

# I-161 曲線げた橋の衝撃係数に関する研究

大阪大学 正員 小松 定夫  
 大阪市立大学 " 中井 博  
 " " 山口 寿男

## 1. ま え が き

前回では、曲線げた橋上を自動車1台のみが走行する場合の動的応答を求め、衝撃係数がスパン、曲率半径、固有振動数比などのパラメーターによってどのように変化するかを報告した。<sup>1)</sup> 今回は、スパンが長くなると、けたに同時に載荷する自動車台数が多くなり、スパン長の増大に伴って衝撃係数が小さくなることに注目し、<sup>2)</sup> 既設されたスパン50m<sup>2)</sup>の曲線げた橋13橋を対象にして、動的解析を行ない、曲線げた橋のスパン長と衝撃係数との関係を求めたものである。

## 2. 解析方法

運動方程式の誘導は文献<sup>3)</sup>にゆずるが、 $n$ 台の自動車が走行する際の運動方程式を無次元化して示すとつぎのようになる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\ddot{w}}{w_{st}} &= -\frac{\tilde{\alpha}_{w0}}{\lambda} \left( \frac{\dot{w}}{w_{st}} - \tilde{\gamma}_w \frac{\beta}{\beta_{st}} \right) - \frac{\tilde{p}_{w0}^2}{\lambda^2} \left( \frac{w}{w_{st}} - \tilde{\alpha}_w \frac{\beta}{\beta_{st}} \right) + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \left( \frac{\tilde{p}_{wi}^2}{\lambda^2} \frac{w_{st}}{w_{st}} / \psi_w + \frac{M_{wi} / d_{wi} \dot{\delta}_i}{M_0 / \lambda w_{st}} + \frac{P_{wi} \dot{\delta}_i}{\lambda^2 w_{st}} \right) \sin \pi (\tau - \phi_i) \\ \frac{\ddot{\beta}}{\beta_{st}} &= -\frac{\tilde{\alpha}_{\beta 0}}{\lambda} \left( \frac{\beta}{\beta_{st}} - \tilde{\gamma}_\beta \frac{w}{w_{st}} \right) - \frac{\tilde{p}_{\beta 0}^2}{\lambda^2} \left( \frac{\beta}{\beta_{st}} + \tilde{\alpha}_\beta \frac{w}{w_{st}} \right) + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \left( \frac{\tilde{p}_{\beta i}^2}{\lambda^2} \frac{\beta_{st}}{\beta_{st}} / \psi_\beta + \frac{M_{wi} / d_{wi} \dot{\delta}_i}{T_B / \lambda w_{st}} + \frac{P_{wi} \dot{\delta}_i}{\lambda^2 w_{st}} \right) \sin \pi (\tau - \phi_i) \\ \frac{\dot{\delta}_i}{w_{st}} &= \frac{\dot{\delta}_i}{w_{st}} - \left( \frac{w}{w_{st}} + \frac{\gamma_p}{\mu} \right) \cdot \sin \pi (\tau - \phi_i) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここに、 $w/w_{st}$  ; たわみ(無次元)、 $\beta/\beta_{st}$  ; 断面回転角(無次元)、 $\lambda = R_s/R_p \cdot \frac{v}{Q}$  ; time factor

$\tau = \lambda t$ ,  $\gamma = \frac{d}{\alpha \tau}$  を意味する。

また、 $R_s \rightarrow \infty$  にすれば、 $\tilde{\alpha}, \tilde{\gamma} = 0$ ,  $\psi_w, \psi_\beta = 1.0$  となり上式の運動方程式は直線けたの動的解析にも適用しうる。

## 3. 計算結果および考察

代表的な曲線げた橋の断面諸量を表-1に示す。

表-1 曲線げた橋の断面諸量(代表例)

| スパン<br>L<br>(m) | 曲率半径<br>R <sub>s</sub><br>(m) | 巾<br>B<br>(m) | 断面<br>形状 | 単位体積<br>重量<br>( $\times 10^3$ ) | 断面積<br>( $\times 10^3$ cm <sup>2</sup> ) | 断面1次<br>モーメント<br>( $\times 10^6$ cm <sup>3</sup> ) | 断面2次<br>モーメント<br>( $\times 10^8$ cm <sup>4</sup> ) | 極断面<br>2次モーメント<br>( $\times 10^8$ cm <sup>4</sup> ) | 慣性矩<br>係数<br>λ |
|-----------------|-------------------------------|---------------|----------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| 19.5            | 60.0                          | 7.9           | □        | 2.3015                          | 3.406                                    | 0.7247                                             | 7.067                                              | 2.1416                                              | 0.8909         |
| 25.0            | 40.7                          | 7.8           | □        | 2.4265                          | 3.098                                    | 0.7479                                             | 8.436                                              | 2.0503                                              | 0.3770         |
| 30.0            | 40.8                          | 7.8           | □        | 2.1929                          | 3.428                                    | 1.0772                                             | 8.672                                              | 2.0610                                              | 0.3630         |
| 32.0            | 50.0                          | 9.2           | □        | 0.8010                          | 6.330                                    | 1.4707                                             | 15.430                                             | 1.1470                                              | 0.6860         |
| 38.5            | 98.7                          | 12.9          | □        | 2.2733                          | 5.434                                    | 2.7632                                             | 44.305                                             | 8.8386                                              | 0.3487         |
| 45.0            | 80.5                          | 12.7          | □        | 2.2330                          | 5.581                                    | 2.8602                                             | 41.815                                             | 8.9180                                              | 0.3284         |
| 50.0            | 84.9                          | 13.1          | □        | 2.2810                          | 5.617                                    | 3.0135                                             | 50.162                                             | 9.3481                                              | 0.3221         |

図-1 走行状態

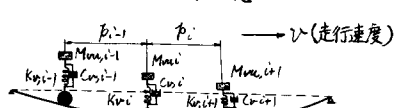


図-2 曲線げた橋の断面

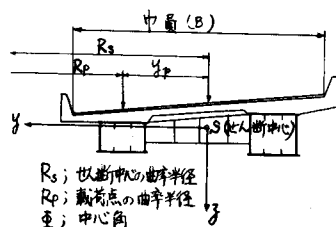


表-1中の換算ねじり剛性と曲げ剛性との比  $A$  は、周知のとおり次式で与えられ、曲線げた橋の動的性状を把握するのに重要なパラメーターである。

$$A = (E_s C_w \cdot (\pi/l)^2 + G_s J) / E_s I_y \quad (2)$$

一方、自動車のパラメーターはつぎのようになる。

$$\left. \begin{aligned} \text{自動車重量} &= 20 \text{ ton}, \text{車頭間隔}(p) = 10 \text{ m}, f_v/f_0 = 1.0, \text{速度}(v) = 40 \text{ km/H} \\ \text{対数減衰率} &= 0.2, \text{鉛直加速度} = 0.3g, \text{自動車台数}(n) = l/p + 1 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

曲線げた橋の固有振動周期とスパンとの関係を図-3にプロットして示すが、曲線げたでは曲げとねじりが連成するために、固有振動周期は直線げたよりも一般に大きく、大体、次式の関係を満足するように思われる。

$$T = \frac{l}{70} - 0.1 \quad 20 < l^m < 50 \quad (4)$$

さて、表-1に示した実橋の断面常数と式(3)を用いて、曲線げた橋の衝撃係数を求め、スパンとの関係をプロットすれば図-4が得られる。この図より、直線げた橋と同様にスパンの増大に伴ない衝撃係数は小さくなることがわかる。また、曲線げた橋では一般に直線げた橋よりも衝撃係数は小さい。これは、曲線げた橋では静的たわみが当面的直線げた橋に比して約20%大きい、動的変位は直線げたも曲線げた橋も余り差異はない。したがって、衝撃係数を動的たわみと静的たわみの比として定義すれば、曲線げた橋のほうが小さい値をとるものと思われる。また、曲線げた橋では、内げた走行時の内げたの衝撃係数と外げた走行時の外げたの衝撃係数は、多少差異がある。これを定量的に把握するのは繁雑であるが、いま、ちなみに、図-4の各点を包絡する曲線によって、曲線げた橋の衝撃係数を求めると、つぎのようになる。

$$i = \left( \frac{R_s}{R_p} \right)^2 \times 0.5 \times \frac{10}{l} \quad (5)$$

ここに、 $l = R_s$  曲線げた橋のスパン、単位  $m$ 、また、

$(R_s/R_p)^2$  は載荷位置による補正係数であり、中央中央を走行する際の衝撃係数  $0.5 \cdot 10/l$  にこの係数を乗ればよい。

#### 4. あとがき

発表当日、工形断面についての衝撃係数、および曲率半径、換算ねじり剛性と曲げ剛性との比などのパラメーターの変化による考察を行なう予定である。

#### 参考文献

- 1) 小松定夫, 中井博, 山口吉男
- 2) 山田善一, 小堀為雄
- 3) 小松定夫, 中井博

土木学会第24回年次学術講演会概要集 I-82

活荷重に対する道路橋の動的応答 土木学会論文集 148号

曲線げた橋の動的応答に関する基礎的研究 土木学会論文集 174号

