

竜ヶ岳橋（吊橋）の上部現場施工における留意点と問題点

瀧 上 工 業 正 員 熊 沢 周 明

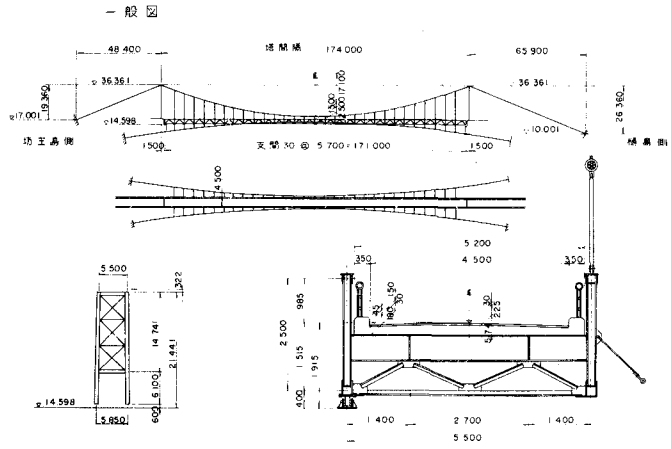
" " 〃 安 藤 浩 吉

瀧 上 建 設 速 田 清

まえがき

竜ヶ岳橋は熊本県営工事で行なわれた P. W. S 工法による 2 鉤補剛吊橋（2 等橋、鋼重 315 t）である。

本報告は、この現場において直接作業に従事した筆者等が、上部工の施工上における留意点と問題点を施工順序に従って列記したものである。昨今、長大橋の建設気運が高まっている折から、この報告が少しでも参考になれば幸いである。



一般図

A. 上部工着工まで

1) 基礎工（アンカーブロック、橋脚など）が計画値の通りに施工されているか？

一般には、下部工としての施工誤差はさげがたい。これは微小であつても、支間の長さによつてはケーブル形状にも影響を与える場合がある。したがつて、その限度を確め、もしケーブル形状にも影響を与えるようであれば、ケーブル架線時までに架線資料の修正などを行なう必要がある。

2) 1) の測定法が現場で実用的に可能か？

測定はトランシット、レベル、スチールテープなどを用いて測量によつて行なわれるものが一般的であるが、高い精度で長支間を実測したり、視界をさえぎる地理的条件がある場合には机上で計画しても現場では非常に困難な作業となる場合がある。

B. 主塔およびキャットウオーク

1) 主塔の建方は計画通り施工できるか？

本橋の場合はロッキングタワーであるので、架設中常にトラワイヤーで仮固定しておく必要がある。しかし、アンカー側ではアンカーブロックに仮固定することができるが、中央スパン側は、対岸の橋脚では距離が長すぎるし、また、水中では所定の反力を持たせることが困難である。したがつて、この場合には、とくに中央スパン側のアンカーを考慮しなければならない。

2) 主塔上に補助塔を設ける場合には、主塔に悪い影響を与えない構造となつているか？

主塔上の横梁は、一般に柱と比較して断面が小さいので、この上に大きな集中荷重（ケーブルクレーンなどの反力）が作用した場合の検討を行なう必要がある。また、補助塔の基部から横ばりに対して不明確な力が作用しない構造を採用することも必要であろう。

3) キャットウオークロープ（C. W. R）は正確に張り渡されているか、また、施工の順序は？

C. W. Rは仮設備として考えられているので、とかくラフに施工されがちである。しかし、主ケーブルの張り渡しに際して、主ケーブルの形状（主塔の傾斜）を拘束するので軽視することはできない。また、C. W. Rの架線に際しては、どの区間から調整したら全体の形状の変化が少なくてすむかを検討する必要がある。さらに、所定の形状に張り渡されていることをサグとマーキングからチェックする必要があるだろう。

C. 主ケーブルの架線

1) スtrand引き出し時の作業員は適当な人員が確保され、それらの作業員は相互に連絡がとれるように指示してあるか？

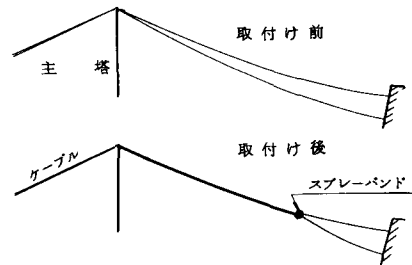
2) サドル上におけるStrandの整形は容易に、かつ、素線に損傷を与えることなくできるか？

3) 基準Strandのセットは容易に、かつ、正確にできるか？

3-1) 架線時の資料は十分用意されているか？

本橋のように特殊な形式（スプレーバンド）のものではスプレーバンド取付け前では各Strandがすべて異つた形状となる。また、取付け後でもスプレーバンドからアンカーまでの間では各Strandが異つた形状となる。

3-2) サグ管理をする場合、サグ、塔頂変位、および温度の測定はどのように行なうか？



バックステーのStrand

本橋では、サグはレベルによつて、塔頂変位はトランシットによつて測量を行なつたが、現場における測量機の据付場所や視準距離が問題となつた。また、バックステー側のようにケーブルの測点に勾配がある所では、その平面的な位置を正確に定めなければ正確な値は得られない。しかし、この測点は塔頂の変位によつて位動する点であり、かつ、空中であるために現場ではかなり困難な作業である。これを容易にするためには、ほぼ支間の $\frac{1}{2}$ 点のケーブル上で固定された点の垂距を架線資料として計算しておき、サグと同様に取扱えば解決されると思われる。また、温度変化はケーブル形状に非常に敏感であるから、できるだけ正確な温度測定と温度変化の少ない時間での測量が望まれる。

4) スクイジングによつて素線の平行性は保たれているか？

整形作業やサドル内への移設はできるだけ素線の乱れのないように施工されなければならない。しかし、現場ではどうしても平行性が乱れる区間が生ずる。この区間をできるだけ安全度の高い部分へ集めるよう配慮されなければならない。

5) ケーブルバンドなどのボルトはすべて同一に締付けてあるか？

締付けを同一にしないと金物のコーナーが素線に食い込んだりしてケーブルに損傷を与えることが

ある。また、死荷重の増加によるボルトのゆるみも注意しなければならない。

6) ハンガーは所定の寸法通り製作されているか？

ハンガーが長くなれば当然製作誤差が含まれてくる。それを解消するような装置が必要となろう。本橋の場合は長いもののみターンバックルが設けてある。

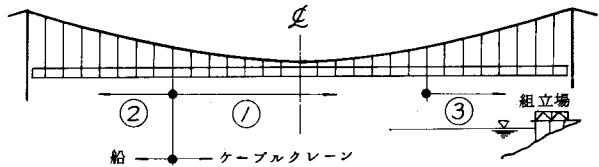
7) キャットウオーク (C. W) の盛替えが必要か、また、すべての区間で盛替えが可能か？

本橋の場合、バックステーにはハンガーバンドがなく、盛替えのための吊ワイヤーを直接主ケーブルに巻き付ける必要があつた。しかし、最終的な主ケーブルのカバリングに際して著しく不都合が生じるので、もし、盛替えを省略することができれば現場において2工程省略されることになる。それには次のような条件が必要であろう。a) C. Wの荷重、および、性質が正確に判明している場合。b) 主ケーブルが実際に正確に張り渡されているとゆう保証がある場合。

D. 補剛トラスの架設

1) 補剛トラスの架設順序は現場に適合しているか、また、架設途中において塔、およびケーブルに無理な変形を与えないか？

本橋の場合は、立地条件とコストの面から、非対称架設を行なつた。また、これによつてケーブルに無理な変形が生じないような架設順序を定めた。一般に、



補剛トラスの架設順序

支間の $\frac{1}{4}$ 附近に大きな集中荷重が作用すると、その点でケーブルが極端に折れ、ケーブルバンドが移動したり、ケーブルの仮どめバンドが切れたりすることがある。

2) 補剛トラスの架設は設計条件に忠実な架設がなされているか？

トラスに剛性を与える時期が設計条件で定められている。すなわち、トラスの架設後に剛性をもたせるのか、あるいは、全死荷重載荷後に剛性をもたせるのかである。(中小吊橋ではほとんどこの両者のいずれか)したがつて、その条件にできるだけ一致するような施工がなされなければならない。本橋の場合は後者が採用されているので、架設完了後のトラスの添接は下弦材のみをHTボルトで本締めし、上弦材、および斜材はスライドできる構造となつている。また、縦桁その他の影響で多少の剛性が生ずるので安全をみて、支間を3等分して仮ヒンジを設けている。

3) 補剛トラス閉合後の測定による形状の確認と修正

荷重による塔頂の変位、およびバックステーのサグ等はこの時点でかなり小さくなり、これ以後の荷重に対してはあまり大きな変化はない。したがつて、この時点で形状の確認をし、もし、許容以上の誤差があればこの時点で修正する必要がある。本橋の場合は、バックステーのスプレーバンドからアンカーまでの区間にケーブルの形状にバラツキがあつたため、各ストランドにオイルジャッキを用いて修正を行なつた。また、横桁上面の高さとハンガー長の確認を行つた。

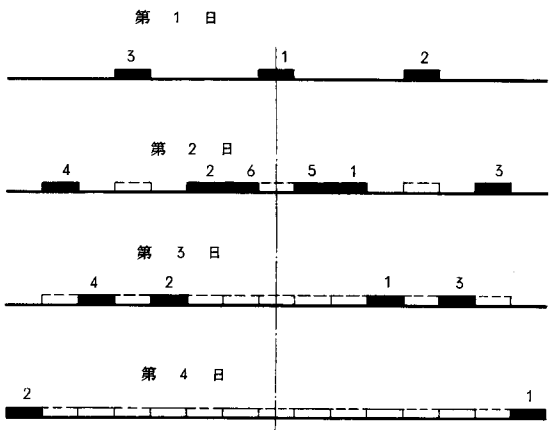
E. 床版コンクリートの打設

床版コンクリートの打設は合理的に計画されているか、また、計画通り施工すれば設計条件として

の吊橋の形状が得られるか？

コンクリート床版を有する中小吊橋では、全死荷重の大半がほぼ満載等分布荷重（ケーブル形状は放物線）とみなせるコンクリート自重である。一般には、これを数ブロックに区切つて打設される。いま、あるブロックのコンクリートを打設したとき、すなわち、ある区間に部分等分布荷重が載荷されたとき、ケーブルの形状は放物線から大きくはずれる。したがつて、補剛トラスもそれと平行して変位する。理論的には、これをくり返して全区間の打設を完了すれば、ケーブル形状も放物線となり補剛トラスも滑らかな縦断曲線を描くはずである。しかし、実際にはコンクリートの硬化によつて、トラスの剛性が増加し、部分的に打設されたコンクリート荷重によつて変形したトラスはその後の荷重に対しては理論（トラスの剛性が変らないと仮定した）と一致しない。とくに、ある区間に打設されたコンクリートが不完全な硬化状態において、別の区間にコンクリートが打設され、先に打設された区間のトラスを大きく上向きに変位させた場合は、この区間のコンクリートにクラックの発生する原因を与える。

本橋の場合は、無補剛状態（補剛トラスの上弦材はスライドする接合）として、全区間を4日に分け図のような打設順序を定めた。各1日の打設完了時は、常に対称荷重となりかつ、できるだけケーブルの形状が放物線（満載等分布荷重）に近いようにし、この状態で天候の都合により数日間放置しても支障の少ないようにした。また各1日のうちの打設順序は、対称位置の高さ測量を行ないその高い方から先に打設した。

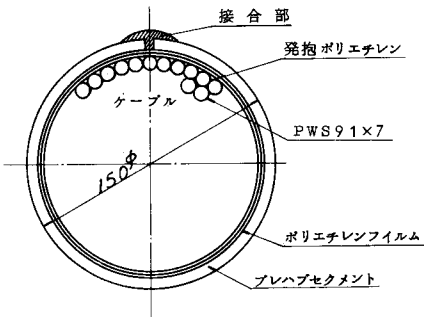


Ⅱ. 主ケーブルの被覆

床版コンクリートの打設順序

一般には、ワイヤーラッピング法が用いられるが、本橋は我国の吊橋で初めてプレハブ樹脂カブリング法が採用された。これは主ケーブルにポリエチレン系のファイラーをまき、その上にプレハブの樹脂板をかぶせて円筒状になるように接着したものである。（当日スライドで説明）

この工法を用いれば、主ケーブルの周囲にワイヤーラッピング機の回転する空間は必要なく、たとえば、塔の高さを低くし、すべてのハンガー長を短くしたりあるいは、支間中央において、主ケーブルと補剛トラスとを金物を通して固定することによつて、吊橋面内の剛性が大きくなり、より合理的な吊橋も考えられるであろう。



ケーブル断面の被覆