

吊 橋 の 耐 震 設 計 公 式

A Design for Suspension Bridges Taking Account of Earthquake.

岡 本 舜 三・久 保 慶 三 郎・伯 野 元 彦

吊橋の耐震については種々の考へべき点があるが、これに関して橋軸方向の強制振動に関する理論を導き模型実験によってその妥当性を確めたのでここに報告する。

長径間吊橋では兩岸の橋脚のうける地震動の位相が異なる場合が予想される。位相差が 180° ある場合には橋には対称振動が生ずる。この場合の対称振動は次のように考へて求められる。

静的釣合式から塔頂部水平変位 Δ 、中央径間撓み b 、ケーブル増加張力 h 、等の関係を求めこれを用いて地盤から入って来るエネルギーを b ならびに地震振幅 a で表わし、 b の函数である消費エネルギーと等置して b 、 a の関係を定めると

$$b = \frac{4w^2 l K}{3\rho c H_w^2 \left(2 + \frac{LK}{E_c A_c}\right)} a$$

ただし

$$K = \frac{3EI_0}{h^3} + \frac{1}{\frac{L_1}{E_c A_c} + \frac{w^2 l_1^3}{H_w^3} \left\{1 - \frac{1}{m^2} \left(1 - \frac{2 \tanh m}{m}\right)\right\}}$$

なお上式は中央径間の撓み曲線を模型実験の結果を参考にして次のように仮定して求めたものである。

$$\eta = b \sin^2 \frac{\pi x}{l}$$

兩岸の位相の等しい時は逆対称振動が起る。この場合も対称振動と同様の考へ方で求められる。すなわち

(i) 桁両端ローラの場合

$$b^4 - (\omega^2 - p^2) \varepsilon^2 D a^2 b^2 - 2p n (\omega^2 - p^2) D \varepsilon p^2 a^3 b - (2pn)^2 p^4 D a^4 = 0$$

ただし

$$D = \frac{16\pi^2}{(1 - 1/\lambda^2)^2 \{(\omega^2 - p^2)^2 + (2pn)^2\}}$$

$$\varepsilon = \frac{2g\alpha}{\pi} \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{\cos 2\pi x/l}{\alpha x^2 + S} dx + \frac{4g\alpha}{l} \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{x \sin 2\pi x/l}{\alpha x^2 + S} dx$$

(ii) 桁の一端ヒンジ、他端ローラの場合

$$b = \frac{8\pi g \delta}{p^2 (1 - 1/\lambda^2)^2 l^2} a$$

ただし

$$\delta = - \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{1}{\alpha x^2 + S} \left(\frac{\alpha l}{\pi} \cos \frac{2\pi}{l} x + 2\alpha x \sin \frac{2\pi}{l} x \right) dx$$

理論式は全径間長 5.4 m の模型吊橋によってたしかめられた(写真 1)。第 1 図は対称振動、第 2 図は逆対称振動に対する実験結果を理論値と比較したものでこれによると両者はかなりよく一致していることがわかる。

記号の説明

c: 減衰係数 (生産研究, Vol. 9, No. 12, p. 517 参照)

I_0 : 塔の断面二次モーメント

h : 塔の高さ

I : 補剛桁の断面二次モーメント

l_1 : 側径間長さ

l : 中央径間長さ

f : サグ

L : 全径間ケーブル長さ

w : 吊橋の単位長さ当りケーブル片側重量

L_1 : 側径間ケーブル長さ

A_c : ケーブルの断面積

$H_w = w l^2 / 8 f$

$m^2 = H_w l^2 / EI$

p : 補剛桁の固有円振動数

λ : 撓み振動減衰比

n : 桁水平振動減衰常數

$\alpha x^2 + S$: ケーブル平衡形

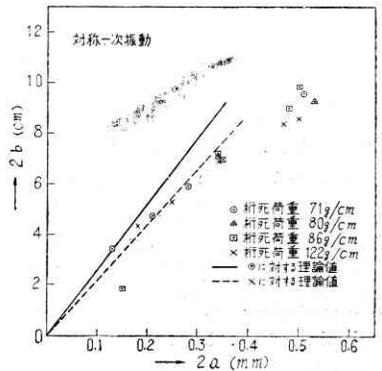
$\omega^2 = \frac{2g}{l} \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{dx}{\alpha x^2 + S}$

本研究については道路公団および文部省科学研究費の援助を得た。ここに感謝の意を表する。

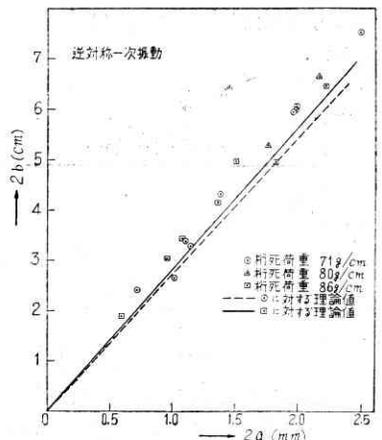
(1958. 4. 30)



写真 1



第 1 図



第 2 図