

立命館大学大学院 学生会員 ○野阪 克義
 富士車輛(株) 正会員 上平 哲
 富士車輛(株) 正会員 山崎 栄一
 立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1.はじめに

AASHTOの代替荷重係数設計法¹⁾(オートストレス設計法)は、連続ばりの中間支点上に塑性ヒンジの形成を認めているので、支点上断面は十分な塑性回転容量をもつことが要求される。もし設計された断面の曲げモーメント-塑性回転角曲線の履歴が予め把握されていると、塑性ヒンジに必要な回転容量をその曲線から直接求めることができ、最大設計荷重時の設計に対する安全性がより明確なものとなる。

本研究は、オートストレス設計を用いた最小重量設計を行い、その中から実際の設計に用いられる断面寸法を導き出し、これらの断面を有する試験桁の静的曲げ試験を行った。そして、実験結果に基づきオートストレス設計断面にとって実用的な曲げモーメント-塑性回転角曲線を作成することを目的としたものである。

2.実験概要

供試体断面は最小重量オートストレス設計を行って得られた断面の幅厚比を参考にして決定した。オートストレス設計により得られた断面は、圧縮フランジがAASHTOの幅厚比制限値の75%以内、ウェブが幅厚比制限値に近いものとなった。このため、供試体の製作に使用する鋼材(SM490)

の降伏応力から、圧縮フランジの幅厚比を $bfc/tfc=12,14$ の2種類、ウェブの幅厚比を $Dw/tw=75,80,85$ の3種類とし、合計6体の供試体を製作した。

また、梁の回転容量に影響を与える要因としては断面寸法の他、鋼材特性、モーメント分布、補剛材間隔などがあげられるが、今回の実験においては、断面寸法の回転容量に与える影響を明確にするために、他の要因については同じ条件を与えることにした。即ち、鋼材はSM490を使用し、中央集中荷重のモーメント分布を有する。補剛材間隔についてはどの供試体もAASHTOのGuideSpec.に規定される制限値の約60%となるように選んだ。図-1、表-1に供試体の概略図及び製作寸法値を示す。

実験時における回転角 θ の測定には、供試体の両端に等辺山形鋼を取り付け、ダイヤルゲージと変位計を設置し、その変位差により求めた。また、供試体の耐力低下の原因である局部座屈の様子を知るため、載荷位置から理論局部座屈波長 $L_{opt}^{2)}$ の範囲内の圧縮フランジに歪みゲージを貼りつけた。

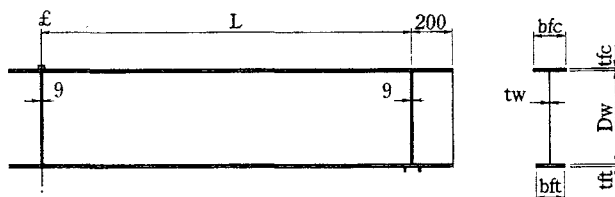


図-1 供試体概略図

表-1 供試体製作寸法値

供試体	L (mm)	bfc (mm)	tfc (mm)	Dw (mm)	tw (mm)	bft (mm)	tft (mm)
A-1	1800	156	13	450	6	136	13
A-2	2000	156	13	480	6	134	13
A-3	2300	156	13	510	6	132	13
B-1	2000	182	13	450	6	162	13
B-2	2300	182	13	480	6	160	13
B-3	2600	182	13	510	6	158	13

供試体	bfc/tfc	Dw/tw	Dwcp/Dw	Lb (mm)	Lb/r
A-1	12	75	0.45	800	25
A-2	12	80	0.45	800	25
A-3	12	85	0.45	800	26
B-1	14	75	0.45	1000	25
B-2	14	80	0.45	1000	26
B-3	14	85	0.45	1000	26

3.実験結果と予測曲線

最小重量オートストレス設計を行った場合、連続ばりの中間支点上圧縮フランジの幅厚比 bfc/tfc はほぼ12から14の間にある。また、腹板の幅厚比 Dw/tw を一定とした場合、これくらいの bfc/tfc の範囲内では、曲げモーメント一回転角曲線の履歴にそれほど差を生じていない(図-2)。したがって、曲げモーメント一回転角曲線の実用曲線を作成するに当たり、パラメーターはウェブ幅厚比(D/tw)のみにとどめた。実用的曲げモーメント一回転角曲線を3つの直線(弾性域、ひずみ硬化域、ひずみ軟化域)で仮定し、各々の直線の式を以下のように提案する。

$$\begin{cases} \frac{M}{M_p} = \frac{\theta}{\theta_p} & \left(0 \leq \frac{\theta}{\theta_p} \leq 1 \right) \\ \frac{M}{M_p} = k_1 \left(\frac{\theta}{\theta_p} - 1 \right) + 1 & \left(1 < \frac{\theta}{\theta_p} \leq n \right) \\ \frac{M}{M_p} = -k_2 \left(\frac{\theta}{\theta_p} - n \right) + k_1(n-1) + 1 & \left(n < \frac{\theta}{\theta_p} \right) \end{cases}$$

上式において、 $k_1=0.06$, $n=-0.07 \times (D/tw) + 9$, $k_2=8 \times 10^{-6} \times (D/tw)^2 + 0.04$ である。 k_1, k_2 はそれぞれひずみ硬化域、ひずみ軟化域における曲げモーメント一回転角曲線の傾きを表しており、 n は予測曲線における最大荷重時の θ/θ_p の値である。図-2は上式により提案される予測曲線と、今回の実験で得られた曲げモーメント一回転角曲線とを比較したものである。この図の中で予測曲線は太線で示されている。図-3は有効塑性モーメント M_{pe} 時における回転容量を、縦軸に実験値、横軸に予測曲線から求まる値をとり比較したものである。図中の直線は予測値=実験値を表す直線であり、今回の予測値においてはほとんどの供試体について、この直線より上側に位置しており、他の文献の実験結果に今回の予測曲線を当てはめても、予測値はおおよそ安全側となることが分かる。

4.あとがき

最小重量オートストレス設計から導き出した断面寸法を有する桁の静的曲げ試験を行い、曲げモーメント一回転角曲線を実験的に求めた。そして、これらの曲げモーメント一回転角を予測する実用式を作成した。今後は、今回の提案式の設計への適用について検討するとともに、数値解析的な予測曲線作成の検討も行っていく予定である。

<参考文献>

- 1) AASHTO: "Guide Specification for Alternate Load Factor Design Procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Sections", Washington D.C., 1986
- 2) M.G.Lay and T.V.Galambos: "Inelastic Beams Under Moment Gradient", Journal of the Structural Division Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol.93, No.ST1, Proc.Paper5110, Feb., 1967
- 3) 竹内成行: "非対称断面ばりの塑性回転容量に関する実験的研究", 立命館大学大学院修士論文, 平成8年2月
- 4) 渡邊剛: "H型断面ばりの座屈後変形能に関する実験的研究", 立命館大学大学院修士論文, 平成8年2月
- 5) A.F.Lukey and P.F.Adams: "ROTATION CAPACITY OF BEAMS UNDER MOMENT GRADIENT", Journal of the Structural Division Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol.95, No.ST6, Proc.Paper6599, June, 1969

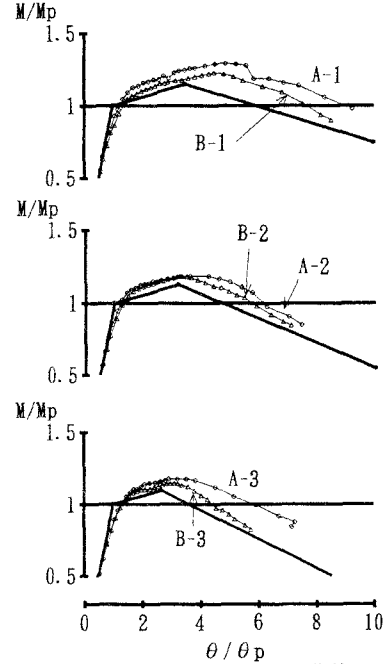


図-2 $M/M_p - \theta/\theta_p$ 曲線

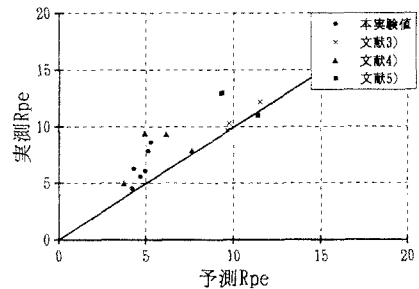


図-3 塑性回転容量