

(387)

圧延中の空隙欠陥の開鎖挙動に関する極限解析

東京大学 生産技術研究所 ○ 木内 学
向 四 海

1. 緒 言 分塊圧延・厚板圧延において、鋼塊内部の空隙欠陥を圧延加工により閉鎖・圧着させ、健全な内部組織を得ることは、重要な課題である。筆者らは、材料内部の空隙欠陥が圧延中閉鎖する条件を、極限解析の手法を応用して、検討しており、既にその結果の一部を報告してあるが、^{1,2)} それらをふまえて新たに得られた結果を報告する。

2. 変形モデル 本解析では、空隙が被圧延材の厚さ方向の中央に位置する場合を考える。変形モデルを図1に示す。まず、圧延中の材料をZONE(I)~(V)に分割する。ZONE(I)と(V)は剛体域、ZONE(II),(III),(IV)は塑性域であり、空隙はZONE(III)に存在する。圧延中に空隙が開鎖する場合(には、ZONE(III)の材料が圧延加工を受けつつ空隙に向かって流入するものと考え、厚さ方向の温度差により材料の変形抵抗の相違が生じている場合、中心部と表層部の変形抵抗比を k' で表わし($0 < k' \leq 1.0$)、層の厚さをパラメータ K で表わす。但し、温度差がない場合、 $k'=1.0$, $K=0$ 或 1.0 である。ここで(1)両層の境界での相対すべりはなく、(2)両層が共に一様な圧下率で圧下されると仮定する。

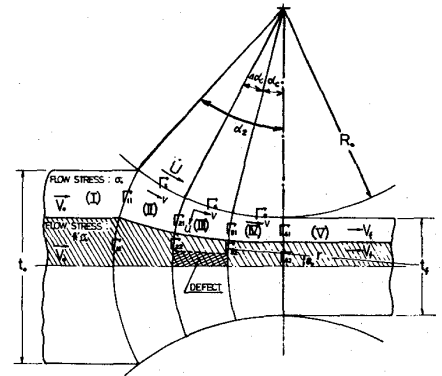


図1. 温度差の影響を考慮する場合の圧延モデル

3. 解析手法 上述の考え方に基いて、動的可容速度場を構成する。この速度場より、塑性変形域内における内部仕事率、境界における剪断仕事率および摩擦損失、さらに前後方張力または圧縮力による仕事率などを求め、それらの総和としての全変形仕事率 $\dot{W}^*$ を求める。空隙の開鎖開始の判定条件は $(\dot{W}_{sp}^*) < 0$ により示される。但し、 β は材料の流動状態を示す可変パラメータであり、 $\beta_0 = (1+\beta)/2$ が成立する。以下、数値計算例を示す。

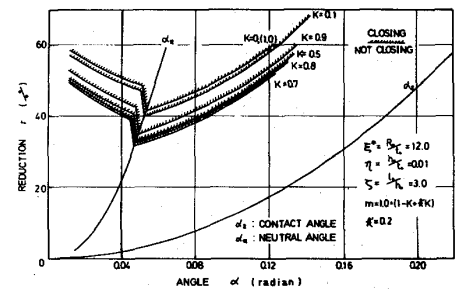


図2. 内層の厚さ比と空隙閉鎖開始曲線との関係

4. 解析結果 図2は厚さ方向に温度差があり、中心部と表層部の変形抵抗比 $k'=0.2$ の場合で、中心部の厚さ比 K を変化させた場合の計算例である。この場合 $k=0.7$ のとき最も小さい圧下率によって空隙の開鎖が始まることが判る。但し、材料とロール間の摩擦定数 m について、 $(1-k+k'k)$ の修正係数を導入してある。図3には変形抵抗比 k' と最小圧下率で空隙閉鎖が始まる中心部(軟質部)の厚さ比 K との関係を示す。図より、 k' が小さい場合すなわち、中心部が非常に軟いとき、小さい圧下率によって空隙を圧着するためには、軟質部の厚さを大きくする必要があることなどが判る。空隙の先端が中立角 α_n の近傍に来たとき空隙の開鎖が最も起り易くなるが、空隙閉鎖開始の最小圧下率および最適中心部厚さと変形抵抗比 k' との関係を図4に示す。

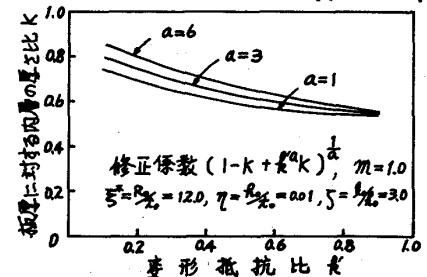


図3. 変形抵抗比と最適内層厚さ比との関係

5. 結 言 極限解析の手法を応用して、各種圧延条件下でのロールギャップ内における空隙の開鎖挙動を把握することとを試み、温度差による内外層の変形抵抗の相違の影響も検討した。これらの結果は経験的に知られている事実と定性的によく一致することが判明した。

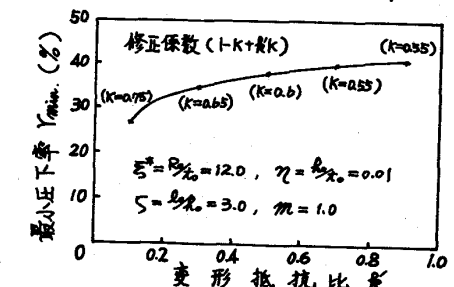


図4. 変形抵抗比と閉鎖開始最小圧下率との関係

参考文献 ¹⁾ 第30回塑性加工連合講演会 論文集(1979) p.41 ²⁾ 塑性加工春季講演会 論文集(1980) p.231