

I-164 鉄道橋の衝撃係数に及ぼす載荷周期の効果

鉄道技術研究所 正員 松浦章夫

同形式の車両で編成された列車の通過する橋桁は、列車の通過中に周期的な車軸重の載荷を受ける。このような載荷周期の桁衝撃係数に及ぼす影響については、まだ十分に検討されていない。ここでは、短支間の橋桁に対して、列車の載荷による桁の振動方程式を簡単な形に導き、実際の計算を行ない、実験データとあわせて考察を行なった結果について報告する。

振動方程式 荷重を単純な集中荷重列におきかえて考えることにすると、桁のたわみの基礎式は、①のようになる。あらたに②のように $\bar{\varphi}$ を定義し、 $(1/2) \sum_{j=1}^m E_j \cos \tau_j$ の効果を $(\delta o_j + \delta \pi_j)$ の効果に対して省略すれば、①の解は③を解けば得られる。 δo_j は j 番目の荷重かけたに進入する瞬間、 $\delta \pi_j$ は進出する

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad & \ddot{\varphi} + \frac{1}{2} \dot{\varphi} + \frac{1}{2} \varphi = \frac{\mu}{2} \sum_{j=1}^m E_j \sin \tau_j \\ \textcircled{2} \quad & \bar{\varphi} = \frac{1-\alpha^2}{\mu} \varphi - \sum_{j=1}^m E_j \sin \tau_j \\ \textcircled{3} \quad & \ddot{\bar{\varphi}} + \frac{1}{2} \dot{\bar{\varphi}} + \frac{1}{2} \bar{\varphi} = - \sum_{j=1}^m (\delta o_j + \delta \pi_j) \end{aligned}$$

α : speed parameter
 E_j : 単位方形 pulse
 δ_j : 単位 impulse
 m : 車軸数, μ : 重量比

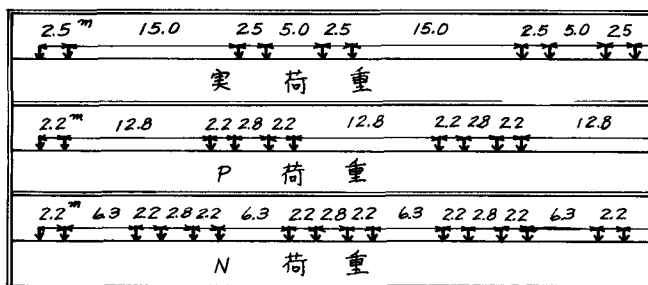


図1 新幹線荷重列

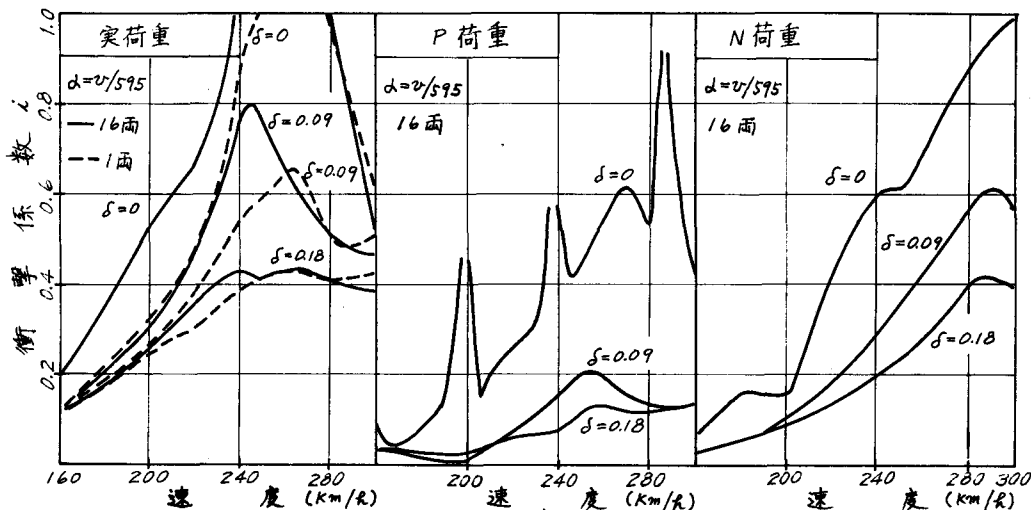


図2 荷重列による速度の効果

瞬間における単位
impulse (トラックの
デルタ関数) である。
したがって、桁の動的
応答は、あゝあゝの
荷重の進入時およ
び進出時に対する
impulse 応答の和を
求めれば得られる。

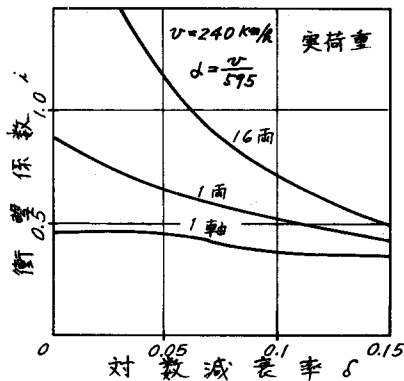


図3 桁減衰の効果

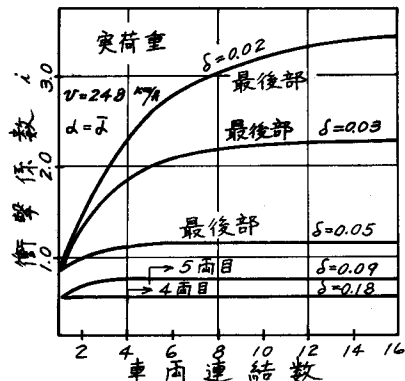


図4 車両連結数の効果

計算例 図1に示した3種類の新幹線荷重列に対して、
速度、桁の減衰定数、車軸数(連結数)の違いによるiの値
を図2～図4に、16両編成列車のiを最前部のボギーに対
して増大する割合を図5に示した。

結論 (支間10m, 基本固有振動数8.21 Hzの桁)

1. 衝撃係数iは荷重の種類(載荷周期)により非常に異なる。
— $v=160\sim 250$ km/hの範囲では $P < N < \text{実荷重}$ の順である。
2. iは、各荷重とも桁減衰の大きさδで非常に異なる。
— 減衰が小さい程、iは大きくなる。
3. iは、δが小さい時、実荷重の連結数が増すに従い大きくなる。— δが小さい程、この傾向は顕著になる。
4. 列車増大率の計算値は、実測値⁽¹⁾とやや異なるが、ピークの左側における傾向は良く似ている。

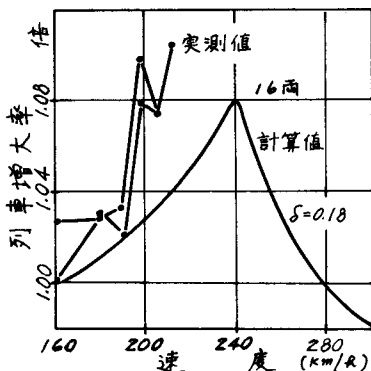


図5 実測値との比較

あとがき 最近の理論研究では、荷重のばね効果を考慮
した連立微分方程式が多く取り扱われているが、これは時変
数parameter系なので、一般的な解析解が得られず、時間の
かかる数値計算をやる必要がある⁽²⁾。それは、図6に示すよう
に、たとえば新幹線車両が高速で短時間の桁を通過する間の
輪重変化率が、周波数の高いところでは、桁と車両の連成効
果を無視できる程には小さくないためである。したがって、こ
こに述べた結果は、以上のことを考えれば、多少の修正は必
要であろうと思われる。

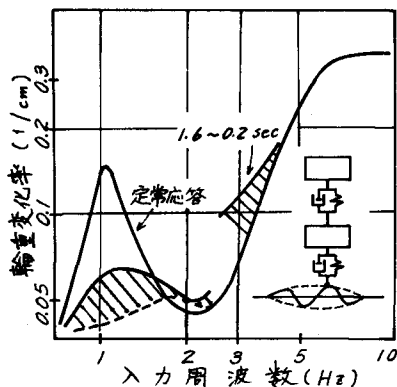


図6 桁と車両の連成効果

- 参考文献: (1) 青戸章: 「器官RCスラブ橋の応答結果」 鉄研速報 No.70-94 45年6月
(2) 松浦章夫: 「鉄道橋のボギー車走行による動的応答」 土木学会 22回講演概要