

東大生産技術研究所

正負
正負

岡本 昇三
久保慶三郎

吊橋のように減衰係数が小さく共鳴して変位又は応力が非常に大きくなる構造物で、しかも固有振動周期が比較的長い場合には、地震による共鳴が重要な問題になってくるので、単に静荷重に震度を掛けたもので耐震強度を批判することは出来ない。このような時には地震時の強制振動の周期が吊橋の強度を決める重要な factor になるが、一般地震時の強制振動の周期、振中は別の方から推算することはし、本研究においては、吊橋の基礎から一定の周期、振中ともとの地震動が来た時に吊橋が如何なる応答を示すかを求めた。

模型による耐震試験の際に、模型の寸法が一番問題になると思われる。実物と同一の周期、変位を有するものを作ることは不可能であるから、筆者等の場合は、cable 及び Tower の固有振動周期が実物の $1/10$ になるように各部の寸法を決めた。すなわち、模型材料として steel を用い、模型の span 及び sag を実物の $1/100$ とした場合に模型の振動周期は実物の大体 $1/10$ になるのである。

吊橋の振動方程式は Tower の頂部の変位 y となつて

$$\frac{W}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + H_w \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \frac{W}{H_w} \cdot h = 0$$

である。ここに h は振動による増加した水平力とす。この方程式を両端単純支持および cable が extensional である条件から振動方程式を求めると

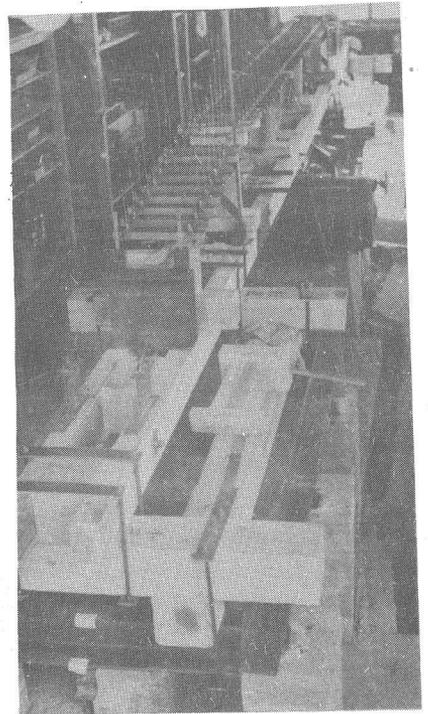
$$\frac{\Phi}{\sqrt{2}} Z - \frac{Z+1}{\sqrt{Z-1}} \tan \frac{\mu}{2} - \frac{Z-1}{\sqrt{Z+1}} \tanh \frac{\nu}{2} - \frac{L E}{E_c A_c} \frac{\Phi^3 H_w}{32 \sqrt{2} W l f} Z(Z^2+1) = 0$$

となる。上式中

$$Z = \sqrt{1 + \frac{32 f}{\Phi^2 g} W^2}, \quad \Phi^2 = \frac{H_w l^2}{EI} = \frac{W l^3}{I 8 f E},$$

$$\mu = \frac{\Phi}{\sqrt{2}} \sqrt{Z-1}, \quad \nu = \frac{\Phi}{\sqrt{2}} \sqrt{Z+1}$$

今模型の span および sag の縮尺を $1/100$ とし、模型の振動数を実物の 10 倍にしたとき、 $\frac{W l^3}{EI}$ 、 $(L E H_w^3)/(E_c A_c W l f)$ の値を模型と実物で変化しないう



製作中の模型

に、 A_c , w , I と決めれば、 Z の値は模型と実物とで全く同一のものとなる。 Tower の寸法をきめるには、Tower と軸方向力を受ける棒と考へ、その曲げ振動の振動数は実物の 10 倍になるように、断面二次モーメントをおよ 10 倍と決定した。

地震動としては橋軸方向の水平動と主として考へ、この振動に対する吊橋の response と実験的に明らかにせんとした。 橋軸に直角方向の地震動に対する吊橋の強さは凡そ対する係数で決められたものと考え、本実験としては neben たいと考へた。 地震動は Tower の基礎から伝達され来るが、二本の Tower が同一位相、同一変位(振中)で振動する場合と、異つた位相、変位(振中)で振動する場合の 2 つに分けて考へる。 後者の場合は Tower の基礎の位置が異つてゐる場合に起りうることで、実験設備とこの実験が可能であるようになつており、これについては目下実験中である。

応力の測定は抵抗線歪計を使用した。 ひずみの測定は cable に 4ヶ所、Tower の上下流、両岸で計 7ヶ所 についで行つた。 Cable は径が 1mm であるため、市販のゲージを使用することが不可能であつたので、実験室で cable に直接線と貼つて測定を行つたが、結果は良好であつた。 ひずみの測定は神剛桁 およ 10 Tower についで行つた。

測定の一例を左圖に示す。 この例は主歪計の $1/2$ 位の cable の応力である。 この結果によつて、共振周は 0.47, 0.33, 0.21, 0.10 秒にみられる。 0.47 秒の振動は神剛桁の水平に移動して起る振動で、それより小さい周期の振動は cable の垂直方向の 4 の振動である。 これ等の振動周期は大体計算結果と一致してゐる。

