

(128) 寺淵橋の施工

(株) 銭高組東京本社土木本部技術部 ○星 道彦
 三重県宮川村 建設課 高松 淳夫
 (株) 銭高組名古屋支店土木部 正会員 杉田 守治
 (株) 銭高組名古屋支店土木部 別府 里志

1 はじめに

寺淵橋(仮称)は、三重県多気郡宮川村に建設される中路式コンクリートアーチ橋である。

本工事は、近畿自動車道紀勢線(仮称)大宮大台インターへのアクセス道路として、県道大台宮川線の下真手地内と同菅木屋地内の地区境である1級河川宮川(三瀬谷ダム上流4km地点)を跨ぐ橋梁の架け替え工事であり、近年過疎化が進む現状を踏まえた過疎対策事業の一環として採択されたものである。

以下に本工事の概要を示す。

表-1 概要および主要数量

工事名	寺淵橋橋梁整備工事(上下部工)	コンクリート		
工事場所	三重県多気郡宮川村大字下真手~菅木屋	アーチリブ・横梁	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	742m ³
発注者	三重県宮川村	補剛桁	$\sigma_{ck}=350\text{kgf/cm}^2$	811m ³
工期	平成9年1月16日~平成10年9月7日	型枠		3782m ²
橋種	道路橋(B活荷重)	鉄筋	SD295	234t
構造形式	中路式コンクリートアーチ橋	PC鋼材		
橋長	105.0m	補剛桁	12S12.7	9147kg
支間	15.2m+73.0m+15.2m	横桁・横梁	7S12.7	7732kg
7-子支間	92.0m	本設吊材	F270PH	1793kg
幅員構成	7.25m+2.50m		F360PH	454kg
縦断勾配	2.5% ↘			
横断勾配	2.0% ↘ ↙			

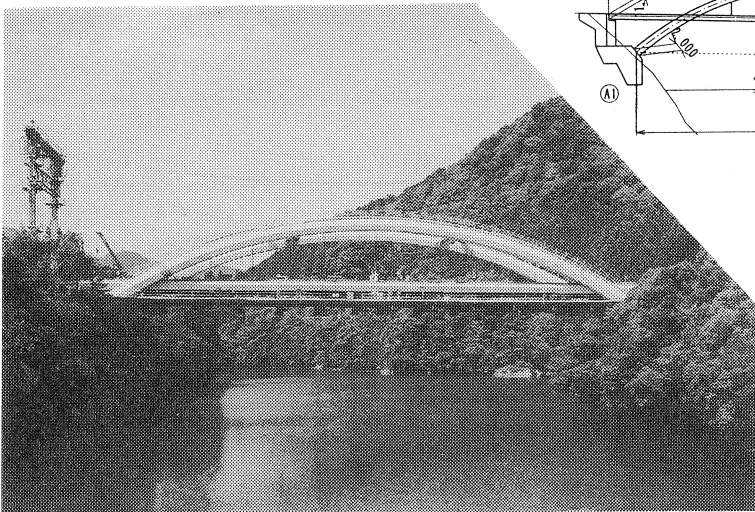


写真-1 施工状況(平成10年6月末)

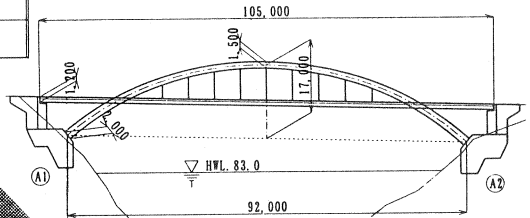


図-1 側面図

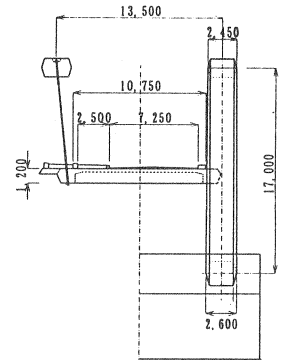


図-2 断面図

2. 施工

2.1 施工概要

本橋の施工順序を図-3に示す。また、施工上の特徴として以下の4項目があげられる。

- 1) アーチリブの施工に軽量アーチセメントルを使用
- 2) 機材の搬入組立は3基のケーブルクレーンを使用
 - ・サイドケーブルクレーン 10t吊り 2基
 - ・センターケーブルクレーン 5t吊り 1基
- 3) アーチセメントルの架設にケーブルクレーンタワーからの斜吊り索を使用
- 4) 補剛桁は大規模な吊支保工により施工

2.2 ケーブルエレクション設備

ケーブルエレクション設備の概略を図-4に示す。また、施工計画上の留意点を以下に示す。

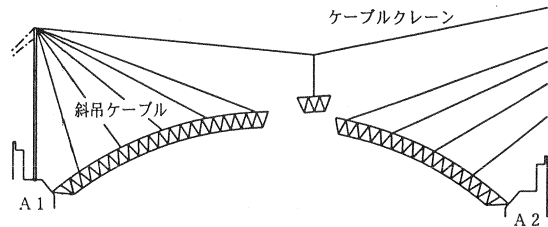
- 1) サイドケーブルの吊上げ能力はアーチセメントル1ピースの最大重量(7.9t)より10t吊とし、センターケーブルについては仮設材の合吊を考慮し5t吊を用いた。
- 2) 鉄塔は斜吊設備を供用するものとした。
- 3) 鉄塔の設置位置および高さは、A1側が県道と近接していること、控索の最大角度($\theta \leq 45^\circ$)を満足させることより、橋台基礎上で約30mとした。A2側は荷取り場が確保できかつ、アーチクラウン部とのクリアランスを考慮しA2パラペットより約1.8m後方に3.5mの高さとした。

2.3 アーチセメントルの架設

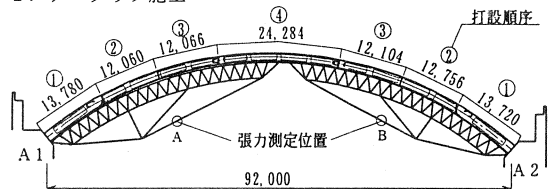
アーチセメントルの架設に先立ち、橋台の施工誤差を測定したところ、アーチスパンで+11mm、計画高で+10mmと微量であり問題ないことが確認された。以下に架設手順を示す(図-3, 1.)。なお架設はA1側より行った。

- ① アーチリブ当たり14ブロックで構成される各セメントルピース計28ブロックを地組。
- ② 荷取り場の架設ケーブル下に小運搬
- ③ サイドケーブルクレーンで吊り込み、中央ケーブルクレーンが介錯を行い所定の位置にセット。
(連結ボルトは仮締めとし最後に本締めを行う)
- ④ 斜吊りセット。
- ⑤ ②~④を反復(上下流を交互に行う)

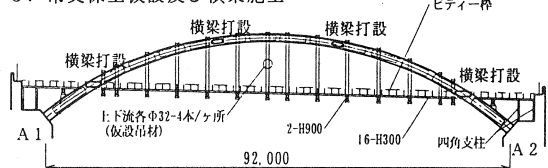
1. アーチセメントル組立



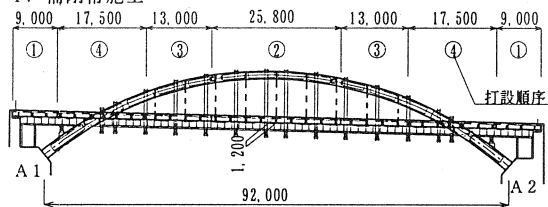
2. アーチリブ施工



3. 吊支保工仮設及び横梁施工



4. 補剛桁施工



5. 橋面工施工

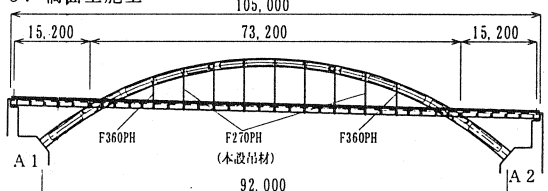


図-3 施工順序図

- ⑥横継ぎ、筋違を中央ケーブルクレーンにてセット ⑧斜吊材の撤去。
(橋軸方向の調整)
- ⑦②～⑥を繰り返してアーチ中央(77'ロク)まで架設。置(上越し量138mm～0mm)
- その後A2側を同様に架設し中央連結を図る。

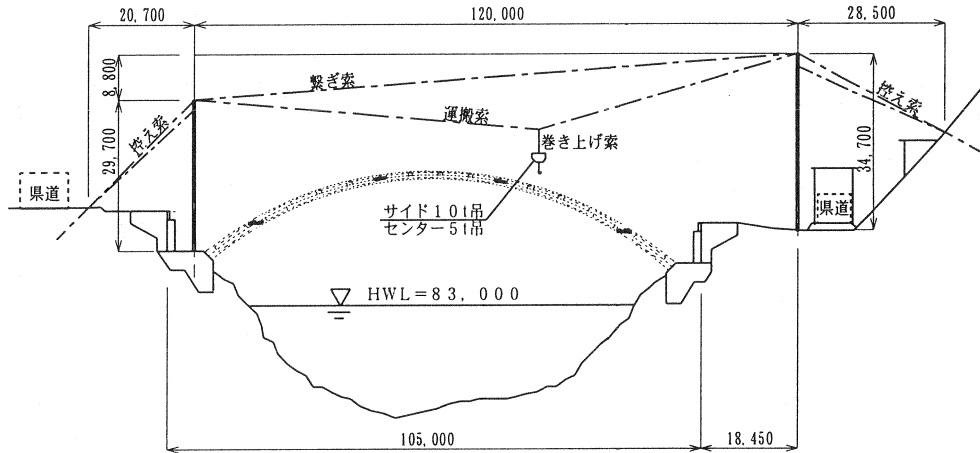


図-4 ケーブルエレクション設備

2.4 アーチリブの施工

アーチリブの施工順序は、図-3の2.に示すとおり両スプリング部からアーチクラウン部に向けて7分割4回打設で行った。以下にそれらの概要と留意点を述べる。

(1) 型 枠

アーチリブは図-5に示すような六角形の変断面であるため、コンクリート打設中のはらみや分割施工における転用回数等、安全性と経済性の面からメタルフォームを使用した。なお、転用についてはスライド可能な構造とし、施工の省力化を図った。また、スプリング部からアーチ中腹にかけて勾配が急な範囲

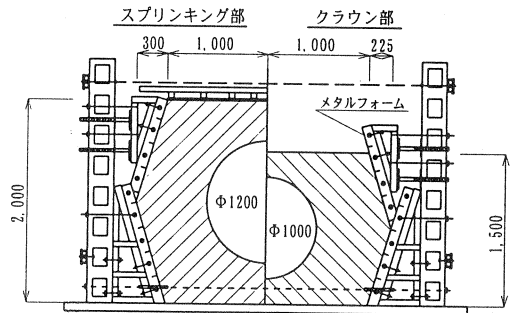


図-5 アーチリブ断面

($\theta \geq 15^\circ$) では、コンクリートの打ち上がりに合わせてフタ型枠を取り付けた。

(2) 鉄 筋

場外の加工場にて加工を行いトラックで場内に搬入し、ケーブルクレーンで取り付け場所へ移動した。また、円筒管を設置するため上筋は最後に組立てた。

(3) コンクリート打設

A1、A2両岸にポンプ車を配置し、打ち上がり速度が均一になるように同時打設とした。上下流2本のアーチリブ間でもその差をできるだけ少なくするため各ブロックで5回程度の交互打設とした。なお、コンクリートは流動化(スランプ15cm)と早強化が期待できる高性能AE減水剤を使用したことで、打設作業をスムーズに行うことができた。

2.5 アーチセントルの挙動

アーチリブの出来形は、アーチセントルの挙動に大きく左右される。また、偶発的な偏荷重によりバラ

スを崩さぬように、施工中は常にその挙動観測を行い設計値との整合性を観た。ここでは、アーチセメントルが示す挙動に関して以下の3項目について記す。

(1) 斜吊装置の張力

アーチセメントルの架設において、最終張出し時の斜吊最大引張力は設計上51.5tfであったが、実測では40tf程度であり十分な余裕があった。

(2) 変位

鉛直方向変位について、アーチリブ併合時の累計変位量を図-6に示す。設計値に比べA1側で小さく、A2側で大きな変位となったが、通常張出し施工等で用いられる計画高の管理値±25mm以内であった。

橋軸直角方向変位については、コンクリート打設毎にアーチクラウン部でその量をチェックしたが、最大でも5mm程度と微量であった。

(3) アーチセメントル引張材の作用張力

図-7に、引張材に生じる張力(図-3, 2.の点A)の設計値と実測値を示す。ここで、設計値は本部材の重要性を鑑み安全側の値を得るため、アーチリブ本体の剛性は考慮せずに計算した。その結果、引張力が増加する第2ロット打設時までは実測値が設計値を下回り、減少する第3ロット打設以降はその関係は逆転している。これは明らかに、アーチリブ本体がコンクリートの硬化に伴い自重を分担したことを顕している。

以上、アーチセメントルの各挙動を把握しながら作業を行い、十分な精度でアーチリブの施工を完了することができた。

2.6 補剛桁の施工

補剛桁の施工は、既設のアーチリブより仮設鋼棒(φ32-SBPR 930/1080)で吊られた大規模な吊支保工上で行った。図-3の3.に吊支保工の概略を、同図の4.に施工順序を示す。

(1) 吊支保工の架設

仮設吊材については、施工計画上一ヶ所当たり最大で約90tfの力が作用する。この荷重に対し、応力的にはφ32-2本配置で十分満足(許容値61.9tf/本)するものであったが、安全性、アーチリブに作用する荷重のバランスおよび、支保工解体方法を考慮し4本配置に決定した。橋軸直角方向の桁受材は、曲げおよびたわみの検討よりH900×300×16×28をダブルとした。

架設は、四角支柱を使用した両側径間部を先行し、順次径間中央方向に吊支保工材を設置した。

(2) 補剛桁の施工

補剛桁は、アーチリブと同様に7分割4回打設で左右対称作業で施工した。打設順序は、始めに両側径間部を、次に最も変位の大きい径間中央部、最後に中間支点近傍とし、何れも1回の打設量を200m³程度とした。

変位量については、吊支保工解体直後の計画高に對

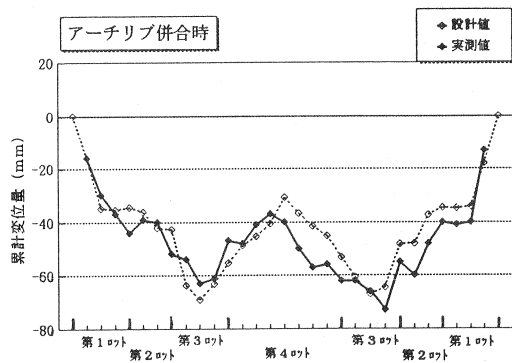


図-6 アーチリブ累計変位量

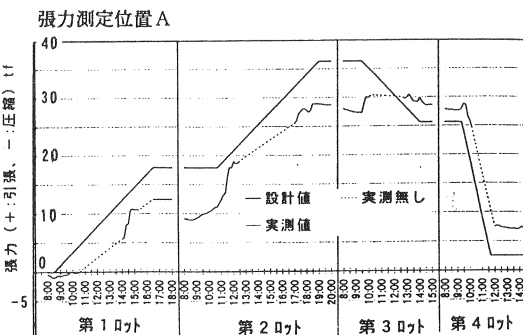


図-7 引張材の作用張力

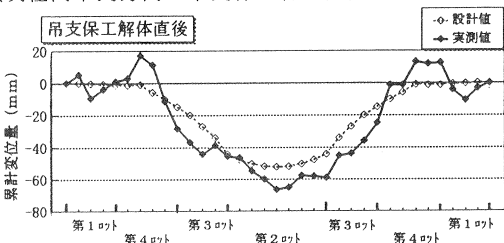


図-8 補剛桁累計変位量

し管理値 $\pm 2.5\text{mm}$ 以内であり十分な精度を得ることができた。設計値と実測値を図-8に示す。なお、その後の値については作業の進捗に伴い、随時確認を行い計画値との整合性を図る。

(3) 吊支保工の解体

本橋の架設作業の中で、最も重要なポイントの1つとして吊支保工の解体作業があげられる。

本作業では、仮設吊材が受け持っていた補剛桁重量(約1000tf)を本設吊材に受け渡し、その後各仮設材の撤去作業を行う。そのため、以下の点が懸念項目としてあげられた。

- ①大きな荷重移行作業による安全性の確保
- ②本設吊材の設計導入張力確保
- ③設計補剛桁断面力の確保

解体方法として、本設吊材に所定の設計張力を導入すればより安全にかつ、本体を設計どおりの応力状態に保つことが可能である。しかし、18本の本設吊材に所定の張力を導入することは非常に煩雑な作業となり、かえって応力バランスが崩れる恐れがある。よって解体作業は図-9に示すような手順で行うことに決定した。この方法では、仮設材を順に撤去していくことで自然に荷重の移行を促し、急激な応力変動を避けることができるため①を十分に満足する。②③については、解体作業前に本設吊材の遊びを除去することで対応可能と考えた。

実際に解体作業終了後に張力を測定したところ、何れの吊材も設計値に比し $\pm 5\%$ 以内の誤差であり②③の懸念事項を満足できた。

3. 上越し計算

3.1 概要

本橋の施工は前述したとおり、大規模なアーチセトルにより架設されたアーチリブより、仮設吊材によって吊られた支保工上で補剛桁が施工される。このような状況下では上越し量の計算に細心の注意を払う必要があった。

一般的な構造物の上越し量には、支保工の変位量として、なじみ程度を考慮すれば十分である。しかし、本橋のようにアーチセトルや大規模な吊支保工施工では、支保工部材の変形が施工中の構造物の高さ管理に大きな影響を及ぼすと考えられた。

3.2 上越し量の計算

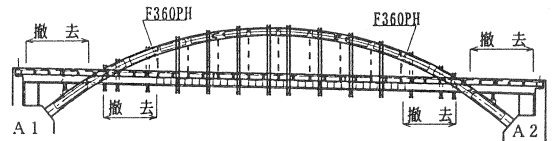
上越し量の計算は、以下の項目を考慮しクリーブ解析により行った。

- ①コンクリートの材令及び打設順序 ②支保工部材のモデル化 ③吊材長 ④温度変化

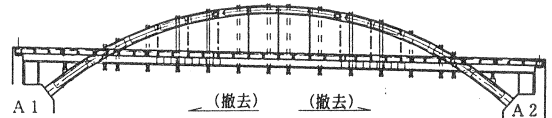
①については図-3の2.4.を参照。

②ではアーチセトルと吊支保工を大別して考えた。アーチセトルが上越し量に影響をおよぼすのは、アーチリブが併合するまでの間である。また、吊支保工はその重量によってアーチリブに変位を生じさせ、

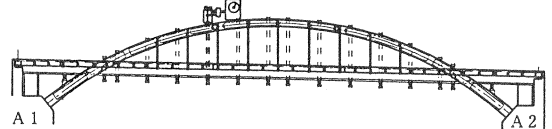
1. 端支点～本設吊材(F360PH)付近のビティー枠撤去



2. 径間中央～両側径間に向かってビティー枠撤去



3. 人力による撤去作業が不可能になった場合仮設吊材を解放



4. 本設吊材の導入張力確認

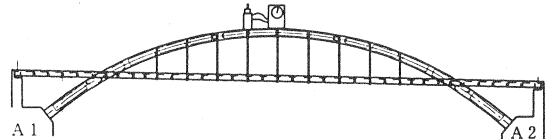


図-9 吊支保工解体順序図

分割して打設する補剛桁には直接的にその変形が影響する。それらを踏まえ、アーチリブ併合までは図-10の解析モデル1を、それ以降は図-11の解析モデル2(施工順序に併せて仮設部材は撤去する)を用いて上越し量の計算を行った。

ここで、アーチセメントはトラス部材がピンによって結合された構造であるため、解析モデル1は荷重作用時にはピンガタを考慮した、セメントとリブ本体とを結ぶ軸力伝達部材は引張力が加わると解放されるように設定した。

③の吊材長は、解析モデル上各部材の図心位置を結ぶため、実際の鋼材長よりも短くなる。ここではその比率で各鋼材断面積を低減し解析モデルに反映した。

④については、アーチリブ部材が温度の影響でどれだけ変位するかを確認の上、補剛桁施工時の高さ管理に反映する。以下に計算値と4月下旬に実測した値を示す。

ア-リブ部の変位量

計算値(ア-リブに+10℃荷重) : ↑ 1.4 mm

実測値(+10℃相当) : ↑ 1.1 mm

(温度変化による吊材の伸び量は0.1mm/℃と微量であるためここでは特に考慮しない)

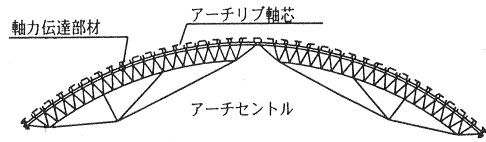


図-10 解析モデル1

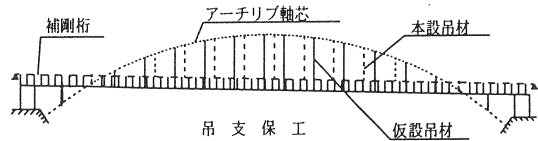


図-11 解析モデル2

3.3 解析結果

本解析の結果「①②③を考慮した上越し量」・(CASE1)と、参考として「①③を考慮した上越し量」・(CASE2)(支保工部材を考慮しない解析)の値を図-12に示す。アーチリブについては最大で7cmの差が生じているが、これはアーチリブ併合までの解析モデルの違いによるものである。実際の施工においても変位の推移はCASE1の解析値とほぼ一致しており、十分な精度が得られている(図-6参照)。

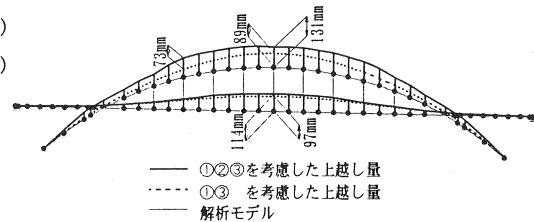


図-12 上越し量

補剛桁の変位量も計画値との誤差は最大で+1.8mmと管理値内(図-8参照)であり、仮設部材を考慮した本計算方法が実状に促したものであることが確認できた。

4. おわりに

本工事は現在、無事に吊支保工の撤去作業を終了し、橋面工を残すのみとなった。

アーチトラスセメントや、大規模な吊支保工を用いた非常に難易度の高い工事であったが、本橋に携わった多くの方々のお力添えにより現在までのところ、無事故無災害で作業を進めることができた。そのことに對し関係者一同、この場をお借りて御礼申し上げる次第である。

今後、9月の開通式に向けて急ピッチで施工を行い、地域の新たなランドマークとして多くの人々に親しまれる橋梁となることを願うものである。