

II-33 長スパンつり橋の耐震性に関する研究

京都大学工学部 工博 正員 小西一郎

○京都大学工学部 正員 山田善一

京都大学大学院 正員 高岡宣善

I 解析の方法

つり橋の橋軸方向地震に対する耐震性について従来実験的研究を行つたが、本研究は理論的研究の第一段階として行つたものである。まず解析の方法として、つぎのような仮定をもうけた。

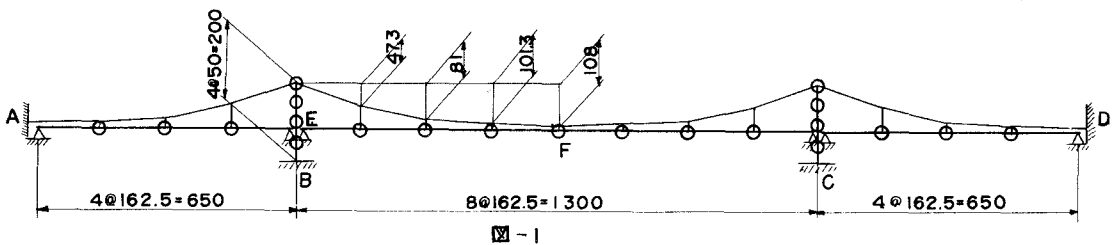
(1) 図-1のようにつり橋を質点系よりなる構造物で近似する。補剛桁の近似はすでに弾塑性桁の動力学的研究¹⁾でのべに仮定をそのまま使用する。タワーに関しては軸方向力をも考慮し同様の仮定をもちいる。

(2) ケーブルの質量は補剛桁に集中しているものと考え、ケーブル、ハンガーに関しては通常つり橋の解析に用いられる仮定を使用する。

(3) 地震の作用方向は橋軸方向とする。

(4) タワーは水平橋軸方向にのみ、補剛桁は鉛直方向にのみ、運動するものとする。

(5) ダンピングは考慮しない。



以上の仮定のもとにつぎの運動方程式が得られる。

(1) 補剛桁の運動方程式

$$\frac{W_r}{g} \ddot{y}_r - \frac{1}{l} (M_{r-1} - 2M_r + M_{r+1}) + \frac{h}{l} (-f_{r-1} + 2f_r - f_{r+1}) + \frac{H_w + h}{l} (-y_{r-1} + 2y_r - y_{r+1}) = 0 \quad (1)$$

(2) タワーの運動方程式(中間塔について)

$$\frac{W_r}{g} \ddot{y}_r - \frac{1}{l_r} (M_{r-1} - 2M_r + M_{r+1}) + \frac{1}{l_r} (P_w + P)(y_{r-1} - 2y_r + y_{r+1}) = 0 \quad (2)$$

(3) Cable Equation

$$u = \frac{h L E}{A_c E_c} - \frac{W_r}{H_w} \sum y_r \quad (3)$$

ここに

W_r : 桌 r に集中していると考えた死荷重, H_w : 死荷重によるケーブルの張力の水平分力, P : 死荷重によりタワーに作用する軸力, h および P : それぞれケーブルの変形によつて生じた H_w および P_w の増加量, E_c および A_c : ケーブルの弾性係数と断面積, y_r : 桌 r の変位量, u : 各スパンにおけるケーブルの水平方向の伸び, f_r : 桌 r の

ケーブルの sag, $LE = \sum l / \cos^3 \alpha_{r, r+1}$,
 である。式(1), (2)は線型とならないので、いわゆる Linearized Deflection Theory³⁾に従
 って式を線型化した。二階の線型連立常微分方程式の解法としてはいわゆる Modal
 Analysis によつた。振動数と振動のモードの算出には電子計算機を利用した。

II 解析結果とその考察

現在神戸市で計画中の明石海峡つり橋オニツ案に以上の方法を適用した。近似模型とし
 ては図-1に示すものを採用した。さらに近似度の高い模型についても計算中である。図
 -1の模型では自由度は $n=21$ であり、電子計算機を利用する以外に解くことはほとんど
 不可能である。

代表的なものとしてたとえば図-2に示すような地動に対して
 Response を求めた結果を曲げモーメントの Response spectrum
 の形に書いたのが図-3(a), (b), (c)である。これらの図およびそ
 の他の計算結果より得られたおもな結論はつぎのようである。

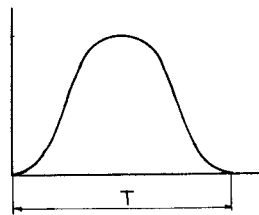


図-2

(1) タワーの質量を考慮した解析がつり橋の耐震性に関する研
 究ではとくに重要である。

(2) 地動により最も危険な状態を生ずると考えられるのはタワーである。

(3) タワーの振動に最も大きい影響を与えるのは、いわゆるつり橋の一次振動の共振で
 はなくて、タワーの大きくふれる高次振動である。

(4) 補剛桁のアンカー部の移動による変形が、タワー部の移動による変形より大きい
 耐震の問題としてはあまり考える必要がないようである。

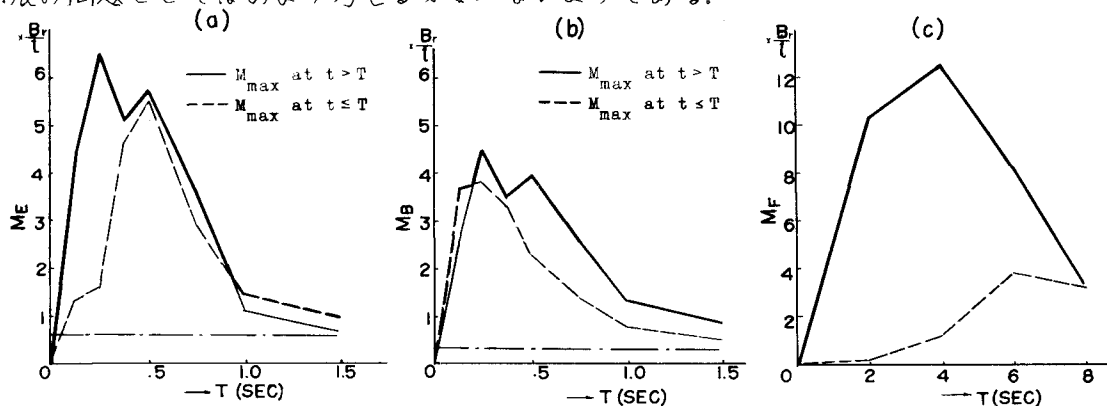


図-3

III 結語

以上主として線型計算ではあるが、従来得られなかつた新しい結論を得ることができた。
 現在さらに橋軸直角方向の解析ならびに非線型理論による解析などを行つてゐるが、これ
 らはあらためて報告する予定である。

1) 山田, 赤田: デジタル計算機による弾塑性桁の動力学的研究, 昭和34年度土木学会関西支部年次講演会概要。

2) 山田, 赤田: 弾塑性桁の動力学的研究, 土木学会第15回年次学術講演会概要, 施用力学の部。

3) Bleich: The Mathematical Theory of Vibration in Suspension Bridge, p. 282.