

I-46

フランジ局部座屈後の変形状
に関する一考察

立命館大学大学院 学生員 浦 克弘
立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1. はじめに

オートストレス設計法(Autostress Design Procedure: ASD法)の中に用いられている有効塑性モーメント M_o は、AISCの塑性設計基準の幅厚比制限値よりも大きな幅厚比を有する断面に対して適用される便宜上の塑性モーメントである。AASHTOのGuide Spec.¹⁾では、連続ばりの中間支点上断面がこの有効塑性モーメントをもってれば、オートストレス設計に必要な回転容量は十分に確保されるとしている。この判断は経験によるものである。

予め、設計断面に対する曲げモーメント-回転角曲線の履歴のすべて(フランジ局部座屈後の挙動も含む)が予測可能であれば、連続ばりの中間支点上の実際の塑性回転容量を推定することができ、中間支点上の回転容量に対して、より明確な安全性を確保することができる。本研究は、H形断面ばりのフランジ局部座屈後の塑性変形状を推定し、はりの曲げモーメント-回転角の予測曲線について考察を加えたものである。

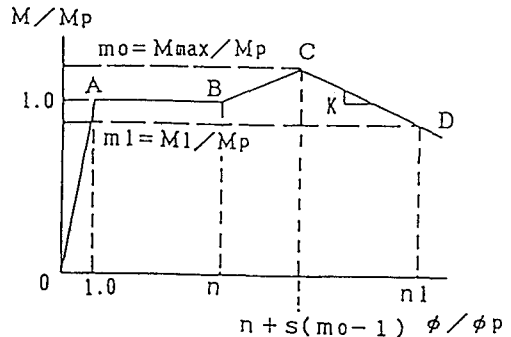


Fig.1 仮定曲げモーメント-曲率曲線

2. 曲げモーメント-曲率曲線

計算に用いた仮定曲げモーメント-曲率曲線はFig.1に示すようにOA, AB, BC, CDの4本の直線を仮定した。各直線式は式(1)のようになる。

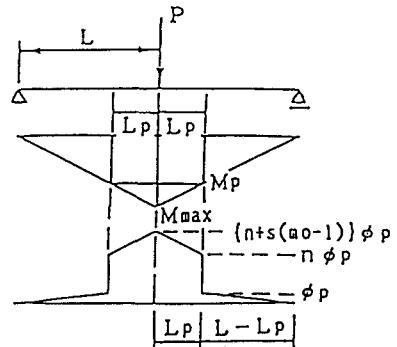
$$\begin{aligned} M/M_p &= \phi / \phi_p \quad (0 \leq \phi / \phi_p \leq 1.0) \quad (OA) \\ M/M_p &= 1.0 \quad (1.0 < \phi / \phi_p \leq n) \quad (AB) \\ M/M_p &= 1.0 + (\phi / \phi_p - n) / s \quad (n < \phi / \phi_p \leq n + s(mo - 1)) \quad (BC) \\ M/M_p &= mo + k \{ n + s(mo - 1) - \phi / \phi_p \} \quad (n + s(mo - 1) < \phi / \phi_p) \quad (CD) \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 $\phi_p = 2 \varepsilon_y / D$ (D =全けた高)、 $\phi_o = f \times \phi_p$ (f =形状係数)、 $\lambda = \varepsilon_{st} / \varepsilon_y$ (ε_y =降伏ひずみ、 ε_{st} =ひずみ硬化開始ひずみ)、 $n = \lambda / f$ 、 $s = E / E_{st}$ (E =ヤング係数、 E_{st} =ひずみ硬化係数)、 $mo = M_{max} / M_p$ 、 k =ひずみ軟化領域における勾配。

mo は、Fig.2に示すようにはりの塑性域長 L_p が得られると次式 $mo = 1 / (1 - L_p / L)$ より求めることができる。ここに $lp = L_p / L$ は式(2)²⁾より得られる。

$lp = L_p / L = 1.42 \times (b \times t_f / t_w) \times (A_w / A_f)^{1/4} / L \quad \dots (2)$
したがって、塑性域に入ってから最大モーメント M_{max} までの回転容量 R_m (Fig.4)は、Fig.2を用いて次式のようになる。

$$R_m = \{ (2n-1)(1-lp) + s \times lp \} \times lp / (1-lp) \quad \dots (3)$$

Fig.2 最大曲げモーメント時のM- ϕ 関係

また、H形断面ばりの最大曲げモーメント後の曲げモーメント-曲率関係はFig.3のように表すことができる。これを用いて塑性域に入ってからひずみ軟化域で $M=M_p$ となる点までの回転容量 R_p (Fig.4)は、次式のように求められる。

$$R_p = R_m + lp(lp-1)/k + lp/\{k(1-lp)\} \dots (4)$$

3. 実験結果との比較

Fig.5は縦軸に曲げモーメント(M/M_p)、横軸に回転角(θ/θ_p , $\theta_p = \phi_p \times L$, $\phi_p = \phi_y \times f$, f =形状係数)をとり、試験桁³⁾(Aタイプ $D/tw=35$; $b/tf=(14, 16, 18)$ (A-1, A-2, A-3), Bタイプ $D/tw=45$; $b/tf=(14, 16, 18)$ (B-1, B-2, B-3))の曲げモーメント-回転角曲線と、その予測曲線を示したものである。Aタイプ試験桁に対する予測曲線は式(4)の k の値を $k=1/50$, Bタイプ試験桁に対しては $k=1/30$ として求めたものである。Aタイプは、A-3を除いてほぼ実測 $M-\theta$ 曲線の履歴を予測しているといえる。Bタイプは、回転容量に対してB-1が安全側、B-3が危険側の予測曲線となっている。また、Aタイプ、Bタイプともに最大モーメントに達した後の曲げモーメント-回転角曲線の履歴の傾きは、今回用いたフランジ幅厚比の範囲内においては実験値及び計算値ともにほぼ一緒になっているといえる。

4. あとがき

H形断面ばりのフランジ局部座屈後の曲げモーメント-曲率関係に一つの仮定を設け、曲げモーメント-回転角の予測曲線を作成することを試みた。また、今回は比較的厚肉断面を対象としたが、今後、厚肉断面と薄肉断面の中間断面のばりについての検討も行う予定である。なお、供試体の製作にあたって、富士車輛(株)滋賀工場には多大なる御協力を得た。ここに深謝する次第である。

参考文献

1) AASHTO (1986年): 鋼梁橋のための代用荷重係数設計法に関するガイド示方書 2) Lay, M.G., and Galambos, T.V., "Inelastic Beams Under Moment Gradient," Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 93, No. ST1, Feb., 1967, pp381~399. 3) 浦 克弘・伊藤 満: 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, 1993年5月

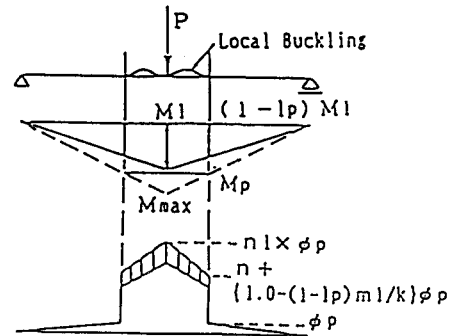


Fig.3 最大曲げモーメント後の $M-\phi$ 曲線

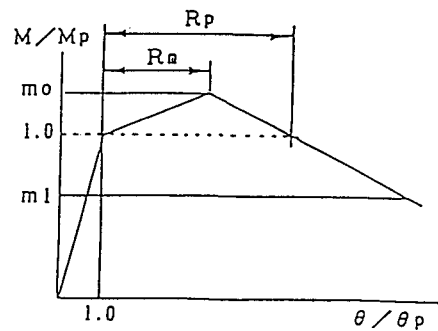


Fig.4 曲げモーメント-回転角曲線

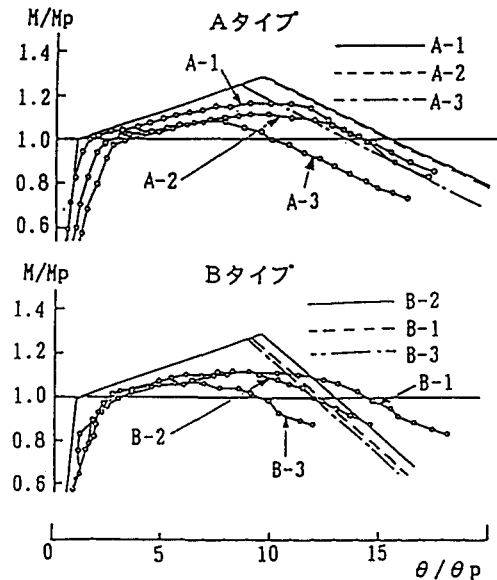


Fig.5 実験 $M-\theta$ 曲線