

I - 31

スラブ止めを考慮した曲線 I 形桁の曲げ耐荷力について

東北学院大学 学生員〇三浦俊史

東北学院大学 正 員 菅井幸仁

東北学院大学 正 員 樋渡 滋

1. はじめに

曲線 I 形桁が曲げ荷重を受ける場合、曲げ荷重が小さい段階より圧縮フランジに近いウェブにおいて曲率外側方向への面外変位が生じる。この面外変位の影響により、圧縮フランジの曲率内側辺が引張フランジ方向へ面外変位する方向に圧縮フランジはねじれる。また、桁方向の直応力分布においてウェブ面外変位の影響により圧縮側ウェブに応力欠損が生じる。この応力欠損を圧縮フランジが分担するために、圧縮フランジの桁方向平均直応力は増加する。さらに、水平面において曲率を有するためフランジにおいて生じる桁方向直応力の合力の曲率半径方向力によってフランジ面内曲げモーメントが生じる。

以上の理由により、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れ座屈が直線 I 形桁に比較して生じ易いことがわかる。

我が国の道路橋示方書には、『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。本研究では、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、パラメータ

圧縮フランジと床板はスラブ止めの位置で接合されている。また、床板の曲率半径方向へ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。このため、スラブ止めの位置における圧縮フランジの曲率半径方向の変位は、極めて小さいと考えることができる。従って、圧縮フランジではスラブ止めの位置を支持点と仮定してフランジ面内モーメントを算出した。また、引張フランジについては、横構あるいは横桁によって支持される位置を支点として仮定し、フランジ面内曲げモーメントを算出した。引張フランジにおけるフランジ面内曲げモーメントは、横構あるいは横桁によって支持される位置において最も大きくなる。また、スラブ止めにより圧縮フランジの曲率半径方向の変位は小さくなる。以上より、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内、横構あるいは横桁に支持されている部分に最も近いものを数値解析の対象とした。

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 α 、ウェブ幅厚比 λ_w 、圧縮フランジ・ウェブ断面積比 β_{cf} 、引張フランジ・ウェブ断面積比 β_{tf} 、総フランジ・ウェブ断面積比 β ($\beta = \beta_{cf} + \beta_{tf}$)、引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} 、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_{cf} 、および引張フランジ自由突出部幅厚比 η_{tf} である。桁高 h は 1.2m と一定とした。

また、解析対象の材料はヤング率 $E = 2.1 \times 10^6$ kgf/cm²、ポアソン比 $\nu = 0.3$ 、降伏応力 $\sigma_y = 2400$ kgf/cm² 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。

3、数値解析結果

本研究では桁高 $h=1.2\text{m}$ と一定としている。このため、ウェブ幅厚比 λ_w と総フランジ・ウェブ断面積比 β を与えると桁の断面積は決定される。また、ウェブ幅厚比 λ_w を大きくした分総フランジ・ウェブ断面積比 β を大きくすれば桁の断面積を一定値に保つことができる。ウェブ幅厚比 $\lambda_w=152$ と総フランジ・ウェブ断面積比 $\beta=0.7$ の場合の断面積を一定とし、あるウェブ幅厚比 λ_w の値において曲げ耐力 M_u と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} との関係について比較検討を行った。その他のパラメータは、横構あるいは横桁の支持間距離 L_{cf} を 6m 、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_{cf} 、および引張フランジ自由突出部幅厚比 η_{tf} を 13.0 とした。

曲率半径 $R=60\text{m}$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.25$ 、スラブ止めの間隔 $L_{cf}=1.5\text{m}$ の時のウェブ幅厚比 λ_w および引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} と曲げ耐力の関係を図-1に示した。図より、ウェブ幅厚比 λ_w が 140 以下の場合は引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} が大きいほど曲げ耐力 M_u が小さくなるのがわかる。ウェブ幅厚比 λ_w が 152 以上の場合は引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} が 1.0 付近の値の時にそれぞれのウェブ幅厚比 λ_w における最大の曲げ耐力を得ることができる。また、この最大値はウェブ幅厚比 λ_w が大きいほど大きい。ウェブ幅厚比 λ_w が 152 以上の場合、最大の曲げ耐力が生じたときの引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} より β_{tc} の大きい区間の方が、 β_{tc} の小さい区間に比較して曲げ耐力の変動が小さい。

曲率半径 $R=30\text{m}$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.0$ 、スラブ止めの間隔 $L_{cf}=1.2\text{m}$ の時のウェブ幅厚比 λ_w および引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} と曲げ耐力 M_u の関係を図-2に示した。ウェブ幅厚比 λ_w が 170 以上の場合、引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} が 1.4 付近において曲げ耐力 M_u が最大値となっている。

4、結論

ウェブ幅厚比 $\lambda_w=152$ と総フランジ・ウェブ断面積比 $\beta=0.7$ の場合の断面積を一定とし、あるウェブ幅厚比 λ_w の値において曲げ耐力 M_u と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} との関係について比較検討を行った結果、次の結果を得た。

- (1) 引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} を変化させたとき、ウェブ幅厚比 λ_w がある程度大きい場合に曲げ耐力 M_u の最大値が生じる。
- (2) 曲げ耐力 M_u の最大値が得られた引張フランジ・圧縮フランジ断面積比 β_{tc} より β_{tc} を小さくした場合、大きくした場合より曲げ耐力 M_u の減少傾向が大きい。

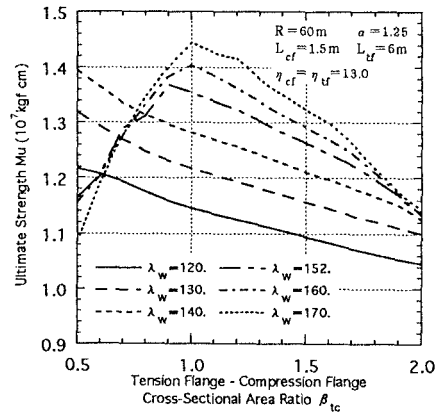


図-1 ウェブ幅厚比による曲げ耐力と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比との関係の比較

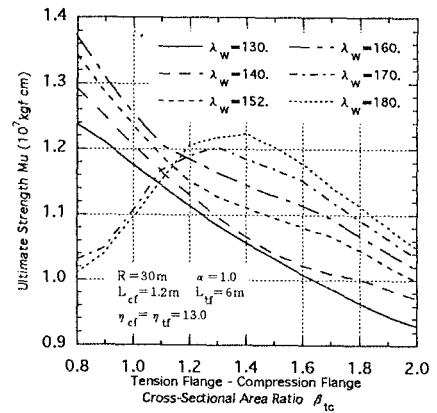


図-2 ウェブ幅厚比による曲げ耐力と引張フランジ・圧縮フランジ断面積比との関係の比較