

I - 1

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

東北学院大学○学生員 佐藤 譲
 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. 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（横倒れ座屈）およびねじり座屈が直線 I 形桁に比較して生じ易い。

本研究では、ウェブ高 h を $h=120\text{cm}$ と一定としている。このためウェブ断面積は、ウェブ幅厚比 λ が与えられると決定される。さらに、総フランジ-ウェブ断面積比 β （ $\beta=(A_{cf}+A_{tf})/A_w$, A_{cf} :圧縮フランジ断面積, A_{tf} :引張フランジ断面積, A_w :ウェブ断面積）が与えられると曲線 I 形桁の断面積は決定される。また、ウェブ幅厚比と総フランジ-ウェブ断面積比とが一定の場合、圧縮フランジ断面積と引張フランジ断面積との和である総フランジ断面積と曲線 I 形桁断面積は一定となる。この総フランジ断面積と曲線 I 形桁断面積が一定である条件の下で、圧縮フランジ-引張フランジ断面積比 β_{ct} （ $\beta_{ct}=A_{cf}/A_{tf}$ ）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可能である。

本研究では、ウェブ幅厚比 λ 、ウェブ高 h 、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c 、および引張フランジ自由突出部幅厚比 η_t が与えられた場合、最大曲げ耐荷力と曲率半径 R 、ウェブ形状比 α 、フランジ固定間距離 L 、および総フランジ-ウェブ断面積比 β 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、パラメータおよび変数

解析対象、パラメータおよび変数については、丹野らの「曲線 I 形桁の曲げ耐荷力への圧縮フランジ自由突出部幅厚比の影響について」、同講演集を参照されたい。ただし、降伏応力は $\sigma_y=2400\text{kgf/cm}^2$ とする。

3. 数値解析結果および考察

曲率半径 $R=250\text{m}$ 、ウェブ幅厚比 $\lambda=152$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.0$ 、フランジ固定間距離 $L=6.0\text{m}$ 、総フランジ-ウェブ断面積比 $\beta=1.0$ 、および引張フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_t=16$ を有する曲線 I 形桁について、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c による曲げ耐荷力 M_u と圧縮フランジ-引張フランジ断面積比 β_{ct} との関係の比較を図-1に示す。各圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c について、圧縮フランジ-引張フランジ断面積比 β_{ct} を変化させることにより、曲げ耐荷力が最大値となることが解る。また、この曲線 I 形桁が最大曲げ耐荷力 M_u' を有する時の圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c は12である。この時の曲げ耐荷力は $M_u=1.898 \times 10^7\text{kgfcm}$ 、また圧縮フランジ-引張フランジ断面積比は $\beta_{ct}=1.323$ である。また圧縮フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_c=13$ 、および曲率半径のみを $R=30\text{m}$ とし圧縮フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_c=12, 13$ について最大曲げ耐荷力 M_u' および M_u' が生じる時の圧縮フランジ-引張フランジ断面積

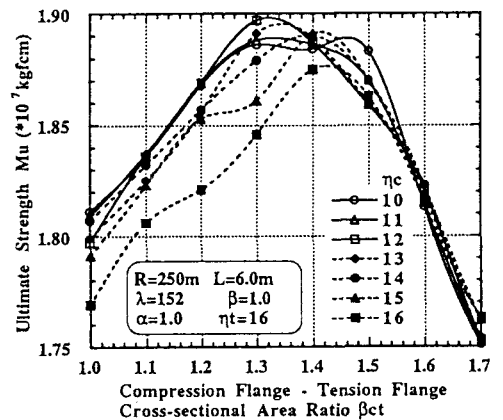


図-1 曲げ耐荷力と圧縮フランジ-引張フランジ断面積比との関係の圧縮フランジ自由突出部幅厚比 β_{ct} による比較

表-1 曲げ耐荷力 M_u' （ $\times 10^7\text{kgfcm}$ ）

	$R=30\text{m}$	$R=250\text{m}$
$\eta_c=12$	1.131(98.78)	1.898(100.1)
$\eta_c=13$	1.145(100.0)	1.896(100.0)

比 β'_{ct} を表-1、および表-2に示す。表-1、2において、各曲率半径について圧縮フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_c=13$ の場合の値を100とした場合値をカッコ内に示した。曲率半径 $R=250\text{m}$ と大きい場合、最大曲げ耐力 u' への圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c の影響が小さいことが解る。曲率半径 R によらずに、最大曲げ耐力 Mu' を大きくするためには、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c を12より13にした方がよいことが解る。また、最大曲げ耐力 Mu' が得られる時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} への圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c の影響は曲率半径 $R=250\text{m}$ と大きい方が大きい。曲率半径 $R=30\text{m}$ と小さい場合には、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_c=13$ の方が圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} が小さい。曲げ耐力が大きくかつ圧縮フランジ引張フランジ断面積比が小さい方がよい。以上より圧縮フランジ自由突出部幅厚比 η_c は13とした。

表-2 圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct}

	$R=30\text{m}$	$R=250\text{m}$
$\eta_c=12$	1.803(100.6)	1.323(98.44)
$\eta_c=13$	1.793(100.0)	1.344(100.0)

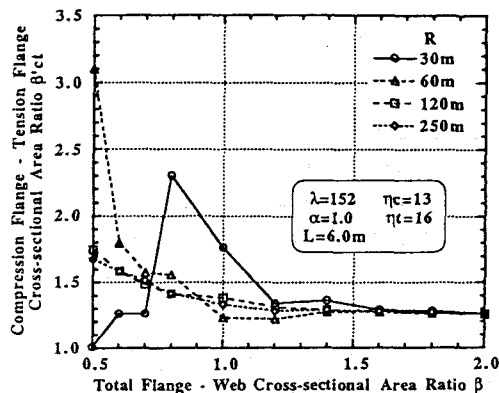


図-1 圧縮フランジ引張フランジ断面積比

ウェブ幅厚比 $\lambda=152$ 、ウェブ形状比 $\alpha=1.0$ 、フラ β'_{ct} と総フランジウェブ断面積比 β との関係
 ンジ固定間距離 $L=6.0\text{m}$ 、圧縮フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_c=13$ 、および引張フランジ自由突出部幅厚比 $\eta_t=13$ を有する曲線I形桁について、各曲率半径 R について圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} を変化させた時に最大曲げ耐力が得られる時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比を β'_{ct} とする。この圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} と総フランジウェブ断面積比 β との関係を図-2に示す。総フランジウェブ断面積比 β が1.2以上と比較的大きい場合には、圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は曲率半径 R によらずほぼ一定値となっている。総フランジウェブ断面積比 β が小さくなると、圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は曲率半径が小さいほど大きくなる傾向が現れる。しかし、曲率半径が $R=30\text{m}$ と小さい場合、圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は総フランジウェブ断面積比 β が小さくなるほど大きくなるとは限らず、 $\beta=0.8$ 以下と小さくなるとその後急激に小さくなる。この理由については、圧縮フランジを引張フランジより大きくすると、中立軸は圧縮フランジ側へ移動する。このことにより、引張フランジの橋軸方向平均直応力は圧縮フランジの橋軸方向平均直応力より大きくなる。このため、曲率半径が小さくかつ総フランジウェブ断面積比 β が小さくなった場合、座屈の影響を受ける圧縮フランジより引張フランジが危険な状態になるためと考えられる。従って、曲率半径が小さく、かつ総フランジウェブ断面積比 β が小さい場合には、圧縮フランジを引張フランジより大きくすることにより曲げ耐力を大きくしようとするのは危険性があることを暗示している。また、曲率半径が $R=120\text{m}$ と 250m については、総フランジウェブ断面積比 β が小さくなくても、圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は急激に大きくならない。このことは、曲率半径が大きい場合総フランジウェブ断面積比 β が小さくなくても、圧縮フランジの座屈荷重が急激に小さくならないことを意味している。従って、曲率半径が大きい場合には、総フランジウェブ断面積比 β を小さくしても、安全性がある程度保たれることが解る。

4. 結論

曲率半径 $R=30\text{m}$ と小さい曲線I形桁の場合、圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は総フランジウェブ断面積比 β が小さくなるにつれて大きくなる。しかし、総フランジウェブ断面積比 β がある値以下になると圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は急激に小さくなる。