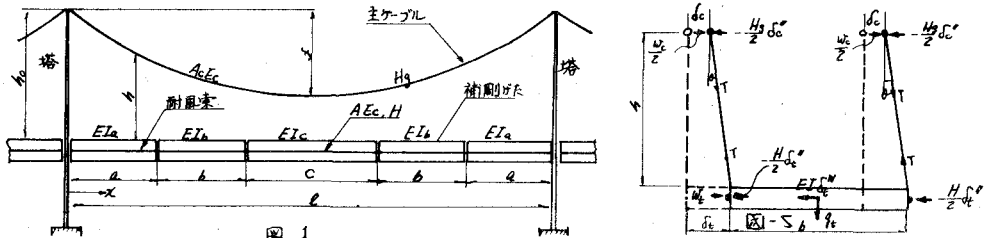


まえがき

吊橋の補剛げたは一般に架設中は剛性が小さい。これは架設がすすむにつれてケーブルが変形し架設完了時において強剛力なく補剛げたの閉合ができるため、むしろそれより閉合は架設がすすむ前から行なわれるからである。しかし補剛げたに剛性をもたせない状態で風荷重が作用すると部材の破壊などが生ずる場合もある。ここではこのような架設中の補剛げたの耐風対策としてギヤットワークのストームケーブルを補剛げたの主構面に位置するよう張換えて耐風索として用いる。この耐風索には適当なプレテンションを導入すると共に補剛げたブロックに接続する。このことにより風荷重載荷時の補剛げたの変形を小さくすることができ、また継手部の破壊やブロックの振動をおさえることも期待できる。本稿では前記耐風対策について静的風荷重が作用した場合の変形および応力を求めたものである。

1. 考察

補剛げたの架設は中央径間について一般に左右対称に架設されるのでここでは図-1に示すような構造について考察する。ただしa, b, c区間は架設状態(補剛げたが剛性を有している, 有していないおよび架設されていない)による区別である。また風荷重が作用した場合, ケーブルおよび補剛げたは図-2のように変形する。



補剛げたおよび耐風索の水平つり合式は,

$$EI \delta_t'' - H \delta_c'' = w_t - g_t (\delta_t - \delta_c / h) \quad (1)$$

となる。ただしEは補剛げたの弾性係数(N/mm²), Iは補剛げたの断面二次モーメント(m⁴), δ_t は補剛げたおよび耐風索の水平変位(m), δ_c はケーブルの水平変位(m), g_t は補剛げたの自重(N/mm), w_t は補剛げたの風荷重(N/mm), h は吊弦長(m), $H = H_d + H_p$, H_d は耐風索のプレテンション(N), H_p は耐風索の変形による張力の増分(N)である。またa, b, c区間については上記記号にサビックスa, b, cを付けるものとする。

ケーブルおよび補剛げたの水平つり合式は

$$EI \delta_c'' - H \delta_c'' - H_g \delta_c'' = w \quad (2)$$

となる。ただし H_g は主ケーブルの水平張力(N), $w = w_t + w_c$, w_c は主ケーブルの風荷重(N/mm)である。式(1)および式(2)の積分より,

$$EI \delta_t'' - (H + g_t EI / h) \delta_t'' + g_t \delta_t (1 + H/h) / h = w_t - g_t (\frac{w}{2} x^2 + K_1 x + K_2) / h, H_g \quad (3)$$

とする。ただし K_1 および K_2 は積分定数である。式(3)を各区間に適用する場合の端条件は次のようになる。
 ① $x=a$ において $\delta_{ta} = \delta_{ta}'' = \delta_{ca} = 0$ より, $K_{2a} = 0$ ② $x=a$ において $\delta_{ta} = \delta_{tb}$, $\delta_{ta}'' = \delta_{tb}'' = 0$, $\delta_{ca} = \delta_{cb}$ より $a, K_{1a} - K_{2b} = -a^2 w_a/2$, また $\delta_{ca}' = \delta_{cb}'$ より $E I_a \delta_{ta}''' - H \delta_{ta}' - E I_b \delta_{tb}''' + H \delta_{tb}' - K_{1a} + K_{1b} = a w_a$,
 また $E I_a \delta_{ta}''' - H \delta_{ta}' - E I_b \delta_{tb}''' + H \delta_{tb}' = 0$ である。③ $x=a+b$ において $\delta_{tb} = \delta_{tc}$, $\delta_{tb}'' = \delta_{tc}'' = 0$, $\delta_{cb} = \delta_{cc}$ より $-b K_{1b} - K_{2b} + K_{2c} = b^2 w_b/2$, また $\delta_{cb}' = \delta_{cc}'$ より $E I_b \delta_{tb}''' - H \delta_{tb}' - E I_c \delta_{tc}''' + H \delta_{tc}' - K_{1b} + K_{1c} = b w_b$,
 また $E I_b \delta_{tb}''' - H \delta_{tb}' - E I_c \delta_{tc}''' + H \delta_{tc}' = 0$ である。④ $x=l$ において $\delta_{tc}' = \delta_{tc}'' = \delta_{cc}' = 0$ より $K_{1c} = -c w_c/2$ である。ただし $C = l/2 - a - b$ である。式(3)の近似解としてそれぞれ各区間について次の級数を用いる。

$$\delta_{ta} = \sum_{i=1}^n A_i \sin \frac{i\pi}{a} x + \frac{\delta_a}{a} x \quad 0 \leq x \leq a \quad \text{--- (4)}$$

$$\delta_{tb} = \sum_{i=1}^n B_i \sin \frac{i\pi}{b} (x-a) + \frac{\delta_b - \delta_a}{b} (x-a) + \delta_a \quad a \leq x \leq a+b \quad \text{--- (5)}$$

$$\delta_{tc} = \sum_{i=1}^n C_i \sin \frac{(2i-1)\pi}{C} (x-a-b) + \delta_b \quad a+b \leq x \leq \frac{l}{2} \quad \text{--- (6)}$$

ただし A_i, B_i, C_i および δ_a, δ_b は未知数である。式(3)に式(4)~(6)を代入すると,

$$\sum_{i=1}^n A_i \left[E I_a \left(\frac{i\pi}{a} \right)^4 + (H + g_{ta} E I_a / h) \left(\frac{i\pi}{a} \right)^2 + g_{ta} (1 + 1/4 H_g) / h \right] \sin \frac{i\pi}{a} x + (1 + 1/4 H_g) g_{ta} x / a h = w_{ta} - \frac{g_{ta}}{2 H_g} \left(\frac{w_a}{2} x^2 + K_{1a} x \right) \quad \text{--- (7)}$$

$$\sum_{i=1}^n B_i \left[E I_b \left(\frac{i\pi}{b} \right)^4 + (H + g_{tb} E I_b / h) \left(\frac{i\pi}{b} \right)^2 + g_{tb} (1 + 1/4 H_g) / h \right] \sin \frac{i\pi}{b} (x-a) + (1 + 1/4 H_g) g_{tb} (x-a) / b h + (1 + 1/4 H_g) g_{tb} \delta_b / h = w_{tb} - \frac{g_{tb}}{2 H_g} \left\{ \frac{w_b}{2} (x-a)^2 + K_{1b} (x-a) + K_{2b} \right\} \quad \text{--- (8)}$$

$$\sum_{i=1}^n C_i \left[E I_c \left(\frac{(2i-1)\pi}{C} \right)^4 + (H + g_{tc} E I_c / h) \left(\frac{(2i-1)\pi}{C} \right)^2 + g_{tc} (1 + 1/4 H_g) / h \right] \sin \frac{(2i-1)\pi}{C} (x-a-b) + (1 + 1/4 H_g) g_{tc} \delta_b / h = w_{tc} - \frac{g_{tc}}{2 H_g} \left\{ \frac{w_c}{2} (x-a-b)^2 - \frac{w_c}{2} C (x-a-b) + K_{2c} \right\} \quad \text{--- (9)}$$

という。式(7)~(9)および条件式①~④より未知数を求めることができる。また耐風索の張力の増分は近似的に次式で求めることができる。

$$H_p = \frac{A E_c}{L} \left[\frac{1}{6} \delta_a^2 + \frac{1}{6} (\delta_b - \delta_a)^2 + \frac{\pi^2}{24} \sum_{i=1}^n A_i^2 a_i^2 + \frac{\pi^2}{26} \sum_{i=1}^n B_i^2 b_i^2 + \frac{\pi^2}{4 C} \sum_{i=1}^n C_i^2 \right] \quad \text{--- (10)}$$

2 数値計算例

上記考察について次の諸数値を用いて計算すると応力および変形は図-3のようになる。

$l = 700^m, f = 64^m, h_0 = 66^m, H_g = 8000^t, H_d = 1000^t, A = 0.0129^m^2, E_c = 2.0 \cdot 10^7^t/m^2, w_c = 0.07^t/m, g_{ta} = g_{tb} = g_{tc} = 5.0^t/m$
 $w_{ta} = w_{tb} = w_{tc} = 0.3^t/m, E I_a = E I_b = 9.777 \cdot 10^9^t \cdot m^2, E I_c = 0, a = 150^m, b = 100^m, C = 200^m$

あとがき

以上で静的風荷重による変位および応力を求めたものであるが、種々の計算によると耐風索は螺旋順序によって変位を小さくすることが大きい効果がある。しかし区間 a, b, c の変化による最大変位はあまり変化しないが、区間 a の応力は他の区間と比較して大きいことがわかった。

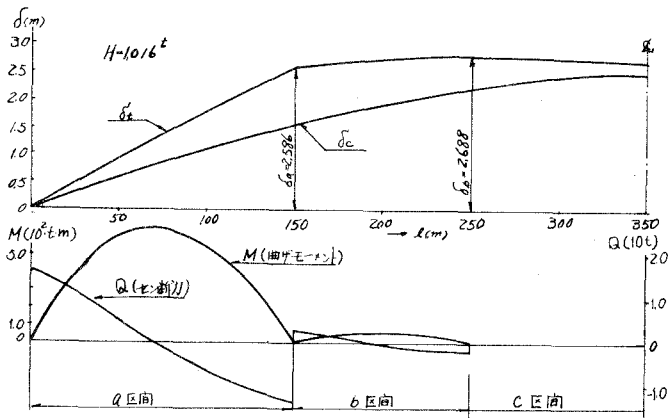


図-3