(1—17) 鋼橋の応力比とこれに関する二，三の研究

正員 京都大学工学部 工博 ○成 岡 昌 夫
准員 建設省土木研究所 国 広 哲 男

著者らは電気抵抗線歪計と Baldwin SR-4 Strain Indicator を用いて，多くの鋼橋の実験応力解析学的研究を行い，鉄筋コンクリート床版を有する鋼道路橋の応力比（実測応力÷計算応力）がいちじるしく小さいことや下路プレートガーダー鉄道橋の床組の応力比が非常にばらつくことを指摘し，これをいかにして合理的に解釈するか研究を行つてきた。ここでは引続いて行つてきた応力比に対する検討を述べたいと思う。

1. 誉鳩橋（4主桁，3縦桁の構造）の主桁の応力比（慣用計算法による）は 40%，合成桁としても 50% である（大村，土木学会誌 38 巻6号）。しかしこの橋の鉄筋コンクリート床版を，2.70 m 間隔に配置されている弾性梁である主桁によつて弾性梁支持されている連続版と考え，相関剛比（桁の剛度÷床版の版剛度）$H=13.6$（合成桁断面を考えない），桁間隔÷スパン≒0.1 として，平版の撓角法によつて，改めて桁の中央断面の曲げモーメントの影響線（橋軸に直角方向の）を求め，これによつて新らしい計算応力を算定し，応力比を計算し直すと，50%（従来は 40%），合成桁断面と考えて 63%（従来は 50%）である。すなわち少しよい値が得られる。従つて，主桁に対する反力係数があつてよいわけである（従来は縦桁に対してのみ規定されている）。すなわち主桁並列型式では，主桁が鉄筋コンクリート床版により連結されているので，各桁の協同作用により，各桁への荷重分配があるわけで，これをぜひ考慮すべきである。もつとも，この新らしい反力係数は，H，桁間隔とスパンとの比，桁数の函数であり，複雑であることはいうまでもない。ついでであるが，縦桁の反力係数の不充分な点はすでに指摘したとおりである。またわが国の主桁並列型式のプレートガーダー道路橋では H の値は 5～20 の範囲にある。

2. 標準国道鈑桁橋スパン 16 m，有効巾員 7.5 m，荷重第1種のもの（3主桁，2縦桁，主桁間隔 3.3 m，横桁間隔 3.2 m）を対象にとりあげ，床版を無視して，ロストの計算（S. Woinowsky-Krieger, Ing. Archiv 1949, により計算を行うと，耳桁（中桁）中央断面に集中荷重の作用した場合，その断面でのロストによる計算応力と普通の計算法による応力との比は，80%（60%）である。誉鳩橋はその構造が上と類似しているので，仮りにこの値をそのまま適用すると（実測応力÷ロスト応力）の値は主桁ではおよそ 60% 程度となろう。従つてロストとしての解析が望ましいわけである。**1.** の計算には横桁を考えず，**2.** の計算には床版を一切無視している。しかしいずれも不充分であるから，床版による荷重分布を考慮するとともに，各主，横，縦桁を一体として考えたロスト構造的取扱いをするのが最も望ましい。

3. 下路プレートガーダー鉄道橋の床組の応力比は従来の慣用計算法に従うと，ほとんど解釈できないが，福田博士のロストの計算法に従えば，少し解釈がつく（大村，土木学会誌 38 巻8号）。この場合 Krieger の計算は比較的楽であるので，さきの文献表—**1**，縦桁第3パネル中央断面の測定値 46 kg/cm² に対し，同一荷重状態に対するロスト応力を求めると 47 kg/cm² となり，ロスト応力比は 100% となる。慣用応力比は 68% である。

以上のように従来の慣用計算法に従えば，解釈のつかないような応力比も，いろいろな解法を施すと，少しずつ好ましい値に近ずく，これは，従来の解法があまりにも大胆な仮定を設け，われわれがそれを当然のように考えているからである。構造の実際により即した解法の発展が望まれる。

(1—18) 高層架構の横振動の近似解法

正員 東京大学工学部 山 口 柏 樹

高層架構の横振動に関して北大酒井教授が以前適当な近似を用いて常数係数の微分方程式化を試みられた方法にならい，軸圧縮を考えに入れ，かつ柱の剛度が漸変するごとき場合の境界値問題の固有値の近似的解法として，摂動論を用いる方法を述べる。

柱の断面係数がすべて ε の程度の微小変化をする場合

$$\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}\left\{\left(1+3\varepsilon\left(\frac{1}{2}-\xi\right)\right)\frac{\partial^2\eta}{\partial\xi^2}\right\}+\frac{\partial}{\partial\xi}\left[\left\{\alpha(n-(n-1)\xi)+\beta(1-\xi)-6\lambda n^2\left(1+3\varepsilon\left(\frac{1}{2}-\xi\right)\right)\right\}\frac{\partial\eta}{\partial\xi}\right]$$
$$+\frac{(2+\lambda)l}{g}\left\{n\alpha+\beta\left(1+\varepsilon\left(\frac{1}{2}-\xi\right)\right)\right\}\frac{\partial^2\eta}{\partial t^2}=0$$

ただし $\alpha=\dfrac{Wl^2}{2E\bar{I}}$ $\beta=\dfrac{\bar{A}l^3w}{E\bar{I}}$

ここに n：層数，l：全高，W：各層の担子荷重，w：柱の単位容積当り重量，λ：床と柱材の剛度比，$\bar{I},\bar{A}$：柱の平均断面二次率，面積

が一径間に対する振動方程式である。

定断面のときでかつ $\beta\ll\alpha$ なる場合は，軸圧縮の影響のみの式として

$$\frac{\partial^4\eta}{\partial\xi^4}-\frac{\partial}{\partial\xi}\{6\lambda n^2-\alpha(n-(n-1)\xi)\}\frac{\partial\eta}{\partial\xi}+\frac{nl(2+\lambda)}{2g}\alpha\frac{\partial^2\eta}{\partial t^2}=0$$

である。

これに対して両端 $\xi=0,1$ での境界条件として

$$\text{下端}：(\eta)_0=\left(\frac{\partial\eta}{\partial\xi}\right)_0=0 \qquad \text{上端}：\left(\frac{\partial^2\eta}{\partial\xi^2}\right)_0=0$$
$$\left\{6\lambda n^2\left(1-\frac{3\varepsilon}{2}\right)-\alpha\right\}\frac{\partial\eta}{\partial\xi}-\left(1-\frac{3}{2}\varepsilon\right)\frac{\partial^3\eta}{\partial\xi^3}+3\varepsilon\frac{\partial^2\eta}{\partial\xi^2}=0$$

である。簡単な場合の式について摂動論を適用すれば固有値を与える式は第一近似として

$$\left.\begin{aligned} &r=r_0+\alpha r_1\\ &r_1=-\int_0^1\overline{(n-1\xi)}\left(\frac{dY_0}{d\xi}\right)^2 d\xi\Big/\int_0^1 Y_0{}^2 d\xi\end{aligned}\right\}$$

で与えられる。ここに $Y_0(\xi)$ は

$$\frac{d^4Y_0}{d\xi^4}-6\lambda n^2\frac{d^2Y_0}{d\xi^2}-r_0Y_0=0 \quad \left(r_0=\frac{nl(2+\lambda)\alpha p^2}{2g}\right)$$
$$Y_0)_0=Y_0')_0=0,\quad Y_0'')_1=Y_0'''-6\lambda n^2Y_0')_1=0$$

を満たす固有函数の第 0 次近似であり，酒井教授により与えられたものである。このような 0 次近似によつて固有値の第一近似が得られるのである。

同様第二次近似の固有値は第一近似の固有函数を知ればよい。一般の断面についての拡張，あるいは他の仮定の修正を行う場合も簡単に影響の程度をうかがうことができる。

(1—19) 楔状体の振動性状について

正員 京都大学防災研究所 ○畑 中 元 弘
同 河 井 敏

ダムの振動を取り扱う場合，重力ダムについては曲げ振動をするとした畑野氏の研究があり，また土ダムについては剪断振動をとするとした松村氏の研究がある。これに対して田中氏の，重力ダムのような断面では剪断変形も無視することができないのではないかとの見解がある。

本文はこの点を究明するための一資料として，対称楔状体の曲げ及び剪断を考慮した場合の振動を取り扱い，法面傾斜がことなる場合の振動性状について若干の考察を行つたものである。

基礎方程式 x 軸を鉛直下向にとり，水平方向の変位を y とすれば振動の微分方程式は次のようになる。

$$E\left(\frac{x^3}{12}\frac{r^7y}{\partial x^7}+\frac{5}{4}x^2\frac{\partial^6y}{\partial x^6}+5x\frac{\partial^5y}{\partial x^5}+5\frac{\partial^4y}{\partial y^4}\right)-\frac{\rho}{g}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left\{\frac{x^3}{12}\frac{\partial^5y}{\partial x^5}+x^2\frac{\partial^4y}{\partial x^4}\left(3-\frac{1}{\alpha^2}\right)x\frac{\partial^3y}{\partial x^3}\right.$$
$$\left.+\left(2-\frac{3}{\alpha^2}\right)\frac{\partial^2y}{\partial x^2}\right\}-\frac{\rho E}{gG}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{x^3}{12}\frac{\partial^5y}{\partial x^5}+\frac{7}{6}x^2\frac{\partial^4y}{\partial x^4}+\frac{17}{4}x\frac{\partial^3y}{\partial x^3}+\frac{15}{4}\frac{\partial^2y}{\partial x^2}\right)$$
$$+\frac{\rho^2}{g^2G}\frac{\partial^4}{\partial t^2}\left(y+\frac{7}{3}x\frac{\partial y}{\partial x}+\frac{11}{12}x^2\frac{\partial^2y}{\partial x^2}+\frac{x^3}{12}\frac{\partial^3y}{\partial x^3}\right)=0 \quad\cdots\cdots(1)$$

ただし $\alpha=d/h$，d：底巾，h：高さ