I-75 曲線げた橋の衝撃係数について

大阪市立大学　正員　○中井　博
〃　〃　事口寿男

1. まえがき

この研究は，曲線げた橋上に連行荷重が走行する場合の動的応答を，(1)不規則振動論，および，(2)シュミレーション法によって求め，曲線げた橋の衝撃係数について考察したものである。

2. 解析方法

曲線げた橋に任意の外力 F(t) が作用する場合，鉛直たわみ w(t)と断面回転角 β(t)とに関する運動方程式は，次式によって与えられる。[1]

$$\left.\begin{aligned} M\ddot{w} + D_w\dot{w} + K_{ww}w + Z\ddot{\beta} + K_{\beta w}\beta &= F(t) \\ I\ddot{\beta} + D_\beta\dot{\beta} + K_{\beta\beta}\beta + Z\ddot{w} + K_{w\beta}w &= y_p\cdot F(t) \end{aligned}\right\} \cdots (1)$$

ここに，M；曲線げた橋の有効質量，I；回転慣性，K；剛性，D；減衰係数（K，D には曲げとねじりに関するものを区別するために Suffix w，β を付ける），$\cdot = d/dt$，である。

さて，シュミレーション法の詳細は文献 2)にゆずり，F(t)がランダムな場合について述べる。いま，$F(t)=\delta$ (Delta function) として，$w(0)=\beta(0)=\dot{w}(0)=\dot{\beta}(0)=0$ なる定常状態を考える。そして，式(1)を Laplace 変換して，operator を $s=i\omega$ $(i=\sqrt{-1})$ とおけばフーリエ変換することができる。したがって，載荷点直下のたわみ

$$w_d = w + y_p\beta \quad \cdots\cdots (2)$$

に関する伝達関数 $|H_{wd}(\omega)|^2$ を容易に求めることができる。

ここで，ランダムな交通流によって，橋梁に作用する外力のパワースペクトル $S_f(\omega)$ が実験などによって求められているならば，この不規則外力による曲線げた橋の応答スペクトラム $S_{wd}(\omega)$ は，

$$S_{wd} = |H_{wd}(\omega)|^2 \cdot S_f(\omega) \quad \cdots\cdots (3)$$

として与えられることになる。したがって，曲線げた橋に不規則外力が作用する場合の動的たわみ w_d に対する標準偏差 σ_{wd} は，次式によって推定することができる。[3]

$$\sigma_{wd} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} S_{wd}(\omega)\,d\omega} \quad \cdots\cdots (4)$$

一方，ランダムな交通流の重量や車頭間隔などの統計的分布が既知であれば，このような荷重列が載荷するときの静的たわみ w_{st} も容易に求めることができるので，動的増幅率（D.A.F.）は，

$$(\mathrm{D.A.F.}) = 2\sigma_{wd}/w_{st} \quad \cdots\cdots (5)$$

によって定義することができる。したがって，式(5)より曲線げた橋の衝撃係数について種々な検討を行なうことができる。

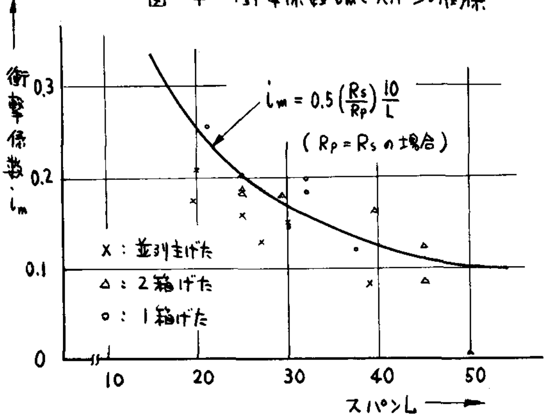
3. 数値計算例

ランダムな交通流によって橋梁に作用する不規則外力に関しては，ほとんどデーターがないが，図－1は著者等が直線げた橋に関して実測した結果を示したものである。[4] 数多くの測定を行なって，$S_f(\omega)$ を調べる必要があるが，図－1を若干修正して，つぎのように $S_f(\omega)$ を仮定した。

$$
\left.\begin{aligned}
S(f) &= 1.0 \times 10^{7} & 1 < f \leq 5\ ^{c}/_{s} \\
&= 4.9542\times10^{7}/f^{3.85523} & 5 < f \leq 30\ ^{c}/_{s}
\end{aligned}\right\} \cdots(6)
$$

式(6)を実際に建設された曲線げた橋に作用させ，式(5)によりσ_{wd}を求めた。図-2～3は，$|H_{wd}(f)|^2$, $S_{wd}(f)$の計算結果の1例を示す。また，自動車の平均重量，標準偏差，車頭間隔は文献3)を参照にして定め，正規乱数を電子計算機によって発生させ，ランダム荷重列を作った。これより，W_{st}を求め，衝撃係数i_mを直線げた橋に準じ，$i=(D.A.F)-1.0$として，スパン，断面形状によるi_mの変化を調べたものを図-4に示す。

図-4 衝撃係数i_mとスパンの関係



なお，図-4中点線で示す曲線は，シュミレーション法によって求めた衝撃係数であり，不規則振動論によって得られた値も，ほぼこの曲線に近く良好な結果が得られているものと思われる。

4. あとがき

著者等は，シュミレーション法によって，曲線げた橋の衝撃係数を

$$
i = 0.5\left(\frac{R_s}{R_p}\right)\frac{10}{L} \leq 0.4 \quad \cdots\cdots(7)
$$

によって求めるのが合理的であることも示したが，不規則振動としての解析結果からも，式(7)の妥当性が確かめられたように思われる。しかし，橋梁に作用する不規則外力に関しては，今後数多くの実測をつみ重ねるべきであると考える次第である。

1) 小松，中井；土木学会論文報告集 才174号，2) 小松，中井，東D，土木学会論文報告集投稿中，3) 山田，小堀；土木学会論文集，才119号，および，148号，4) 中井，東D，大南；昭46.関西支部年次学会

図-1 $S_f(f)$

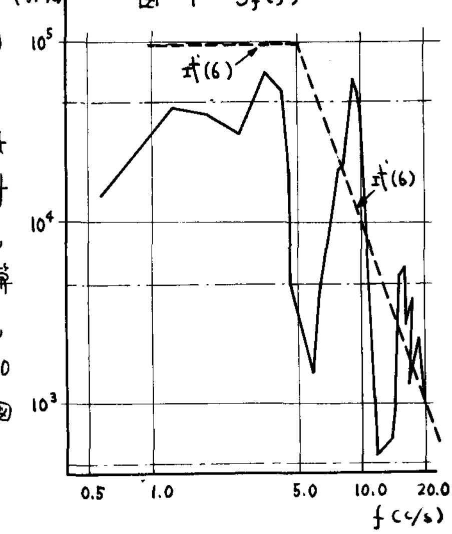


図-2 $|H_{wd}(f)|^2$

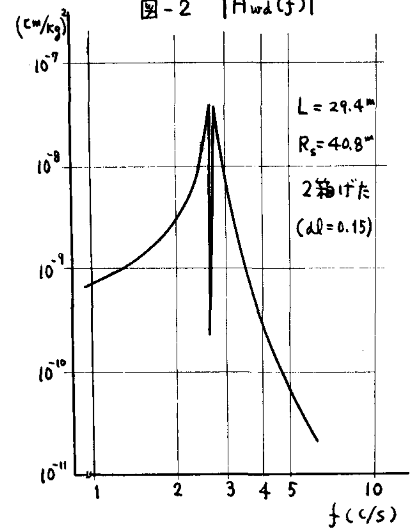


図-3 $S_{wd}(f)$