

I - 3 カスナレーテッドビームの降伏に関する実験的研究

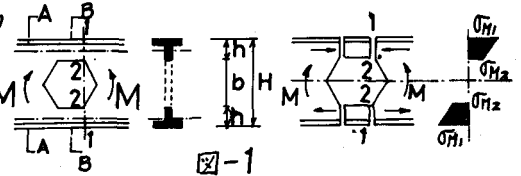
九州大学 正 夏 村上 正
同 同 ○斎藤利一郎
同 同 後藤恵之輔

1. 要旨: H型鋼よりカスナレーテッドビームを製作するとウエブに六角形孔ができるので、せん断に対して、著しく弱められることになる。また、充腹部は、たわみに対して不利な断面となる。

これらの理により、ウエブの降伏について調べた。

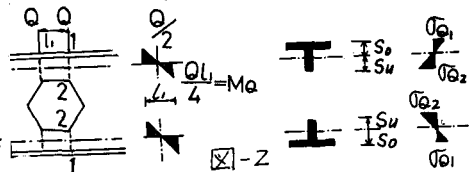
2. 簡易計算法: 単純はりでは、これまでの数々の実験結果より、さほど問題にならないとされている。これを連続ばりに適用するには、ウエブがせん断に支配されることにより、充腹部に例えば¹⁾めねし板等を挿入して、孔形を(六角形孔)→(八角形孔)に変えて、剛性を増すことも1つの方法と考えられる。実用計算は主に弾性理論の助けをかり

ているが図-1, 2に、断面力と応力分布との関係を示す。なお、最大応力度の生じる位置(フラ



せん断力は、上下のI型断面がそれぞれ、せん断力の各を分担し、反曲点(M=0)は $\frac{l_1}{2}$ にあるとしている。

実用計算には、およそ4つの場合を考慮する必要がある。すなわち 1). 純曲げ, 2) 純せん断, 3) 純引張り又は圧縮, 4). 組合せ荷重であるがここでは 1), 2) を取扱うこととした。



3. 純曲げ (図-3).

いま、はりの横断面に、降伏モーメント M_T に安全率 K 倍が働いているものとし、これに対して降伏応力 σ_F が横断面に一律に生じるものとする。このことから σ_F と $(M_T) \cdot K$ の関係は次のとおり。

$$K \cdot M_T = \sigma_F \cdot W_T \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{ここに: } W_T = B t_i (H + t_i) + t_l (H - t_l) \quad \text{--- (2)}$$

$$K: \text{安全率 (1) 式より } \sigma_F = \frac{M_T}{W_T} \cdot K \quad \text{--- (3)}$$

4. 純せん断 (図-4).

降伏量は、頂点より δ だけ離れた A-A 断面内に生じるものとする。うでの長さ $l_1 = l - 2\delta$ である。

せん断力による付加曲げモーメント M_s は、平行辺 1-2, 4-5 を l_1 とし定まる。

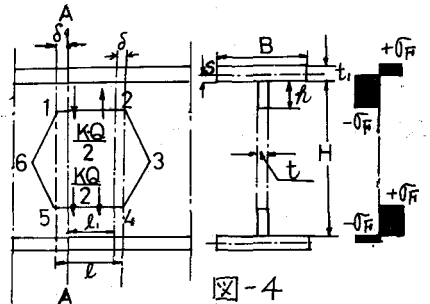
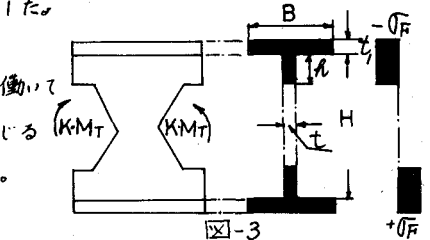
$$M_s = Q \cdot \left(\frac{l - 2\delta}{2} \right) \quad \text{--- (4)}$$

せん断力は、横断面に一律に分布すると考えて、平面応力

場で、Von Mises の降伏条件を適用すれば、 $\sigma_F^2 = \sigma_x^2 + 3\tau^2$ --- (5)

いま、有効なせん断面積を F_1 とし、 $F_1 = t_l (l_1 + t_l)$ 、したがってせん断応力の算定式は、

$$\tau = \frac{KQ}{2F_1} = \frac{K_1 M_s}{(l - 2\delta) \cdot F_1} \quad \text{--- (6)}$$



次にフランジの中立軸の位置 s を算定すると

$$s = \frac{t_1}{2} - \frac{t_2 h}{2B} \quad (7)$$

モーメント $K M_s$ で、降伏状態でのつり合式は

$$\frac{K M_s}{Z} = \left[\frac{B(t_1 - s)^2}{2} + \frac{B}{2} s^2 + t_2 h \left(\frac{B}{2} + s \right) \right] \cdot \sigma_Y \quad (8)$$

式(7), (8)より s を消去すると

$$K M_s = Z \left(\frac{B t_1^2}{4} + \frac{t_1 t_2 h}{2} + \frac{t_2 h^2}{2} - \frac{t_2 h^3}{4B} \right) \cdot \sigma_Y = \left(\frac{B t_1^2}{2} + t_2 h \left(h + t_1 - \frac{t_2 h}{2B} \right) \right) \cdot \sigma_Y \quad (9)$$

ここに、 $W_{T2} = \frac{B t_1^2}{2} + t_2 h \left(h + t_1 - \frac{t_2 h}{2B} \right)$ とて、次の関係を得る。

$$\frac{\sigma_Y}{K} = \frac{M_s}{W_{T2}} \quad (10)$$

5. 実験例 (フランジは省略)

拡張比 $\gamma = 1.46$ ($t = 6 \text{ mm}$)の試験片を用い、応力状態の推初を知るために、写真1~4を調べた。写真1~4の試験片は、撮影直後、破壊したものである。($M = 285 \text{ kg} \cdot \text{cm}$)、写真1

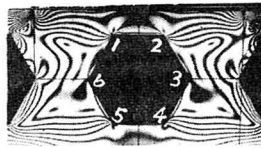


写真-1. $M = 135 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

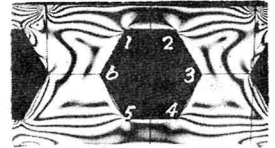


写真-2. $M = 195 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

~3は、モーメントを $60 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ づつ変化させた。

写真1~5は同一材質(ヤング係数 $E = 300 \text{ kg/mm}^2$, ポアソン比 $\nu = 0.4$, 重量比 $100:50$, 厚さ 3 mm , 測定温度 18°C)をアルミ板(公称厚さ 3 mm)に施し、皮膜法(装置 PA-21型)で観測した結果である。

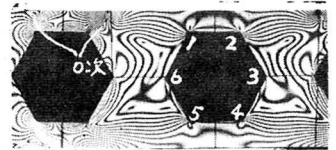


写真-3. $M = 255 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

等色線一等傾曲線 0° がまじりあって、判読が容易でない。そこで、 $M = 645 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ で打切ったのは、アルミ板一皮膜材料とに剥離を認めためである。

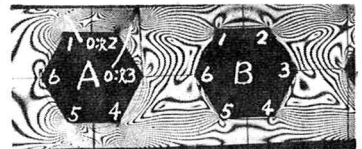


写真-4. $M = 285 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

載荷点を度外視すれば、荷重—シマ次数が比例する範囲は、およそ写真1. ($M = 135 \text{ kg} \cdot \text{cm}$)、2. ($M = 195 \text{ kg} \cdot \text{cm}$)である。

写真1~3. 4は孔頂点の応力集中が著しく、応力集中の度合、および集中個所の主ひずみの変化の過程が追跡されたといえよう。

写真4 ($M = 285 \text{ kg} \cdot \text{cm}$)においてB孔の平行辺1~2, 4~5の中央断面のシマ模様を観察するに、シマ次数単位で、高々1~1.5次程度の差しか認められず、一様分布とみなされ、式(3)の適用が可能と思われる。

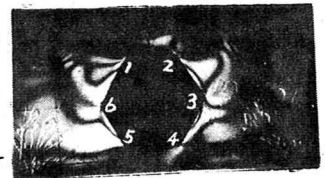


写真-5. $M = 645 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

また破壊断面(写真4のA孔)を見るに、荷重の載荷点近傍の断面2~4, 孔頂点2で応力が降伏点に達し、局部的に降伏が始まり、破壊が始まると予想したが、断面1~5にその現象が認められた。このことは、応力の符号が変化する0次の位置が、孔頂点1および5のほぼ真上に位置するこによると思われる。

6. おわりに

この実験の範囲から、純粋曲げを受ける場合、式(3)が適用できると言えよう。

純せん断の場合についての実験検証は追報の予定であるが、さらに組合せ荷重についても検討中である。