

坂吉 利郎

橋桁が対称変形する時には橋桁に接いが生じ、逆対称の時には橋脚に接いが生じる事を考え境界条件を入れて解くと、対称変形の時の振動方程式は

$$\begin{aligned} & \sin \frac{n_s l}{c} \left[(\sin k_s l - \tanh k_s l \cdot \cos k_s l) \left\{ \frac{K}{4} (\sin k_s l' - \sinh k_s l') + \frac{K}{4} (\cos k_s l' + \cosh k_s l') \right\} \right. \\ & + \cos k_s l \left\{ K (\sin k_s l - \sinh k_s l) (\cos k_s l' + \cosh k_s l') - K (\cos k_s l' - \cosh k_s l') (\sin k_s l + \sinh k_s l) \right\} \Big] \\ & + \frac{n_s}{c} \cos \frac{n_s l}{c} \left[(\sin k_s l - \tanh k_s l \cdot \cos k_s l) \left\{ \frac{K_s}{4} (\sin k_s l' + \sinh k_s l') (\cos k_s l + \cosh k_s l) \right. \right. \\ & + \left. \left. \frac{K_s}{4} (\sin k_s l' - \sinh k_s l') (\cos k_s l - \cosh k_s l) \right\} + \cos k_s l \left\{ K_s (\cos k_s l' - \cosh k_s l')^2 + K_s (\sin^2 k_s l' - \sinh^2 k_s l') \right\} \right] = 0 \end{aligned}$$

逆対称変形の時の振動方程式は

$$\frac{12IE}{ab^3G} k_s^2 \sin k_s l \cdot \sin \frac{n_s l'}{c} + k_s (\coth k_s l \cdot \sin k_s l - \cos k_s l) \cdot \frac{n_s}{c} \cos \frac{n_s l'}{c} = 0$$

但し、 l は橋桁の半長、 l' は橋脚の高さ

$$K = 3IE k_s^2 / 2ab^3G$$

以上の計算結果と実験結果をまとめると table 1 である。

Modal Analysis による解法

まず次の一般座標、固有振動数、振動型を Q_s, n_s, X_s と

すると変位の表は $y = \sum_{s=1}^m Q_s X_s(x)$

曲率振動型を $X_s''(x)$ とおけば x 座標のひずみ ϵ は

$$\epsilon = \sum_{s=1}^m Q_s (-e X_s''(x)) \quad (5)$$

e : 部材の縁距離

	対 称		逆 対 称	
	計算 %	実験	計算	実験
1	1.29	1.28	1.24	1.14
2	2.95	2.96	4.42	5.05
3	6.56	7.14	9.67	10.64
4	12.52	13.60	16.99	15.40

(%)

table 1

次に、 s 次の減衰定数を h_s とすると、運動エネルギー K , ひずみエネルギー V , 散逸関数 F は

$$K = \frac{WI}{2g} \sum_{s=1}^m \dot{Q}_s^2 \int_0^l X_s^2(x) dx, \quad V = \frac{WI}{2g} \sum_{s=1}^m n_s^2 Q_s^2 \int_0^l X_s^2(x) dx, \quad F = \frac{WI}{2g} \sum_{s=1}^m 2h_s n_s \dot{Q}_s^2 \int_0^l X_s^2(x) dx \quad (6)$$

又、外乱を加える支点が、1 だけ変位した時の静的弾性変形曲線を $f(x)$ とし、外乱加速度を $\ddot{\phi}(t)$ とすると、一般力 Q_s は

$$Q_s = -\frac{WI}{g} \ddot{\phi}(t) \left\{ \int_0^l f(x) X_s(x) dx \right\} \quad (7)$$

(6) 式、(7) 式を Lagrange の方程式に代入すると

$$\ddot{Q}_s + 2h_s n_s \dot{Q}_s + n_s^2 Q_s = -\beta_s \ddot{\phi}(t) \quad \text{但し} \quad \beta_s = \frac{\int_0^l f(x) X_s(x) dx}{\int_0^l X_s^2(x) dx} \quad (8)$$

(8) 式を Runge-Kutta-Gill 法で Q_s を求め、次に (5) 式から、刻々のひずみを求めて、実験から得られたひずみ応答と比較する。

応答計算の結果は当日、発表の予定である。