

中央大学

正員 〇竹 間 弘

東京都庁建設局

正員 西 野 弘

はしがき

長径間吊橋の弾性挙動を改善する研究は、従来多くの研究者により試みられ、多くの良い成果が発表されている。それらの方法としては (1) センター スタイをもうける (2) タワー スタイを用いる (3) ケーブル スタイをもうける (4) 斜吊橋 等の型式があり、またストーム ケーブルの効果についてもその成果が発表されている。

本研究は以上とは別に、一つの試みとして補剛ケーブルを有する吊橋(図-1)を提案した。

この型式は、従来の吊橋に図のように補剛けたにそつてケーブルを取付け、外力に対し、主ケーブル、補剛けた、補剛ケーブルとが一体となつて抵抗する構造である。

補剛ケーブルには予め張力 H_0 を与えておく、この初期張力の大きさとたわみの関係から補剛ケーブルの有効性につき理論的に、実験的に検討した結果につき申し述べたい。

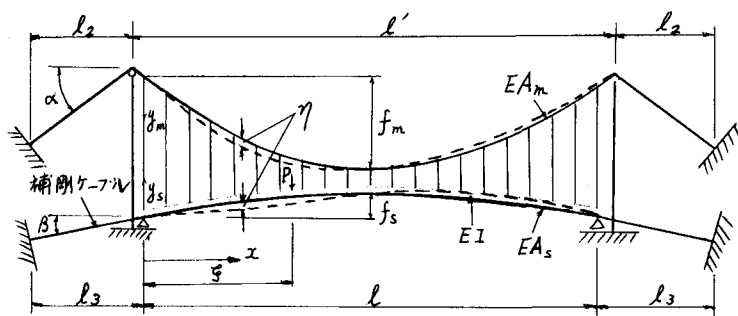
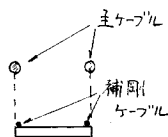


図 - 1

側面図



撓み式の誘導

図の如く、活荷重 P が載荷した場合、補剛桁の撓み曲線の微分方程式は撓度理論を用いて次のように示される

$$EI \frac{d^2 \eta}{dx^2} - \left\{ H_m + \left(1 + \frac{f_s}{f_m}\right) H_0 + H_{mp} - H_{sp} \right\} \frac{d^2 \eta}{dx^2} = p - \frac{8f_m}{l^2} (H_{mp} + \frac{f_s}{f_m} H_{sp}) \quad \dots \dots (1)$$

こゝに

H_m : 死荷重による主ケーブルの水平張力

H_{mp} : 活荷重による主ケーブルの水平張力

H_0 : 補剛ケーブル初期張力

H_{sp} : 活荷重による補剛ケーブルの水平張力

(1) 式を実用性とそこなわない範囲で線形化すると、

$$H_m + (1 + \frac{f_s}{f_m}) H_s + H_{mp} - H_{sp} = H_r, \quad H_{mp} + \frac{f_s}{f_m} H_{sp} = H_p$$

と置くことにより

$$EI \frac{d^2 \eta}{dx^2} - H_r \frac{d^2 \eta}{dx^2} = P - \frac{8f_m}{\ell^2} H_p \quad \dots \dots (2)$$

(2) 式を解くと

$$\left. \begin{aligned} \eta(x, \xi) &= P \cdot \frac{\ell}{H_r} \left\{ \frac{x}{\ell} \left(1 - \frac{\xi}{\ell}\right) - \frac{\sinh cx \cdot \sinh c(\ell - \xi)}{c\ell \cdot \sinh c\ell} \right\} - H_p \frac{8f_m}{H_r} \left\{ \frac{1}{2} \frac{x}{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\cosh c(\frac{\ell}{2} - x)}{\cosh(c\ell/2)}\right) \right\} \quad x \leq \xi \\ \eta(x, \xi) &= P \frac{\ell}{H_r} \left\{ \frac{\xi}{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) - \frac{\sinh c\xi \cdot \sinh c(\ell - x)}{c\ell \cdot \sinh c\ell} \right\} - H_p \frac{8f_m}{H_r} \left\{ \frac{1}{2} \frac{x}{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\cosh c(\frac{\ell}{2} - x)}{\cosh(c\ell/2)}\right) \right\} \quad x \geq \xi \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

たゞし

$$c\ell = \ell \sqrt{\frac{H_r}{EI}}$$

(3) 式により任意の点に荷重 P がのつたときの撓み η を求めることが出来る。

活荷重によるケーブルの水平張力 H_{mp}, H_{sp}

温度変化を無視し、ケーブル方程式は

主ケーブルに対し

$$H_{mp} \frac{L_m}{EA_m} + \frac{d^2 \eta_m}{dx^2} \int_0^{\ell} \eta d\alpha = 0 \quad \text{ただし} \quad L_m \div \ell' \left(1 + 8 \frac{f_m^2}{\ell'^2}\right) + 2 \ell_2 \sec^2 \alpha$$

補助ケーブルに対し

$$H_{sp} \frac{L_s}{EA_s} + \frac{d^2 \eta_s}{dx^2} \int_0^{\ell} \eta d\alpha = 0 \quad L_s \div \ell \left(1 + 8 \frac{f_s^2}{\ell^2}\right) + 2 \ell_3 \sec^2 \beta$$

これらの式に (3) 式を代入すると

$$\left. \begin{aligned} H_{mp} &= \left(\frac{\ell}{f_m}\right) \frac{T - H_{sp} \left\{ \frac{2}{3} \cdot \frac{f_s}{\ell} - \frac{8f_s}{\ell} \frac{1}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\tanh(c\ell/2)}{c\ell/2}\right) \right\}}{\frac{2}{3} - \frac{8}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\tanh(c\ell/2)}{c\ell/2}\right) + \frac{L_m}{EA_m} \frac{c^2 EI}{8f_m} \cdot \frac{\ell}{f_m}} \\ H_{sp} &= \left(\frac{\ell}{f_s}\right) \frac{T - H_{mp} \left\{ \frac{2}{3} \cdot \frac{f_m}{\ell} - \frac{8f_m}{\ell} \frac{1}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\tanh(c\ell/2)}{c\ell/2}\right) \right\}}{\frac{2}{3} - \frac{8}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\tanh(c\ell/2)}{c\ell/2}\right) + \frac{L_s}{EA_s} \frac{c^2 EI}{8f_s} \cdot \frac{\ell}{f_s}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

こゝに

$$T = P \left\{ \frac{1}{2} \cdot \frac{\xi}{\ell} \left(1 - \frac{\xi}{\ell}\right) - \frac{1}{c^2 \ell^2} \left(1 - \frac{\cosh c(\frac{\ell}{2} - \xi)}{\cosh(c\ell/2)}\right) \right\}$$

以上の理論値と実験結果との検討については当日御報告申し上げます。