

I - 3

一定断面積を有する曲線 I 形桁の曲げ耐荷力への
ウェブ幅厚比の影響について

東北学院大学○学生員 福田香織

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 Baslerは直線 I 形桁の曲げによる崩壊形式を圧縮フランジの水平座屈(桁の横倒れ座屈)、ねじり座屈、および鉛直座屈として表した。これらの崩壊形式の内、圧縮フランジの鉛直座屈がウェブの座屈に最も関係する。直線 I 形桁は曲げ荷重を受け、引張フランジ側へ凸に変形する。この時、圧縮フランジの橋軸方向軸力の鉛直方向分力が生じる。Baslerは、この鉛直方向分力がウェブを圧縮するために、ウェブが座屈すると述べている。しかし、藤井は圧縮フランジ近くのウェブでの鉛直方向直応力が圧縮ではなく引張であることを明らかにしている。また、長谷川らは、直線 I 形桁の圧縮部では圧縮フランジと圧縮フランジに接合されるウェブの一部からなる T 形のはりが曲げに抵抗すると述べている。従って、直線 I 形桁は中立軸から T 形のはりまでの間に空間があっても曲げに十分抵抗出来ると述べている。以上のことは、ウェブをかなり薄くできる可能性を示唆している。

曲線 I 形桁の場合、曲げ荷重が小さい段階より横倒れが生じる。このため、フランジにはフランジ面内曲げモーメントが生じる。また、圧縮フランジ近くのウェブの曲率外側方向への面外変位の影響を受けて、曲げ荷重が小さい段階より圧縮フランジにねじりが生じる。また、橋軸方向直応力分布において、圧縮フランジ近くのウェブにおいて、曲げ荷重が小さい段階より応力欠損が生じる。このため、圧縮フランジの橋軸方向平均圧縮直応力が引張フランジの平均引張直応力より大きくなる。以上のように、曲線 I 形桁の圧縮フランジは、直線 I 桁に比較して座屈し易い状態にある。

ウェブを薄く出来る可能性が示唆されていること。また、曲線 I 形桁の場合、圧縮フランジは直線 I 桁に比較して座屈し易い状態にあること。以上の二点より、ウェブ高と断面積を一定とした曲線 I 形桁について、曲げに対して効率のよい断面を考える場合ウェブを薄く（ウェブ幅厚比を大きく）し、薄くした分フランジ断面積を大きくすることにより、また圧縮フランジを引張フランジより多少大きくすることにより曲げ耐荷力をより大きくすることが出来ると考えられる。本研究では、曲げ耐荷力が最大になる時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比とウェブ幅厚比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。また、総フランジウェブ断面積比 ($\beta = (A_{cf} + A_{tf}) / A_w$, 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(ウェブ高 $h = 120 \text{ cm}$ かつウェブ幅厚比 $\lambda = 152$)) を求める際のウェブ断面積 A_w は一定である。従って、総フランジウェブ断面積比が一定であれば、ウェブ幅厚比 λ を変化させても曲線 I 形桁の断面積は一定に保たれている。

3. 数値解析結果および考察 曲率半径 $R = 30 \text{ m}$ 、ウェブ形状比 $\alpha = 1.0$ 、総フランジウェブ断面積比 $\beta = 1.0$ 、フランジ固定間距離 $L = 6.0 \text{ m}$ 、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 $\eta_t = 16$ を有する曲線 I 形桁について、ウェブ幅厚比 λ 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。各ウェブ幅厚比 λ 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 M_u は最大値 M_u' を有することが解る。この曲げ耐荷力 M_u が最大になる時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β_{ct}' は、ウェブ幅厚比 λ が大きいほど小さい。ウェブ幅厚比 λ が 350 と大きい場合には最大曲げ耐荷力 M_u' は、圧縮フラン

ジー引張フランジ断面積比 β'_{ct} の値が1以下で生じている。また、各ウェブ幅厚比 λ についての最大耐荷力 M_u の値は、ウェブ幅厚比 λ が大きいほど大きい。しかし、最大耐荷力 M_u が生じた時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比の値 β'_{ct} より β_{ct} の値を大きくした場合の曲げ耐荷力 M_u の減少傾向は、ウェブ幅厚比 λ が大きいほど大きい。

曲率半径 $R=250\text{m}$ の場合について、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} との関係のウェブ幅厚比 λ による比較を図-2に示す。各ウェブ幅厚比 λ について、最大曲げ耐荷力 M_u が生じる時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} の値は、ウェブ幅厚比 λ が大きいほど小さく、曲率半径 $R=30\text{m}$ の場合と比較すると小さくなっている。また、ウェブ幅厚比 $\lambda=275$ 以上と大きい場合には最大曲げ耐荷力 M_u は、圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β_{ct} の値が1以下で生じている。最大耐荷力 M_u が生じる時の圧縮フランジ

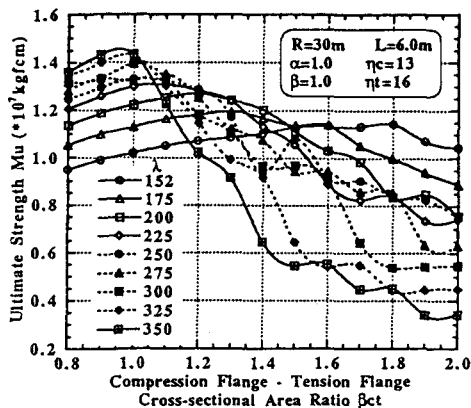


図-1 曲げ耐荷力と圧縮フランジ引張フランジ断面積比との関係のウェブ幅厚比による比較

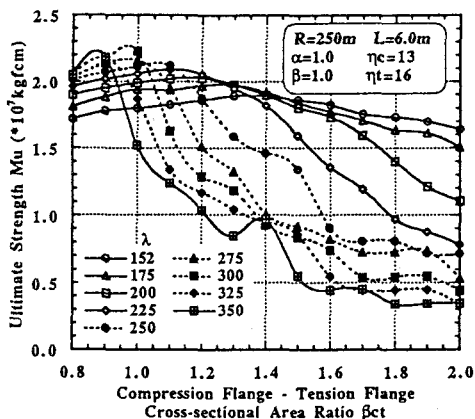


図-2 曲げ耐荷力と圧縮フランジ引張フランジ断面積比との関係のウェブ幅厚比による比較

引張フランジ断面積比 β'_{ct} より β_{ct} の値を大きくした場合の曲げ耐荷力 M_u の減少傾向は、曲率半径 $R=30\text{m}$ の場合より急激になっている。

ウェブ幅厚比 λ と曲げ耐荷力 M_u および圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} との関係を図-3に示す。実線はウェブ幅厚比 λ と圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} との関係を示し、破線はウェブ幅厚比 λ と曲げ耐荷力 M_u との関係を示している。曲げ耐荷力 M_u とウェブ幅厚比 λ との関係において、曲率半径 $R=60\text{m}$ 、 120m 、および 250m の各曲率半径について曲げ耐荷力 M_u の最大値 M_{umax} が得られる。この最大曲げ耐荷力 M_{umax} が生じる時のウェブ幅厚比 λ の値は、曲率半径 R が大きいほど小さい。また、各ウェブ幅厚比 λ における最大曲げ耐荷力 M_u が生じる時の圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} は、ウェブ幅厚比 λ が大きくなるほど小さくなる。また、ウェブ幅厚比 $\lambda \geq 300$ の場合、 β'_{ct} は1に非常に近いか1以下である。

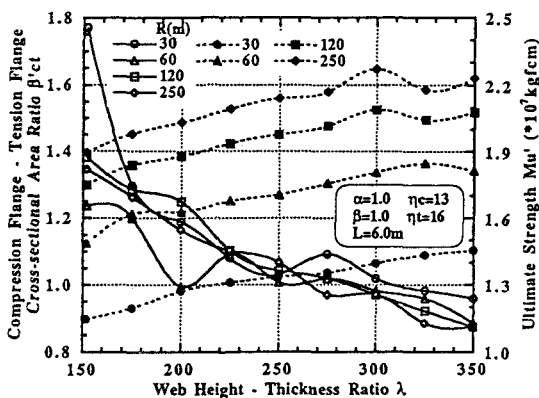


図-3 ウェブ幅厚比 λ と最大曲げ耐荷力 M_u および圧縮フランジ引張フランジ断面積比 β'_{ct} との関係