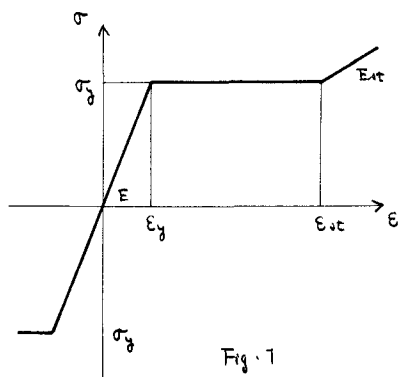


一般に中心荷重を受ける柱の塑性座屈荷重はオイラーの座屈式中のヤング率の代りに接線弾性係数を用いて次式与えられる。

$$P_{cr} = \frac{E_t \pi^2 I}{l^2} \quad \dots\dots(1)$$



しかし、普通軟鋼の理想化された応力-ヒズミ曲線は図-1に示したように、ある降伏応力 σ_y に達つると、曲線は横軸と平行となり、 E_t は0となる。結局ある細長比以下の柱は、その応力度が降伏点に達つると座屈を起す事になるが、座屈による曲げに対し、荷重が P_{cr} より下

る事はあり得ないので、当然断面に引張り応力は生ぜず、曲げに対し抵抗モーメントが生じないので、柱は静的な釣あいを保つ事はできない。

本論文では、柱はその応力が降伏点に達し座屈を起した後の状態は一つの動的過程にあり、そのヒズミがヒズミ硬化を生じる領域に入つて再び静的な平衡を生じ得るかどうかが、またその時の荷重と変位の関係はどうなっているかを調べたものである。

すなわち、図-2に示したように、柱は σ_y に達し、座屈を起した後、荷重はそのままの値を保ちながら曲げ変形を示すのであるから、すくなくとも、柱軸方向の力の平衡を保つため、凸側は ϵ_y のまま、凹側のヒズミが増加し、 ϵ_{sc} に達つするまで曲げ変形が動的に進行する。この状態からさらに曲げ変形が進行すると、圧縮側はヒズミ硬化を起し、応力は増加するので、それに見合うだけ引張り応力が生じ、曲げ抵抗モーメントが生じ、曲げ変形がある程度進んだ所で、平衡状態を保ち得る。

今簡単のためサンドウィッチ断面の柱について考えると、

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_t &= t\varphi \\ \epsilon_c &= (h-t)\varphi \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(2)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_t &= E_t t\varphi \\ \sigma_c &= E_{st} (h-t)\varphi \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(3)$$

$$\nu = E/E_{st}$$

$$\begin{aligned} P &= A_f(\sigma_c - \sigma_t) + P_0 \\ &= A_f E \varphi \{ (h-t)/\nu - t \} + P_0 \quad \dots\dots(4) \end{aligned}$$

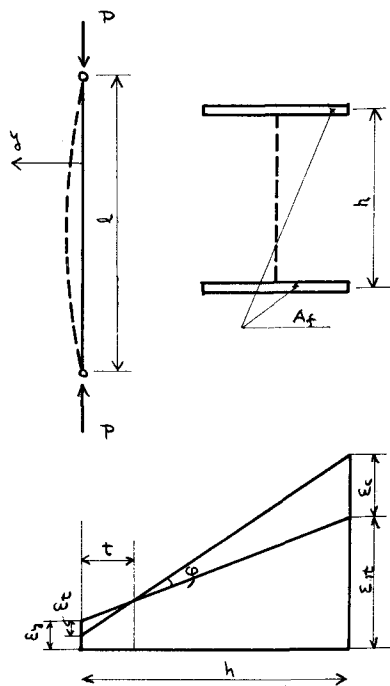


Fig. 2

$$\begin{aligned}
 M &= A_f(\sigma_c + \sigma_t)h/2 \\
 &= A_f E_y \{ t(\nu-1)\nu + h/\nu \} h/2 \quad \dots\dots(5)
 \end{aligned}$$

が得られる。(4)式より t の値が得られ

$$t = \frac{\nu}{1+\nu} \left(\frac{h}{\nu} - \frac{P-P_y}{A_f E_y} \right) \quad \dots\dots(6)$$

よつて、凸側のヒズミが ϵ_y 、凹側のヒズミが ϵ_{π} に達している状態のたわみを y_0 とすれば、座屈方程式は次式で与えられる。

$$P(y+y_0) = M \quad \dots\dots(7)$$

近似的に $y = -d^2y/dx^2$ とすれば (7) 式は整理して

$$\frac{d^2y}{dx^2} + k^2 P y + k^2 P y_0 + k^2 C(P-P_y) = 0 \quad \dots\dots(8)$$

が得られる。ここで $k^2 = (1+\nu)/h^2 A_f E$ 、 $C = (\nu-1)/2(\nu+1)$ である。

本来 y_0 は円弧をなすものであるが、近似的に正弦曲線にとれば

$$y_0 = A_0 \sin \frac{\pi}{\ell} x, \quad A_0 = \epsilon_y \frac{D-1}{2\pi^2} \lambda \ell, \quad D = E_{\pi}/\epsilon_y$$

よつて (8) 式の解は次式で与えられる。

$$y = C(P_y - 1) \left\{ \frac{1 - \cos \frac{\pi}{m}}{\sin \frac{\pi}{m}} \sin \left(\frac{\pi}{m} \frac{x}{\ell} \right) + \cos \left(\frac{\pi}{m} \frac{x}{\ell} \right) - 1 \right\} + \frac{A_0}{m^2 - 1} \sin \frac{\pi}{\ell} x \quad \dots\dots(9)$$

ここで $m^2 = \pi^2/k^2 \ell^2 P$ 、 $P_y = P_y/P$ 、 $P_y = 2A_f \sigma_y$ である。

図3、4に荷重とハリ中央のたわみとの関係、および荷重と軸方向の変位の関係を示す。ヒズミ硬化によって、座屈後の耐荷力の増大を期待するが、それには大きな軸方向変位がともない、この値をある規定値以下に押さうと、座屈後の耐荷力は必しも大きく期待はできない。図-3の店線は引張り応

力が降伏点を越えている状態を示す。

一般の中実断面では対応する細長比はサンドイッチ断面よりは小さくなる。

