

大阪市立大学 正員 中井 博
 阪神高速公団 正員 田井 米好
 日立造船KK 正員 今井 功

I. まえがき

曲線けた橋は直線けた橋に比べ、一般に大きなねじりモーメントを受け純ねじりモーメントとそりねじりモーメントが共存する。この2つのねじりモーメントの分配率は、ねじり定数比 β の大きさに支配されるが、設計上そりねじりによる応力度の計算を省略してもよい限界値を考慮するものである。

II. 曲線けた橋のねじり定数比 β について

1. ねじり定数比 β の取り方

現行示方書(直線けた橋)の規定に準じ、曲線けた橋のねじり定数比 β としてつぎのように取ることとする。

$$\beta = L \sqrt{\frac{GK}{EI_w}} = R \alpha \sqrt{\frac{GK}{EI_w}} = \alpha R \quad \text{----- (1)}$$

ここに GK ; ねじり剛性 EI_w ; そりねじり剛性とする。

2. 実橋についての β と α の関係

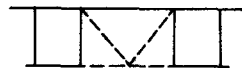
実際に設計された曲線けた橋の断面形状より β と α の関係を図示すると、図-5の如くなる。これより β 値はつぎのような範囲内にあることがわかる。

- a) 並列Iけた曲線橋 $\beta = 0.5 \sim 3$ $\alpha = 10 \sim 20$
- b) 2箱けた曲線橋 $\beta = 3 \sim 10$ $\alpha = 1.5 \sim 2.5$ --- (2)
- c) 1箱けた曲線橋 $\beta > 10$ $\alpha > 1.5$

ただし β については後述の式(2)を参照のこと。

$\beta = 10 \sim 30$ の範囲には、推定であるが図-2に示す断面の曲線けた橋が対応するものと考えられる。しかしながら、これらの型式の曲線けた橋はあまり実例が少ないので、今回は除外して考えることにした。

a) 2箱けたの間に横構・対横構のある準 Multi-Cell 構造



b) Multi-Cell 構造 (断面は偏平)

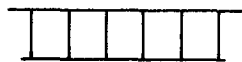


図-2

III. 垂直応力比 $\frac{\sigma_w}{\sigma_b}$ と β の関係

式(2)の α 値が比較的大きい場合について、そりねじりによる垂直応力度 σ_w と曲げによる垂直応力度 σ_b の比を求める。小松・林によると図-3に示す荷重状態に対して、断面力 M_y と M_w はつぎのようになる。ここに集中トルクを考えたのは分布トルクの場合より M_w に大きい影響をおよぼすからである³⁾。

$$M_y = \frac{P}{2} R \tan \frac{\alpha}{2} \quad \text{----- (3)}$$

$$M_w = \frac{PR}{\alpha^2} R \tan \frac{\alpha}{2} \quad \text{----- (4)}$$

- ここに M_y ; 曲げモーメント(kg·cm)
- I_y ; 中立軸まわりの断面二次モーメント(cm⁴)
- z ; 中立軸から着目点までの距離(cm)
- M_w ; そりねじりモーメント(kg·cm²)
- I_w ; そりねじり定数(cm⁶)
- W ; そり屋擦(cm²)

したがって $\frac{\sigma_w}{\sigma_b}$ は

$$\frac{\sigma_w}{\sigma_b} = 2 \cdot \frac{I_y}{I_w} \cdot \frac{R}{z} \cdot \frac{1}{\alpha^2} = 2 \cdot \frac{I_y}{I_w} \cdot \frac{L}{z} \cdot \frac{1}{\alpha^2} \quad \text{----- (5)}$$

つぎに $\frac{I_y}{I_w}$ 値について考える。

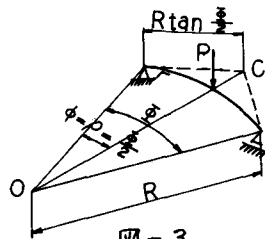


図-3

いま簡単のため図-4に示す非合成の2本主けた断面の曲線けた橋の I_w と w を求める。 w については、けた高 h けた間隔 b なる2重対称断面の図中①点に着目して求めると、

$$I_w = I_y b^2/4, \quad w_0 = b h/4 \quad \text{----- (6)}$$

$$\text{したがって } I_y w_0 / I_w z_0 = 2/b \quad \text{----- (7)}$$

$$\text{これより新しい無次元パラメータ } \beta = I_y w / I_w z \cdot 1/2 \quad \text{---- (8)}$$

を導出して、これが一般断面にも適用できるものとするれば式(5)は

$$\text{つぎの如くなる。 } \frac{\delta w}{\delta b} = 4\beta \frac{1}{\alpha^2 \bar{\alpha}} \cdot \frac{L}{b} \quad \text{---- (9)}$$

実橋について調べた結果、式(9)の β 値はほぼ式(2)に示すような値をとるものと思はれる。また $1/b$ については最大10程度を考慮しておけばよいと考えられ、これ以上の値を取る場合、負反力が著しく大きくなり設計が困難になる。⁴⁾

IV K の限界値

式(9)に示す $\delta w/w$ の誤差 $\varepsilon(\%)$ をできるだけ大きく見積るために、 β としては2箱けた曲線橋の最大値25を採用し、 $1/b$ の最大値として10を考えると

$$\varepsilon = \frac{10000}{\alpha^2 \bar{\alpha}} \quad \text{----- (10)}$$

ここで $\alpha\sqrt{\bar{\alpha}}$ 値としてつぎのように仮定すると、

$$\left. \begin{aligned} \alpha\sqrt{\bar{\alpha}} = 50 \text{ のとき; } \varepsilon = 4\% \\ \alpha\sqrt{\bar{\alpha}} = 40 \text{ のとき; } \varepsilon = 6.3\% \\ \alpha\sqrt{\bar{\alpha}} = 30 \text{ のとき; } \varepsilon = 11.1\% \end{aligned} \right\} \quad \text{---- (11)}$$

いま、通常云はれているように簡略計算によつても数%の誤差しかでなければその近似計算は十分実用的であるものとするれば、 K の限界値は式(1)を用いると $\alpha\sqrt{\bar{\alpha}} = \alpha\sqrt{\bar{\alpha}} \geq 40$

$$\text{これより } K \geq 40\sqrt{\bar{\alpha}} \quad \text{----- (12)}$$

図-5に式(12)をプロットしたものを示す。

この図において、 $\bar{\alpha} = 0$ 、すなわち直線けたの

場合には式(12)によると $K = 0$ となるが、偏載荷重の影響を考慮現行示方書に準じて $\bar{\alpha} = 0$ のとき $K = 10$ と置くことにし、また $\bar{\alpha} = 0.5$ を境として K の増加は漸減することより近似式を作ると

$$K \geq 10 + 40\bar{\alpha} \quad (0 \leq \bar{\alpha} < 0.5), \quad K \geq 30 \quad (\bar{\alpha} \geq 0.5) \quad \text{----- (13)}$$

となる。この直線式も図-5に示したが、この方が式(12)より簡便で合理的であると考えられる。

V 結言

以上、若干のデータをもとに解析した結果を示したが、曲線けた橋を設計する場合 $K > 30$ であればそのねじりによる応力度の計算を省略しても差支えないと考えられる。なお、式(13)の妥当性について今後、数多くの事例について調査する必要がある。最後に御指導して頂いた大阪大学、小松教授に御礼申し上げます。

1) 道路橋示方書・同解説; 日本道路協会, 昭38, 2. 2) 小松・林; 土木学会論文集第152号, 1968, 4.

3) Kollbrunner; Torsion, Springer-Verlag 1968. 4) 小松・中井・中西; 土木学会論文集193号.

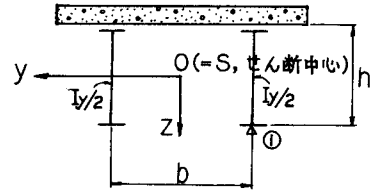


図-4

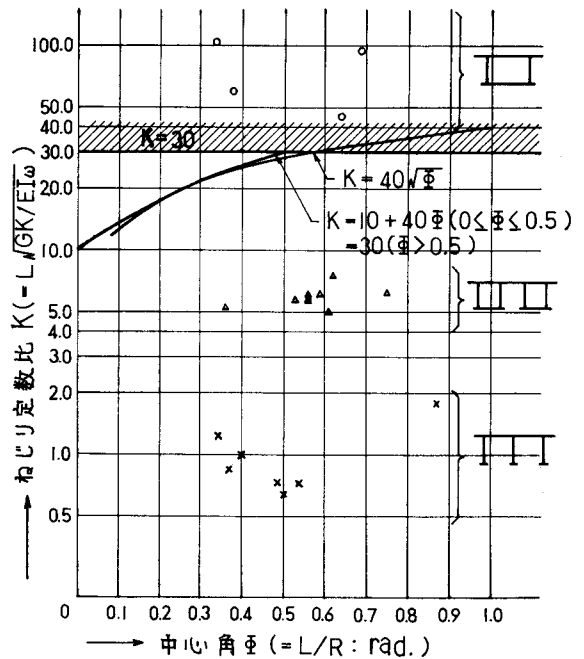


図-5 ねじり定数比 K と中心角 $\bar{\alpha}$ との関係