

II-3 上下動をうける吊橋の振動

東大生研 久保慶三郎

橋軸方向の水平地盤動をうける吊橋の振動については、昨年7月日本で開催された世界地震工学会議^{*}で発表した^{*}が、その結果は振動数のみでなく、たわみ、応力についても下図のように、実験値と計算値とがよく一致していることが判明した。

地盤の上下動をうける吊橋の振動についても同じ考え方で計算を進めた。計算の仮定について述べると、 ϕ_1 は地盤の振動が正弦波振動であること、 ϕ_2 は吊橋の面側にある基礎部（塔およびアンカーブロック）は同一の位相で振動すること、 ϕ_3 は計算はすべて共振時について行うこと、 ϕ_4 には基礎部から供給されるエネルギーと減衰によって上部構造で失われるエネルギーとが相等しいとする、こと等である。

以上の仮定のもとに主ケーブルの振動時の応力補剛トラスの中央点のたわみを求めた。

解析を進めたのは次の4つの場合である。

- i) 側主面に補剛桁があり、ケーブルは塔頂で塔に固定されている場合
- ii) 側主面に補剛桁はないが、ケーブルは塔頂で塔に固定されている場合
- iii) 側主面に補剛桁があるが、塔頂のケーブルは滑りうる場合
- iv) 側主面に補剛桁もなく、かつ塔頂のケーブルは滑りうる場合。

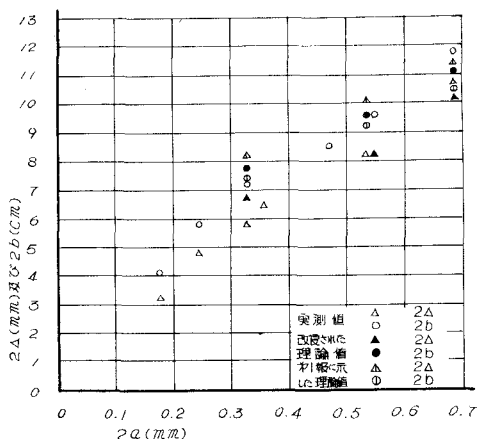
a_v を地盤の上下振動の振幅、 Δ を塔頂の変位、 b を補剛桁の中央点のたわみ、 k を振動時のケーブルの附加張力とすると、

各々の場合について、それぞれは次の式で表わされる。

i) の場合

$$\Delta = \frac{16\omega^2 l \left\{ \frac{4fN}{l} + \frac{8f_1 l_1 (H^2 + l_1^2)}{(l_1^2 - 4Hf_1)(l_1^2 + 4Hf_1)} \right\}}{c p n^2 \pi^2 H \omega^2 \left[2 + \frac{NL}{E_c A_c} \right]^2} a_v$$

$$k_3 = N \cdot \Delta$$



主ケーブルの振動と塔頂の振動および補剛桁の振動

* Proc. of 2nd World Conference on Earthquake Engineering, p.913~927
"Aseismicity of Suspension Bridges Forced to Vibrate Longitudinally"

$$b = \frac{n\pi H_w \left(2 + \frac{NL}{E_c A_c}\right)}{2w\ell} \quad \Delta$$

$$N = \frac{3EI_0}{\hbar^3} + \frac{1}{K},$$

$$K = \frac{L_1}{E_c A_c} - \frac{\omega^2 \ell_1^3}{H_w^3} \left\{ \frac{1}{m^2} \left(1 - \frac{2}{m} \tanh \frac{m}{2}\right) - \frac{1}{12} \right\}$$

ii) の場合

$$b = \frac{32fw \left(\frac{3EI_0}{\hbar^3} + \frac{E_c A_c \cos \alpha_1}{\ell_1} \right)}{pc\ell n\pi H_w \left\{ 2 + \left(\frac{3EI_0}{\hbar^3} + \frac{E_c A_c \cos \alpha_1}{\ell_1} \right) \frac{L}{E_c A_c} \right\}} \cdot a_v$$

$$\hbar_3 = \frac{64wf \left(\frac{3EI_0}{\hbar^3} + \frac{E_c A_c \cos \alpha_1}{\ell_1} \right)^2}{\left[2 + \left(\frac{3EI_0}{\hbar^3} + \frac{E_c A_c \cos \alpha_1}{\ell_1} \right) \frac{L}{E_c A_c} \right]^2 pc n^2 \pi^2 H_w^2} \cdot a_v$$

iii) の場合

$$b = \frac{8w \left\{ \frac{4f}{\ell} + \frac{8f_1 \ell_1 (H^2 + \ell_1^2)}{(\ell_1^2 - 4Hf_1)(\ell_1^2 + 4Hf_1)} \right\}}{pc n \pi H_w \left[\frac{L}{E_c A_c} - \frac{2\omega^2 \ell_1^3}{H_w^3} \left\{ \frac{1}{m^2} \left(1 - \frac{2}{m} \tanh \frac{m}{2}\right) - \frac{1}{12} \right\} \right]} \cdot a_v$$

$$\hbar_3 = \frac{16\omega^2 \ell \left\{ \frac{4f}{\ell} + \frac{8f_1 \ell_1 (H^2 + \ell_1^2)}{(\ell_1^2 - 4Hf_1)(\ell_1^2 + 4Hf_1)} \right\}}{n^2 \pi^2 H_w^2 pc \left[\frac{L}{E_c A_c} - \frac{2\omega^2 \ell_1^3}{H_w^3} \left\{ \frac{1}{m^2} \left(1 - \frac{2}{m} \tanh \frac{m}{2}\right) - \frac{1}{12} \right\} \right]^2} \cdot a_v$$

iv) の場合

$$b = \frac{32wf E_c A_c}{n\pi H_w L_T pc\ell} \cdot a_v$$

$$\hbar_3 = \frac{64\omega^2 E_c^2 A_c^2}{n^2 \pi^2 H_w^2 L_T^2 pc} \cdot a_v$$

上下動の加速度と水平動の加速度との比を科学技術庁資源局編集の強震記録 (1923 ~ 1956) について調べると、39ヶの平均で、それぞれ 1 : 3.85 (NS) , および 1 : 3.69 (EW) をえた。