

(261) PPM穿孔負荷特性の解析
 継目無鋼管のPPM方式による新穿孔法の研究(第9報)

新日鐵 八幡製鐵所 野田勝利
 " 生産技研 水沼 晋 河原田実 大貫 輝 中島浩衛
 " 八幡技研 吉原征四郎
 " 製品技研 柳本左門

I. 緒 言

プラスチック及び熱間のモデルミルでの実験に基く、PPM実機化に対する基本的、応用的調査結果は、前報までに報告した。今回は、PPMの穿孔変形機構の解析による①メタルフローの解明 ②ロール面圧、プラグ面圧等の応力及び、主要負荷特性の解析 ③実験結果の理論的裏づけ について報告する。

II. 変形解析

PPMにおける材料の変形は、角形素材が押込装置による後方圧縮力により、孔形ロールとプラグで構成される空間に押し込まれ、上記押込力とロールによる引込力により穿孔圧延されるものであり、ロール内に充満する以前の材料変形等極めて解析困難な三次元変形であるが、円筒座標系でのスラブ法による初歩的な解析を行なった。図1と2に解析に用いた体積素片と応力系の考え方を示した。

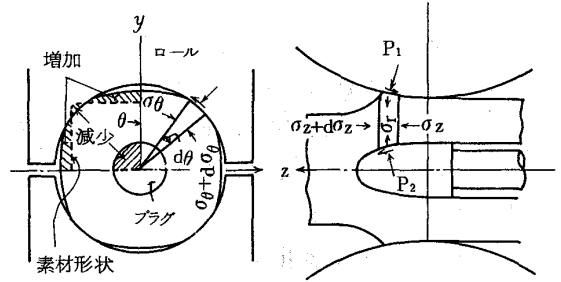


図1. 断面形状及び素片の考え方

II-1 基礎方程式

つり合い式

$$r \text{ 方向 } P_1 (l_1 \pm \mu_1 - f_1) \frac{r_1}{l_1} + P_2 (l_2 + \mu_2 \cdot f_2) \frac{r_2}{l_2} + \sigma_\theta (r_1 - r_2) = 0$$

$$\theta \text{ 方向 } P_1 (m_1 \pm \mu_1 - g_1) \frac{r_1}{l_1} + \frac{\partial}{\partial \theta} [\sigma_\theta (r_1 - r_2)] = 0$$

$$Z \text{ 方向 } P_1 (n_1 \pm \mu_1 - h_1) \frac{r_1}{l_1} + P_2 (n_2 - \mu_2 \cdot h_2) \frac{r_2}{l_2} - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial Z} [\sigma_z (r_1^2 - r_2^2)] = 0$$

(l_i, m_i, n_i): 材料の内外表面の面法線の方向余弦
 (f_i, g_i, h_i):

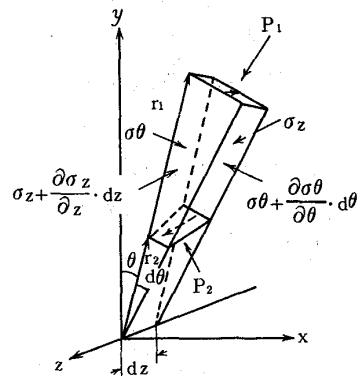


図2. 応力の関係

他に、Von-Misesの降伏条件式、応力歪の関係式、歪増分の定義式

II-2 解析結果

- (1) 材料内の応力分布は表面摩擦の影響を受けながらも素材の対角線に対しほぼ線対称でありメタルフローの調査結果を説明する。
- (2) 解析結果によるロール荷重、トルク、プラグ反力の計算値は広い条件下で実験値とよく一致する。

III. 結 言

変形解析により、メタルフロー、負荷特性の裏づけを行なうとともに、中径の設備仕様検討の基礎とした。

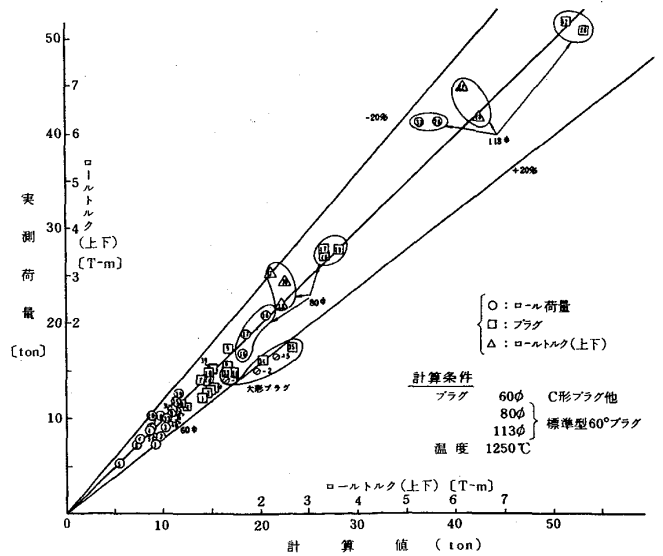


図3. 実験値と計算値の比較