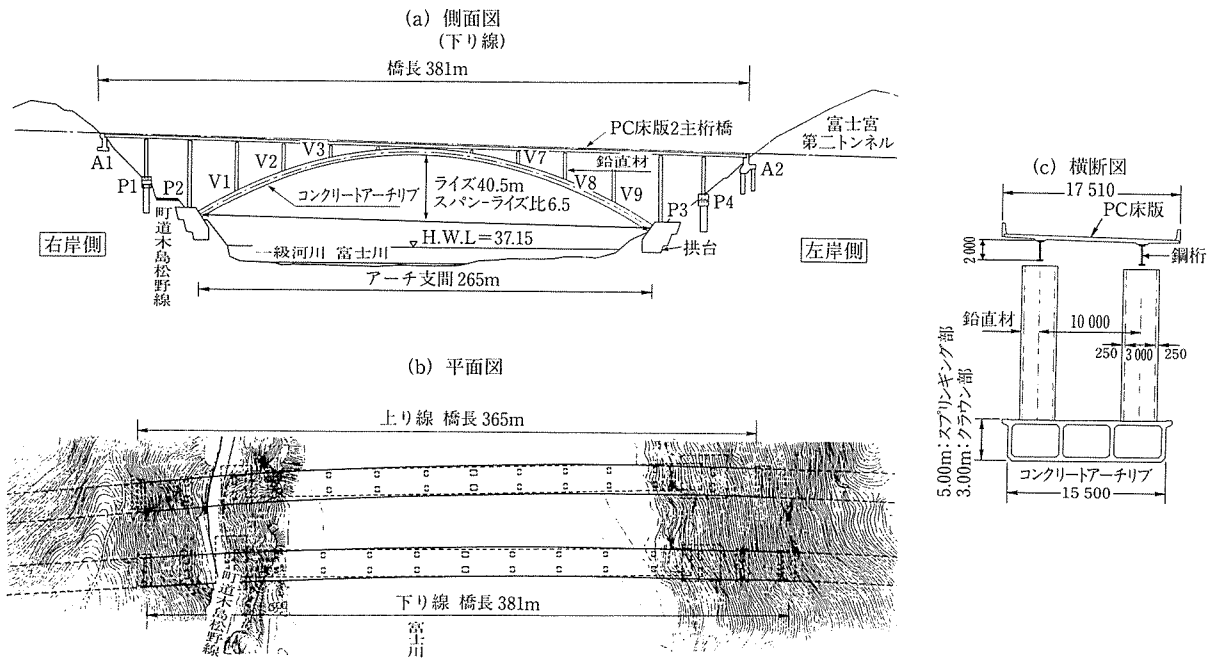


図-3 橋梁一般図

最初期、比較的短支間となる上床版に対し、これに応じたRC中空床版形式が選択されていたが、上床版自重がアーチリブ断面力に与える影響が大きいことを勘案し、仮設PC斜吊り鋼材を軸方向鋼材と転用して、上床版をPC構造とすることにより死荷重軽減を図るなどの効率化を進めたこと、さらには、単に「コンクリートアーチにはコンクリート」という思い込みがあったためか、従来からコンクリート形式による上床版とされている。

第二東名富士川橋では、ホロナイ川橋で初めて採用され、JH静岡建設局管内の第二東名高速道路の鋼桁橋基本形式であるPC床版2主桁橋を上床版形式として採用している。

全幅17.5mの床版に対し、床版支間は10m、床版厚は桁上で450mm、標準380mmであり、一方向PRC版として設計されている。鋼補剛桁は桁高2.0m、腹板厚は中間部17mm、支点上23mm、フランジ幅は600mm一定で、最大板厚は50mmである。

### 3. 施工概要

#### 3.1 工事用道路等準備工

橋梁設計後に合意した河川管理者との施工協議により、富士川計画断面に対し5%の河積阻害を許容していただいたことから、河川内に盛り土構造による工事用道路・施工ヤードの確保が可能となっている。これにより、本工事で発生する約10万<sup>3</sup>mの掘削土砂の仮置き場が河川内に確保できたことと、工事用道路を富士川H.W.L.以上に盛り上げることで通年施工が許可され、工期短縮工費節減が図れることとなった。

しかしながら、日本三大急流の一つに数えられ、また、その水衝部の中に工事用道路を現在計画していることから、3次元河床変動計算モデルにより河床変動あるいは狭窄による水位上昇を把握し、万が一の大出水にも安全なもの

とできるよう検討を予定している。

#### 3.2 橋梁下部工の施工

架橋位置での第二東名高速道路は、明星山公園地区をトンネルおよび橋梁で通過し、自然環境への影響を回避し、緩和・最小化するよう計画されており、工事中においても極力その既存自然環境を保全し、また復元し、周辺に広がる同様の環境について、分断による矮小化を避けるよう努めることが望まれている。

さらに、橋台、橋脚、拱台設置位置では、相当程度の厚さで脆弱な崖錐・段丘堆積物層が確認されている。本工事では、急傾斜地における大規模掘削を行うため、現時点で安定している自然地山を極力傷めないような施工計画を立て設計図書は作成されている。

アーチリブを支えるアーチ拱台は、工事詳細設計の中で寸法を見直す予定であるが、5000<sup>3</sup>mを超える巨大なものとなり、支持岩盤やリフト施工による新旧コンクリート間の外部拘束、マスコン本来の内部拘束などが予想されることから、リフト割りやひび割れ防止筋の検討、また、発熱量そのものを低減させるコンクリート材料の検討などを予定している。

#### 3.3 アーチリブの施工

長大コンクリートアーチ橋のアーチリブの施工方法には、大別、斜吊り架設とトラス架設があり、JHで施工した宇佐川橋(アーチ支間204m)は前者であり、別府明礬橋(同235m)は後者である。

それぞれの利点、橋梁の架橋条件から架設方法は個々に決定されている。また、従来、長大アーチ橋では、片持ち張出し長を抑えるため、トラス架設はもとより、斜吊り架設においてもメラン材を併用するのが一般的であった。

本橋は、ピロン柱併用斜吊り片持ち張出し架設工法による施工を選択しており、メラン材は用いていない。

富士川橋架橋地点は非常に急峻な地形であり、右岸側には交通量の多い道路を抱えており、巨大なバックステイアンカーを必要とするトラス架設を選択し得なかった。メラン材を併用しなかった第1の理由は、長大支間となることから自重軽減を旨とし、メラン材を断面に取り込むことによる断面寸法の肥大化を避けようとしたことであり、第2には、メラン材を組み入れて純粋な片持ち支間を短くして、メラン部でのブロック施工サイクルを短くすることを目指すより、単一手順の繰返しによる習熟化効率化により、工期短縮を図ろうとしたことによる。メラン材を用いなかったことにより、エンドポスト上に鋼製ピロン柱を立て、最大140mにも及ぶ長大支間斜吊り工法を行うこととした。

アーチリブは、最大打設長6mの超大型4主構移動作業車により、3室箱桁を一括打設する片持ち張出し架設を行うよう計画されている。斜吊り材は2~3ブロックに1カ所の頻度でアーチリブ上面と取り合うため、アーチリブは斜吊り材を架設するまでの間、約12m~18mの片持ち状態となる。本橋では、これにより生じる引張りを打ち消すため、アーチリブ上面に仮設コンクリート突起を設けてφ36mmB種2号鋼棒を配置し、架設時点ではPC部材とする外緊張材制御架設を行っている(図-4)。

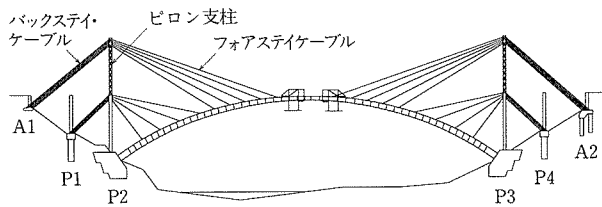


図-4 ピロン張出し架設

### 3.4 鉛直材・上床版の施工

鉛直材は場所打ちRC脚として設計されている。アーチリブ上に、アーチリブの施工に要したケーブルクレーン(6t吊り2条)を存置し、アーチリブ閉合後、築造する。

上床版の施工では、隣接する鋼桁地組みヤードにて、鋼桁の現場溶接を行い、全長、もしくはその1/2を組んだ後、送り出し架設を実施し、桁を鉛直材上に据えた後に、移動式型枠により現場打ちPC床版を施工する。

## 4. 設計施工上の課題

橋梁計画者として、工事発注後、第二東名富士川橋詳細設計を行うにあたり、整理検討、新たな工夫が必要と思われる事項について、短くまとめる。

### 4.1 ピロン柱設置位置の検討

工事発注用図面では、P2、P3拱台エンドポスト上にピロン柱を立てて、最長140m斜吊り材を設置する計画となっている。

エンドポスト上にピロン柱を設ける場合、

- ① バックステイ反力として大量のグラウンドアンカーを要する
- ② 自然改変を抑えるため橋台橋脚をアンカーアバットとしているため、下部工施工工程がクリティカルパス

となり得る

- ③ ピロン柱天端が地上高100mを超え、ピロン柱の架設時に巨大なクレーンを要する
- ④ 斜吊り材架設のために、作業員が急傾斜斜面上を往来しなければならない
- ⑤ 斜吊り鋼材の自重や風荷重が斜吊り材の許容導入力に大きく影響する

など、設計施工上の課題があり、経済性の観点からも発注用図面作成後に河川協議を実施して、河川内にピロン柱を立てる可能性を残している。

架設バランス上、V2およびV8鉛直材直下にピロン柱を立てるのが最善案であったが、河積阻害率の関係でピロン支柱を支間中央側に出すことに制限が付き、V1、V2両鉛直材間およびV8、V9両鉛直材間にピロン柱を立てることを第一案として、河川内ピロン立柱を前提に施工計画を見直し中である(図-5)。

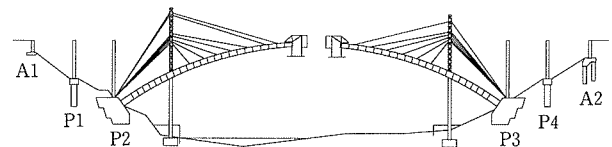


図-5 河川内ピロン

### 4.2 架設時PRC制御と斜吊り材の許容値

発注用図面では前述のとおり、片持ち張出し時のアーチリブの設計条件は、PC部材として設計することを前提に、全断面有効とした緑応力度の許容値 $-28\text{kgf/cm}^2$ を設定していた。

アーチリブは構造系完成後に圧縮部材となり、コンクリート構造として合理的な構造となるが、片持ち張出し時には応力変動が大きく、架設時をPC構造とすると、引張り応力度を小さく抑えるため架設用に過度なPC鋼材の配置が必要となる。したがって工事詳細設計では、完成後の構造に悪影響を及ぼさない範囲で引張り応力度、ひび割れを適度に制御したPRC構造として合理的な架設工法を検討しようとしている。

発注用図面作成時、斜吊り材の許容張力は、「死荷重+架設荷重」に対して、不確定要素を見込んで $0.50P_u$ としていた。本工事の斜吊り鋼材は仮設鋼材であり、アーチリブ閉合後、捨て去る材料である。また、本工事では情報化施工を予定しており、斜吊り材張力の変動について、常時観測を行う予定であり、また、架設中に大きな応力変動があることから、各斜吊り材は適宜、張力調整工を実施する予定でもある。

「コンクリートアーチ橋は斜面上の施工となることから、安全通路や資材置き場として、仮設材をアーチリブ上面に設置することとなるが、これらの荷重や作業荷重を照査して架設荷重を照査することはもとより、あくまでも「仮設鋼材である」ということを肝に銘じ、さらには単なる安心代、PR用の計測工ではない、本来の意味での情報化施工を実施するなどして、適切な許容張力を設定していきたいと考えている。

### 4.3 内緊張か外緊張か

本橋では外緊張材(φ36)をアーチリブ上面部に配し、上縁コンクリート応力度の値を制御しつつ、張出し施工を行う予定となっている。外緊張材としたのは、「外ケーブル効果」により、鋼材の利きを良くするためと、アーチリブは閉合後、圧縮部材となるため、内緊張材がその圧縮力を倍加させるのを嫌ったためである。

工事発注設計では、外緊張材とすることにより、各施工ブロックごとに、アーチリブ上床版上縁にコンクリート突起を設けて反力受けとしている。施工サイクルを考える中で、この突起が1日ないし2日ほど、サイクルを延ばす要因となっている。アーチ閉合後、このコンクリート製突起を切除しなければならず、その合理的な撤去方法について、いまだJHとして思い至っていない。

一法として、鋼あるいは鋳物で突起を製作し、上下線で転用することも考えられるが、費用の面、床版との接続をどうするかなどの課題もある。

斜吊り材を細かく配置することにより、サイクル施工ごとの最先端斜吊り材より先の片持ち張出し長を短くすることによって、アーチリブ内に生じる最大曲げモーメントを小さく抑えられ、これにより従来からの内緊張材で配置可能であれば、コンクリートの施工サイクルの面からも経済性が見込めるため、工事詳細設計の課題としたい。

### 4.4 鉄筋の継ぎ手とプレファブ化

アーチリブの主筋はD32であり、上床版下床版ウェブについて、ctc150-1段で配筋されている。この配置は耐震設計上決定されている。

アーチリブは鉄筋コンクリート部材であり、JHでは通常、経済性とコンクリート打設性から、D32鉄筋の場合、ガス圧接継ぎ手を用いることとなる。しかし、1ブロックあたりの軸方向筋は、550本を超える本数となっており、ガス圧接継ぎ手を用いると、コンクリート施工サイクルに多大な遅滞を及ぼすことが懸念されたため、重ね継ぎ手としている。前項、内緊張材への変更などと併せ、ガス圧接継ぎ手を用いるべくもないが、6mごとに重ね継ぎ手作業が生じるため、この軽減が課題となる。さらに活荷重による応力変動が少ないアーチリブでは、1/2ラップ継ぎ手など継ぎ手長を短くする試みも適用可能かと思われる。

また、鉄筋コンクリートであるがゆえに、その鉄筋量はアーチリブ平均で300kg/m<sup>3</sup>となっており、これを斜面上の作業として労務員に課すことは、省力化に反していると筆者は考えている。場所打ち片持ち張出し工法で、鉄筋のプレファブ化の実践は数例を数えるのみであるが、本工事ではケーブルクレーンなどの荷揚げ設備が整っていること、そして、施工ボリュームが莫大なため、「富士川橋用の移動作業車」を製作し、現場で償却させてしまうことも可能であり、鉄筋ブロックのプレファブ化について、移動作業車構造の見直しも含め検討を行っていききたい。

### 4.5 仮設鋼材の防食

富士川橋工事では、片車線あたり、斜吊り材12S15.2(SWPR7B)を約460t、外緊張材φ36(B種2号鋼棒)を約100t使用する予定である。上下線がほぼ同一規模となること、

また、仮設暴露期間として最大1.5年間×2程度であることから、防食上課題が少なければ、上下線の転用を図る予定である。

工事特記仕様書では、施工者に工事受注後2ヵ月以内にPC鋼材の架橋地点での暴露試験を義務付けており、裸鋼材、何らかの防食を施した鋼材を暴露させ、腐食減量や強度・伸びの低下など腐食による影響を調査する予定となっている。

### 4.6 保護管の要求性能

コンクリートアーチ橋のトラス架設、斜吊り架設では温度変化防止や衝撃防止のために、斜材に保護管を巻き付けることを常としている。

従来、斜材は鋼棒系を用いることが多かった。これは、トラス架設であれば斜材長が短く、現場での架設・緊張管理が容易な鋼棒が多用され、また、斜吊り架設でもメラン材併用が一般的であり、斜吊り材が短くなるために同様の判断があったと思われる。

鋼棒系であれば、斜材架設時に保護管を取り付けてから架設することが可能であり、保護管を取り付けるための特段の労苦はない。

本工事では斜吊り材として、最大斜吊り材長140mとなる現場製作タイプの12S15.2を想定している。これはメラン材を併用しないため、アーチクラウン部付近の張出し状態のときに、長大な斜吊り材を必要とすることと、大容量に対応するためである。本工事では1S15.2を12本ものとして現場製作した後に、保護管を取り付けざるを得ないことから、その作業は高所での能率の悪いものとなる。

保護管を用いずに裸鋼線とした場合、夏期の直射日光による温度変化により、

① 部材各断面力を鉄筋、外緊張材により制御可能か

② 施工管理上、捕捉可能な程度に変形が納まるか

など、必要条件を整理しつつ、従来から行われている、断熱材による現地での巻付けを選ぶのか、あるいはまたは寡聞ながら筆者は施工実績を知らないが、工場出荷時に白色系樹脂系被覆を行うなどして、前項の防食対策も兼ねることが可能なのか、検討していく予定である(写真-1)。

### 4.7 アーチリブ箱桁施工方法

冒頭述べたように、本工事では最大打設長6mの超大型4

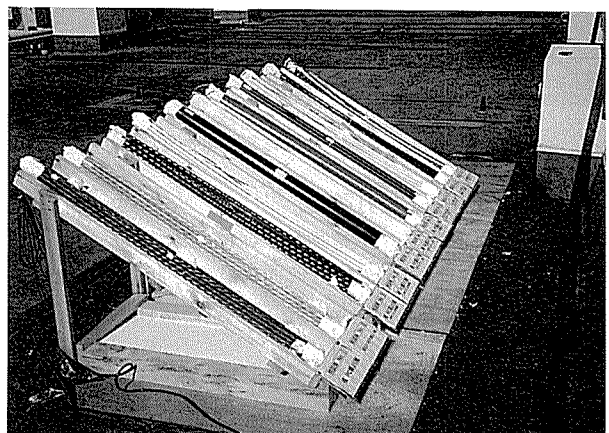


写真-1 PC鋼材の表面仕様差異による温度変化計測風景

主構移動作業車による片持ち張出し架設を計画しており、工事発注に際しても、3室箱桁を一体として施工することを前提として工程等を立案している。

20m～40mを一括施工できる大型移動支保工と、最大4m程度を順次施工する移動作業車施工とで、どちらが健全な構造物足り得るか、また、合理的施工が可能かという点、筆者は利那もなく前者を選ぶことであろう。

しかしながら、斜面上の施工を前提とするアーチ橋で、超大型移動作業車を用いて、施工長を稼いだ大規模施工を選ぶのか、あるいはまた、3室箱桁を前提としつつも、たとえば、左室・右室を単独の箱桁断面として先行施工して、後にその間の上床版下床版を施工して、断面の一体化を図る分割施工(コア先行施工)とで、どちらが合理的となるか、筆者は現在のところ悩んでいる。

型枠移動、鉄筋、コンクリート打設、PC鋼材緊張という一連の現場打ちコンクリートの施工サイクルを考えると、ある程度合理的な施工ボリュームというものがあるのではないかと、そして、本橋で想定している1施工量(1打設量平均100m<sup>3</sup>)は、あらゆる面で非効率となるアーチ橋を考えたとき、その適切な範囲を大きく上回っているのではないかと考えている。

先行施工する左室右室のみをコンクリートアーチリブとし、横桁位置でたとえば、鋼殻にコンクリートを充填し、PC鋼材などで緊張した部材などを用いて横繋ぎする程度で設計可能ではないかと施工者からの提案もあり、面外変形あるいはこれにより床版が過度な負担を負うことがないのであれば、コンセンサスも得られるのではないかと考えられ、このアーチリブの2BOX化を工事詳細設計の大きな課題として捉えていきたい(写真-2)。

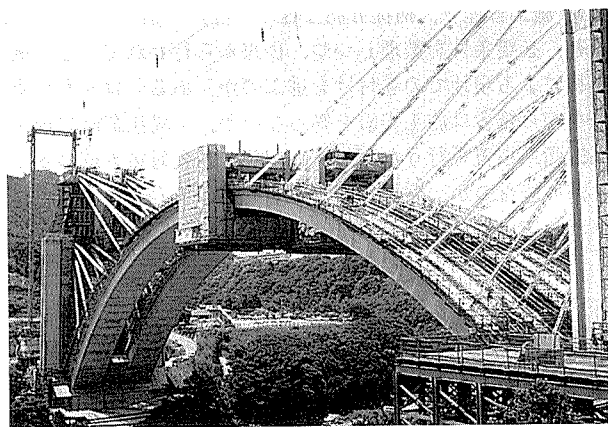


写真-2 新小倉橋  
(この橋の上下線を繋げば3室箱桁となる)

#### 4.8 コンクリートの打設性

富士川橋工事では、工事特記仕様書に示された施工条件として、右岸左岸アーチ拱合前面に計画された両河川内工事用道路よりコンクリートポンプ車により打設としている。

アーチクラウン部を考えると、ポンプ圧送距離として、水平135m、垂直50mとなり、125Aの配管を考えたとき、水平換算長として340m程度となる。事前に、施工実績を徴し

たところ、40Nコンクリートで水平換算長が460m程度まで、施工が行われているようであった。

本工事では過去の実績等から、アーチリブの傾斜角度10度まで、押さえ型枠を計上している。流動化コンクリート等を用いることにより、押さえ型枠を前提としてコンクリートを打設するか、可能な限り押さえ型枠を用いずに固練りのコンクリートを打設しようと努力するか、迷うところであるが、筆者は後者で施工したいと考えている。

本工事では、全国でも非常にまれであると思うが、川砂利を使用したコンクリートを用いることができる。工事特記仕様書に示した50Nコンクリートの暫定配合は、表-1に示すとおりである。単位水量の小さな良質なコンクリート性状を維持しつつ、長距離パイプ圧送に耐えるコンクリートを配合できるよう、事前の試験・実験を行う予定である。

表-1 暫定配合

(単位量:kg/m <sup>3</sup> )						
W/C	s/a	水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 AE剤
36%	38%	145	403	667	1110	32g

高性能AE減水剤を使用したもの

#### 4.9 斜吊り材とアーチリブの取合い

工事発注用の図面では、12S15.2B斜吊り鋼材と、アーチリブ上床版の取合いは図-6のようにになっている。このような施工条件であると、移動型枠の内型枠が斜吊り材の配置される2～3セグメントごとに手作業となること、また、突起補強筋の組立てが必要となることなどから、移動作業車サイクルが一定化せず、型枠も煩雑な入替え作業が生じる。

取合いについて現在考えている案として、

- ① デッドアンカー形式としたウェブ定着とする
- ② アーチリブウェブを貫通し、下縁外側定着とする
- ③ 上縁側に接続具を設け、アーチリブとは簡易な鋼棒定着とする
- ④ 斜吊り鋼材をブロックごとに配置するものとし突起型枠を標準施工化してしまう

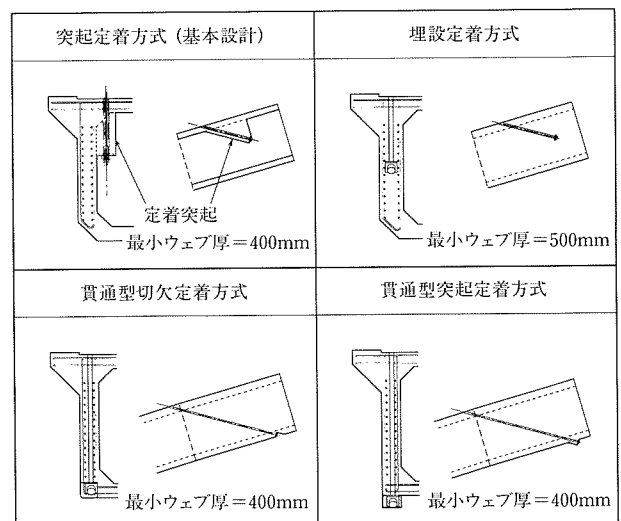


図-6 斜吊り材とアーチリブ上床版

などが考えられ、個々の必要材料費と、省力化による工期短縮、省人化による経済性の検討が、工事詳細設計の課題となる。

#### 4.10 PC床版2主桁形式の上床版

わが国における鋼桁の設計は、鋼主桁横桁を格子とした格子計算により行われている。通常、「非合成桁設計」が行われており、床版は死荷重としてしか考慮されていない。また、一部、単純桁などでは床版剛性を考慮した「合成桁設計」が行われているが、これも橋軸直角方向には、有効幅分の剛性を格子計算の中で見込んでいるだけである。

第二東名富士川橋では、全幅17.5mの床版幅に対し、床版支間は10m、床版厚は桁上で450mm、標準380mmである。まさに、PC桁橋の上フランジ並み以上の床版厚であり、これを考慮せずに「非合成桁」として設計することなど、橋梁の実際の挙動を無視した所業であると言える。わが国初めてのPC床版2主桁橋となったホロナイ川橋工事では、その床版付き1/2模型桁の「桁切断試験」により、「床版に鋼リブを付けた」モデルで解く方が、「鋼主桁に床版が載っているとした」モデルより、合理的に橋梁の挙動を説明できることを確認している。

富士川橋工事では、「格子計算によらないPC床版2主桁」の設計を行うこととしており、PC床版から見た鋼桁の設計のあり方について、検討を加える予定である。

## 5. おわりに

富士川は江戸時代、戦略上の観点から大井川と並んで、橋梁架設を禁じられてきた河川として知られている。しかしこれは、日本三大急流の富士川に永久橋を架橋する技術がなかったということの裏返しでもある。事実、江戸時代、将軍代替わりのときに長崎～江戸を往復した朝鮮通信使一行400人のために架けられたのは、長さ50間(約90m)の舟橋であった。

明治初年、架橋の禁が解けてから、組合制度の木橋が第二東名富士川橋施工区間で試みられていたが、冬に木橋を架橋して賃取り営業を行い、夏の大雨で流出され、組合員の船頭たちが渡し船で基金を積み立てて、何年かごとに橋梁を架けるという状況が、大正12年の旧国道1号線富士川橋架橋まで続いた。

また、甲府盆地で釜無川と笛吹川が合流して、富士川と名前が変わるが、現在、延長約60kmにコンクリート橋はわずか1橋であり、この橋は現在、鋼ニールセンアーチ橋に架け替え中であり、平成11年度には、富士川からコンクリート橋がなくなる。第二東名富士川橋が、富士川に架かる唯一のコンクリート橋となる。

さて、コンクリートアーチ橋は非常に合理的な橋梁形式である。

第二東名富士川橋の支間は265mであり、これを通常、

15m程度の支間にしか適用できない橋梁上部工形式である鉄筋コンクリート構造で架橋できるわけであるから、材料ミニマムを至上とすれば、これほど合理的な橋梁形式はほかにない。

しかしながら施工は、「非合理的」である。

第1に、作業員に不安定な足場となる斜面上での作業を強いる。斜面上のコンクリート打設では押さえ型枠を必要とし、また、稠密な配筋となる鉄筋コンクリート構造であり、コンクリートの打設性は良くない。

第2に、斜吊り材として大量の仮設PC鋼材は捨てられ、メラン材などを用いる場合にも、残留応力により構造部材として、断面として見込まれないのが常である。

省力化、あるいは、仮設材も含めた材料ミニマムからは程遠い橋梁形式・施工方法となりかねないのがコンクリートアーチ橋である。

今なぜ、「コンクリートアーチ橋」特集なのか。

確かに、コンクリートアーチ支間長ベスト10のリストは、「現在施工中の橋梁」で埋め尽くされている。また、かくいう第二東名富士川橋もその頂点に立つ橋梁である。

斜張橋の建設ラッシュが一段落したから、次はアーチ橋なのか？ 橋梁は、郷愁や携わる者の感傷、あるいはまた自己満足で計画されてはならない。

橋梁技術者の一員として、われわれは真剣に考えなければならない、と考える。

第二東名富士川橋は構造物の品質確保・作業者の安全確保に十分配慮することはもとより、工期の短縮・省力化、そしてそれを反映させた経済性を追求しようとしている。そして、日本一・世界一という規模の大きさではなく、第二東名富士川橋が成し得たさまざまな技術的成果、とくに、一般橋梁に適用できる普遍的な技術要素の開発により、鋼コンクリート複合アーチ橋の名に恥じず、鋼橋とコンクリート橋あるいは複合構造それぞれの分野で、第二東名富士川橋がもうすぐやってくる21世紀での「橋梁の旗手」となれるよう努力していきたいと考えている次第である。

本稿の執筆時点、すなわち、平成10年8月初旬は、富士川橋工事を発注して間もない時期である。富士川橋工事では、工事発注後、施工者と橋梁下部工も含めた詳細設計を予定しており、したがって、本稿はその詳細設計の課題点、あるいは工事発注用図面作成時に盛り込めなかった諸点について述べるにとどまる。

#### 参考文献

- 1) Syndicat de la Construction Metallique : Bulletin Pont Metalloques, No.15, 1992
- 2) 奥村組・住友建設共同企業体：中国自動車道帝釈橋施工報告書, 1978
- 3) 住友建設・日産建設共同企業体：中国自動車道宇佐川橋工事報告書, 1982
- 4) JH大分工事事務所・鹿島建設住友建設共同企業体：九州横断自動車道別府橋工事報告書, 1989

【1998年10月5日受付】