

## I-A 36

## 一定断面積を有する曲線I形桁のスラブ止めを考慮した曲げ耐荷力について

東北学院大学大学院 学生員 三浦俊史

東北学院大学工学部 正 員 樋渡 滋

東北学院大学工学部 正 員 菅井幸仁

## 1、はじめに

曲線I形桁は、Basler が述べる圧縮フランジの水平座屈およびねじり座屈が直線I形桁に比較して生じやすい。また、曲線I形桁は直線I形桁に比較して複雑な変形挙動を示す。このため、曲げ耐荷力も十分に明らかにされていない。このため、我が国の道路橋示方書には曲線桁の設計に対する具体的な規定がないのが現状である。

道路橋示方書には、『コンクリート床板と接し、ずれ止めのないけたのフランジには、スラブ止めを付けなければならない』との規定がある。その理由の一つとして、スラブ止めによる桁の床板への定着が圧縮フランジの局部座屈、横倒れ座屈に対して有効であるということが挙げられている。しかしながら、スラブ止めを考慮した曲線桁の解析は行われていない。本研究においては、断面積を一定とした条件の下で、スラブ止めを考慮した曲線I形桁の曲げ耐荷力と各パラメータとの関係について考察することを目的とした。

## 2、解析対象、およびパラメータ

圧縮フランジはスラブ止めの位置において床板と接合されている。床板の曲率半径方向の変位に対する剛性は桁の剛性に比較して極めて大きい。よって、スラブ止めの位置における圧縮フランジの変位は十分に小さいと考えることができる。

曲線桁にはそりによって桁方向の直応力が生じる。I形断面の場合、そり応力によってフランジ面内に曲げモーメントが生じる。引張フランジにおいては横構あるいは横桁によって支持される位置においてフランジ面内曲げモーメントの最大値が生じる。

以上の理由により、スラブ止めを考慮した曲線I形桁の曲げ耐荷力は横構あるいは横桁によって支持される位置において決定される可能性が高いと考えられる。よって、本研究では水平補剛材を有さない曲線I形桁において隣り合った垂直補剛材によって区切られた区間の内、横構あるいは横桁に最も近いものを数値解析の対象とした。

解析パネルを図-1に示した。解析パネルの材料はヤング率  $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比  $\nu = 0.3$ 、降伏応力  $\sigma_Y = 2400 \text{ kgf/cm}^2$  の完全弾塑性体とした。境界条件は太線部において単純支持とした。荷重は解析パネルの両端に、桁の曲げ  $M$  と曲げに伴って生じるフランジ面内曲げモーメント  $M_{cf}$ 、 $M_{tf}$  を作用させた。フランジ面内曲げモーメントに、圧縮フランジではスラブ止めの間隔、引張フランジでは横構、あるいは横桁の間隔の影響を考慮した。

解析に使用したパラメータは、曲率半径  $R$ 、スラブ止めの間隔  $L_{cf}$ 、横構あるいは横桁による支持間距離  $L_{tf}$ 、ウェブ形状比  $\alpha$ 、ウェブ幅厚比  $\lambda_w$ 、総フランジ-ウェブ断面積比  $\beta$ 、引張フランジ-圧縮フランジ断面積比  $\beta_{tc}$ 、圧縮フランジ自由突出部幅厚比  $\eta_{cf}$ 、引張フランジ自由突出部幅厚比  $\eta_{tf}$  である。桁高  $h$  は  $1.2\text{m}$  と一定とした。

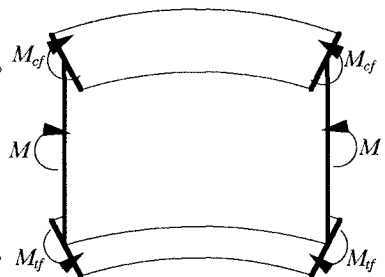


図-1 解析パネル

## 3、数値解析結果

本研究では、ウェブ高を一定としているため、ウェブ幅厚比  $\lambda_w$  を与えるとウェブの断面積が決定される。また、総フランジ-ウェブ断面積比  $\beta$  を与えることにより曲線I形桁の断面積が決定される。さらに引張フ

ランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ 、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_{cf}$ 、および引張フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_{tf}$ を与えることにより、断面形状を決定することができる。ウェブ幅厚比 $\lambda_w=152$ 、総フランジ・ウェブ断面積比 $\beta=0.7$ のときの断面積と等しい断面積を有し、曲率半径 $R=60\text{m}$ 、スラブ止めの間隔 $L_{cf}=1.2\text{m}$ 、横構あるいは横桁による支持間距離 $L_{tf}=6\text{m}$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.0$ の曲線Ⅰ形桁において、ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ および引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ と曲げ耐力 $M_u$ の関係を図-2に示した。

図より、ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ が140以下の場合には引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ が大きいほど曲げ耐力 $M_u$ が小さくなる傾向がある。このことはウェブ幅厚比 $\lambda_w$ が小さい場合、つまりウェブの断面積が大きい場合には一定断面積の条件よりフランジ全体の断面積が小さく、そのために圧縮フランジが引張フランジより大きな断面積を必要とするためと考えることができる。一方、ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ が152以上の場合にはこの解析範囲内において曲げ耐力 $M_u$ が極大値を得ていることがわかる。本解析ではスラブ止めを考慮しているため、引張フランジに生じる桁方向のそり応力は圧縮フランジに比較して大きい。このため、引張フランジにもある程度の断面積が要求され、圧縮フランジとのバランスがとれた場合に極大値を得ていると考えられる。

同様の解析を異なる曲率半径を有する解析ケースについても行い、曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られたときのウェブ幅厚比 $\lambda_w$ と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ との関係を、図-3に示した。図より、曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られるときの引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ は曲率半径 $R$ が大きいほど小さくなることがわかる。これは、曲率半径 $R$ が大きいほどそりによる応力が小さいことと、スラブ止めを考慮しているためにそり応力は引張フランジ側が大きいことが理由として挙げられる。

また、ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ が大きくなると、曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られるときの引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ は大きくなる傾向があるようである。

#### 4. 結論

桁高 $h=1.2\text{m}$ 、ウェブ幅厚比 $\lambda_w=152$ 、総フランジ・ウェブ断面積比 $\beta=0.7$ の場合の断面積と等しい断面積を有する、あるウェブ幅厚比 $\lambda_w$ の値において得られた曲げ耐力 $M_u$ と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ との関係について比較検討を行った結果、次の結論を得た。

- (1) 一定断面積の下で引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ を変化させた場合、ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ がある程度大きい場合に曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られる。
- (2) 曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られるときの引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ は、曲率半径 $R$ が大きいほど小さくなる傾向がある。
- (3) 曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られるときの引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ は、ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ が大きいほど大きくなる傾向がある。

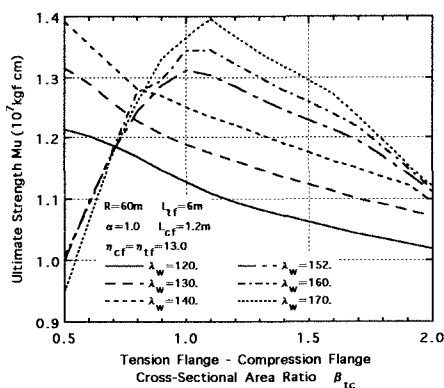


図-2 ウェブ幅厚比 $\lambda_w$ による曲げ耐力 $M_u$ と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ との比較

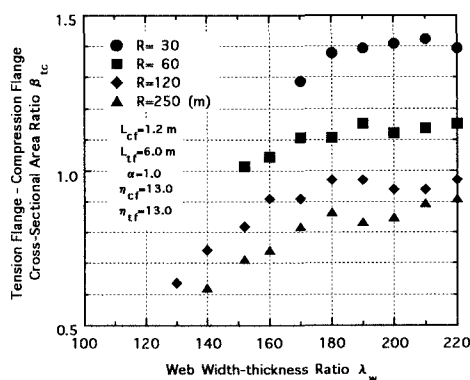


図-3 曲げ耐力 $M_u$ の極大値が得られたときのウェブ幅厚比 $\lambda_w$ と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 $\beta_{tc}$ との関係