

道路併用水管橋(菊池川水管橋)の架設

Construction of Aqueduct Bridge Combined with Highway (Kikuchigawa Aqueduct Bridge)

松本 泰成* 寺本 義次**
Yasunari MATUMOTO Yoshitsugu TERAMOTO

Summary

A feature of this aqueduct bridge is that it is also used as a road bridge. The cable erection method was adopted for this structure because of the conditions of the site and because it is a deck Langer bridge. However, the bridge was constructed using an unusual process, in which vertical members and arches were hung from the stiffening girders after the girders had been set by means of vertical cable erection. For structural reasons, the normal vertical cable erection and diagonal cable erection methods could not be used.

This paper presents the points which were examined before the start of construction and describes the actual work performed.

1. まえがき

菊池川水管橋は、熊本県菊池市の菊池溪谷の一部に位置し、九州農政局より発注された昭和63年度菊池台地農業水利事業の一環として、東部幹線水路の菊池川に架かる水管橋で、道路を併用した上路式ランガー型式の橋梁である(図-1)。この架設工事を中心に概要を報告するものである。

2. 工事概要

工事名：昭和63年度菊池川水利事業、東部幹線水路、
菊池川水管橋架設工事

工事場所：熊本県菊池市大字重味地内

橋 長：L=150.0m

支 間：28.5m+100.0m+28.5m

形 式：上路式ランガー橋

荷 重：一等橋(TL-20)、水道管2000φ1条添加

有効幅員：車道6.25m+歩道1.50m

横断勾配：2%屋根形勾配

縦断勾配：Level

主要鋼材：SMA41W、SMA50W

鋼 重：530t(水道管110tを含む)

3. 架設工法の選定

本工事は、地形的条件、環境的条件より、ケーブルエレクションの工法で指定された。本工法は斜吊り工法と垂直吊り工法の2案が考えられる。斜吊り工法の場合はアーチ部材が閉合直前で強度不足となり、設計協議を行ったが、桁の先行製作等で構造上の変更は不可能となり、直吊り工法で行うことにした。本工法の吊り込み方式は、アーチ部を受け梁を用いて受ける受梁方式と、補剛桁を直接に吊り込む方式が考えられた。アーチ部、垂直材、補剛桁の組立手順となる受梁方式は、橋梁形式が逆ランガーであるため、

- ① 垂直材の長さが一般のトラス構造に比べ非常に長く、アーチ部から独立で建つために、架設段階における、面外方向の転倒防止対策、
- ② 補剛桁の取合部が最後まで決まらず、閉合するまで添接部のヒンヂ対策と既架設桁の形状保持対策、
- ③ 溪谷上に架け渡されるため、突風に対する耐風対策、

等を処置しなければならないと考えた。

一方、横桁、補剛桁、垂直材、アーチ材の架設手順で行う後者の方式は、今まで実績の少ない変則的な方法となり、組立施工性、作業の安全性に欠ける方式と云えるが、架設途中の構造安定性を重視して、後者の横桁を介して補剛桁を直接に吊り込む方式を採用した。

* 宮地建設工業(株)大阪支店工事部計画課課長補佐

** 宮地建設工業(株)大阪支店工事部係長

4. 施工

架設計画要領を図-2に、また施工フローチャートを図-3に示す。

(1) 仮設備の施工

1) アンカー工

両岸のアンカーは重力式コンクリートアンカーで、左岸は取付道路に入るため、ケーブルクレーンとエレクション用の上・下流側をまとめた共有アンカーとした。アンカー形状は、深さ5m、長さ5m、幅11mとなり、素掘

りができないため、シートパイルの土留め工を行い、ユンボとブレイカーで掘削した。右岸は平面線形上、取付道路内に入らず、斜面がきつい山の中腹となった。このため、アンカーを一体とすると掘削量とコンクリート体積が大きくなり、不経済となるため、上流側と下流側を分けた単独アンカーで施工した。

2) 門型鉄塔の建方

(a) 基礎の施工

左岸側は水道管の埋設が未施工のため、基礎位置として問題がなかったが、右岸側は水道管(φ2000)の埋設が完了していたことから、水道管に土圧をかけない

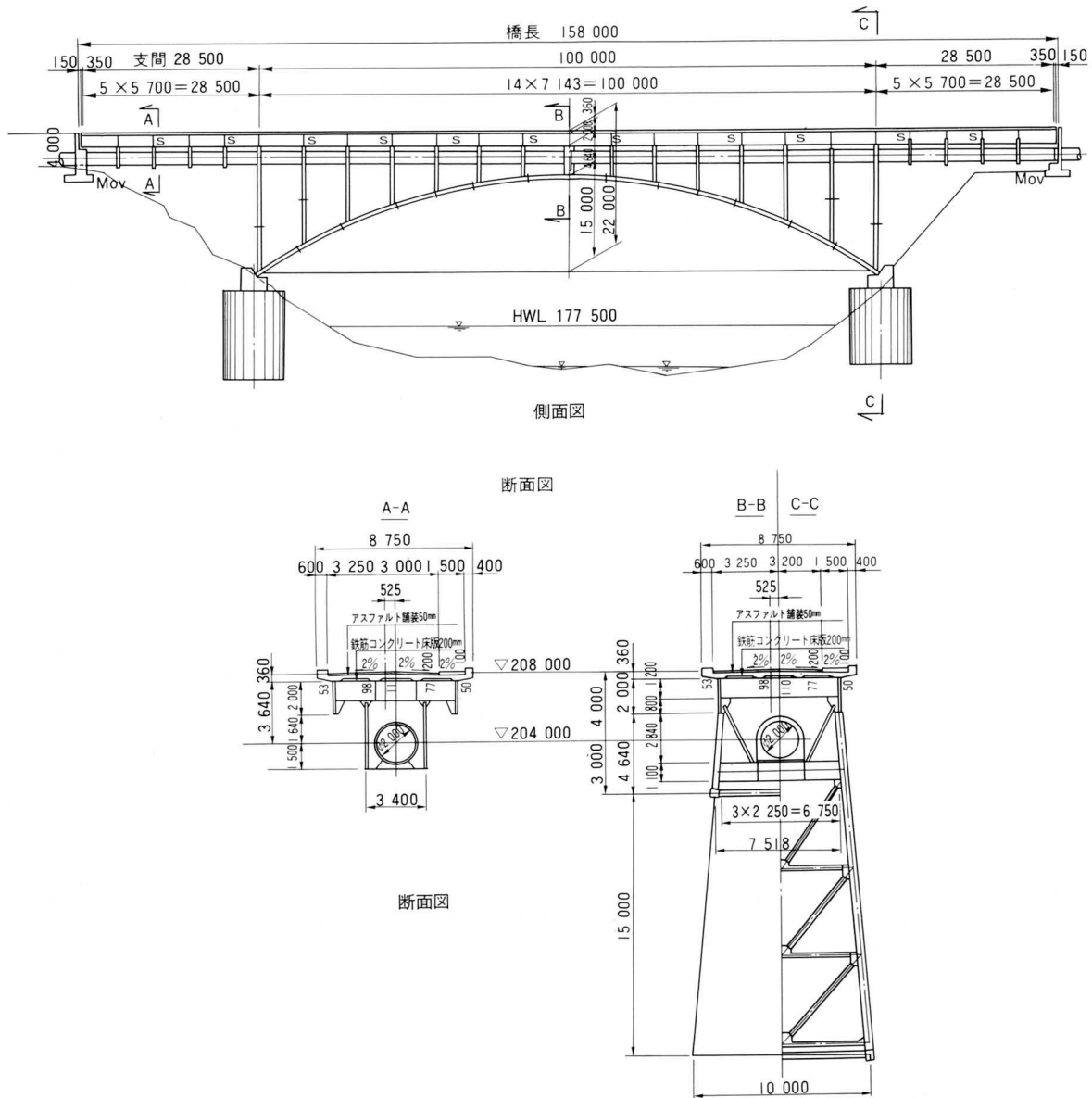


図-1 橋梁一般図

ように、水道管の底部（図-4参照）まで、地盤を掘り下げ施工した。

(b) 門型鉄塔の建方

左右両岸に設けた高さ32.0m、幅7.0mの門型鉄塔は、両取付道路へ重機搬入が可能であったため、トラッククレーン（45 t 吊）で一節（ $l=8.0\text{m}$ ）ずつ建方を行った。

3) ケーブルクレーン設備

最大吊荷重12.0 t のケーブルクレーンを2系統と2.9 t の中央ケーブルクレーン1系統を設置した。

4) エレクション設備

主索は $\phi 66\text{mm}$ のワイヤー（IWSC7×37）を片側2条ずつ張り渡し、吊索設備は、PC鋼棒（ $\phi 22$ ）を用いた調整装置付き（30.0 t 用）を使用した。

5) 主索のマーキング方法

基本的には主索にマーキングしたものを張り渡す方法が理想であるが、現地にワイヤーの展張スペース等が確保できなかったため、 $\phi 18$ のワイヤーにマーキングしたものを

を張り渡し、これを主索に添わせてハンガーの位置出しを行う間接的手法を用いた。

6) 構台設備

今回の架設方法では、垂直材、アーチ材等の全ての部材が先行架設した補剛桁下面下での組み立てとなる。単材部材とした場合は、垂直材、アーチ材の支材および対傾構の取り付けが困難となるほか、作業性、安全性からみても好ましくない。幸いに架設時期が渇水期であったため、橋梁下の河川内に幅10.0m、長さ20.0mの構台を設け、この上で各部材の面組立を行い、ケーブルクレーンで吊り下げる方法とした。構台は蛇かご、土のうを使用した基礎とし、その上にH鋼梁（H-300）を架け渡し足場板を敷設する簡易な構造とした。

(2) 桁架設

1) 端柱の建方

構台上で面材に地組立した端柱は、2台のケーブルクレーンで構台上に設備している回転治具を使用して立て

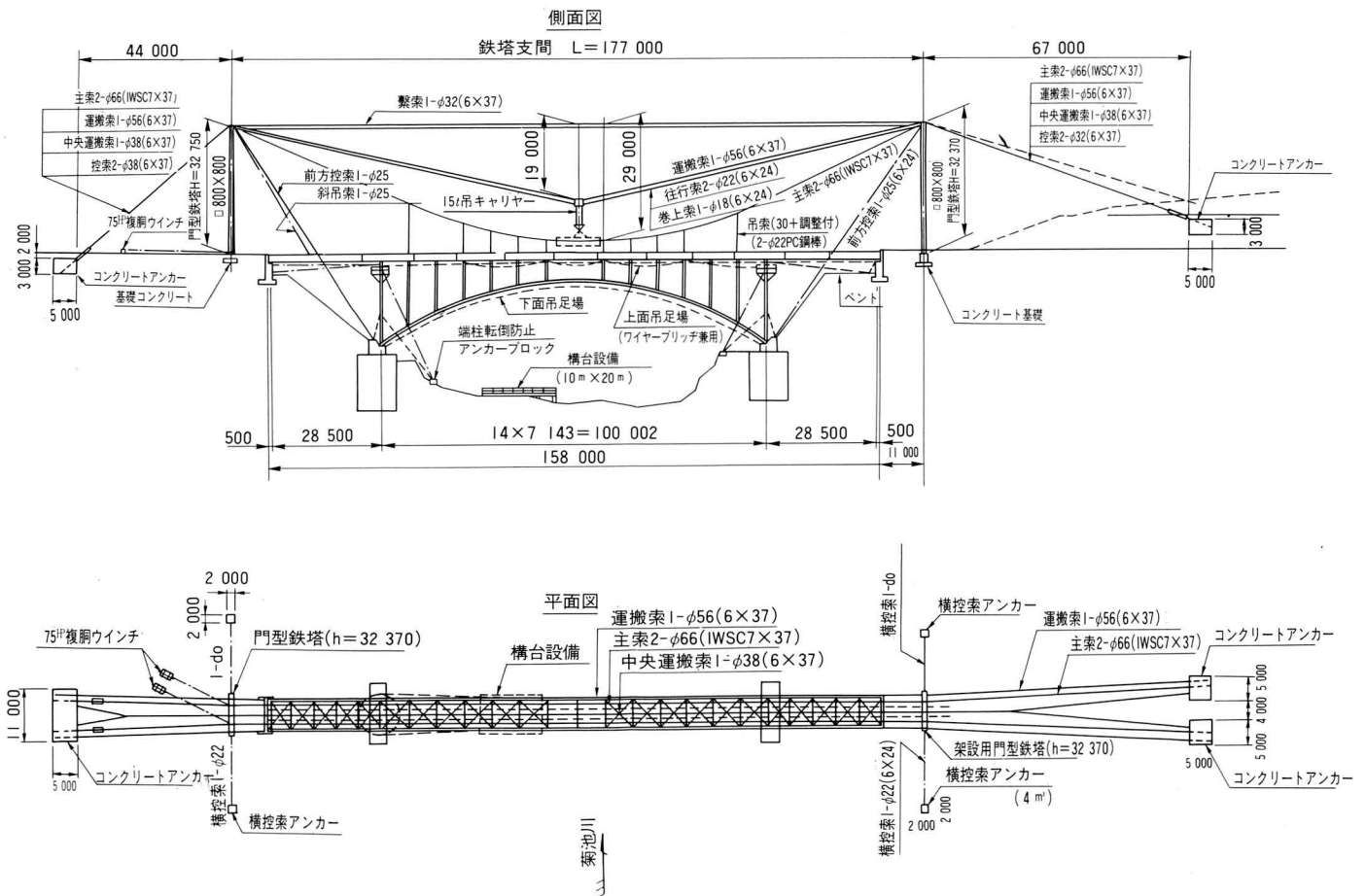


図-2 架設計画図

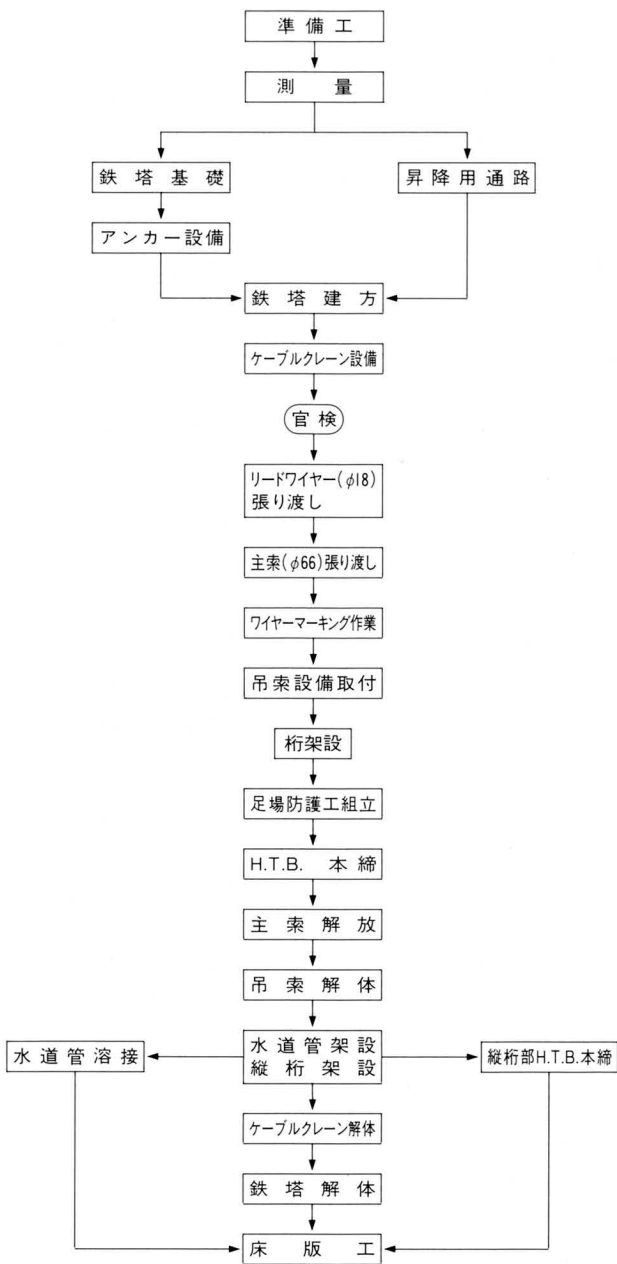


図-3 施工フローチャート

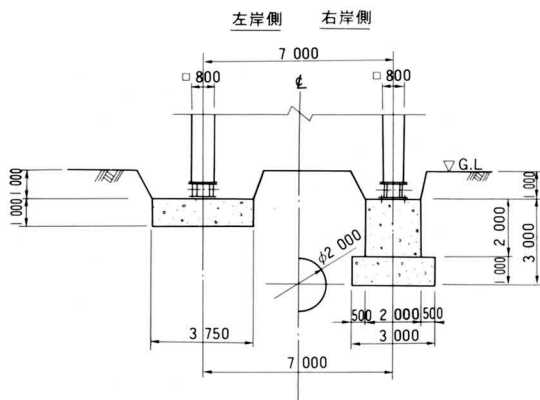


図-4 鉄塔基礎図(断面図)

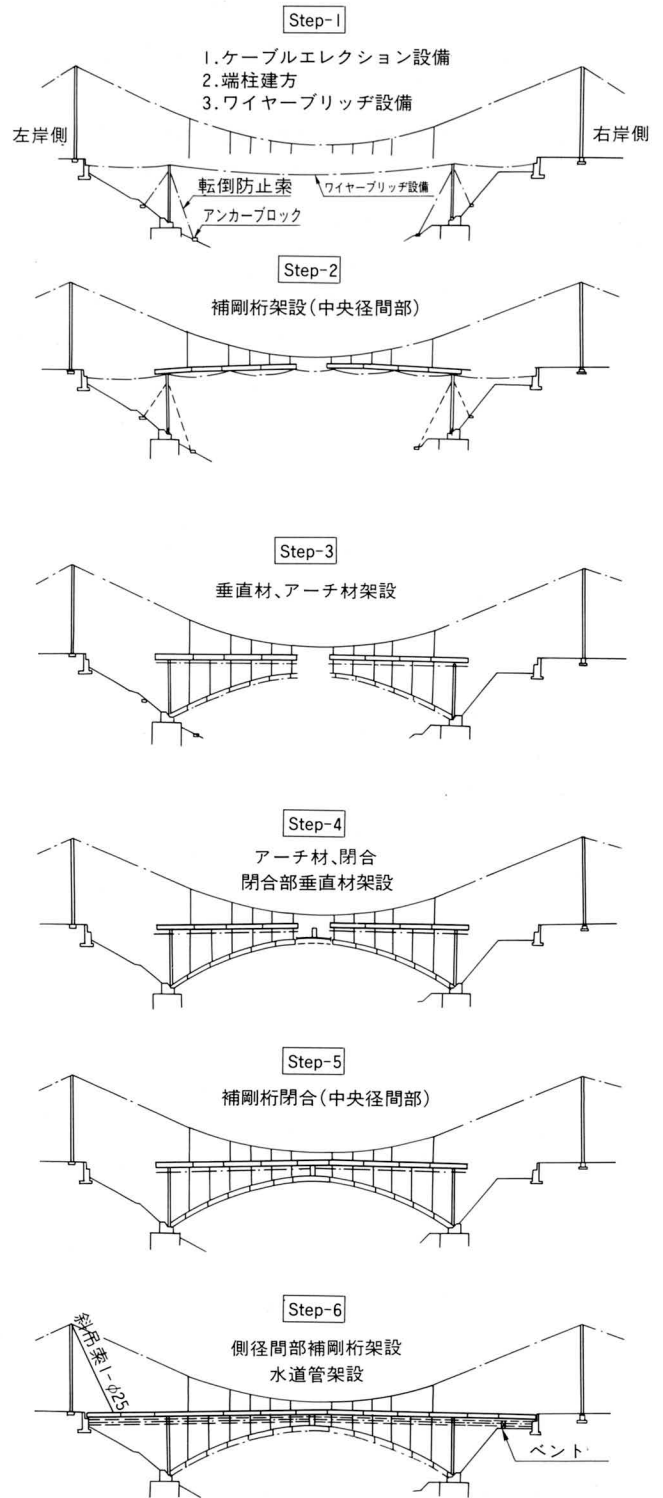


図-5 桁架設順序図

起こし、建方を行った。端柱の建方後は沓がピン構造のため、自立できないことから、端柱建方後の転倒防止対策を行った。転倒防止の方法は、既設橋台と河川内にアンカーコンクリートブロックを設置し、橋軸方向の前後にトラワイヤーロープを張った。また、架設段階での形状に合わせて、端柱はセットバックしておいた。

2) 補剛桁の架設

補剛桁の架設は、ケーブルエレクションの形状安定を考慮して、中央より両端部に向けて行った。最初の架設部材は、足場の不安定な場所での架設となるため、横桁と補剛桁を面材に地組立し、左右一体のブロック架設とした。他は横桁を先行して吊索に吊り下げた後、補剛桁は横からの払い込み架設を行って、横桁と連結した。端柱上の補剛桁部材は、ケーブルエレクションの吊索より吊らず、端柱上に直接組み立てる架設形状とした。このため架設段階の形状に合わせて端柱と補剛桁が一体となって変移できるよう、前に記した端柱のトラワイヤーはこの時点で解放した。また、補剛桁の添接部は下フランジだけをボルトで取り、腹板部と上フランジ部の添接板は狭んでいるだけの状態で中央部の閉合部材を残して、垂直材、アーチ材の架設に移った。

3) 垂直材とアーチ材の架設

右岸側に搬入された部材は、一旦単材で荷取りし、河川内に設置している構台設備上まで横持ちした。そこで各ブロックに面組みし、H.T.Boltの本締めまで行った。面材にした部材はケーブルクレーン2台の相吊りで吊り上げ、取付地点まで移動し、垂直材、アーチ材の順で中央部（閉合部材を除く）より両端に向けて架設を行った。なお、垂直材には昇降用の垂直タラップ、アーチ材には下面足場を面組み時に取り付けておいた。補剛桁、垂直材、アーチ材の各継手構造は図-6に示すように、補剛

材と垂直材はフランジ継手、垂直材とアーチ材はガセット継手であった。組立順序は図-7に示すように、

- ① 垂直材の取り付け、
- ② アーチ材の取り付け、
- ③ 既設アーチ材への引き込み、

の順序で行った。これらの施工時は完成系でないため、完全な添接が行えない。このため、垂直材とアーチ材の連結は、垂直材のフランジ継手部を緩めた後、強制的に仮連結しなければならなかった。この時のフランジの継



写真-1 アーチ材の架設(アーチ部分)



写真-2 アーチ材の架設(桁部分)

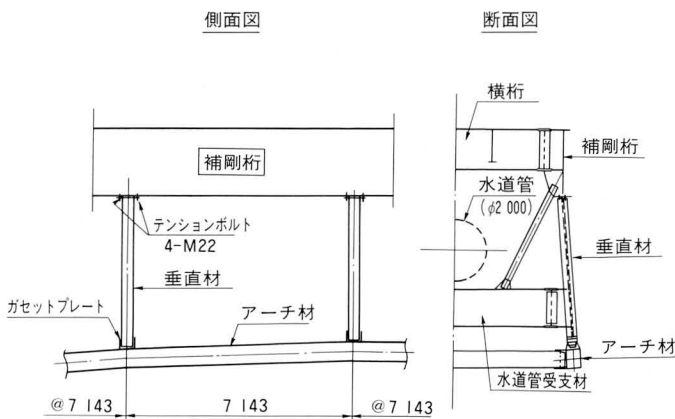


図-6 補剛桁、垂直材、アーチ材継手構造図

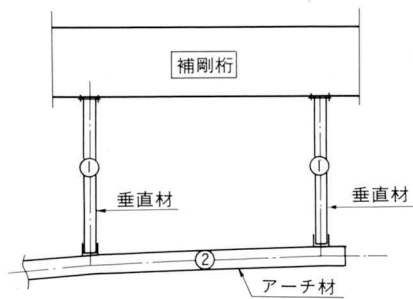


図-7 垂直材とアーチの組立順序図

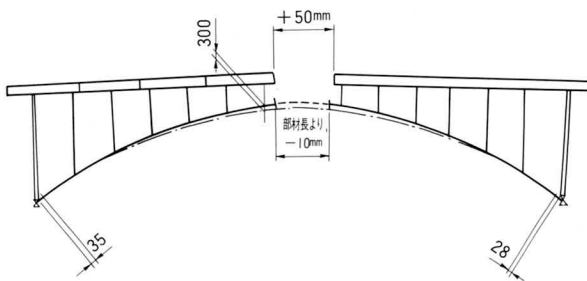


図-8 閉合前の形状図

手前はテーパ状に片側が開いた状態とし、開口側の仮ボルトは長ボルトにして、架設形状の変移に対応できるようにした。

4) 閉合作業

閉合作業はアーチ材、補剛桁の順で行った。アーチ部材の閉合前に既架設桁の間隔、高さを実測して確認をした。結果は計画段階では、主索ワイヤーの伸び、マーキング時の計測誤差、現場での施工誤差等を考慮して+100mmの上げ越し量としたが、300mm程の高さが残った。この原因は、水道管の荷重（満水状態）が前死荷重であったにもかかわらず添加位置の理由により後架設となったことと、水道管の架設を考慮して縦桁を後架設としたため前死の全荷重が載荷されなかったことから、残留キャンバーとして累積されたものであった。閉合前の架設形状の概略図を図-8に示すように、アーチ材に対しては間隔が狭く、アーチ沓との取合部は架設形状から残留分の角度があり開きが生じた。閉合はアーチ部、補剛桁の手順で行った。まずアーチ部の閉合手順は下記のとおり行った。

- ① 橋台よりチェーンブロックでアーチ部材をできる限り沓側に引き込み仮ボルトで仮固定した。
- ② アーチ部の開きを実測して+10mmの開きが出たのでアーチ部材を閉合した。アーチ部材の閉合は計画

時点では面材として一般部と同様に下からの払い込み架設で考えていたが、既設アーチの仕口形状状態から、上からの落とし込みに変更し、単材架設で行った。閉合したアーチ材は下フランジだけを仮ボルトで取り、他は添接板で挟んでいるだけとした。

次に、補剛桁の閉合を下記のように行った。

- ① 残留キャンバー分を主索の尻手部に取り付けられているシリンダーブロックと吊索装置で調整した。
- ② 補剛桁の下端で+10mmの開きになったところで、補剛桁を単材で閉合した。
- ③ 下フランジだけボルトを締め付け、腹板と上フランジは添接板で挟むだけとした。
- ④ 再度吊索で微調整し、腹板と上フランジの仮添接をした。

中央部の閉合後も、水道管と縦桁の荷重分が残るため、アーチ部沓とアーチ台との隙間が生じていたが、全荷重を負荷した後、本ボルトに差し替えて締め付けた。

(3) 水道管の架設

水道管は、 $\phi 2000 \times 9$ の鉄管で、橋梁の中心に1条添加されるもので、閉合作業の項で述べたように桁の架設完了後に架設作業を行った。架設に際しては、一時的に一部の横桁や、上横構を付け解らししながらの取り付けとなり、手戻りの多い作業であった。

5. 本工法上の問題点、反省点

本工事は3.4.の項で述べたように、本橋梁の構造特性上、やむを得ず変則的な組立手順となる直吊りのエレクションケーブル工法で施工したが、種々の問題点があったので下記に記す。

- ① アーチ部の脚端部が閉合するまで取り付けかない。
- ② 補剛桁と垂直材との継手構造はラフンジ継手ではなくガセット継手とする方が望ましい。
- ③ 垂直材、アーチ材の架設は面材架設しないと作業性、安全性に問題がありできない。
- ④ 補剛桁よりアーチへと逆に架設したことから、垂直材、アーチ材架設時には架設直下面にワイヤーブリッジ等の安全設備が設けられず、安全性に欠ける。

以上、気が付いた点を列記したが、今後このような構造に対しては、設計時点で良く検討し、本橋梁型式の場合は、斜吊り工法が採用できる構造となるよう配慮が必要と感じた。

6. 工程

表-1 に示す。

7. あとがき

逆ランガー桁をケーブルエレクション工法の、今までに例を見ない逆吊り方式で施工したが、桁部材の組立ばかりでなく、水道管の架設、溶接までと作業量が多い工事であった。しかも、逆吊り方式と添加位置の関係から前死荷重であったにもかかわらず水道管が後施工となったため、桁部材の架設が完了しても架設形状が定まらずに手戻り作業が多く、そのうえ足場等の盛替え作業も多く、施工性、安全性に欠ける架設作業といえた。このような悪循環ばかりの作業の中で無事、無事故で終えることができたのも、作業に従事した作業員ならびに職員の御苦労と、元請けの丸誠重工業株式会社ならびに関係者の皆様の御指導の賜物であり、深く感謝致します。また、

表-1 工事工程表

年月	S63			H1							
工種	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
準備工	—										
鉄塔基礎 アンカー設備		—							撤去、復旧		
足場防護工					組立				解体		
ケーブルクレーン設備			組立					解体			
ケーブルエレクション設備				組立		解体					
桁架設				—	—	—					
H.T.B. 締付						—		—			
水道管架設							架設			溶接	
床版工									—	—	
その他											養生、片付

本報告が今後の計画、工事において参考になれば幸いです。

1990.10.31受付

グラビア写真説明

センチュリータワー

JRお茶の水駅から新宿方向を見ると、外堀通り側にツインタワーが見られますが、これが現在世界で最も注目されている建築家「ノーマン・フォスター」がデザインした「センチュリータワー」である。

外観の特徴として2フロア1層の鉛直ブレースが「ハの字形」に表われ、南棟に鉄塔、北棟の北側につながる形でカテナリー曲線のガラス屋根の低層棟がある。

いろいろと話題の多い建築物であるが、鉄骨製作においても、材料は「SM58Q、SM50Aの特記仕様材」で部材断面は、柱、大梁、小梁、ブレース全て箱形である。溶接においては、工場、現場とも技術的に大変苦労したビルである。(小松)

児島タワーレストラン・スカイタワー

瀬戸大橋が一望できる遊覧タワーとして、鷲羽山ハイランドの一角にスカイタワーが建設された。タワーの規模は、地上からの主塔高さは133.5m主塔断面は直径3.8mの鋼管構造である。主塔を囲む形で直径27mの観覧車を塔頂より吊るし、その観覧車が地上から塔頂までを回転しながら昇降するものであり、設計搭乗人員は150人、昇降時間は3分、塔頂に至るまでの回転数は4回の構造となっている。タワーの建方は地上より650t吊りクローラークレーンで行い、現場継手は溶接接合なので、施工時期が冬期であったことから、防風養生に苦労したが無事施工を完了した。(新田)