

I-44

非対称断面ばりの座屈後予測 $M-\theta p$ 曲線

立命館大学大学院 学生会員 竹内成行
 富士車輛(株) 正会員 上平 哲
 立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1. はじめに

AASHTOのGuide Spec.¹⁾に取り入れられたオートストレス設計法は、荷重係数設計法の代替設計法として開発された。オートストレス設計法は、超過荷重時の設計において連続ばりの中間支点上に小さな塑性回転を認めており、さらに最大荷重時の設計において中間支点上断面は十分な塑性回転容量を持つことが要求されている。

本来、オートストレス設計法は合成桁断面を対象に開発された設計法である。通常、圧延H形鋼を用いた連続ばりの中間支点上断面は、鉄筋と一部の鋼桁のみによって抵抗モーメントを受けるため、鉄筋量の分だけ中立軸が上昇する。したがって、本実験も合成桁の中間支点上断面を想定して、鉄筋量を上フランジ内に含めた非対称断面として実験を行った。本研究は、非対称断面ばりのフランジ局部座屈後の曲げモーメント-塑性回転角($M-\theta p$)曲線を実験で求め、これを予測する曲線を作成することを目的とする。

2. 予測 $M-\theta p$ 曲線

$M-\theta p$ 曲線における塑性回転容量 R は、断面寸法、鋼材特性、横補剛間隔、及びモーメント勾配などによって影響される。今回の実験に用いた供試体は、鋼材特性、横補剛間隔、及びモーメント勾配をほぼ一定とした。そのため、予測 $M-\theta p$ 曲線は、断面寸法(フランジ幅厚比 b_{fc}/t_{fc} 、ウェブ幅厚比 $2D_{wcp}/t_w$ または D_w/t_w)をパラメーターとし、実験結果に基づいて導いた。

図-1に示すように予測 $M-\theta p$ 曲線を次のように仮定した。最初に、原点より塑性モーメント M_p までは弾性的に直線と仮定し、塑性モーメント M_p に達した回転角 θp より先は、一定の塑性モーメント M_p のもとに回転角 θ が増大するものとする。そして、回転角 θ が実験結果に基づいて導いた式から求めた n に達した時にモーメントの降下が始まると仮定する。以上により、予測 $M-\theta p$ 曲線を次式で提案する。

$$\begin{cases} M/M_p = \theta/\theta p & (0 \leq \theta/\theta p \leq 1) \\ M/M_p = 1 & (1 < \theta/\theta p \leq n) \\ M/M_p = \kappa(\theta/\theta p - n) + 1 & (n < \theta/\theta p) \end{cases}$$

$$\kappa = -0.07$$

非対称断面に対して、

$$n = \left(\frac{t_{fc}}{b_{fc}} \right) \times 10^2 - \frac{1}{4} \left(\frac{2D_{wcp}}{t_w} - 50 \right)$$

対称断面に対して、

$$n = \left(\frac{t_{fc}}{b_{fc}} \right) \times 10^2 - \frac{1}{4} \left(\frac{D_w}{t_w} - 50 \right)$$

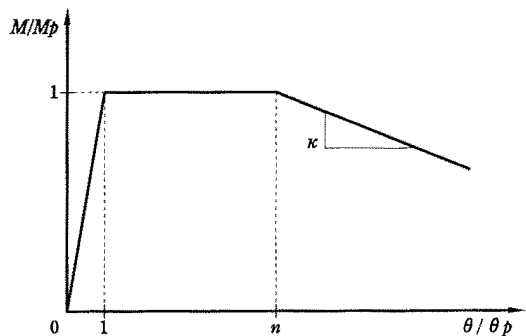


図-1 予測 $M-\theta p$ 曲線

ここに、 b_{fc} :圧縮側フランジ幅、 t_{fc} :圧縮側フランジ厚、 D_w :ウェブ高、 t_w :ウェブ厚、 D_{wcp} :全断面塑性時の圧縮ウェブ深さとする。なお、 $\kappa = -0.07$ は参考文献²⁾を参照にした。

3. 実験結果との比較

図-2は実験結果及び参考文献データから得られた $M-\theta p$ 曲線とその予測 $M-\theta p$ 曲線を比較したものである。供試体のフランジ、ウェブ幅厚比は表-1に示す。予測 $M-\theta p$ 曲線は、A, B供試体、前回の対称断面の供試体において、実験結果から得た $M-\theta p$ 曲線との間に多少の差はあるが安全側の予測となっている。

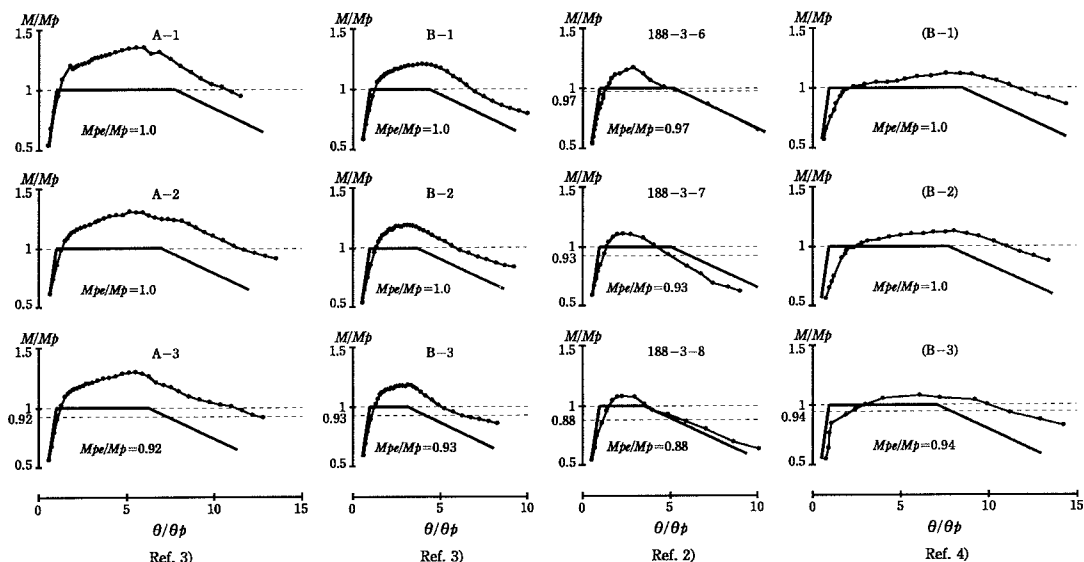


図-2 $M-\theta$ 曲線と予測 $M-\theta$ 曲線

予測 $M-\theta$ 曲線により得られた有効塑性モーメント M_{pe} 時の塑性回転容量 R に対する評価を試みる方法として、図-3において横軸に予測 $M-\theta$ 曲線から得られた計算値 R 、縦軸に実験結果から得られた実験値 R を示した。図-3に描かれている直線は実験値 R = 計算値 R を表す線であり、プロットした点はほとんどその直線の上側に位置し、安全側の値をとっていることが分かる。以上から、今回導いた予測 $M-\theta$ 曲線は、今回適用した幅厚比内において、実験結果から得た $M-\theta$ 曲線の履歴をほぼ近似的に与えており、塑性回転容量 R を予測する一手法として有効であると思われる。

4. あとがき

今回は、非対称断面における $M-\theta$ 曲線を実験から求め、これに基づいて予測 $M-\theta$ 曲線を作成した。今回導いた予測 $M-\theta$ 曲線は、実験結果から得た $M-\theta$ 曲線の履歴にほぼ近似していることを示した。今後は、理論解析により予測 $M-\theta$ 曲線を作成していく予定である。

〈参考文献〉

- 1) AASHTO : " Guide Specifications for Alternate Load Factor Design Procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Sections ", 1986
- 2) Mitsuru Ito and T.V.Galambos : " Minimum-Weight Design of Continuous Composite Girders ", Journal of the Structural Division Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 119, No.4, P.1297-1311, April, 1993

3) 竹内成行, 上平 哲, 伊藤 満 : " 非対称断面ばりの塑性回転容量に関する実験的研究 ", 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, 平成7年5月

4) 浦 克弘 : " フランジ局部座屈後の変形状に関する実験的研究 ", 立命館大学修士論文, 平成6年2月

表-1 供試体幅厚比

Ref.	供試体	$b_f c / t_f c$	$2D_w c p / t_w$
3)	A-1	14	46.63
	A-2	16	46.63
	A-3	18	46.63
	B-1	14	60
	B-2	16	60
	B-3	18	60

Ref.	供試体	$b_f c / t_f c$	$2D_w c p / t_w$
2)	188-3-6	13.86	58.2
	188-3-7	12	63
	188-3-8	14.58	63.3

Ref.	供試体	$b_f c / t_f c$	D_w / t_w
4)	(B-1)	14	45
	(B-2)	16	45
	(B-3)	18	45

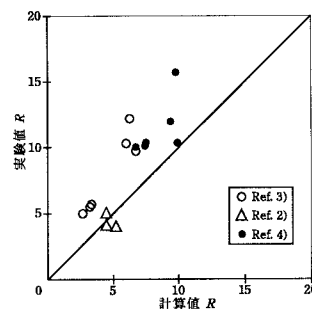


図-3 塑性回転容量