

補剛アーチ橋の各構成部材の衝撃係数

鹿児島高専 正 内谷 保
九大工学部 正 彦坂 照

1. まえがき

不規則振動論を用いた道路橋の衝撃係数に関する研究はこれまでに数多く見受けられるが、そのほとんどが単純桁橋または連続桁橋の主桁のみを対象としたものである。これらの他に比較的支間が長い場合に対しては、補剛アーチ橋や斜張橋のような複合構造形式の橋梁が用いられるが、このような形式の橋梁の各構成部材を対象とした確率論的立場からの衝撃係数の研究は従来あまり見受けられない。複合構造形式橋梁の衝撃係数に関しては、現行道路橋示方書でも各構成部材ごとに異なる規定が設けられているが、その根拠は必ずしも明らかでなく、検討の余地を多く残している。

本報告は、連行車両による橋梁の定常ランダム応答解析に基づく衝撃係数の算定法¹⁾を用いて、複合構造形式橋梁である補剛アーチ橋（ランガー桁橋）の各構成部材の衝撃係数の検討を行ったものである。

2. 解析モデルおよび衝撃係数の定義式

ランガー桁橋は補剛桁（主桁）、アーチリブおよび吊材から構成される複合構造形式橋梁であるから、各構成部材の力学的諸量 R （曲げモーメント、軸力など）が容易に求められるように、ランガー桁橋を図-1(a)に示すような2次元の集中質量系にモデル化して取り扱う。また、連行車両は図-1(b)に示すような1自由度系のsprung-mass列にモデル化し、橋面凹凸は平均値零の定常ランダム過程とする。各構成部材の衝撃係数 i は、連行車両を各構成部材の力学的諸量 R の静的値が最大となる載荷状態に固定して、定常ランダム応答解析¹⁾により求められる動的応答の標準偏差 σ_R と静的最大値 $R_{ST,MAX}$ を用いて次式で定義する。

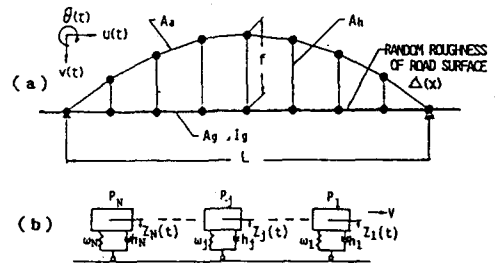


図-1 ランガー桁橋と連行車両の解析モデル

$$i = \sigma_R / R_{ST,MAX} \quad (1)$$

3. 数値計算例

数値計算では、支間長 L が50～140mの既設のランガー桁橋を対象とし、その断面諸元は1車線当りの値に換算して用いた。補剛桁の衝撃係数は曲げモーメント応答に基づいて算定し、アーチリブおよび吊材については軸力応答に基づいて行う。振動モードは7次までを考慮する。補剛桁の着目点は支間長 L の1/4点とし、着目するアーチリブおよび吊材も支間長の1/4点近傍とする。連行車両は現行道路橋示方書に規定された $L/20$ ($L=14$)活荷重相当の大型自動車荷重列を用いる。各車両の固有振動数 f_0 、減衰定数 h_0 および走行速度 v は一定とし、 $f_0=3.0\text{Hz}$ 、 $h_0=0.03$ 、 $v=10\text{m/sec}$ を標準値とする。ランガー桁橋の減衰定数 h_n は振動次数に関係なく一定とし、 $h_n=0.01$ を標準値とする。また、橋面凹凸の平滑度パラメータは $0.005\text{cm}^2/\text{m/cycle}$ 、パワーの分布を示す指数は2.0をそれぞれ用いる。

図-2は連行車両の固有振動数 f_0 をパラメータとして2.0～3.5Hzの範囲内で変化させた場合の補剛桁、アーチリブおよび吊材の衝撃係数を示したものである。補剛桁の衝撃係数に及ぼす f_0 の影響は、支間長 L に関係なく一般に小さい。一方、アーチリブおよび吊材については、 $L \leq 60\text{m}$ の場合には衝撃係数に及ぼす f_0 の影響が大きく、かつ f_0 が大きいかほど L の増大に伴う衝撃係数値の減減勾配は大きくなるが、 $L > 60\text{m}$ の場合には f_0 の影響は小さくなる。 f_0 の変化に対する衝撃係数の変動傾向は、アーチリブおよび吊材ともほぼ等しいが、 B を支間長にとる現行設計法の衝撃係数は著しく過大である。なお、 $L > 70\text{m}$ の場合には、補剛桁、アーチリブおよび吊材ともに衝撃係数の L による減減勾配がきわめて小さくなる。

図-3は車両の走行速度 v をパラメータとして変化させた場合の、各支間長 L に対する補剛桁、アーチリブお

および吊材の衝撃係数をプロットしたものである。補剛桁については、走行速度 v の衝撃係数値に及ぼす影響は小さい。これに対して、アーチリブおよび吊材においては、 L が50~80mの場合に v の衝撃係数値に及ぼす影響が大きく、特にアーチリブでは現行道路橋示方書の規定値を上回る場合が見られるが、 v と衝撃係数値の間には明瞭な関係は認められない。

図-4は、車両の固有振動数、走行速度および車両と橋梁の減衰定数などを変化させて得られた補剛桁、アーチリブおよび吊材に対する衝撃係数の計算値を用いて、各支間長 L ごとに平均値を求め、プロットしたものである。補剛桁、アーチリブおよび吊材とも各支間長 L に対してはほぼ同じ値をとり、また、支間長 L の増大に伴う衝撃係数の遞減は、 $L=70$ mで勾配の異なる2本の直線に近似できる。

4. あとがき

ここでは、支間長 L が50~140mのランガー桁橋を対象として、 $L/20$ ($L/14$)活荷重相当の大型自動車荷重列による定常ランダム応答解析を行い、各構成部材の衝撃係数の検討を行った。大型自動車の振動特性が補剛桁の衝撃係数に及ぼす影響は小さいが、アーチリブと吊材の衝撃係数に及ぼす影響は橋の支間長に依存し、短支間長ほど大きくなる。現行道路橋示方書の規定値 $i=20/(50+L)$ は一般に衝撃係数を過大評価しており、特に吊材の衝撃係数に関して、既往の設計で行われているように L を床桁の支間長にとれば、著しく過大評価をすることになる。補剛桁、アーチリブおよび吊材の衝撃係数はほぼ同じ値をとるとともに、ランガー桁橋の支間長の増大に伴って一様に遞減し、その勾配が支間長70mを境として変化するbi-linear型関数で近似できる。

〔参考文献〕 1) 内容：土木学会論文報告集，No. 320，pp. 169~172，1982-4

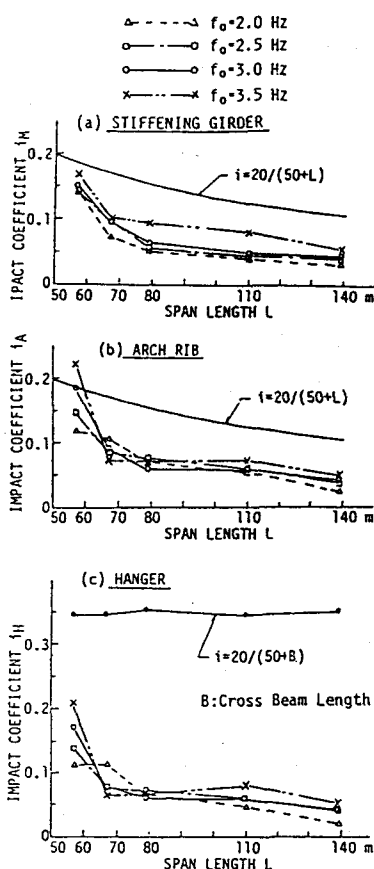


図-2 車両の固有振動数 f_0 の衝撃係数に及ぼす影響
($v=10$ m/sec, $h_0=0.03$, $h_n=0.01$)

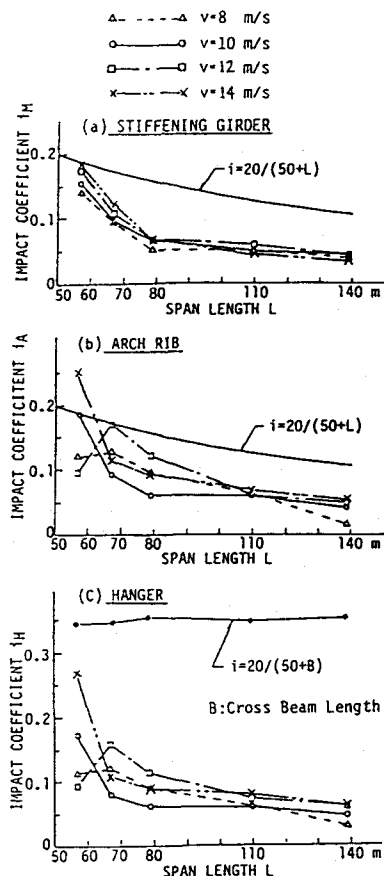


図-3 車両の走行速度 v の衝撃係数に及ぼす影響
($f_0=3.0$ Hz, $h_0=0.03$, $h_n=0.01$)

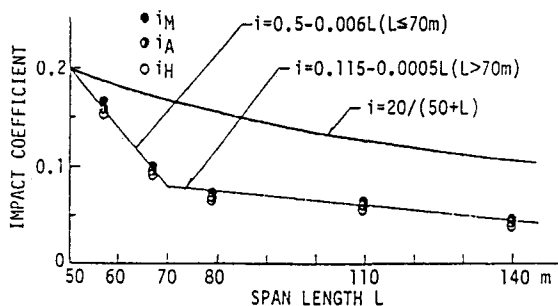


図-4 補剛桁、アーチリブおよび吊材の衝撃係数