

日本鋼管 技術研究所 工博 久保寺 治 朗
 ○上 野 康

1 緒 言

剪断されたフランジ縁を有する薄鋼板の伸びフランジ成形において、破断限界の深さを種々のモデル実験により検討したので報告する。結果の図示は講演で行うことにし、ここでは結論のみを記す。

2 円筒工具による成形について

軸対称問題であるゆえ、全ひずみ理論により穴抜き率 ($\lambda = r/r_0 - 1$) と成形深さの関係を工具形状、ランクフォード値、硬化指数により求めるプログラムを検討したところ、測定値と計算値との良好な一致を確認した。(相関係数 $R = 0.995$) 限界深さはプログラム中の λ の代りに、材料の限界穴抜き率 λ_{cr} を用いれば良い。その他、特別な場合としてパーリング成形(フランジ立て)に関しては、重回帰分析による限界フランジ高さの実験式を提案したい。(1式)

$$H = 0.582 r_d + \{ 0.905 - 0.915 / (1 + \lambda_{cr}) \} \rho \quad \dots \dots (1)$$

(相関係数 $R = 0.993$)

$\left\{ \begin{array}{l} \rho : \text{フランジ曲率半径} \\ \lambda_{cr} \approx 0.3 \text{ (普通リムド鋼)} \end{array} \right.$

3 4角筒工具による成形について

$\rho_d = \rho_p$ の場合について、重回帰分析法により実験式を求めた。剪断縁から破断が生じる場合(A)、フランジ内部からクラックが生じる場合(B)の2つについて別々に推定式を検討した。ここでは比較的単純な形の推定式のみを記しておく。(2),(3)式)

(A) $H = 0.178 r_1 + 0.220 r_0 + 0.433(r_p + r_d) + (0.211 \lambda_{cr} - 0.11)(\rho_p - \ell_0) + 0.022(\ell_0 - r_0) + 1.27 \dots \dots (2) (R = 0.977)$

(B) $H = 0.380 r_1 + 0.102 r_0 + 0.476(r_p + r_d) + (0.101 \lambda_{cr} - 0.03)(\rho_p - \ell_0) + 0.032(\ell_0 - r_0) - 0.46 \dots \dots (3) (R = 0.981)$

応用計算の一例として、穴形状を最適とした条件での最大深さを検討してみた。穴形状については r_0 の効果が大きく、 r_0 を出来る限り大きくし、フランジ内部から破断が生ずるようになる方が一般に限界深さは大きく、かつ成形の安定性も優れている。 r_0 を大きくとる意味において、 ℓ_0 も大きくする方が良いと思われる。

4 ランスカット時期及び予変形材の伸びフランジ性について

押し込みのある段階までを張り出し変形により成形し、以後ランスカットを入れ、伸びフランジ成形に切り換える成形法について検討した。これによるとランスカットは張り出し限界の80~90%の深さで入れる場合が複合限界深さは安定して大きく、有効な成形法であることを確認した。これによる効果は λ_{cr} の低い材料ほど顕著であった。予変形材の伸びフランジ性については、予変形時の相当ひずみ $\bar{\epsilon}_{pr}$ が重要である。 $\bar{\epsilon}_{pr} > 1.15 n$ で、かつフランジ内部に平面ひずみ変形が存在する場合、事実上穴抜き変形は不可能となる。このため張り出し成形法よりも成形限界が小さくなることもあり得る。 $\bar{\epsilon}_{pr} \approx 1.15 n$ でも ℓ_0 が大きく、かつ剪断縁より破断が生ずるような穴、工具形状にしてやると、かなりの穴抜きが可能となる。

