

I - A 239

薄肉腹板を有する鋼桁の座屈性能に関する実験

名城大学大学院

学生員

西口和宏

名城大学

フェロー

久保全弘

1. まえがき

これまでのプレートガーダーの研究から、断面変形や腹板座屈が曲げ耐力に与える影響は小さいことが示されているが、連続桁の中間支点付近のようにせん断力と負曲げを受け、一定の塑性回転容量が要求される場合には、薄肉腹板の影響を無視できないことが予想される。本実験は、先の研究¹⁾と同様に対称断面のほか、上下フランジの板幅を一定にし板厚を変えた一軸対称断面を用い、薄肉腹板で細長比を多様に变化させた場合の崩壊形、耐力と変形性能及び中間垂直補剛材の効果などについて検討する。

2. 実験内容

(1) 実験供試体

桁部材は鋼材 SS400（公称降伏点応力 $F_y=245\text{MPa}$ ）による 3 種類の溶接 I 形断面である。桁高 $d=300\text{mm}$ と腹板厚 $t_w=2.3\text{mm}$ を同一に選び、フランジ幅 $b_e=b_f=100\text{mm}$ を一定にして板厚 t_e 、 t_f を 4.5mm と 12mm に变化させた。図-1 に示すように、供試体はフランジ構成により、二軸対称断面 DS11（非対称度 $\rho=0.5$ ）及び一軸対称断面 MS11T（ $\rho=0.3$ ）、ML04T（ $\rho=0.7$ ）に分類できる。断面の幅厚比は、圧縮フランジが $b/t_e=11$ 、4 に対し、腹板が $h/t_w=127$ 、123 と大きい。単純桁のスパン長は、各シリーズとも $L=1.5$ 、 2.0 、 2.8m の 4 種類に変化させ、スパン中央の載荷点のみに垂直補剛材（ $t_b=4.5\text{mm}$ ）を両側配置した。

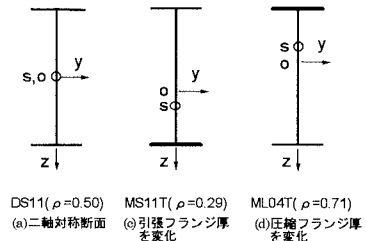


図-1 フランジ厚を変えた I 形断面

(2) 実験方法

実験装置には、ベアリング支承と水平移動型引張ジャッキを用いた。載荷実験は、両支点で面内曲げと横ねじれ変形を単純支持し、スパン中央断面の上フランジに集中荷重を作用させて行った。なお、支点上の局部座屈変形を防止するため、支点の左右 100mm の範囲の腹板に 6mm 鋼板を両側からあてて補強した。載荷中の桁のたわみ、及びひずみをスパン中央断面で測定したほか、両支点における回転角も求めた。

3. 実験結果

(1) 初期変形

初期変形は、ウェブの面外たわみ、上下フランジの鉛直及び水平曲がり測定した。各部材の最大値による平均値 m (変動係数 ω) は、部材長 L と腹板高 h の比を用いて表すと、下記ようになる。

(a) 圧縮フランジの初期曲がり：強軸 (y 軸) まわり $v_0=L/3997$ ($\omega=0.40$)、弱軸 (z 軸) まわり $u_0=L/4463$ ($\omega=0.42$)

(b) 腹板の初期たわみ： $\omega_0=h/571$ ($\omega=0.66$)

これらの平均値は、先の実験の腹板厚 $t_w=3.2\text{mm}$ の場合¹⁾と大差なく、道路橋示方書による製作精度の許容値 ($u_0=v_0 \leq L/1000$, $\omega_0 \leq h/250$) を満足している。

(2) 荷重-変形挙動

図-2 は、 $L=2.0\text{m}$ の桁における曲げモーメント-鉛直たわみ・回転角曲線を描いたものである。3 種類の断面形の桁とも弾性理論値に沿って挙動している。しかし、最大荷重後の降下域においてたわみと回転角曲線とを比べると相違がみられる。そして、耐力力は断面形によって異なり、圧縮フランジ厚を大きくした一軸対称断面、二軸対称断面

キーワード：溶接桁、I 形断面、薄肉腹板、座屈実験、耐力力

〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 TEL: 052-832-1151 FAX: 052-832-1178

面，引張フランジ厚を大きくした一軸対称断面の順で大きい。

（3）崩壊形

圧縮フランジ厚を大きくした ML04T-6 ($L=1.5\text{m}$) は腹板のせん断座屈により荷重点の両側の腹板パネルで崩壊し，斜張力場の変形がみられた。その他の桁は断面のねじれ角や圧縮フランジのひずみ測定の結果から，桁の耐力は横ねじれ座屈によって支配されたものと判断できる。

（4）横ねじれ座屈の発生モーメント

図-3 は，横ねじれ座屈モーメントと極限モーメントの比 M_{cr}/M_u を示す。下フランジ厚が大きい桁(MS11T シリーズ)が下方に位置しているが，ほとんどの桁が M_u の約 85% 以上で発生している。

（5）耐力

図-4 は，耐力 M_u/M_p と細長比 L/r_z の関係を示す。圧縮フランジ厚を大きくした桁 ML04T の耐力が一番大きい，腹板のせん断座屈に支配された $L/r_z=61$ の短い桁は低い耐力を示している。逆に引張りフランジ厚を大きくした MS11T は対称断面 DS11 よりも小さい。この結果を横軸に修正細長比をとって整理すると，図-5 のようになる。 $\bar{\lambda}_{b0}=1.1\sim 1.3$ の桁 MS11T を除いた実験値は，下限値相当曲線 ($\bar{\lambda}_{b0}=0.2, \alpha=0.5$) より上に位置している。

（6）回転容量

図-6 は，細長比 L/r_z と最大荷重時の回転容量 θ/θ_p の関係をプロットしたものである。

この図からも圧縮フランジ厚を大きくした断面形が優れていることがわかる。

4. あとがき

腹板の幅厚比が 130 程度の薄肉桁でも断面の局部座屈を考慮した横ねじれ耐力は，これまでの

研究と同様に Q-factor 法を用いて評価できる。ただし，短い桁では，腹板のせん断座屈や荷重集中点における局部座屈が関連し，その検討が重要となる。中間補剛材を付けた場合の実験結果については当日補足する。

参考文献

- 久保，北堀，杉山，八木：ノンコンパクトな一軸対称 I 形はりの横ねじれ座屈，土木学会論文集，No. 591/I-43, 1998.

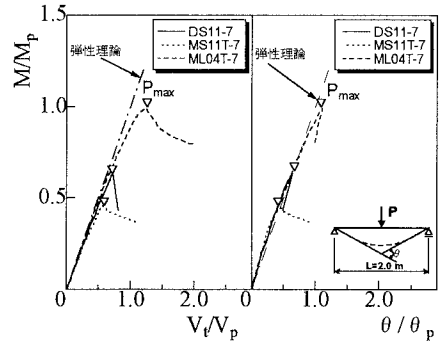


図-2 曲げモーメント-たわみ・回転角曲線

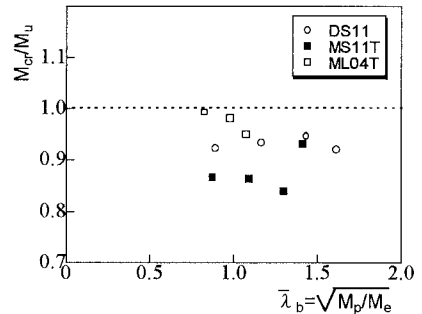


図-3 横ねじれ座屈の発生モーメント

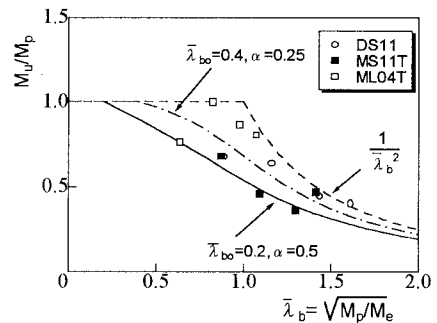


図-5 局部座屈を無視した耐力

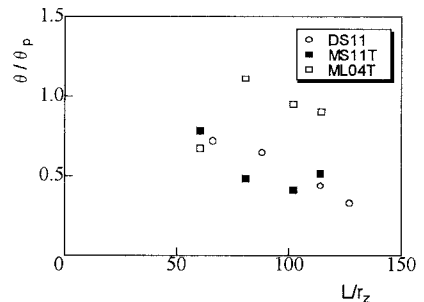


図-6 回転容量