

広島大学 工学部 学 河野 泰直

広島大学 工学部 正 藤井 堅

広島大学 工学部 正 大村 裕

1. まえがき

曲線桁の局部座屈は、フランジでは、Culver¹⁾、ウェブでは、Abdel-Sayed²⁾、Culver³⁾の研究報告がある。また、曲線桁特有のウェブの非線形挙動を解明するために、Dabrowski⁴⁾、三上⁵⁾らはGalerkin法、差分法等を用いて解析している。しかしながら、これらはいずれも解析であり、境界条件の妥当性等については十分な検討がなされていないようであり、今後の実験による検証に待たれるところが大いである。また、従来の実験は、供試体端部で純曲げを発生させるようなものであり、曲げとねじりを同時に連成させて載荷を行った例は少ないようである。本実験ではこのような意味で、曲げとねじりを同時に供試体端部に発生させるように載荷し、より実際の曲線桁に近い状態を導くことを考え、ウェブおよびフランジに発生する応力性状を追跡し、局部耐力を解明する上での一資料とすることを試みたものである。

2. 実験方法、供試体

今回は、弾性域でフランジに局部座屈を発生するように設計し、アクリル板を用いてI型曲線桁を作成した。さらに、供試体の両端に曲げおよびねじりを作用させるために剛な梁をボルトにより接合している。供試体寸法を図-1に示す。

載荷方法は図-2に示すようなものであり、各支点は球支承によって支持されている。図-2からわかるように錘の重さを $P(\text{kg})$ 、支点反力を $R_A(\text{kg})$ 、さらに腕の自重を $g(\text{kg/cm})$ とすれば、力の釣り合いから任意断面に作用する曲げモーメント $M(\text{kg}\cdot\text{cm})$ 、ねじりモーメント $T(\text{kg}\cdot\text{cm})$ 、せん断力 $V(\text{kg})$ は θ の関数で次のように表わされる。

$$\begin{aligned} M &= r \sin \theta R_A - (r \sin \theta + l_a \sin \theta + l_b \cos \theta) P \\ &\quad - (r \sin \theta + \frac{1}{2} l_a \sin \theta + l_b \cos \theta) g l_a - (r \sin \theta + \frac{1}{2} l_b \cos \theta) g l_b, \\ T &= r(1 - \cos \theta) R_A + \{ l_a \cos \theta - l_b \sin \theta - r(1 - \cos \theta) \} P + \{ \frac{1}{2} l_a \cos \theta - l_b \sin \theta - r(1 - \cos \theta) \} g l_a \\ &\quad - \{ \frac{1}{2} l_b \sin \theta + r(1 - \cos \theta) \} g l_b, \\ V &= P - R_A + g(l_a + l_b). \end{aligned}$$

すなわち、腕の長さ l_a 、 l_b 、 l_c を適当に変化させることによって、着目断面に任意の曲げモーメント M 、ねじりモーメント T 、およびせん断力 V を発生させることが可能となる。

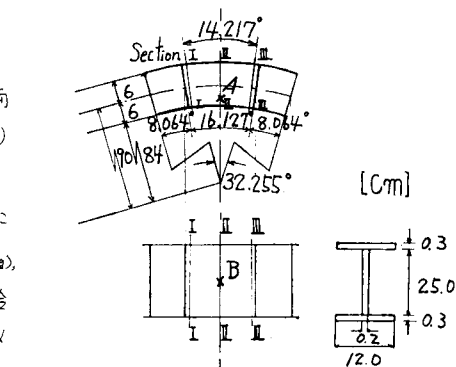


図-1 供試体寸法

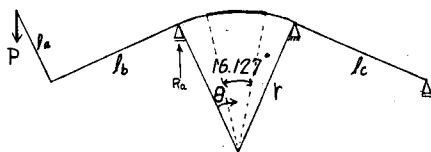


図-2 載荷方法

3. 変位および局部座屈

圧縮側内側フランジに弾性域内で局部座屈が認められた。図-3に圧縮側内側フランジの中央点A(図-1)の荷重-たわみ曲線を示す。また、図-4はウェブ中央点B(図-1)の荷重-たわみ曲線である。

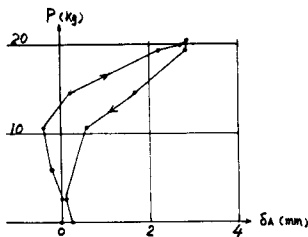


図-3 荷重-たわみ曲線(フランジ)

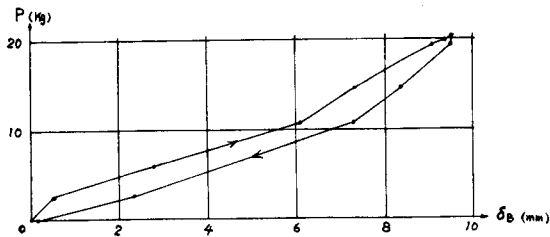


図-4 荷重-たわみ曲線(ウェブ)

4. ひずみ

図-5に圧縮側内側フランジの局部座屈前後のひずみ分布を示す。この図から、ウェブでは曲率を有することの非線形性が顕著に現われていることがわかる。また、フランジのひずみは半径方向に直線分布となり、従来の梁理論の仮定の妥当性を裏付けていると思われる。さらに、図-5から、ねじりによる反り応力の局部座屈へ与える影響は大きいことがわかる。

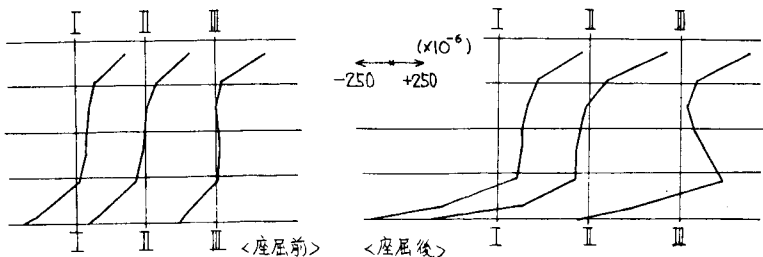


図-5a ひずみ分布(ウェブ)

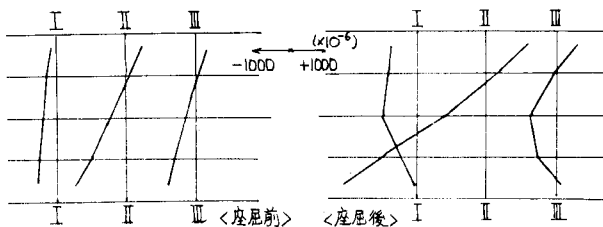


図-5b ひずみ分布(圧縮側フランジ)

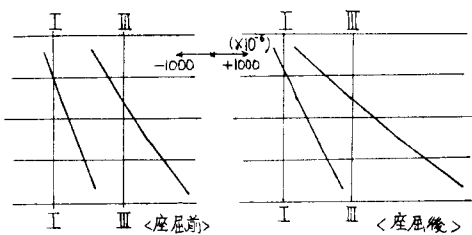


図-5c ひずみ分布(引張側フランジ)

5. あとがき
現在、有限要素法による曲線桁局部耐荷力解析を行っており、こゝらの結果との比較検討、さらには、鋼材を用いた実験も計画中であり、発表時にはより詳細な点を報告するつもりである。

	Section	曲げモーメントM	ねじりモーメントT
座屈前 P=10.646 (kg)	I	-1542	453
	II	-1346	261
	III	-1181	88
座屈後 P=20.328 (kg)	I	-2499	830
	II	-2396	513
	III	-2257	205

表-1. 各断面の曲げモーメント
およびねじりモーメントの値(kg・cm)

<参考文献> 1) Culver C.G., R.E. Frampton: Local Instability of Horizontally Curved Members, Proc. of ASCE, Vol. 96, ST2, pp245~265, Feb. 1970. 2) Georg Abdel-Sayed: Curved Webs under Combined Shear and Normal Stress, Proc. of ASCE, Vol. 99, ST3, Mar. 1973. 3) Culver C.G., C.L.D. Darryl, K. Brogan: Bending Behavior of Cylindrical Web Panel, Proc. of ASCE, Vol. 98, ST10, Oct. 1972. 4) Dabrowski R.: Gekrümmte dünnwandige Träger, Springer-Verlag. 5) 三上市蔵, 古西知夫, 米沢博: 曲げを受ける円筒腹板パネルの非線形挙動, 土木学会論文報告集, 第299号, pp23~34, 1980年7月。