

I - 16

スラブ止めによる拘束を考慮した曲線 I 形桁の曲げ耐荷力への
上下フランジ断面積比の影響について

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 正会員 菅井 幸仁
東北学院大学工学部 正会員 樋渡 滋

1.はじめに

近年、都市部の高速道路や屈曲の多い山間部において曲線橋が架設される例が多く見られる。曲線橋の主桁として利用される曲線 I 形桁は直線 I 形桁に比較して、Baslerが述べる圧縮フランジの水平座屈およびねじれ座屈が生じやすく、複雑な変位挙動を示す。また、曲線 I 形桁の曲げ耐荷力は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関する具体的な規定が無く、実際の設計業務は直線桁の設計基準を準用して行われているのが現状である。道路橋示方書には、『コンクリート床版と接し、ずれ止めのない桁のフランジには、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版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、ウェブ高および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上下フランジ断面積比との関係について考察することを目的とした。

2.数値解析対象、およびパラメータ

曲線 I 形桁の上フランジはスラブ止めの位置において床版と接合されている。床版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上フランジの曲率半径方向へ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の曲げモーメントが生じる。下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。数値解析対象を図 1 に示した。数値解析対象の材料はヤング率 $E=2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、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、純曲げ荷重 M と曲げ荷重に伴って生じる上下フランジ面内曲げモーメント M_{uf} 、 M_{lf} を作用させた。フランジ面内曲げモーメントに、上フランジではスラブ止めの間隔、下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_{uf} 、横構あるいは横桁による支持間距離 L_{lf} 、ウェブ形状比 α 、ウェブ幅厚比 λ_w 、総フランジ・ウェブ断面積比 β 、上下フランジ断面積比 β_{ul} 、上および下フランジ自由突出部

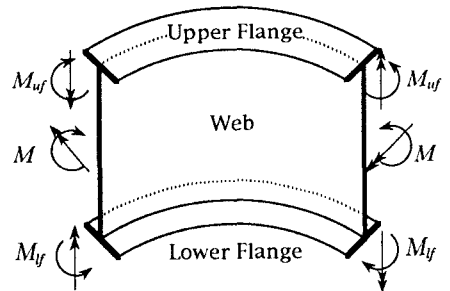


図 1 数値解析対象

幅厚比 η_{uf} および η_{ul} である。ウェブ高 h は 1.2m と一定とした。

3. 数値解析結果

一定ウェブ高、一定断面積を有する曲線 I 形桁において、最大の曲げ耐荷力を得ることのできる断面寸法を求めるためのパラメータの値を決定することは、経済的な断面を求めることにつながる。本研究では、ウェブ幅厚比 $\lambda_w = 152$ 、総フランジ・ウェブ断面積比 $\beta = 0.7$ の場合と等しい一定断面積を有し、横構あるいは横桁による支持間距離 $L_u = 6m$ 、ウェブ形状比 $\alpha = 2/3$ 、上下フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_{uf}, \eta_{ul} = 13$ の曲線 I 形桁について、曲げ耐荷力 M_u と上下フランジ断面積比 β_{ul} の関係を曲率半径 R によって比較し、図 2 に示した。この解析範囲において、上下フランジ断面積比を変化させることにより、曲げ耐荷力の最大値を得ることができることがわかる。最大曲げ耐荷力を得ることのできる断面は、上下フランジが共に有効に働いていると考えることができる。

最大曲げ耐荷力を得る上下フランジ断面積比と曲率半径の関係を図 3 に示す。図中の各々の点は数値解析によって得られた結果を示している。図中の各々の線は数値解析結果を近似した曲線である。本解析と同様のパラメータおよび寸法を有する曲線 I 形桁の曲率半径と横構あるいは横桁による支持間距離を与えれば、本数値解析により得られた最大曲げ耐荷力の 99% 以上の曲げ耐荷力を得る上下フランジ断面積比を図 3 より決定することができる。最大曲げ耐荷力を得る上下フランジ断面積比は、曲率半径が大きくなるほど大きくなる。また、等しい曲率半径で比較した場合、横構あるいは横桁による支持間距離が小さい方がより大きい上下フランジ断面積比で最大曲げ耐荷力を得る。本研究ではスラブ止めの影響を考慮しているため、フランジ面内曲げモーメントは上フランジに比較して下フランジの方が大きくなる。加えて、曲率半径が大きく、横構あるいは横桁による支持間距離が小さい場合にフランジ面内曲げモーメントが小さくなる。よって、曲率半径が大きく、横構あるいは横桁による支持間距離が小さい場合に、より大きい上下フランジ断面積比において最大曲げ耐荷力を得るものと考えられる。

4. まとめ

一定ウェブ高、一定断面積を持つ曲線 I 形桁において、スラブ止めの影響を考慮した曲げ耐荷力を数値解析し、上下フランジ断面積比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) 一定ウェブ高、一定断面積の下で曲線 I 形桁の上下フランジ断面積比を変化させた場合、曲げ耐荷力の最大値を得ることができる。
- (2) 一定ウェブ高、一定断面積の下で最大の曲げ耐荷力を得ることのできる上下フランジ断面積比の値と、曲率半径、および横構あるいは横桁による支持間距離の関係を表す曲線を求めることができた。

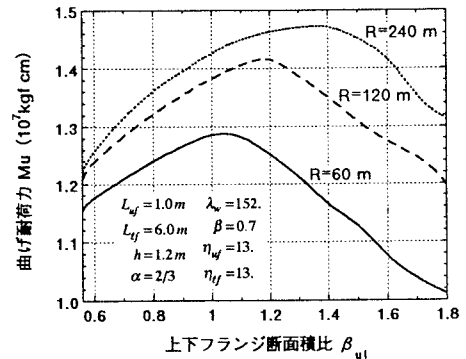


図 2 曲げ耐荷力と上下フランジ断面積比の関係の曲率半径による比較

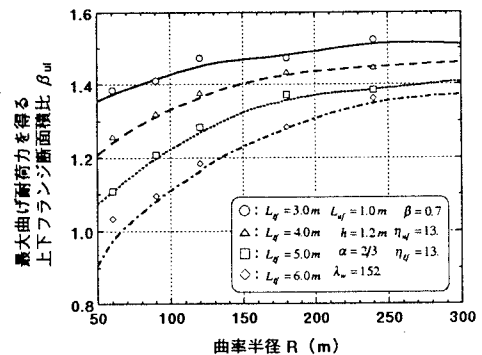


図 3 最大曲げ耐荷力を得る上下フランジ断面積比と曲率半径との関係の横構あるいは横桁による支持間距離による比較