

1. はじめに

この論文は主に R.C 床版が主げたに及ぼす影響を取り扱ったものである。近年の鋼けた橋では R.C 床版の破損が問題となっている。その原因としては、活荷重量の急激な増加が考えられるが、R.C 床版の剛性も不足しているのではないと思われる。構造用材料としては鋼に比較してコンクリートは性能が劣るので、長支間の橋ではなるべく R.C 床版の厚さを減やさないほうが、鋼主げたの断面積が合理的であるという考えがある。道路橋示方書でも R.C 床版の支間が 4m 未満の設計曲げモーメントの公式が提出されており、基本的には R.C 床版の支間が 4m 未満のもものが絶対に多く、この床版の厚さをも支間に相当したものである。この限定された支間から床版の厚さも必然的に規まってくる。若し、床版の支間が 4m 以上になると、その支間に相当した比較的厚い床版がこの鋼けた橋に使用した場合の死荷重増加による鋼主げたの断面積に及ぼす影響を検討したものは非常に数少くなってしまう。実際の設計ではその材料の許容応力度とその比重とが面立して影響するので、鋼と R.C とを比較しても許容応力度が約 10:1、比重が約 3:1 となり圧倒的に鋼が優れていることは言うまでもない。従って長支間の橋では死荷重を低減する目的で R.C 床版の支間を 4m と制限したものであると思われるが、R.C 床版が 4m の制限に関係なく、厚い床版を使用しても鋼主げたの断面積が合理的（経済的）であれば、この R.C 床版は相当数剛性も保持できることになり、活荷重による床版の破損が大幅に減少することが推測される。勿論ここではこの厚い R.C 床版に十分な配筋をしていることが前提であり、これは橋の耐久性にも良い結果が得られるものである。よって、ここでは R.C 床版の支間を 4m 未満に限定しない長支間の床版の十分な厚さを保有するものを扱い、これが鋼主げたの断面積に及ぼす影響を中心に取り扱った。したがって鋼主げた橋ではその主げたの断面積はとくに曲げモーメントに左右されるものと仮定し、主げたの断面積形状を I-断面を選び、この考え方を最後にボックス主げたにも応用したものである。

2. 理論

鋼けた橋ではこの主げたの断面の形状は曲げモーメントによる応力度に左右されるので、断面形状に I-断面を選んだ。いまこの断面と曲げモーメント及び許容応力度の関係は次の式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} A_c &= \frac{M}{\sigma_{ca} \cdot D} - \frac{2 \cdot \sigma_{ca} - \sigma_{ta}}{\sigma \cdot \sigma_{ca}} \cdot A_w \\ A_t &= \frac{M}{\sigma_{ta} \cdot D} - \frac{2 \cdot \sigma_{ta} - \sigma_{ca}}{\sigma \cdot \sigma_{ta}} \cdot A_w \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$A_s = \left(\frac{M}{D} + \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}}{\sigma} \cdot A_w \right) \cdot \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}}{\sigma_{ca} \cdot \sigma_{ta}} \quad (2)$$

A_c, A_t : 左縮および引張側のフランジ断面積

A_w : 腹板の断面積 (D, t)

A_s : 鋼主げたの断面積 ($A_c + A_t + A_w$)

M : 曲げモーメント

D : I-断面のけた高

なお、けた高 D と腹板の最少厚さとの間には次式を仮定した。

$$D \leq k \cdot t$$

(3)

k : 係数 (道路橋示方書 8.4, $k=110 \sim 310$ の範囲)

(3)式の關係を腹板の断面積 $A_w = D \cdot t$ を代入して $dA_s/dD = 0$ とおき、鋼主げたの断面積を最少とするような合理的けた高 D を求めるれば次のように求まる。

$$D = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot k}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} \quad (4)$$

上式を(2)式に之に代入すれば曲げモーメントに最も効率的な断面積 A'_s が次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} A'_s &= \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{(\sigma_{ca} \cdot \sigma_{ta})} \cdot \sqrt[3]{\frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{3 \cdot k}} \cdot M^{\frac{2}{3}} = K \cdot M^{\frac{2}{3}} \\ K &= \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{(\sigma_{ca} \cdot \sigma_{ta})} \cdot \sqrt[3]{\frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{3 \cdot k}} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(5)式は曲げモーメントの函数で理想な I-断面積 A'_s を表わしたものであって、許容応力度を定めることによつて常数 K は求まる。

いま、鋼げたの横断面上を n 等分し、 n 本の主げたによつて支えられたものとする。また、同じ条件で横断面上を $(n-1)$ 本、または、 $(n+1)$ 本の主げたによつて支えられたものと比較し、これらの橋の主げたの総断面積と比較検討してみる。

$n \cdot A'_{sn}$: 主げた数 n 本の場合の主げたの総断面積

$(n-1) \cdot A'_{s(n-1)}$: 主げた数 $(n-1)$ 本の場合の主げたの総断面積

$(n+1) \cdot A'_{s(n+1)}$: 主げた数 $(n+1)$ 本の場合の主げたの総断面積

これらの種類の間には次の條件式を仮定した。

$$\left. \begin{aligned} (n-1) \cdot A'_{s(n-1)} &\leq n \cdot A'_{sn} \leq (n+1) \cdot A'_{s(n+1)} \\ \frac{(n-1) \cdot A'_{s(n-1)}}{n \cdot A'_{sn}} &\leq 1 \leq \frac{(n+1) \cdot A'_{s(n+1)}}{n \cdot A'_{sn}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

(6)式に之に(5)式を代入し次の式を求める。

$$\frac{(n-1) \cdot M_{(n-1)}^{\frac{2}{3}}}{n \cdot M_n^{\frac{2}{3}}} \leq 1 \leq \frac{(n+1) \cdot M_{(n+1)}^{\frac{2}{3}}}{n \cdot M_n^{\frac{2}{3}}} \quad (7)$$

(7)式の曲げモーメント $M_{(n-1)}$, M_n および $M_{(n+1)}$ はそれぞれ $(n-1)$ 本、 n 本、および $(n+1)$ 本で支えられた主げた 1 本に分担する曲げモーメントの $\frac{2}{3}$ 乗であり、それぞれ主げたの間隔が違うのでその値も異なる。この式が主げた配置の合理的なものが判別できる便利さがある。

若し、(7)式の判別式が仮定と一致したものとすれば、主げた数も減りして主げたの間隔を大きくとっても総断面積が減ることが出来ることになり、この場合は床版の支間の支間も大きくなるので当然その厚さも増すことになる。これらの結論にづいては断面の割合上満足時と述べることにする。