

鋼薄肉腹板桁の面内曲げ性能

名城大学大学院 学生員 白木祐次
 名城大学大学院 学生員 天野博之

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

はりの曲げによる崩壊形式は、塑性曲げ、局部座屈および横ねじれ座屈の3種類であり、横方向に十分支持されたはりの強度は局部座屈によって支配され、部材の抵抗強度を定める場合の基本になる。本研究では、薄肉腹板を有する溶接I形はりを対象に腹板の幅厚比を127,182の2種類に変えた場合の対称断面および非対称断面はりの純曲げによる崩壊形、耐荷力、変形性能、面内極限強度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(公称降伏応力 $F_y=245\text{Mpa}$)による3種類の溶接I形断面である。はり高 $d=300\text{mm}$ とフランジ幅 $b_c, b_t=100\text{mm}$ を一定にし、腹板厚を $t_w=2.3, 1.6\text{mm}$ の2種類を選び、フランジの厚さのみを $t_c, t_f=4.5, 12\text{mm}$ に変化させた。供試体は、図-1に示すように、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MS11($\alpha=0.3$)、ML04($\alpha=0.7$)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。単純はりのスパン長は、2点荷重するために全長 $L=1.6\text{m}$ (両側のせん断区間 $L_s=600\text{mm}$, 中央の純曲げ区間 $L_0=400\text{mm}$)とした。純曲げ区間における弱軸まわりの細長比を $L_0/r_z < 20$ に制限し、せん断区間はI形断面の両側に2.3mmのカバープレートをあてて箱形断面にすることにより、せん断座屈と横ねじれ座屈の発生を防止した。

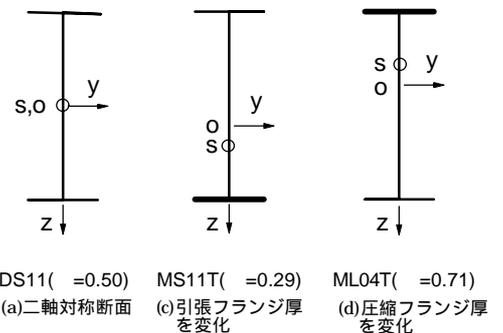


図-1 フランジ厚を変化させた断面形

(2) 実験方法

実験は、供試体の両端をローラー支承(鋼棒 $\phi=50\text{mm}$)にのせて面内曲げに対し単純支持条件のもとで行った。荷重は油圧ジャッキ(容量1000kN, ストローク300mm)を用いて行い、荷重はり(H-155 \times 500mm)を介して2点集中荷重に等分配しスパン中央区間に純曲げを作用させた。荷重中の桁のたわみ、腹板上部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. 実験結果と考察

(1) 荷重 - 変形挙動

図-2は2種類の腹板厚についての曲げモーメント - 鉛直たわみ曲線を、全塑性モーメント M_p の無次元量を用いて描いたものである。各はりとも $M_u/M_p=0.65$ 程度まで弾性理論に沿って弾性挙動を示した後、断面形によって異なる非弾性挙動を示している。耐荷力は両腹板厚ともML04TB, DS11B, MS11TBの順で大きく、圧縮フランジ厚を大きくしたML04TBは塑性曲げを生じ荷重低下がみられなかった。腹板厚 $t_w=1.6\text{mm}$ の方が断面形による相違が顕著にみられる。

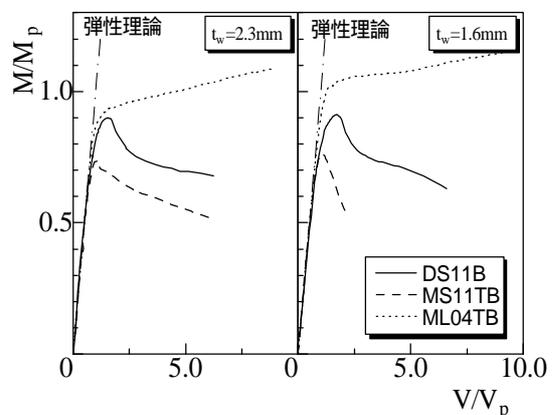


図-2 曲げモーメント - 鉛直たわみ曲線

図 - 3 は 2 種類の腹板厚について曲げモーメント - 回転角曲線を描いたものである。この図からも図 - 2 と同様な性状が認められる。

図 - 4 は、中央断面の上フランジからはり高 $d/5=60\text{mm}$ で測定した腹板の面外たわみ w を描いたものである。ML04TB では M_p 付近まで腹板上部がたわまず t_w の 0.5 倍の範囲内に变形がおさまっている。逆に MS11TB では、荷重の増加とともに腹板上部の面外たわみが増加し、最大荷重時で t_w の 2~3 倍に達している。二軸対称断面の DS11B では両腹板とも t_w の 2 倍である。

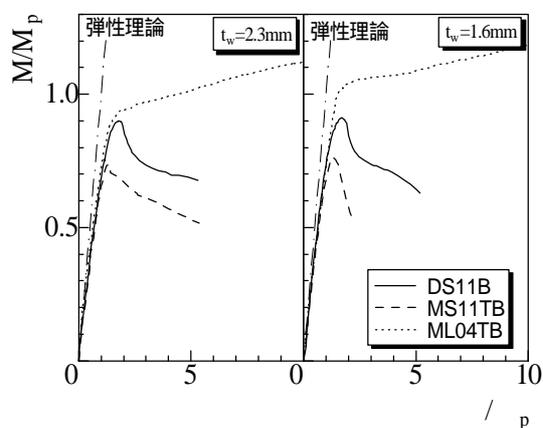


図 - 3 曲げモーメント - 回転角曲線

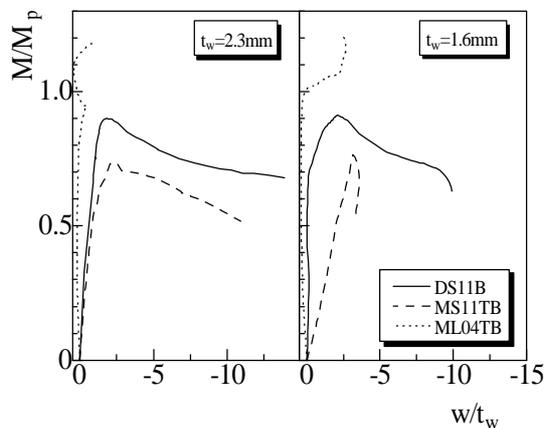


図 - 4 曲げモーメント - 腹板の面外たわみ曲線

(2) 崩壊形

圧縮フランジ厚を大きくした ML04TB は断面の局部座屈が起こらず、塑性曲げによって崩壊した。また DS11TB および MS11TB では中央断面で腹板の面外変形を伴った圧縮フランジのねじれ座屈で崩壊した。

(3) 面内極限強度

図 - 5 は、I 形はりの面内極限強度 (M_p ベース) を描いたものである。各断面形とも腹板厚が薄く断面の等価幅厚比 s が大きい方 ($t_w=1.6\text{mm}$) が、若干高い極限強度 M_u/M_p を示している。また、 $t_w=2.3\text{mm}$ の MS11TB を除き面内強度の平均値曲線¹⁾より上側にプロットされており安全側に評価されていることがわかる。

(4) 回転容量

最大荷重時の回転容量と等価幅厚比の関係を図 - 6 に示す。ML04TB では $\theta/p > 10$ が得られ塑性回転容量が大きい。他の 2 種類の断面形では $\theta/p < 2$ と小さい。また、耐荷力とは逆に、等価幅厚比 s が大きい断面が若干小さい。

4. あとがき

腹板の幅厚比が 180 程度でも、圧縮フランジ厚を大きくした一軸対称断面では純曲げによる全塑性曲げの抵抗強度が得られた。面内強度の評価式の詳細な検討には、非対称断面桁の実験がさらに必要と思われる。

【参考文献】

- 1) 久保, 小川: 薄肉腹板はりの極限強度の簡単な評価法, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.37A, pp.145-154, 1991.

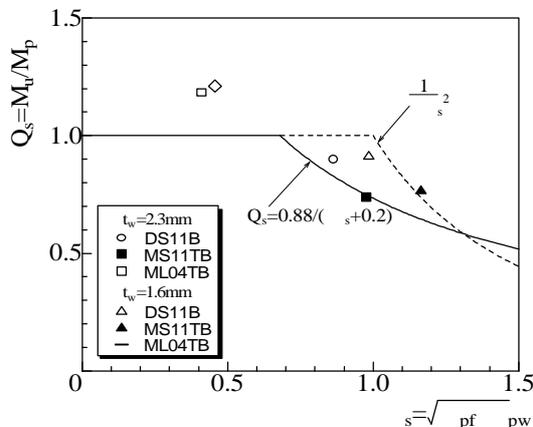


図 - 5 I 形はりの面内極限強度 (M_p ベース)

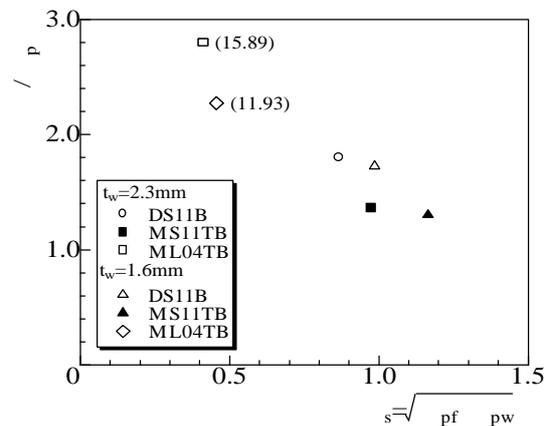


図 - 6 回転容量