

I-22

曲線 I 形桁の曲げ耐力力へのフランジ脚突出幅厚比の影響について

東北学院大学○正員 菅井幸仁
東北学院大学 正員 樋渡 滋
東 北 大 学 正員 倉西 茂

1. まえがき

曲線 I 形桁橋において、曲線 I 形桁は曲率を有するために曲げ荷重が小さい段階より横倒れ変形が生じる。この横倒れ変形に伴って、フランジには面内曲げモーメントが生じる。有限要素法を用いて非線形解析を行い、フランジ脚突出幅厚比が曲線 I 形桁の曲げ耐力力へ与える影響について研究した論文⁽¹⁾は少なく、またこのフランジ面内曲げモーメントが考慮されていない。

本研究では、フランジ面内曲げモーメントの算定に小松⁽²⁾の考え方を参考とした。フランジ面内曲げモーメントを考慮して曲げ耐力力に至るまでの数値解析を行い、曲線 I 形桁の曲げ耐力力とフランジ脚突出幅厚比との関係を複数のパラメータによって考察を行うことを目的とした。

2. 解析対象

曲線 I 形桁は水平補剛材を有さないものとし、断面は二軸対称であるものとする。曲線 I 形桁から上下フランジも含めて垂直補剛材で囲まれた部分を数値解析対象とし、図-1に示す。曲線 I 形桁において、横構および横桁(対傾構)によって支持される支持間中央位置と横構および横桁(対傾構)によって支持される位置の二カ所を解析対象とした。図-1に示されたフランジ面内曲げモーメント M_f は横構および横桁(対傾構)によって支持される支持間中央位置の場合である。また、解析対象の材料は、ヤング率 $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ 、降伏応力 $\sigma_y=2400 \text{ kg/cm}^2$ の完全弾塑性体とし、Von Misesの降伏判定条件に従うものとした。境界条件は垂直補剛材位置において単純支持とした。

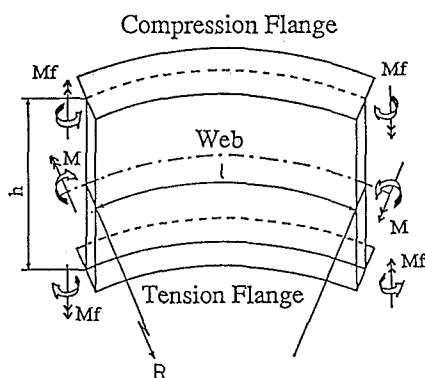


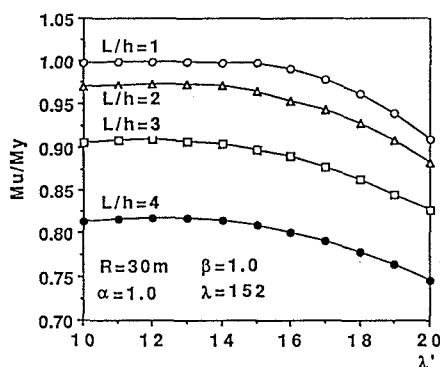
図-1 数値解析対象

3. 解析パラメータ

解析に使用したパラメータはウェブ幅厚比 ($\lambda=h/t_w$; h :ウェブ高さ、 t_w :ウェブ厚)、ウェブ形状比 ($\alpha=l/h$; l :垂直補剛材間距離)、フランジウェブ断面積比 ($\beta=A_f/A_w$; A_f :フランジ断面積、 A_w :ウェブ断面積)、フランジ脚突出幅厚比 ($\lambda'=w_f/2/t_f$; w_f :フランジ幅、 t_f :フランジ厚)、および支持間距離 (L/h ; L :横構および横桁(対傾構)によって支持される支持間距離)である。また、本解析においてウェブ高 $h=120 \text{ cm}$ と一定とした。

4. 数値解析結果

曲率半径 $R=30 \text{ m}$ 、ウェブ幅厚比 $\lambda=152$ 、フランジウェブ断面積比 $\beta=1.0$ 、およびウェブ形状比 $\alpha=1.0$ において、曲げ耐力力 M_u/M_y とフランジ脚突出幅厚比 λ' との関係を支の間距離 L/h によって比較した図を図-2に示す。支持間距離 $L/h=1$ について、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda' \leq 15$ において曲げ耐力力 M_u/M_y の値はほぼ 1 と一定値となっている。また、支持間距離 $L/h=2$ については、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda' \leq 14$ において曲げ耐力力 M_u/M_y の値はほぼ一定値を示しており、曲げ耐力力 M_u/M_y の値が一定値を示すフランジ脚突出幅厚比 λ' の範囲は支持間距離 $L/h=1$ の場合に比べて小さくなっている。支持間距離 L/h がさらに大きくなると、曲げ耐力力 M_u/M_y の値はあ

図-2 曲げ耐力力とフランジ脚突出幅厚比の関係(L/h による比較)

る支持間距離 L/h 以下の範囲でほぼ一定値を示すことなく、あるフランジ脚突出幅厚比 λ' の値において最大値を有するようになる。

ウェブ幅厚比 $\lambda=152$ 、フランジウェブ断面積比 $\beta=1.0$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.0$ 、および支持間距離 $L/h=5$ について、曲げ耐力 M_u/M_y とフランジ脚突出幅厚比 λ' との関係を曲率半径 R によって比較した図を図-3に示す。曲率半径 $R=500\text{m}$ と大きい場合、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=15$ において曲げ耐力 M_u/M_y は最大値を有する。各曲率半径 R において、曲げ耐力 M_u/M_y の値が最大値を有するときのフランジ脚突出幅厚比 λ' は、曲率半径 R が小さいほど小さくなる傾向がある。

曲率半径 $R=120\text{m}$ 、ウェブ幅厚比 $\lambda=152$ 、フランジウェブ断面積比 $\beta=1.0$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.0$ 、および支持間距離 $L/h=5$ において、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=12$ と $\lambda'=16$ の場合について曲げモーメント荷重と変位との関係を図-4、5に示す。図において、縦軸は耐力に達した時の曲げモーメント M_u で各段階での曲げモーメント M を無次元化しており、横軸は耐力に達した時の変位 δ_u で各段階での変位 δ を無次元化している。図中 R, H, V, W は垂直補剛材間中央断面における圧縮フランジの曲率内側辺と中央位置の平均ねじり角、圧縮フランジの中央位置の曲率外側方向への水平変位、圧縮フランジの中央位置の鉛直変位、および圧縮フランジよりウェブ高 h の $0.2h$ のウェブ位置の曲率外側方向への水平変位である。図4、5において、耐力により近くなってから変位が急激に大きくなった場合には曲線はより上側へ寄る傾向を有する。また耐力に達した時により急激な変位の増加が生じた場合、荷重が小さい段階における曲線はより左側へ寄る傾向を有する。図-3より、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=12$ の場合の曲げ耐力 M_u/M_y の値は $\lambda'=16$ の場合の曲げ耐力 M_u/M_y より大きいことが解る。しかし、図4、5よりフランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=12$ の崩壊時にはフランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=16$ の崩壊時より急激な崩壊をすることが解る。

5. 結論

- (1) フランジ面内曲げモーメントがより大きくなった場合、曲げ耐力 M_u/M_y はフランジ脚突出幅厚比 λ' がより小さい値で最大値を有する。
- (2) 曲線I形桁の場合、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda' < 16$ において曲げ耐力 M_u/M_y が最大値を有する。
- (3) フランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=16$ における曲げ耐力よりフランジ脚突出幅厚比 $\lambda' < 16$ における曲げ耐力が大きい場合でも、フランジ脚突出幅厚比 $\lambda' < 16$ における崩壊時はフランジ脚突出幅厚比 $\lambda'=16$ における崩壊時より急激に崩壊する。

6. 参考文献

- (1) 末武・平嶋・依田：混合法を用いたI形曲線桁の耐力解析、土木学会第41回年次学術講演会I-82、昭和61年11月
- (2) 小松定夫編、鋼構造物の補剛設計、森北出版(1982)、pp.149
- (3) 日本道路橋示方書、日本道路協会

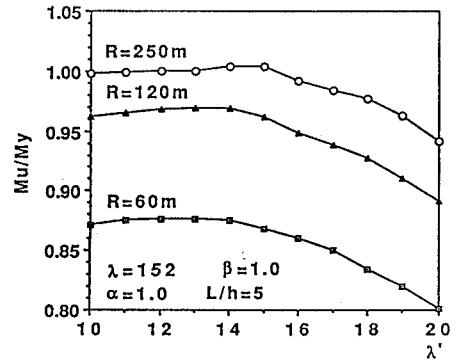


図-3 曲げ耐力とフランジ脚突出幅厚比との関係(R による比較)

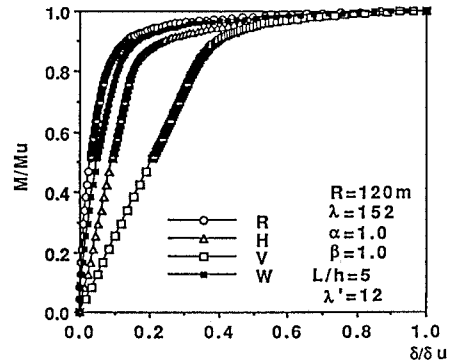


図-4 荷重 M/M_u -変位 δ/δ_u 曲線 ($\lambda'=12$)

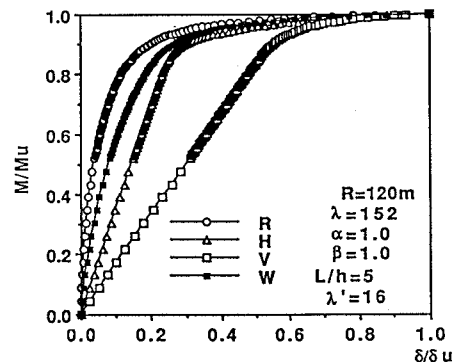


図-5 荷重 M/M_u -変位 δ/δ_u 曲線 ($\lambda'=16$)