

鋼桁の座屈性能に及ぼす薄肉腹板の影響

名城大学大学院 学生員 天野博之 名城大学大学院 学生員 白木祐次
中央コンサルタンツ(株) 西口和宏 名城大学 フェロ - 久保全弘

1. まえがき

断面の幅厚比が大きい薄肉鋼桁の座屈性能は、フランジや腹板の局部座屈と横ねじれ座屈の連成挙動によって支配される。これまでの研究¹⁾では、横ねじれ座屈性能に及ぼすフランジの影響を検討し、圧縮フランジを大きくした一軸対称 I 形断面が有効であるが、幅厚比を大きくとり過ぎるとフランジの局部座屈が関連し、その効果は限定されることを明らかにした。本研究では、先の実験より腹板の幅厚比をさらに大きく変化させた場合の崩壊形、耐荷力および変形性能などについて検討する。

2. 実験内容

(1) 実験供試体

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 $d=300\text{mm}$ に対し腹板厚 $t_w=2.3, 1.6\text{mm}$ の 2 種類を選び、フランジ幅 $b_c = b_t = 100\text{mm}$ を一定にして板厚 t_c, t_t を 4.5mm と 12mm に変化させた。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 $\alpha=0.5$) および一軸対称断面 MS11T ($\alpha=0.3$), ML04T ($\alpha=0.7$) に分類できる。断面の幅厚比は、圧縮フランジが $b/t_c = 11, 4$ に対し、腹板が $h/t_w = 127, 182$ と大きい。単純桁のスパン長は各断面シリーズとも $L=1.5, 2.0, 2.5, 2.8\text{m}$ 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 ($t_s=4.5\text{mm}$) を両側配置した。

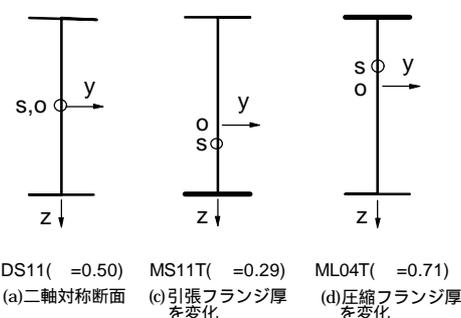
(2) 実験方法

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、支点上での局部座屈崩壊を防止するため、支点の左右 100mm の範囲を、 6mm 鋼板を腹板の両側からあてて補強した。載荷中の桁のたわみ、腹板の面外たわみ、および断面ひずみをスパン中央で測定したほか、両支点における回転角も測定した。

3. 実験結果

(1) 荷重 - 変形挙動

図 - 2 は、腹板厚を変えた $L=1.5\text{m}$ の桁における曲げモーメント - 鉛直たわみ曲線を描いたものである。 $t_w=2.3\text{mm}$ の 3 種類の断面桁は弾性理論値に沿って挙動し、最大荷重後の降下曲線が急である。これに対し、 $t_w=1.6\text{mm}$ の桁はせん断座屈変形のため弾性理論値より大きく変形しているが、最大荷重後の降下曲線が緩やかである。また、耐荷力は両腹板の桁とも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、引



DS11($\alpha=0.50$) MS11T($\alpha=0.29$) ML04T($\alpha=0.71$)
(a)二軸対称断面 (b)引張フランジ厚を変化 (c)圧縮フランジ厚を変化

図 - 1 フランジ厚を変えた I 形断面

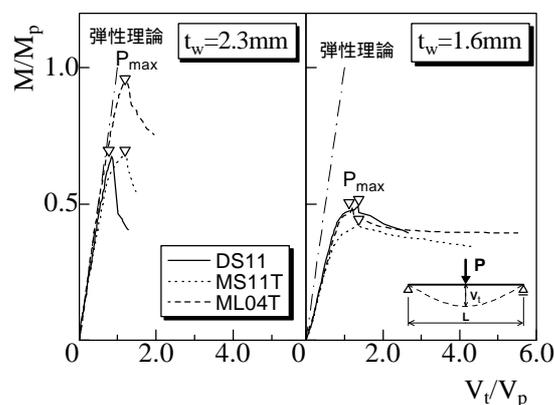


図 - 2 曲げモーメント - 鉛直たわみ曲線

張フランジ厚を大きくした一軸対称断面の順で大きいですが、薄肉腹板になるほど断面形による相違が顕著にみられない。図-3は、腹板厚を変えたL=1.5mの桁における曲げモーメント-回転角曲線を描いたものである。この図からも図-2と同様の性状がみられる。

(2) 崩壊形

崩壊形は断面形およびスパン長によって異なり、 $t_w=2.3\text{mm}$ の桁では圧縮フランジ厚を大きくしたML04T-6(L=1.5m)、 $t_w=1.6\text{mm}$ の桁では二軸対称断面のDS11(L=1.5m)、引張フランジ厚を大きくしたMS11T(L=1.5m)、圧縮フランジ厚を大きくしたML04T(L=1.5, 2.0m)は、それぞれ腹板のせん断座屈により崩壊し、載荷点の両側の腹板パネルに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、桁の耐荷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。

(3) 耐荷力

図-4は、腹板厚を3種類に変化させた場合の耐荷力 M_u/M_p と細長比 L/r_z の関係を示す。 $t_w=1.6\text{mm}$ では約 $L/r_z < 80$ の桁が腹板のせん断座屈によって支配され、耐荷力が低下している。また、腹板厚に関係なく圧縮フランジ厚を大きくした一軸対称断面のML04Tの耐荷力が一番大きいことがわかる。逆に引張フランジ厚を大きくしたMS11Tは二軸対称断面の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。 $t_w=1.6\text{mm}$ でせん断座屈崩壊した桁の実験値は、下限値相当曲線($\bar{b}_0=0.2, \beta=0.5$)により下に位置している。

(4) 回転容量

図-6は、細長比 L/r_z と最大荷重時の回転容量 ψ_p の関係プロットしたものである。この図からも腹板を薄くし過ぎるとせん断座屈が関係し、桁の細長比に相応した回転容量が確保できないことがわかる。

4. あとがき

集中荷重を受ける短い薄肉腹板桁では、腹板のせん断座屈に支配され、桁としての耐荷力や変形性能が低下することがわかった。腹板のせん断座屈と横ねじれ座屈の連成挙動についても今後検討する予定である。

【参考文献】

1) 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, 591/I-43, 1998.

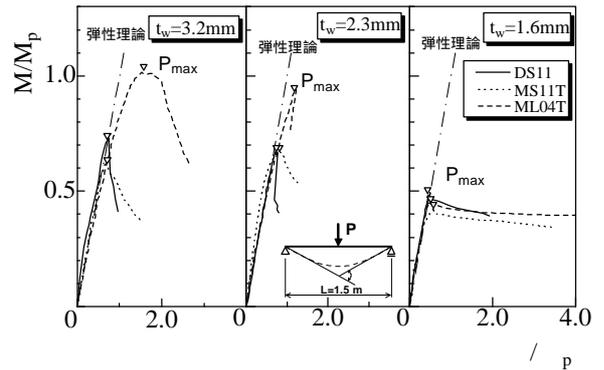


図-3 曲げモーメント-回転角曲線

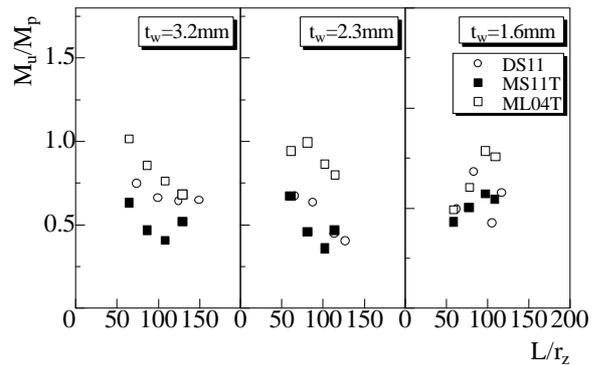


図-4 耐荷力と細長比の関係

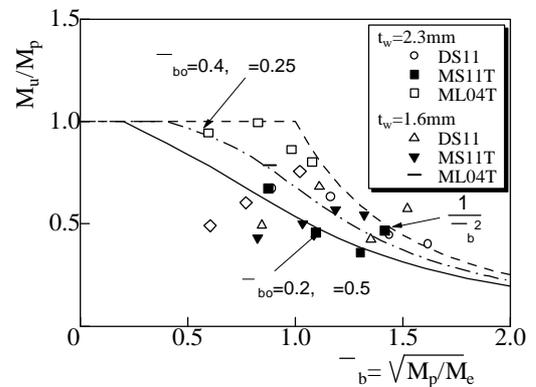


図-5 局部座屈を無視した耐荷力

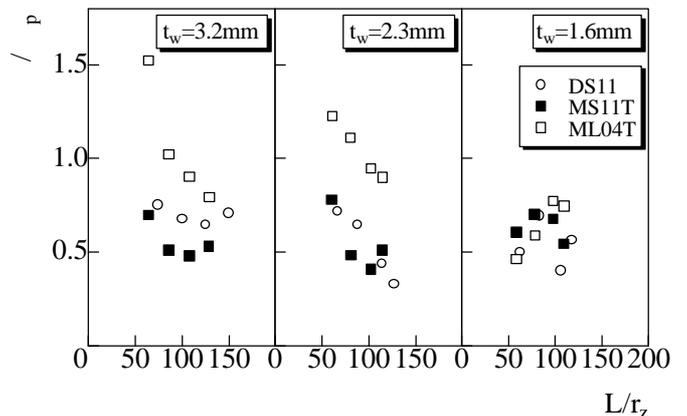


図-6 回転容量