

名古屋大学工学部 正員 福本 啓士
 名城大学理工学部 正員 久保 全弘

まえがき

先に発表した文献²⁾では水平補剛板を1本もつプレートガーダーが面外変形をとまうときの曲げ耐力をけたの横倒れ屈曲強度を基本にして求めたが、ここでは水平補剛板をもつけたの曲げ耐力に対して、つぎのような観点にたって研究を行なった。

- (1) けたの横倒れ屈曲強度に対する水平補剛板の強度としての貢献度を積極的に評価する。
- (2) けたのフランジ、補剛板に含まれる残留応力分布、初期変形がけたの横倒れ耐力におよぼす効果について評価する。崩壊にいたるまでの荷重と断面の変形についての実験値と計算値との比較を行なう。
- (3) 水平補剛板の曲げ剛比 $\gamma = 0, 2\%, 5\%$ の供試体を用いて、上下不等フランジをもつプレートガーダー(腹板の幅厚比 $\beta = 306$)の曲げ耐力実験²⁾と各種参考荷重との比較検討を行なう。
- (4) 水平補剛板をもつプレートガーダーの曲げ耐力に関する基本強度式の算定などである。

曲げ耐力の理論

初期変形をもつプレートガーダーの曲げによる面外変形ならびに曲げ耐力について考察するものであり、固有値問題としての横倒れ屈曲強度との比較を行なっている。水平補剛板のないけたでは図-1(a)に示すように圧縮側フランジと腹板の一部からなるT形断面柱を、また1本の水平補剛板をもつけたでは図-1(b)のように圧縮側フランジと水平補剛板ととの間にはさまれた腹板からなる断面をもつ柱をとりだし、これらの柱が初期変形と残留応力をもつ柱の中心圧縮による耐力として求めた。初期変形はけたの圧縮側フランジの初期水平変位によって代表させ、その形状を正弦波形と仮定し、柱の中央断面で最大値 u_0 になるようにした。数値計算は柱の枚数を20等分して、この分割要素の変位曲線を円弧と仮定し、断面に存在する残留応力を考慮した曲げモーメント-曲率-軸力関係をもとに数値積分法によって行なった。また、図-1に示すように圧縮側腹板の欠損部を無視した有効断面に関して曲げ応力分布を仮定すると、断面に生ずる圧縮合力と引張合力の作用点間距離 h_a を定めることができる。このようにして、柱としての最高強度 P_a が求めれば、けたの曲げ耐力は $M_a = P_a h_a$ によって求めることができる。

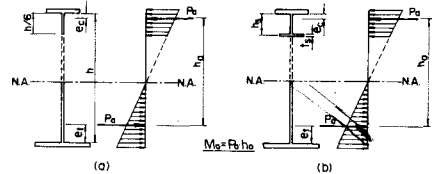


図-1

荷重-変形曲線

図-2,3は供試体のスパン中央断面における圧縮側フランジの水平変位 u 、鉛直変位 v と作用モーメント M との関係を示したものである。水平変位 u は圧縮側フランジの水平曲げによる変曲(スパンの1/4長)からの相対変位によって表わしてある。図中 v に対する一実線は弾性たわみ曲線 $v = ML^2/8EI_x$ を表わしており、また実線は図-4,5に示した残留応力分布(B)を考慮した非弾性面内たわみである。実測による $M-v$ 曲線が面内たわみ曲線から離れてくるのは、載荷とともにけたが面外変形していることを表わしている。

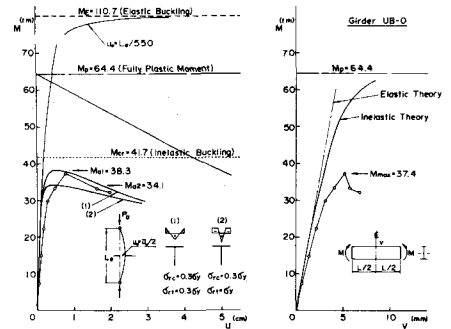


図-2

図-2,3の左側の $M-u$ 曲線に対する弾性曲線は u_0 の実測値を用いて $u = u_0 / (M/E - 1)$ によって求めた¹⁾。弾塑性曲線(1),(2)は圧縮側フランジ部を柱とみなした非弾性解析から求めてあり、図中に示す u_0 の実測値と残留応力分

(1),(2)を用いた。また、 M_{cr} は図-4,5に示した残留応力分布(B)を考慮して求めた非弾性横倒れ座屈強度である。縦軸の M_p から斜右に降下する曲線はけたの全塑性モーメント M_p における圧縮側応力部を柱とみなした場合には、スパン中央断面で軸力と曲げモーメントの降伏条件を満足するものとして求めた曲線でありM-U関係の上限を与えていることがわかる。実験によってえられたM-U曲線は図示した各参考曲線によってよく説明されている。

横倒れをともなうけたの最高強度

図-4,5は水平補剛材をもたないけた($\delta=0, \gamma=0$)ともつけた($\delta=0.1, \gamma=100$)の横倒れ最高強度曲線を示したものである。縦軸に $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}, \frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y}$ あるいは $\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y}$ をとリ、横軸に $\lambda = L_e/r / (L_e/r)_{elastic}$ をとっている。ここに、 $\bar{\sigma}_x = M_x / W_{co}$, $\bar{\sigma}_{cr} = M_{cr} / W_{co}$, $W_{co} =$ 水平補剛材のない場合の圧縮側断面係数である。断面2次半径 r は座屈強度曲線に対してはけた全体の $r_g = \sqrt{I_y/A}$ を、最高強度曲線(1),(2)に対しては図-1に示した有効圧縮断面の弱軸に関する断面2次半径を用いた。図中の一実線と二点鎖線は残留応力分布(A),(B)を考慮して求めた弾塑性横倒れ座屈強度である。最高強度曲線(1),(2)は残留応力分布(1),(2)および初期変形 $u_0 = L_e/1000, L_e/500$ について与えてある。また、図-5のCEACM(IV)曲線はヨーロッパ鋼構造協会連合が提案している溶接工形鋼の弱軸に関する耐荷力曲線である。これらの図から、残留応力と初期変形かけたの最高強度に与える影響をみる事ができる。

図-6は横倒れ耐荷力の実験値 M_{max} と $M_y = \bar{\sigma}_y W_{co}$ によって無次元化してプロットしたものである。 $\bar{\sigma}_y$ はフランジ板の降伏応力 $\bar{\sigma}_y = 3508 \text{ kg/cm}^2$ を用いた。図中には文献(3)による水平補剛材をもたないプレートガーター(腹板の幅厚比 $\beta = 133.166$)の実験値も記入してある。図中の一実線は文献(3)で提案している非弾性横倒れ座屈強度式である。また、図-4,5の $u_0 = L_e/1000$, 残留応力分布(1)の場合の最高強度曲線も示してある。この2本の曲線の差は $\delta=0.1, \gamma=100$ なる水平補剛材による強度の向上を表わしている。この図から、各供試体の初期変形量と最高強度との相関関係をみる事ができる。

参考文献

- 1) Nylander, H. "Effect of Initial Deformations on Dimensioning with Regard to Lateral Buckling," The Royal Institute of Technology Bulletin No.75, Stockholm, 1968.
- 2) 福本・久保: 水平補剛材をもつプレートガーターの横倒れ座屈強度, 土木学会第27回年次講演概要集, 昭和47年10月.
- 3) 福本・藤原・渡辺: 溶接工形部材の横倒れ座屈に関する実験的研究, 土木学会論文報告集, 第189号, 昭和46年.

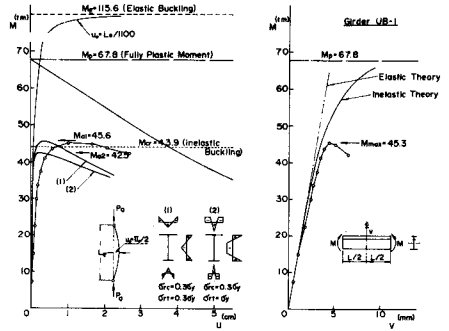


図-3

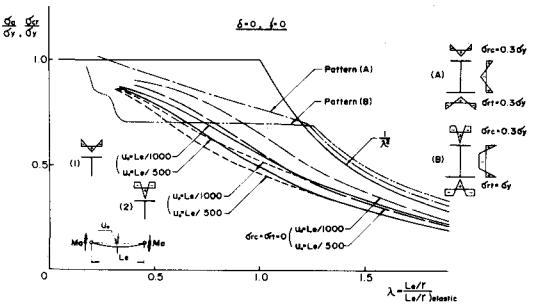


図-4

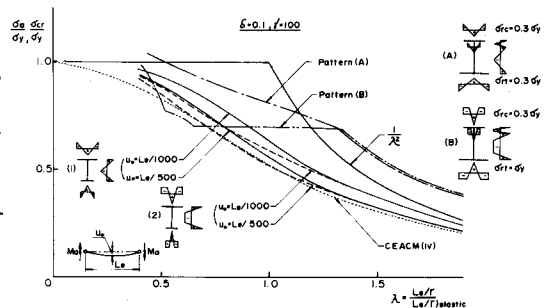


図-5

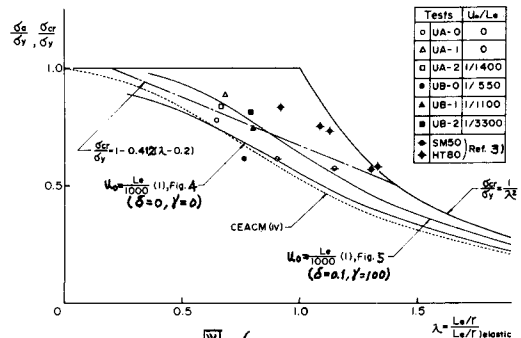


図-6