

国鉄 正会員 伊藤 昭夫  
 国鉄 正会員 森田 亮  
 国鉄 正会員 市川 篤司

1. まえがき

列車の走行載荷によって桁には振動が発生する。この振動によって増加する応力あるいはたわみの静的載荷に対する割合が一般に衝撃係数とされ、鉄道橋の設計上基本的な事項である。衝撃係数は実測値をもとに決められているが、実測値は鋼桁やコンクリート桁によるものが大部分で、合成桁に関するものが少ない。

ここでは、合成桁の衝撃係数を得るために行われた、東北新幹線開業前の走行試験における合成桁のひずみおよびたわみの実測値から、桁の減衰定数、固有振動数および衝撃係数について報告するものである。

2. 試験の概要

試験に用いた橋りょうは、複線主桁2ボックスタイプ・バラスト軌道が4橋、複線主桁1ボックスタイプ・スラブ軌道が2橋であり、その概要を表-1に示す。

小山才1Bについては、553、10～554、5において961型試験車(6両)で走行速度20～260km/hの間で行われた。その他の橋りょうについては、556、9～556、10において、925型試験車(7両)で走行速度30～210km/hの間で行われた。

3. 試験結果

3-1 減衰定数

ひずみおよびたわみの実測応答波形から求めた対数減衰率を用いて減衰定数を算出した。その値は、表-1に示してあるが、0.02程度で鋼桁とほぼ同じである。

3-2 桁の固有振動数

桁の非載荷時固有振動数は、ひずみおよびたわみの残留波形から求めたもので、表-1にその値を示す。

鋼桁や合成桁では、桁の重量が小さいため載荷時の固有振動数が桁の動的応答に関わっていることが知られている。鋼桁(在来線、新幹線)の載荷時固有振動数は図-1に示した通りであり、 $n = 70L^{-0.8}$ で表わすことができる。また今回測定した合成桁の載荷時固有振動数は、図-1に示すように鋼桁と大差ないものとなっている。

ここで載荷時の固有振動数は次により計算される。

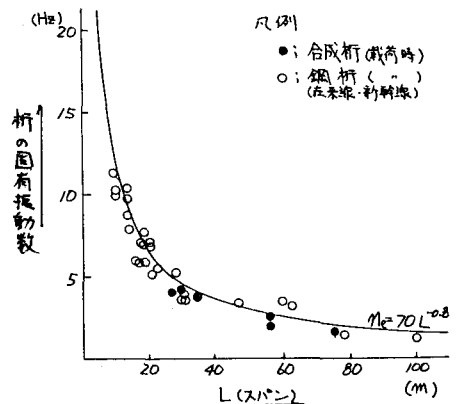
$$n = \sqrt{\frac{31.5}{d+D}} \quad \text{又は} \quad n = n_0 \sqrt{\frac{W}{W+2Pe}}$$

表-1 試験橋りょうの概要

橋りょう名	スパン	型式	死荷重	非載荷時固有振動数	減衰定数
小山才1B	57.0 <sup>m</sup>	2ボックスタイプ・バラスト	1869 <sup>t</sup>	2.1 <sup>1/2</sup>	0.025
盤西B	29.15	— — — —	980	4.4	0.023
右内B	27.58	— — — —	843	4.6	0.024
八及田川B	57.20	— — — —	2276	2.5	0.017
山崎Pr	35.0	1ボックスタイプ・スラブ	848	3.9	0.020
— — — —	76.0	— — — —	2318	1.6	0.019

\*死荷重；複線分

図-1 桁の固有振動数



$n$ : 載荷時桁の固有振動数       $W$ : 桁の死荷重  
 $n_0$ : 非載荷時桁の固有振動数       $P_e$ : 列車相当荷重  
 $d+D$ : 死荷重+活荷重によるたわみ(= $\alpha$ )

### 3-3 衝撃係数

応力あるいはたわみの実測波形から衝撃係数を求めた。この場合、実測波形の読み取りは精度よく求めるため最初の2,3番目の台車あるいは最後の2,3番目の台車から行なった。

衝撃係数は、概略的傾向として速度の増加に伴い増大しある特定の走行速度で桁荷重の $\alpha$ に等しくなることが知られている。図-2は、小山第1Bcでの実測結果と集中荷重列モデルによる桁の動的応答を示したものであり、計算結果は実測値とその傾向に対応したものとなっている。

また、図-2で示したように桁の動的応答は計算値と実測値に対応したものであるが、設計において桁の動的応答をいろいろ計算することは困難であり、次に示す無次元化した速度パラメータ $\alpha$ で表わすことが提案されている。

$$\alpha = \frac{V}{2\pi nL}$$

$\alpha$ ; 速度パラメータ  
 $V$ ; 走行速度 (m/s)  
 $n$ ; 載荷時固有振動数 (Hz)  
 $L$ ; スパン (m)

図-2は、 $\alpha$ が実測値および計算値の $\alpha$ と対応しており、これに軌道や車両の整備状態等の影響を考慮することによって、設計手法としては衝撃係数を $\alpha+A$ とすることが考えられる。

図-3は、合成桁および鋼桁の新幹線での実測値と現在の設計衝撃係数式を示したものである。現在の設計衝撃係数式は、実測値を包絡するように求められたもので、蒸気機関車による実測値の影響が強いものであるが、蒸気機関車が走行しなくなった現在では、この影響を考慮しなくてもよいものと思われる。図-3に、鋼桁で求められた $n = 70L^{-0.8}$ を用いて、 $V = 260$  km/h の場合の  $i = \alpha + A$  ( $A = 15/(100+L)$ ) を示したが、今回の測定値は従来の衝撃係数式にくらべ、この曲線の傾向に近いものと思われる。

#### 4. あとがき

今回実測の橋りょうでは、減衰定数は0.02程度であり、桁の固有振動数は鋼桁と同程度であった。また、衝撃係数は、軌道や車両の整備状態等の影響を考慮することによって、速度パラメータを用いて表わすことができるものと思われる。

今回の試験データではデータも少なく、合成桁の衝撃係数はまだ完全に解明されたとは言えず、特に軌道や車両の整備状態等の影響について今後の試験・解析が必要なものと思われる。

本試験を行なうにあたり、松浦幸夫博士(国鉄技術研究所)、国鉄福島工事事務所の皆様にご指導、御協力をいただいたことを付記する。

#### (参考文献)

- 松浦幸夫; 「高速鉄道に於ける橋桁の動的応答に関する研究」 鉄道技術研究報告 NO.1074, 1978.3
- 谷口紀久; 日高巖; 「小山総合試験報告(2)」 構造物設計資料 NO.68, 1981.12

図-2 小山第1Bc 衝撃係数

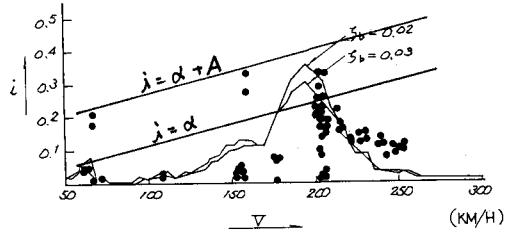


図-3 設計衝撃係数と実測値

