

多室箱桁の静力学特性に関する実験

阪神高速道路公団 正 田井 米好 正 林 秀侃
大阪府立大学 正 中井 博 学 〇太田 誠三

1. 概要; 本研究は、現在、設計段階にある阪神高速大阪湾岸線の安治川橋梁を対象として、偏平多室箱桁の曲げ応力特性とねじり応力特性についての実験と解析結果をまとめたものである。従来、箱桁のshear lag による垂直応力分布は、2次放物線と仮定してもよいと考えられていたが、偏平箱桁に対しては、4次放物線と仮定した方が合理的であるという報告もある。そこで、本研究では、その状況を実験的に確認し、文献2)による方法を踏襲して、新たにshear lag 解析を行った。また、ねじりに伴うそり応力については、文献3)による方法が、偏平多室箱桁についても適用できるかということを実験的に確認するものである。

2. 多室箱桁の曲げ応力特性; 今回の実験で得られたフランジの垂直応力分布の一例を図-1に示す。この図より、フランジの垂直応力分布は、4次放物線と仮定する方が合理的であると考えられる。そこで、フランジの垂直応力分布を4次放物線と仮定し、文献2)の方法を踏襲してshear lag 解析を行うと、図-2の載荷状態に対して、表-1のような結果を得た。これは、2次放物線と仮定した場合と同形であるが、係数に著しい差がみられる。

次に、偏平多室箱桁全体の垂直応力分布をみると、図-3に示すように、多室箱桁を構成する個々の箱桁としてのshear lag に加えて、多室箱桁全体としてのshear lag がフランジに生じていた。そこで、個々の各箱桁について、実験より求めた有効幅 b_{mej} と表-1より求めた有効幅 b_{mj} の比 b_{mej}/b_{mj} を ξ_j とし、偏平多室箱桁全体として起こるshear lag を考慮するための係数とした。また、端腹板直上での応力集中を考慮するために、図-3における σ_1/σ_2 、および σ_4/σ_5 を実験値より整理した。そして、これを端部における有効幅の低減として取り扱うために、有効幅の低減係数 ρ を用いた。すなわち、表-1より求めた個々の箱桁としての有効幅 b_{mj} に修正係数 ξ_j をかけ、さらに端部については応力集中係数 ρ をかけることにより、偏平多室箱桁を図-4に示すような有効幅をもつ並列工桁に置き換える。

一方、各工桁に作用する曲げモーメント M_i は、文献4)で明らかにしたように、多室箱桁を全断面有効として置換した工桁の剛比によつて全体の曲

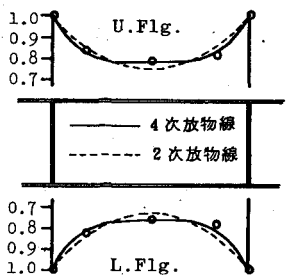


図-1 フランジの垂直応力分布

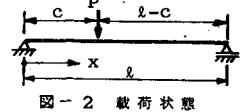


図-2 載荷状態

表-1 有効幅の算定公式

$$\frac{b_a}{b} = 1 - \frac{\sqrt{\frac{1.25\omega}{1.111-\kappa}} \cdot \lambda}{25(1-\phi)\phi \frac{\ell}{b} + \kappa \sqrt{\frac{1.25\omega}{1.111-\kappa}} \cdot \lambda}$$

ここに、 $\phi = x/\ell$, $\varphi = c/\ell$, ($0 \leq x \leq c$)

$$\lambda = 1.678 \frac{\sinh\left(\frac{1.45}{\omega} (1-\phi) \frac{\ell/b}{\sqrt{\frac{1.25\omega}{1.111-\kappa}}}\right)}{\sinh\left(\frac{1.45}{\omega} \frac{\ell/b}{\sqrt{\frac{1.25\omega}{1.111-\kappa}}}\right)} \cdot \sinh\left(1.45 \phi \frac{\ell/b}{\omega \sqrt{\frac{1.25\omega}{1.111-\kappa}}}\right)$$

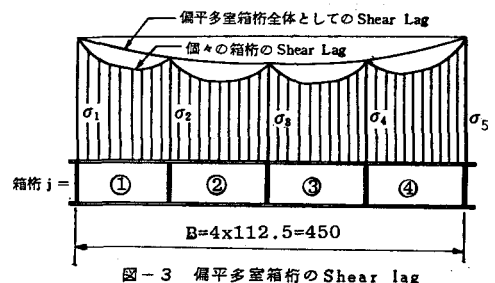


図-3 偏平多室箱桁のShear lag

Yoneyoshi TAIDO, Hiroshi NAKAI, Hidenao HAYASHI, Seizou OHTA

げモーメント M が分配されるという次式によ
て求める。

$$M_i = I_i^* / \sum I^* \cdot M \quad (1)$$

この M_i と図-4 に示した各 I 桁の断面係数より
多室箱桁の腹板直上の応力 σ_i を計算することが
できる。また、個々の箱桁のフランジの垂
直応力分布は、次式によって求められる。

$$\sigma_i(y) = \sigma_i(1 - 1.25(1 - \frac{S_{1b_{m1}}}{b_j})(1 - (\frac{y_i}{b_j})^4) + \frac{\Delta \sigma_i}{2}(\frac{y_i}{b_j}) \quad (2)$$

$$\text{ここに、} \sigma_i = (\sigma_i + \sigma_{i+1})/2, \Delta \sigma_i = \sigma_i - \sigma_{i+1}$$

以上のような計算結果と実験結果の比較
を図-5 に示す。図-5 b) は、各腹板直下
のたわみが横断面内でほぼ等しい値を示
しているが、これは、式(1) が正しいことを示
唆している。なお、図-5 a) 中のせん断応
力は、次式によって計算したものである。

$$\tau = Q/A_w \quad (3)$$

3. 多室箱桁のねじり応力特性；ねじり

に伴うそり応力 σ_w の解析には、一室の
箱桁を対象とした文献3)の簡易式

$$\sigma_w = -\frac{7R}{8KV} \Delta T e^{-\frac{3x}{8}} \quad (4)$$

を用いた。また、せん断応力は、純ね
じりのみを考えた Bredt の公式

$$\tau = T/2B R t_w \quad (5)$$

を用いて計算した。以上の計算結果と
実験結果の比較を図-6 に示す。なお、
図-6 中の実測値(○)は各腹板間で shear
lag を生じているので、実験値を純粋な
ねじりによるそり応力として取り扱う

ために、各実測値を最小自乗法によ
て補間すると、一線を示すように計算値とよく
一致しており、偏平多室箱桁についても上述の式が応力解析に適用できることがわかった。

4. まとめ； 実験結果との比較により、曲げ応力特性、ならびにねじり応力特性に関す
る本文の解析法は、偏平多室箱桁に対して適用できることがわかった。なお、他の偏平多
室箱桁の静力学特性(断面変形や橋軸直角方向の曲げ応力特性)については、当日発表す
る予定である。

参考文献； 1) K.R. Moffatt, P.J. Dowling; Shear lag in Steel box girder bridges, The Structural Engineer, No. 10,

Vol. 53, October 1975, pp. 439~448. 2) 近藤, 小松, 中井; 鋼床版桁橋の有効幅に関する研究, 土木学会論文集, No. 86,

1962. 2, p. 1 3) 中井, 谷; 箱桁のねじりによる応力の簡易計算法とその応用; 土木学会論文報告集, No. 277, 1978. 9, pp. 41~55

4) 太田, 中井; 偏平多室箱桁の shear lag の解析と実験, 土木学会第36回年次講演会, 1981. 10

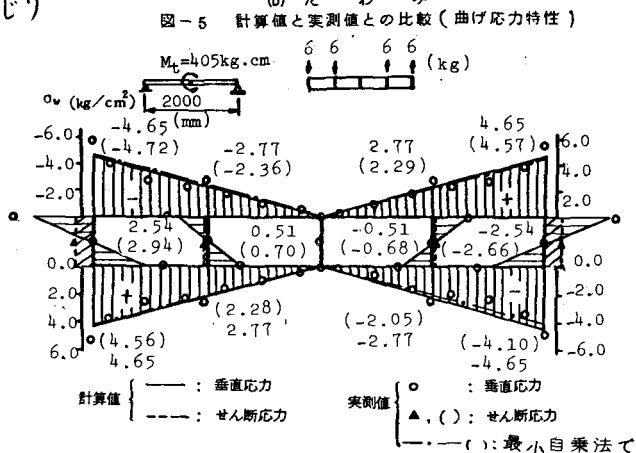
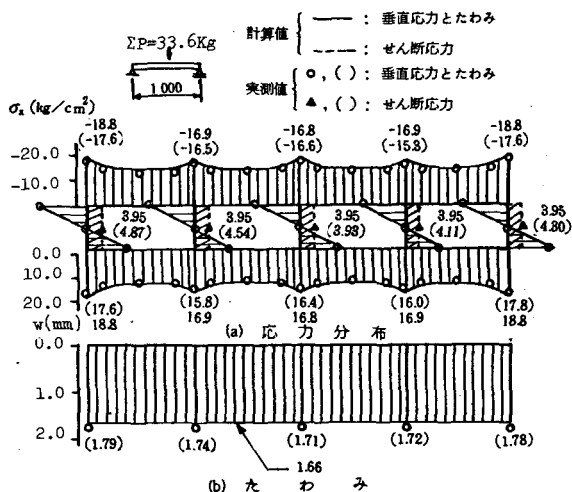
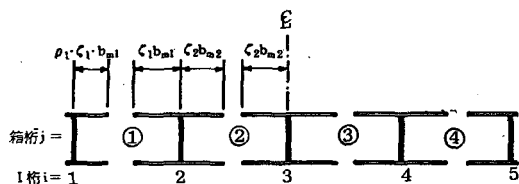


図-6 計算値と実測値との比較(ねじり応力特性) 処理した値