

金沢大学 正員 小塚為雄

金沢大学 学生員 〇孝 昌弘

1. まえがき

タワーステイは、動力学的には自励振動に抵抗するため、そして、静力学的にはタワミ制限のために設けられる。しかしながら、タワーステイを有する吊橋の解析は多次元静定構造となるため、タワーステイを数多く設けた場合には、解析が複雑となる。

本稿は、タワーステイを多数有する吊橋の静的特性を、線形変位理論を用いて調べるものである。尚、各径間のタワミはフーリエ級数展開して求めた。

2. 一般式の誘導

トライレのタワーステイを有する理論を片側の塔について、中央径間側に n 本、側径間側に m 本のタワーステイを有する理論に拡張する。

タワーステイの不静定応力を決定する弾性方程式は次のようになる。

$$\begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{ccc}
 \delta_{a1a1} & \cdots & \delta_{anan} \delta_{b1bm} \\
 \vdots & & \vdots \\
 \delta_{a1an} & \cdots & \delta_{b1bm} \\
 \vdots & & \vdots \\
 \delta_{anbn} & \cdots & \delta_{bm bm} \\
 \vdots & & \vdots \\
 \delta_{a1bm} & \cdots & \delta_{bm bm}
 \end{array} \right]
 \begin{array}{c}
 X_{a1} \\
 \vdots \\
 X_{an} \\
 \vdots \\
 X_{bm}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 L_{a1} \\
 \vdots \\
 L_{an} \\
 \vdots \\
 L_{bm}
 \end{array}
 \quad (1)
 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l}
 \delta_{anan} = -\gamma_{ana1} \sin \phi_{ai} + \left(\frac{L_{a1}}{E_c A_c} H_{an} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{an} \right) \cos \phi_{ai} \\
 \delta_{anan} = \frac{L_{an}}{E_c A_{an}} - \gamma_{ana1} \sin \phi_{an} + \left(\frac{L_{a1}}{E_c A_c} H_{an} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{an} \right) \cos \phi_{an} \\
 \delta_{bjaj} = -\gamma_{bjaj} \sin \phi_{aj} + \left(\frac{L_{aj}}{E_c A_c} H_{bj} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{bj} \right) \cos \phi_{aj} \\
 \delta_{bm bj} = -\gamma_{bm bj} \sin \phi_{bj} - \left(\frac{L_{bj}}{E_c A_c} H_{bm} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{bm} \right) \cos \phi_{bj} \\
 \delta_{bm bn} = \frac{L_{bm}}{E_c A_{bm}} - \gamma_{bm bn} \sin \phi_{bm} - \left(\frac{L_{bj}}{E_c A_c} H_{bm} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{bm} \right) \cos \phi_{bm} \\
 \delta_{bjaj} = \delta_{aibj}
 \end{array} \right\} \quad (2)$$

X_{ai} , X_{bj} はそれぞれ中央径間、側径間のタワーステイ応力

$$L_{ai} = \int_0^l \left(\frac{E_c}{E_c} \right) ds, \quad \alpha = \frac{l}{l}$$

式 (1) の右辺は荷重項であり

$$\begin{aligned}
 L_{ai} &= \gamma_{aia1} \sin \phi_{ai} - \left(\frac{L_{a1}}{E_c A_c} H_{ai} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{ai} \right) \cos \phi_{ai} \\
 L_{bj} &= \gamma_{bjaj} \sin \phi_{bj} + \left(\frac{L_{aj}}{E_c A_c} H_{bj} - \frac{16 f_c l}{\pi l} E_{bj} \right) \cos \phi_{bj}
 \end{aligned}$$

ここに

ϕ_{ai}, ϕ_{bj} : タワーステイと補剛桁のなす角度

H_{ai}, H_{bj} : 老朽度および $X_{ai}, X_{bj} = 1$ による生ずる基本系のケーブル張力

$\gamma_{ana1}, \gamma_{aia1}, \gamma_{bjaj}$: $X_{an} = 1$ による a_i 点でのタワミおよび老朽度による a_i, b_j 点でのタワミ

E_{ai}, E_{bi}, E_{bj} : 老朽度および $X_{ai}, X_{bj} = 1$ による生ずる側径間のタワミのフーリエ係数の和

与えられた荷重系を対称載荷状態および非対称載荷状態に分けて、式(1)より求めた場合のタフースティ応力が求まる。これらを加えたものが、実際の荷重状態と与えるタフースティ応力となり、タフースティ応力が求まれば、タフミおよび曲げモーメントを求めることが出来る。

3. 計算例

設計条件

	径間長(m)	サグ(m)	$E(\times/cm^2)$	$I(10^8 m^4)$	$E_c(\times/cm^2)$	$A_c(cm^2)$	死荷重(k/m)
中央径間	800	73	2100	1.65	2000	3050	11.9
側径間	400	18.25	2100	1.65	2000	3050	11.9

タフースティ

$$E_s = 2000 \times/cm^2$$

$$A_s = 305 cm^2$$

載荷状態

活荷重強度 $P = 3 \times/m$ とし

左側の端より中央径間に

240m 載荷

7フースティ取付位置

中央径間

$$G(1)=0.125 \quad G(2)=0.250 \quad G(3)=0.375$$

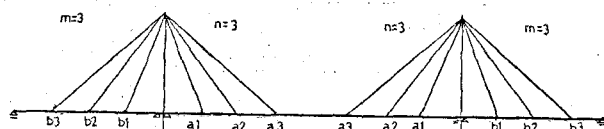
側径間

$$GS(1)=0.25 \quad GS(2)=0.50 \quad GS(3)=0.75$$

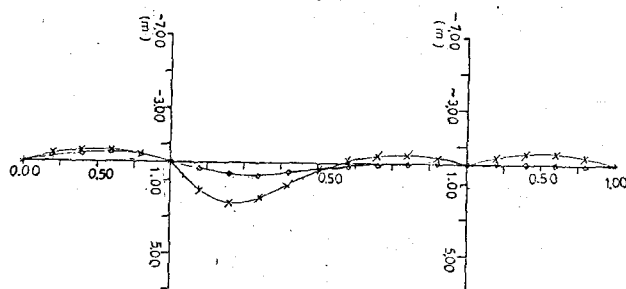
尚、 G および GS は取付位置と径間長の比を表す。

なお、この外に種々の興味ある結果が得られているが、紙面の関係で省略し、当日発表する。

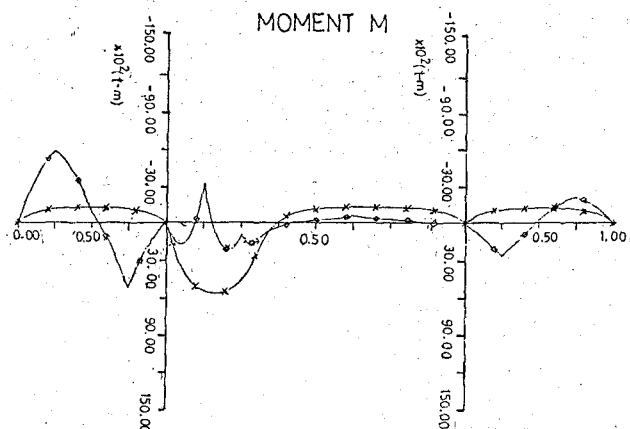
計算は金沢大学計算機センターの FACOM M-160 により行った。



TAWAMI Y



MOMENT M



タフースティ応力

	X_{a1}	X_{a2}	X_{a3}	X_{b1}	X_{b2}	X_{b3}
端の左側	534.1	332.8	-8.3	-226.9	-88.1	111.1
端の右側	-12.3	6.4	49.2	-88.7	27.9	45.7

参考文献

1) 難波 高田 訳：吊橋の振動解析，森北出版，1971年6月

2) 川田：長径間吊橋の理論と計算，橋梁編纂会，昭和44年3月