

信州大学工学部 正員 吉田俊弥

信州大学工学部 正員 草間孝志

信州大学工学部 正員 野村文生

本報告は、一軸対称断面部材の一例として、溝形断面およびレール形断面の単一材が、軸力と曲げをうけた時の非弾性挙動、主として最大荷重後の耐力低下を理論的なうに実験的に行ったものである。曲げモーメント、軸力、曲率の関係と荷重、変形関係の計算。

計算に際しては、次の仮定を用いた。(1)応力-ひずみ曲線は有限回の折線で表わされる(図1-b)。(2)平面保持の法則がなりたう、 y の断面形状は変化しない。(3)変形は作用する曲げモーメントの面内に生じ、面外への座屈変形は生じないものとする。(4)断面を分割して得られた要素に働く応力は、 y の中心をもつて代表するものとする。

与えられた一軸対称断面を対称軸方向に任意な数 n で等間隔に分割し、応力-ひずみの関係を図(1-a)のように表わせば i 番目の要素面積 a_i における垂直応力 σ_i とひずみ ϵ_i の関係は、

$$\epsilon_i = \epsilon_k + \frac{1}{E_{k+1}} (\sigma_i - \sigma_k)$$

$$\text{ただし } \sigma_k \leq \sigma_i \leq \sigma_{k+1}, \quad \epsilon_k \leq \epsilon_i \leq \epsilon_{k+1}.$$

曲率を ϕ 、下縁のひずみを ϵ_L とすれば i 番目の要素のひずみは

$$\epsilon_i = \epsilon_L + \phi h (i-0.5)$$

断面内には軸力のみによる垂直応力 σ_N とこれに相当するひずみ ϵ_N は必ず存在しなくてはならない。従って断面下縁のひずみ ϵ_L のとり得る可能な範囲は、

$$\epsilon_N - \phi \times H \leq \epsilon_L \leq \epsilon_N$$

軸力 N と曲げモーメント M をうける場合、断面の平衡条件は

$$N = \sum_{i=1}^n (\sigma_i \times a_i), \quad M = \sum_{i=1}^n (\sigma_i - \sigma_N) h \cdot i \cdot a_i.$$

以上の式より ϵ_L あるいは σ_N を媒介変数として $M-\phi-N$ の関係を求めることができる。この関係を用いて一軸対称断面の偏心圧縮による部材のたわみ・応力等を弾性・塑性、ひずみ硬化域まで考慮して解析した。部材のたわみ $y(x)$ を次のように仮定した。

$$y(x) = \delta \cos(\pi x/L), \quad \delta: \text{部材中央変位のたわみ}$$

L : 部材長

軸力-たわみの関係は、軸力の仮定値 N_1 と曲率 $\phi = Y''(x)$ からそれに対応するモーメント M_1 を求め、許容誤差内で $M_1 = \delta \cdot N_1$ になる様に N_1 を仮定して求めた。実験に当って図(2-b)に示す断面形を使用しSM 50 鋼を用いた。応力-ひずみ関係は、圧縮試験の結果図2-aに示すように $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 。

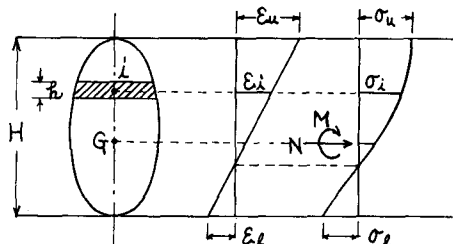


図 1-a

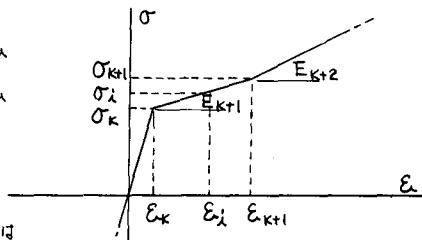
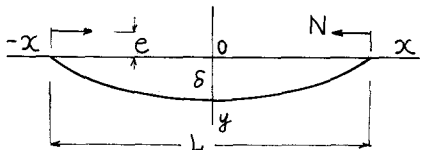
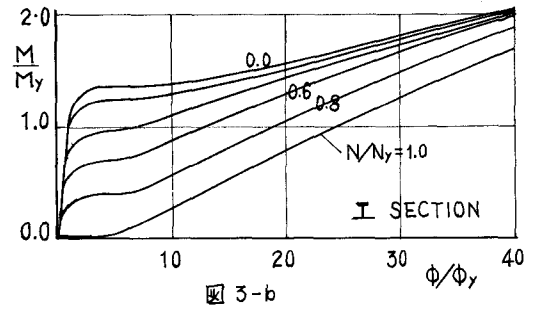
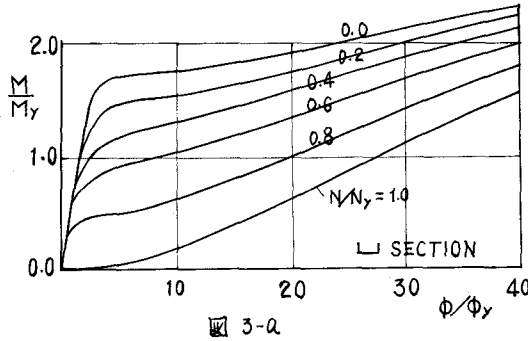
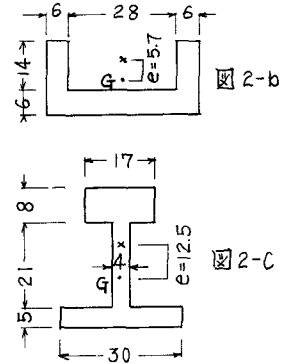
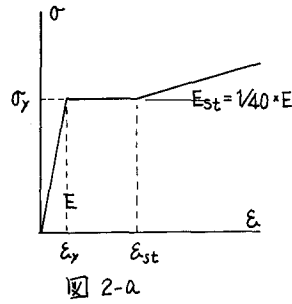


図 1-b



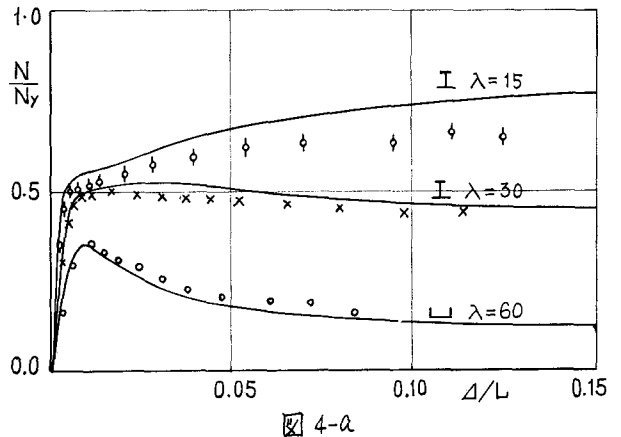
$\sigma_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$, $E_{st}/E_y = 4.0$, $e_{st} = 0.025$ となった。偏心は、溝形断面は弱軸まわりに図2-bに示すように与え、レール形断面は強軸まわりに図2-cに示すように与えた。なお材端にはローラー支承を用いた。偏心圧縮の実験に先立ち、まず弾性範囲内で中心圧縮をかけ、ストレーンゲージによって十分正確に中心圧縮であることを確認した後、部材の上下端をダイヤルゲージの読みをもとに移動させ



偏心を与えた。

計算結果および実験結果

M-φ-Nの関係は図(3-a, b)のようになる。全塑性モーメント M_p と降伏モーメント M_y との比は溝形断面(図2-b)において $M_p/M_y = 1.79$ 、レール形断面(図2-c)においては $M_p/M_y = 1.41$ なる結果を得た。また各々ある定った軸力に対してひずみ硬化域に入るまでの曲率およびそれ以後のモーメントと曲率の関係を知ることができる。M-φ-Nの関係を用いて偏心量と細長比を与えたときの



荷重とたわみの関係を図(4-a)の実線にて示す。あわせて実験値をプロットした。図より明らかなように理論値と実験値は比較的良好に一致していることがわかる。理論より実験の結果から次のことが言える。細長比が約20より小なる部材では最大荷重後の荷重低下はほとんど見られない。細長比約80以上においては、ひずみ硬化の影響はほとんど現れない。この等しい傾向は長方形断面ならびにI形断面の場合と一致している。

偏心圧縮をうける一軸対称断面部材の変形性状について概要を述べ、一例として溝形断面とレール形断面の部材について模型実験を行った。その他の一軸対称断面の部材ならびに実物の部材等に対しては、局部座屈の問題をと含めて今後検討したいと思っている。