

日本交通技術株式会社

正員 西田 繁一

" " " " " "

" " 鳥井 信一

" " " " " "

" " 松貝 幹夫

吊橋を架設する場合、塔完成後、先ずサドルのすえつけ位置を決定し、補剛桁を架設していくうちにサドルの位置を調整して最終には所定の位置に固定する。

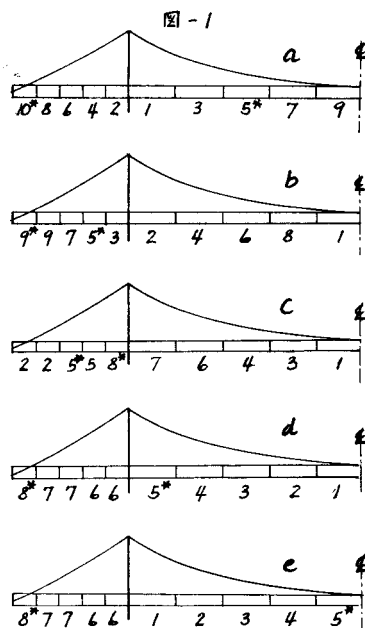
サドルの調整時期としては塔にあまり無理な力が作用しないようにし、調整は一方のみに限られ、あまり大きくない量の時がよい。

補剛桁の架設順序として、この計算例であつたものは

- a. 主塔より両側へ順次架設する。
- b. 先ず中央径間中央にある部分架設しあと a. と同じ。
- c. 中央径間は中央より、側径間は端部より架設する。
- d. 先ず中央径間を中央より架設し終り、次いで側径間を主塔部より架設する。
- e. 先ず中央径間を主塔部より架設し終り、あと a. と同じ。

の 5 種類である。こゝであつた架設法以外にも考えられ上で分類した架設順序でも 1 プロツクを取り方、サドルの調整時期について、その組合せは無数に存在する。しかし、架設地点の条件によつて大体の架設順序は決められ、工場及びクレーンの能力によつて 1 プロツクの重量は決定される。

こゝでは上に述べた制約など考えず、5 種類の架設法について適するプロツクについて比較した。調整時期についても同様である。



*印の載荷状態で調整

計算はケーブルのみの状態では、ケーブル線形を双曲線とみなした場合、ケーブル線形はカタナリーとするが近似的による場合、ケーブル線形をカタナリーとしてグラフによつて正解を求める場合について、ケーブル水平張力、各スパン長(サドル据着け位置)、ケーブル線形を求めて比較した。補剛桁はプロツク架設として、補剛桁が 1 部分でも架設された後はケーブル線形は全て双曲線と仮定した。調整については小さくみに数回行った方がよいが、計算例では 2 回のみにした。

- ケーブルのみ架設されたとき、ケーブル線形をカタナリーとして近似的による解、

$$L_i = b \log \left(\frac{a_i}{b} + \sqrt{\left(\frac{a_i}{b} \right)^2 + 1} \right) \quad (1)$$

$$L = \sum L_i$$

こゝに L_i : 各スパン長

$$a_i = \sqrt{\left[L_{0i} + \frac{H}{E_s F_s} L_{0i} \left\{ 1 + \frac{16}{3} n_{0i} + \left(\frac{L_{0i}}{L_i} \right)^2 \right\} \right]^2 - L_i^2} \quad (2)$$

$b = 2H/w$, L_{0i} ; 無応力時各スパンケーブル長 , w ; ケーブルのケーブル軸方向の単重 , h_i ; 各径間ケーブル支点の高低差 ,

ケーブル水平張力 H を仮定し (1) 式によって各径間長 l_i を計算して , 各径間の総和が一定であるという (2) 式を使って H を収斂させる

○ ケーブル線形をカタナリーとしてグラフによる正解

$$L_i = \frac{1}{\mu} \{ \mu h_i \mu_i (L_i - x_{0i}) + \mu h_i \mu_i x_{0i} \} - H_i B_{0i} \quad (3)$$

こゝに L_i ; 仮定値 H_i によるケーブル無応力時の長さ , $\mu_i = w/H_i$

$$N_i = \mu_0 h_j + \sqrt{\mu_i^2 h_j^2 - (1 - e^{-\mu_i l_k})(1 - e^{-\mu_i l_k})} , \quad D_i = 1 - e^{-\mu_i l_k}$$

$$x_{0i} = \frac{1}{\mu_i} \log e \left(\frac{D_i}{N_i} \right) , \quad B_{0i} = \frac{l_{0i}}{E F_0} \left\{ 1 + \frac{16}{3} \left(\frac{l_{0i}}{l_{0j}} \right)^2 + \left(\frac{h_j}{l_{0j}} \right)^2 \right\}$$

j ; 各スパン l_j , i ; 水平張力 H_i の仮定 , k ; 各ケーブル長 l_k の仮定

(3) 式によって図-2のようなグラフを書き、(2) 式によって

収斂させる。

○ ケーブル線形を放物線と仮定した場合、ケーブルのみの状態及び補剛桁が架設された状態の解。

釣合の方程式として

$$L_{0i} = f(H_i, L_i) \quad i = 1, 2, 3,$$

$$H_1 = H_2 + H_4 , \quad H_2 = H_3 + H_5$$

$$L'_{01} + L'_{04} - l_3 - l_4 = -\alpha_5 H_5 , \quad \frac{1}{2}(L_1 - L'_{01}) = -\alpha_4 H_4 , \quad \sum L_i = -\text{定}$$

こゝに H_1, H_2, H_3 ; 中径、側、ボックスタイケーブル水平張力 , H_4, H_5 ; 主塔、バンドタワーの受持つ水平力 , L'_i ; サドルがある期間固定される最初の状態のスパン長 , α ; 塔の剛比

の8個の式が与えられる。水平力 H , スパン長を未知数として解けばよいが、困難であるので、先ず H_i を仮定して収斂させる方法をとった。

○ 計算例 $L_{01} = 858^m$, $L_{02} = 304^m$, $L_{03} = 12.5^m$, $L_{04} = 12.7^m$

$$f_{01} = 70.0^m , \quad f_{02} = 9.726^m , \quad f_{03} = 0.0052^m$$

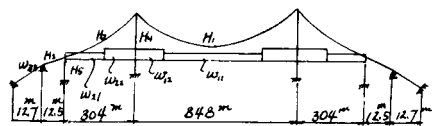
$$\alpha_4 = 7.4 \times 10^{-3} \text{ m/t} , \quad \alpha_5 = 5.8 \times 10^{-3} \text{ m/t}$$

$$w_{11} = 4.57 \text{ t/m} , \quad w_{12} = 7.0 \text{ t/m} , \quad w_{21} = 4.64 \text{ t/m}$$

$$w_{22} = 7.2 \text{ t/m} , \quad w_{33} = 4.5 \text{ t/m} , \quad w = 4.5 \text{ t/m}$$

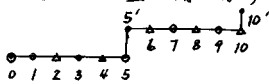
$$H_0 = 16770^t$$

図 - 3



について先の a. b. c. d. e. の架設順序について ケー

ブルを架設し補剛桁のみを架設する (補剛桁の架設が終わったら、次に床版等を架設する。) 場合についてケーブル水平力の変化、各径間の変化、及び吊橋完成時よりの変位を求める。例へば a. について架設順序及び調整時期を示すと次のようになる。



○ ケーブルのみ ($H_4 = H_5 = 0$) ○ 中央径内に架設 ($H_4 \neq 0, H_5 \neq 0$)

△ 側径内に架設 ($H_4 \neq 0, H_5 \neq 0$) ○ 調整 ($H_4 = H_5 = 0$)

。 ケーブルのみ架設

	l_1^m	l_2^m	l_3^m	l_4^m	H^z	f_1^m
カテナリー近似式	858.606	303.731	12.483	12.683	6352.1	65.787
放物線	858.574	303.747	12.483	12.683	6413.7	65.656
正解	858.606	303.731	12.483	12.683	6383.4	65.459

上表よりわかるように、近似式は各スパンについては良い値を与えるが、水平張力が小さめに計算されて、中央径間サグを大きめに与える。放物線との相違はケーブル軸方向単重を水平方向のそれに換算する時の取扱いに最も影響されていると思われるからそれは慎重に行わなければならない。

。 補剛桁の架設

計算例の a. b. c. d. e について補剛桁の完成時よりの各点の最大撓み量、及び隣接する次のフロックを吊揚する直前の撓み量をプロットしたのが図4である。

図5は架設途中の完成時よりの撓み角の差の最大、最小値をプロットしたものである。撓み角については架設された補剛桁に無理な応力が生じないために、また施工機械のためにも大きく上下する事は好ましくない。撓み角については、それが大き過ぎると補剛桁接合が不能になる。この事は補剛桁架設について重要な要素である。

図5より補剛架設時の撓み角は必ず最大最小値の間に含まれており、この差が小さく、その変化が小さい架設順序がよい。

図6は中央径間の架設途中の径間長の変化を書いたものである。a ~ e は各々架設回数異なっているから補剛桁架設終了の点 (E で示す) は異なっているが、表の折線の頂点が各架設段階の中央径間の径間長を表している。B 点はケーブルのみの状態の中央径間長である。

図 - 4

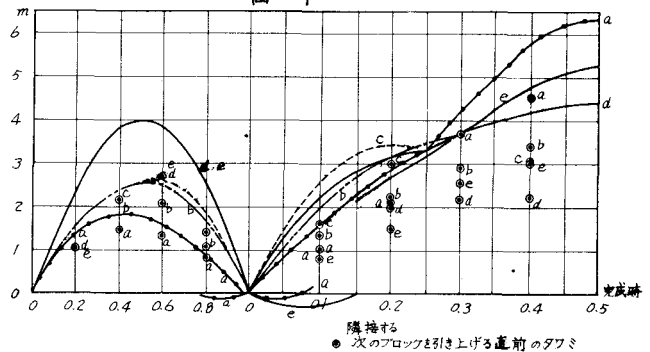
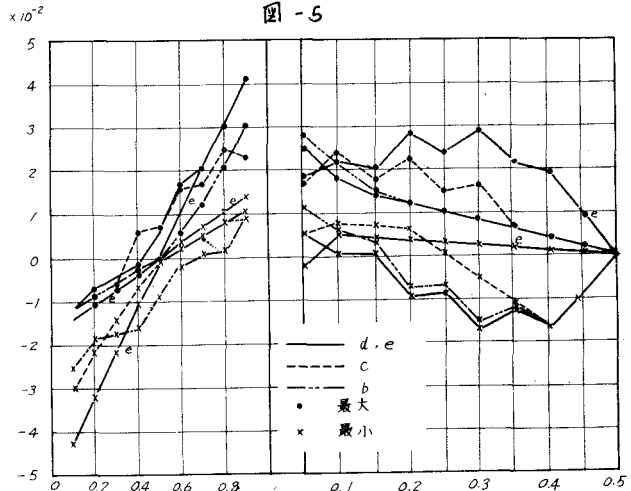


図 - 5



B点より補剛桁の架設を始めE点で補剛桁の架設を終る（床版等は次の段階）のであるが、この間にサドルの調整が行われる。調整量としてはE点の値からB点の値を差引いた値より小さい必要がある。従って、架設順序c, d. については、中央径間補剛桁架設の極く初めの時期にのみ行いうる。調整量としてはB点とE点と結ぶ直線上にある事が望ましい。

以上の観点よりCが比較的良好と思われる。次にa, bの順位ではあるまいか。

主塔の受持つ力としては、a, b, Cの5の架設状態で調整すると、最大値はa: 約 18° 、b: 約 30° 、C: 約 35° であるが、この程度の値であると塔基部に与える応力は問題にならない。

調整量はa, b, Cの5の架設状態の時に、E点で調整するとして次のようになる。

架設法	5	E点
a	82 mm	26 mm
b	119 mm	-11 mm
c	43 mm	65 mm

架設法bについては負の値を有しておりサドルを逆方向（主塔より側径間の方向）に移動させる事になり、これは難しいから、この時期の調整はとりやめ、さらに側径間に載荷された時がよい。

図7は代表的な架設順序Cについてその完成時よりの撓み量をプロットしたものである。実線部分は補剛桁が架設されており、点線部分はケーブルのみの状態を示している。

電算は伊藤忠電子計算サービスKのCDC 3600を使用した。

参考文献

若戸工事報告
鋼桁の理論と計算

日本道路公団（昭和39年）
吉野太郎一

図-6

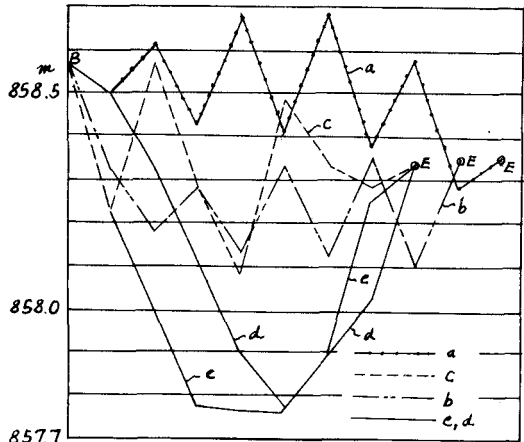


図-7

