

1. 序言

本論では、キャストレーテッド・ビーム (Fig. 1) の製作にさいし (7) 内題とみる 1) 拡張比 α , 2) 形状比 $\gamma = b/a$, 3) 鋭利角, 角度 θ および 4) 孔間角部の丸味 $r = r_c/2a$ のうち, 1) および 2) について二次元弾性論的見地より考察するものである (Fig. 2 参照)。荷重条件は純曲げとし, フランジの影響も無視するものとする。

2. 解法の概観

解析は 1 構造単位を対象とすればよく, このとき孔の外縁領域を単位円外に等角写像する関数は, 文献 (1) の手法により次式のごとく求められる。

$$Z = w(S) = R(S + a_1 S^3 + a_3 S^5 + \dots + a_{11} S^{11}) \quad (1)$$

ここに, $Z = x + iy$, $S = P \cdot \exp(i\beta)$, $a_1, a_3, \dots$ は $\rho = 1$ のとき式 (1) が孔縁を表わすことと決定される実数係数で, R は孔の大きさを与える定数である。

孔径比を $\mu = \alpha/h$ と定義すれば, μ と拡張比 α との関係は次式で与えられる。

$$\alpha = 2/(2 - \mu)$$

応力関数を次式のごとく仮定する。

$$\left. \begin{aligned} \phi(S) &= \sum_{k=0}^{\infty} i B_k S^k + \sum_{k=0}^{\infty} i b_k S^{-k} \\ \psi(S) &= \sum_{k=0}^{\infty} i C_k S^k + \psi_1(S) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式 (2) 中の係数 B_k , b_k および C_k と関数 $\psi_1(S)$ のうち, b_k と $\psi_1(S)$ は応力自由の孔縁条件式より B_k , C_k の関数として求められる。したがって, 未知数は B_k と C_k のみで, ニュース外縁および隣接構造単位との接合部における境界条件より逐次法を用いて決定される。後者の境界条件については, 1) $\sigma_x = -M/I \cdot y$, $\tau_{xy} = 0$ の応力型 (I : solid section におけるはりの断面二次モーメント) と 2) $u_x = -y/h \cdot u_0$, $\tau_{xy} = 0$ の混合型 (u_0 : 基準変位) の 2 種が考えられる。ここでは 1) の応力型境界条件を用いた。



Fig. 1 Castellated beam

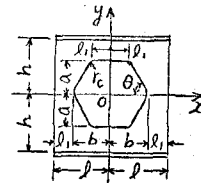
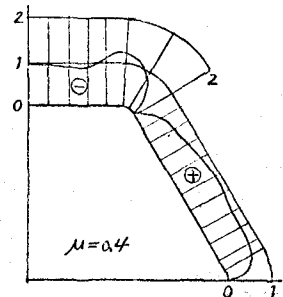


Fig. 2 Structural unit



(2)

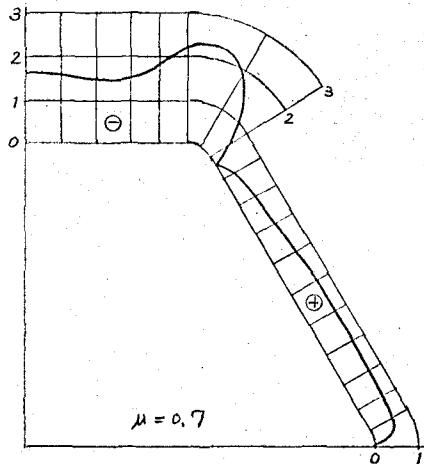


Fig. 3 Stress distribution around a regular hexagonal hole

3. 計算例による考察

3.1 拡張比について

正六角形孔をもつキャストレーテッド・ビームの孔縁応力を孔径比が $\mu = 0.4 \sim 0.7$ (拡張比 $\alpha = 1.25 \sim 1.54$) の範囲で求め、その分布例を Fig. 3 に示す。応力集中は隅角部の平行辺寄りの位置に生ずることと認められる。また、Fig. 4 は応力集中係数 (S.C.F.) と孔径比との関係を示すもので、実線が最大孔縁応力に関するものである。一点鎖線は平行辺の中点における応力比、破線は傾斜辺の最大応力比である。傾斜辺の応力は μ の他のいかににかかわらず常に小さく、隅角部の応力集中は $\mu > 0.65$ ($\alpha > 1.48$) に対してかなり増大する傾向にある。このことから曲ゲが卓越するキャストレーテッド・ビームには拡張比が $\alpha \leq 1.5$ のものが適しているといえる。

3.2 形状比について

$\theta = 60^\circ$, $\mu = 0.6$, $\eta = 0.05$ として形状比が $\gamma = 0.8 \sim 1.4$ の範囲で孔縁応力を計算した。Fig. 5 は孔縁応力の分布例であり、Fig. 6 は応力集中係数と形状比との関係を示すものである。隅角部の応力集中は $\gamma < 1.0$ のとき著しく増大するゆえ、曲ゲに対しては形状比を $\gamma \geq 1.0$ とすることが望ましい。因みに正六角形孔では $\gamma = 1.155$ である。

以上の考察は、計算が5点法によりフランジを無視し接合部の条件を応力型として行うことから、なおばね検討の余地があることを付記する。

参考文献

- 1) Gotoh, K.: Proc. 21th Japan Nat. Congr. Appl. Mech., 1971 に投稿中。

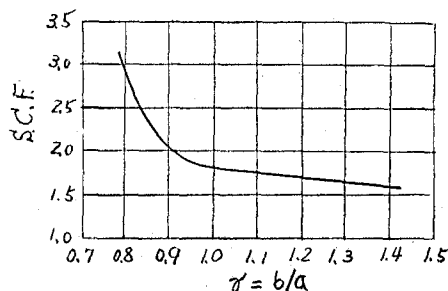


Fig. 6 Relation between stress concentration factor and aspect ratios

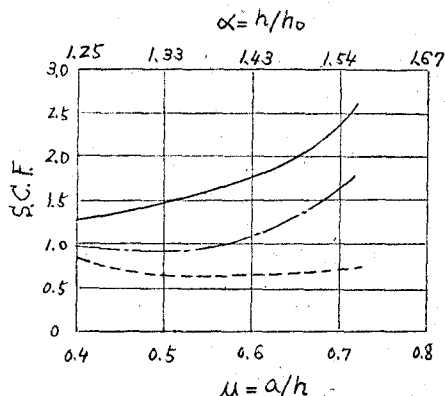


Fig. 4 Relation between stress concentration factor and the dimension of a hole

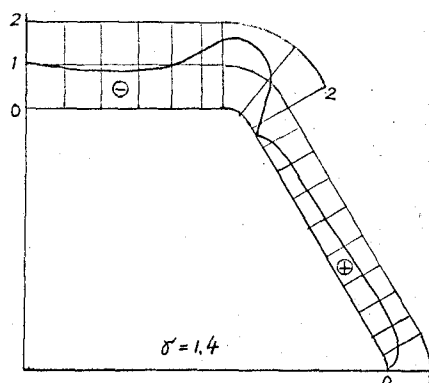
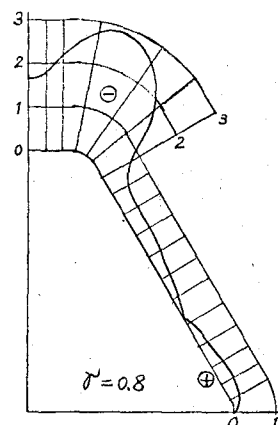


Fig. 5 Stress distribution around a hexagonal hole with various aspect ratios