

東大生産技術研究所
会 上岡本 舜三
○久保慶三郎

ここに述べる研究は洞海湾の湾口若松戸畑間に架設される予定の吊橋-若戸橋の耐震設計を如何に考えるかという事が主なる肉題である。研究の順序として模型実験を行い、実験値と計算値とを比較検討し、更に現地の地震力を推定し、実物の耐震設計に用いられる計算式を確立する。

地震力として橋軸と同方向のもののみを考え、橋軸に直角方向および上下方向については次の機会に述べることにする。もっとも橋軸に直角方向は風の作用も相当大きいことが予想され、各部の寸法は地震力よりも風の方で決まるかも知れないと思われる。

実物の吊橋の支間は $90 + 360 + 90 = 540\text{m}$ (確定したものはない) で、模型の縮尺はスパンおよびサグで $1/100$ にし、補剛桁の上下方向の振動周期は $1/10$ で、かつ振動の mode のみに相似性があるように製作したので、たわみおよび減衰についての相似性は計算式を媒介とすることにした。

水平の振動台は2台あって、各々同一位相 同一振巾で振動せしめることも、また別個の位相 振巾で振動せしめることもできるようになっていた。2台の振動台の上にそれぞれ左右両岸の塔の基礎 anchor (以下この2つを合せて基礎部という) を載せ、吊橋を橋軸方向に水平振動せしめ、その時の塔および Cable の応力分布、補剛桁のたわみを測定した。塔の応力は PL-ゲージ、また Cable の応力はアドバンス線を手製でピアノ線に貼付したものをを用い補剛桁のたわみは褶動抵抗の変化を応用したものをを用いて測定した。基礎部の位相は $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ の3種に変化させ、また同一位相のものについて振動振巾を変化させて実験した。以上の実験によって次のことが結論される。

1. 水平の強制振動による補剛桁の振動は振動次数が高くなると垂直振動のみが顕著になり、そのときの振動数は Cable の両端固定のときの振動数に等しくなる。
2. 塔の頂部は僅かな水平振動としており、塔は今回の実験範囲では共振していない。塔の応力は基礎部の位相が 180° のとき最大値を与えている。
3. 塔の応力は補剛桁の共振時に最大値に達する。
4. Cable の応力は対称振動のとき大きく、補剛桁の非対称振動のとき小さい。

以上の実験結果も考慮して、補剛桁の共振時の塔の応力計算その他を次の仮定によって行うことにする。

1. 両岸の基礎部は 180° 位相がずれず単弦振動とする。
2. 塔に大きい応力が生ずる場合は補剛桁の共振した場合で、かつ桁の振動は対称振動の場合である。
3. 耐震計算は共振時について計算しておくは充分である。
4. 補剛桁が共振して垂直振動が生ずるときに基礎から導入される energy と橋桁

に依り減衰力によつて失われる energy とは等しい。

地震動振幅 a と 塔の頂部の水平振動振幅 Δ , または主歪向のケーブルの振動時の水平反力 R_3 等とを結びつける式を以上の仮定から導いた。

側歪向の cable の水平反力 R_4 は静的計算より

$$R_4 = \frac{\Delta}{\frac{L_1}{EA_0} - \frac{\omega^2 l^3}{H_0^3} \left\{ \frac{1}{m^2} \left(1 - \frac{2}{m} \tanh \frac{m}{2} \right) - \frac{1}{12} \right\}} = K \Delta$$

また塔の共振は無いと考えると, 塔に依り剪断力 R_t は

$$R_t = 3 \Delta EI_1 / h^3$$

塔の頂部の釣合から, 主歪向 cable の水平反力 R_3 は

$$R_3 = R_4 + R_t = \left\{ K + 3 \Delta EI_1 / h^3 \right\}$$

となる。今主歪向の補剛桁のたわみ曲線が

$$y = b \sin \frac{n\pi x}{l} \quad (n; \text{奇数})$$

と与えられ, cable は extensible であるとする。最大振幅 b は Δ で表わされる。減衰力 F_d は $d^2 y / dt^2$ に比例 (比例係数: C) とすると, 1 cycle に失われる energy は

$$W = \int F_d d\eta = \int_0^l dx \int_0^{2\pi} b^2 C \sin^2 \frac{n\pi x}{l} \cos^2 pt \, dt = \frac{\pi b^2 C l}{2}$$

又基礎部から入つて来る energy V は, 地震動を $a \sin pt$ とすると

$$V = 2 \int_0^{2\pi} a^2 \omega^2 pt^2 h_3 \cos^2 pt \, dt = 2a^2 \pi \left[\frac{3EI_1}{h^3} + K \right] \Delta$$

ここで $V = W$ とおくと, Δ は a で表わされ, 従つて各部の応力も a で表わされることになる。 R_t について実験値と計算値とを比較すると, $n=1$ の場合で

計算値 = 0.26 kg

実験値 = 0.20 kg

となり この値は計算式の妥当なことを示しているものと思われる。

計算式中の減衰係数の値は実験値を用い, 地震動振幅 a は図から求める。

