

講演論文集原稿執筆方法

一般社団法人 日本塑性加工学会

1. 講演論文集の印刷方法について

講演論文集は、提出された原稿 1 枚を 1 ページ分として、縮小せずに A4 判 (210 mm×295 mm) の大きさをオフセット印刷します。

2. 原稿のレイアウトについて

原稿見本 1 または 2 を参照して下さい。

3. 原稿の用紙サイズについて

A4 判 (210 mm×295 mm) の白紙を使用して、原稿見本 1・2 および以下の事項を参考にして作成して下さい。

4. 表題, 氏名, 勤務先について

- ・ 表題は、12 ポイントのゴシック体を使用し、1 ページ目の上中央に記入して下さい。
- ・ 副題は、10 ポイントのゴシック体を使用し、先端と後端には全角一(ダッシュ)を付記してください。
- ・ 氏名の右には所属を丸括弧で囲んで略記(原則として 8 文字以内)し、左には会員資格を記入して下さい。
また、連名の場合は講演発表者の前に*印を付けて下さい。

5. 本文について

- ・ 文章は 2 段組とし、中央に 5~10mm の空白を設けて下さい。
- ・ 文字は 9 ポイントの使用を標準として下さい。やむを得ない場合は 10 ポイントの使用も可とします。
- ・ 原稿見本 1 の通り、50 字 61 行 (1 行 4 mm) での作成をお薦めしますが、原稿用紙 1 ページ当りの字数が変化する場合には、原稿の長さに応じて使用する活字のポイント、文字間隔、行間隔および中央の空白を設定して下さい。

6. 参考文献について

- ・ 引用した文献は、原稿の末尾にまとめて記載し、記載形式は以下のようして下さい。
 - ① 雑誌の場合 ⇒文献番号) 著者名[筆頭者姓名のみ]: 雑誌名, 第*号 (西暦発行年), 開始ページ (巻は太字にするかまたはアンダーラインを付ける)
 - ② 前刷集の場合⇒文献番号) 著者名[筆頭者姓名のみ]: 前刷集名, 巻 (1 巻のみの場合は不要) (西暦発行年), 開始ページ

7. その他

- ・ 規程ページ数は 2 ページとし、超過は認めません。
- ・ 原稿順序は、用紙の右上の余白に、1/2, 2/2 と青色鉛筆で記入して下さい。
- ・ 本文を英文で記述する場合でも、前述の 4 項に従って表題、氏名、所属には邦文も併記して下さい。
- ・ 原稿の印刷出力は「濃い目」でお願いします。

以上

多パス薄板熱間圧延加工時の降伏応力・圧延圧力分布および内部組織変化の解析
熱間加工材質の制御・予測技術の開発 第4報

塑正 *柳本 潤 (東大生研)

塑正 阿高 松男 (新日鐵)

塑正 アクセルJ.プラント (アーヘン工大)

1. 緒言

筆者は既報^{1)~3)}において、熱間加工時の任意のひずみ速度・温度履歴に対応して発生する加工硬化・動的回復・動的再結晶・静的回復・静的再結晶およびポストダイナミック再結晶に伴う内部組織および降伏応力変化の解析が可能な増分形解析手法を新たに提案した。

薄板の連続熱間圧延においてはスタンド間時間が短いためひずみの累積効果が無視できず、各スタンドの降伏応力分布を精度よく見積もるためには、内部組織変化を考慮した解析が必要となる。また、各スタンドの圧延圧力分布を見積もるためには、内部組織変化を考慮した降伏応力分布をもとにロールバイト内の応力分布を求めなければならない。本報では、タンデム薄板熱間圧延加工における各スタンドの降伏応力分布・内部組織変化・圧延圧力分布・ロール回転角速度（もしくはスタンド間張力）の解明を目的として、内部組織変化に対する増分形解析手法と Orowan の圧延理論⁴⁾とを連成することにより新たに構築した解析モデルおよび解析事例を示す。

2. 解析モデルの構成

Fig. 1 に、本報にて提案する解析モデルのフローチャートを示す。本モデルでは、1)スタンド間張力・入口速度が与えられロールの回転角速度が未知である場合 (Fig. 1(左))、および、2)ロール回転角速度が与えられスタンド間張力が未知である場合 (Fig. 1(右)) について、各スタンドの降伏応力分布・内部組織変化・圧延圧力分布の解明が可能であり、さらに1)の場合には各ロールの回転角速度が、2)の場合にはスタンド間張力および入側速度が結果として求まる。

スタンド間張力・入口速度が与えられる1)の場合の解析法は以下の通りである。まずロール半径・圧下率配分・入口速度をもとに各スタンドロールバイト内でのひずみ速度分布を求める。ロールバイト内における圧延方向速度が板厚方向に均一であるとすると、ロールバイト内部の要素*i*の出口側分割面*i+1*での圧延方向速度 $Vz^{(i+1)}$ と入口側分割面*i*での圧延方向速度 $Vz^{(i)}$ は、以下の関係式を満足する。

$$Vz^{(i)} h^{(i)} = Vz^{(i+1)} h^{(i+1)} \quad (1)$$

ただし $h^{(i)}$ 、 $h^{(i+1)}$ はそれぞれの分割面での板厚である。要素*i*の圧延方向長さを dZ とすれば、要素*i*の相当ひずみ速度は、次式により与えられる。

$$E^{(i)} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{Vz^{(i)}}{dZ} \left(\frac{h^{(i)}}{h^{(i+1)}} - 1 \right) \quad (2)$$

式(2)により、各スタンド内入口側より出口側に向かってひずみ速度分布を求めることができる。以後の解析においては、各スタンドロールバイト内の分割数は40とした。以上の方法により求めたひずみ速度分布と与えられた温度分布をもとに、既報^{1)~3)}の方法で、各スタンドロールバイト内およびスタンド間での降伏応力分布および結晶粒径分布求め、ついで Orowan の理論により各スタンドの圧延圧力分布を計算する。ロール扁平は Hiltcock の式により考慮している。各スタンドのロール半径を変更しつつ収束計算を行い、各スタンドの中立点位

置よりロールの回転角速度を求めて計算を終了する。

3. 解析結果

以後に、前章にて示した方法1)により、スタンド間張力を与えた場合についての解析結果を示す。Table 1 は各スタンドに共通な計算条件、Table 2 に各スタンドの温度および圧下率配分である。Case 1は均一圧下、Case 2では圧下率が後段ほど減少している。既報³⁾と同様各スタンド内での温度は線形に変化するものと仮定している。スタンド間張力はCase 1, Case 2それぞれTable 1、中の3水準に変化させている。内部組織および降伏応力変化の解析には既報^{1)~3)}と同様、普通鋼について瀬沼・矢田により求められている実験式を用いた。

3.1 降伏応力および結晶粒径

Fig. 2 はCase 1およびCase 2についての、降伏応力および平均結晶粒径の変化である。各スタンド入口および出口での平均結晶粒径をFig. 3 に示す。Case 2はCase 1に比較して第1-第3スタンドでの圧下率が大きいため、第1-第3スタンドでの結晶粒の微細化の度合いが大きい。最終スタンド終了時の結晶粒径の差はほとんど無い。すなわち、圧延速度が同じであれば、最終的な結晶粒径は.....

4. 結言

タンデム薄板熱間圧延を対象として、降伏応力変化・内部組織変化および各スタンドの圧延圧力分布などの統一的な解析が可能な解析モデルを新たに構築した。

参考文献

- 1)柳本ほか：平7春塑加講論(1995), 325.
- 2)柳本ほか：平7春塑加講論(1995), 327.
- 3)柳本ほか：平7春塑加講論(1995), 329.
- 4)柳本ほか：塑性と加工, 34-395(1993), 1314.

多パス薄板熱間圧延加工時の降伏応力・圧延圧力分布および内部組織変化の解析
熱間加工材質の制御・予測技術の開発 第4報

塑正 *柳本 潤 (東大生研)

塑正 阿高 松男 (新日鐵)

塑正 アクセル J. プラント (アーヘン工大)

1. 緒言

筆者は既報^{1)~3)}において、熱間加工時の任意のひずみ速度・温度履歴に対応して発生する加工硬化・動的回復・動的再結晶・静的回復・静的再結晶およびポストダイナミック再結晶に伴う内部組織および降伏応力変化の解析が可能な増分形解析手法を新たに提案した。

薄板の連続熱間圧延においてはスタンド間時間が短い場合ひずみの累積効果が無視できず、各スタンドの降伏応力分布を精度よく見積もるためには、内部組織変化を考慮した解析が必要となる。また、各スタンドの圧延圧力分布を見積もるためには、内部組織変化を考慮した降伏応力分布をもとにロールバイト内の応力分布を求めなければならない。本報では、タンデム薄板熱間圧延加工における各スタンドの降伏応力分布・内部組織変化・圧延圧力分布・ロール回転角速度(もしくはスタンド間張力)の解明を目的として、内部組織変化に対する増分形解析手法と Orowan の圧延理論⁴⁾とを連成することにより新たに構築した解析モデルおよび解析事例を示す。

2. 解析モデルの構成

Fig. 1 に、本報にて提案する解析モデルのフローチャートを示す。本モデルでは、1)スタンド間張力・入口速度が与えられロールの回転角速度が未知である場合 (Fig. 1(左)), および、2)ロール回転角速度が与えられスタンド間張力が未知である場合 (Fig. 1(右)) について、各スタンドの降伏応力分布・内部組織変化・圧延圧力分布の解明が可能であり、さらに1)の場合には各ロールの回転角速度が、2)の場合にはスタンド間張力および入側速度が結果として求まる。

スタンド間張力・入口速度が与えられる1)の場合の解析法は以下の通りである。まずロール半径・圧下率配分・入口速度をもとに各スタンドロールバイト内でのひずみ速度分布を求める。ロールバイト内における圧延方向速度が板厚方向に均一であるとすると、ロールバイト内部の要素*i*の出口側分割面*i+1*での圧延方向速度 $V_z^{(i+1)}$ と入口側分割面*i*での圧延方向速度 $V_z^{(i)}$ は、以下の関係式を満足する。

$$V_z^{(i)} h^{(i)} = V_z^{(i+1)} h^{(i+1)} \quad (1)$$

ただし $h^{(i)}, h^{(i+1)}$ はそれぞれの分割面での板厚である。要素*i*の圧延方向長さを dZ とすれば、要素*i*の相当ひずみ速度は、次式により与えられる。

$$E^{(i)} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{V_z^{(i)}}{dZ} \left(\frac{h^{(i)}}{h^{(i+1)}} - 1 \right) \quad (2)$$

式(2)により、各スタンド内入口側より出口側に向かってひずみ速度分布を求めることができる。以後の解析においては、各スタンドロールバイト内の分割数は40とした。以上の方法により求めたひずみ速度分布と与えられた温度分布をもとに、既報^{1)~3)}の方法で、各スタンドロールバイト内およびスタンド間での降伏応力分布および結晶粒径分布求め、ついで Orowan の理論により各スタンドの圧延圧力分布を計算する。ロール扁平は Hitchcock の式により考慮している。各スタンドのロール半径を変更しつつ収束計算を行い、各スタンドの中立点位置よりロールの回転角速度を求めて計算を終了する。

3. 解析結果

以後に、前章にて示した方法1)により、スタンド間張力を与えた場合についての解析結果を示す。Table 1 は各スタンドに共通な計算条件、Table 2 に各スタンドの温度および圧下率配分である。Case 1は均一圧下、Case 2では圧下率が後段ほど減少している。既報³⁾と同様各スタンド内での温度は線形に変化するものと仮定している。スタンド間張力はCase 1、Case 2それぞれTable 1中の3水準に変化させている。内部組織および降伏応力変化の解析には既報^{1)~3)}と同様、普通鋼について瀬沼・矢田により求められている実験式を用いた。

3.1 降伏応力および結晶粒径

Fig. 2 はCase 1およびCase 2についての、降伏応力および平均結晶粒径の変化である。各スタンド入口および出口での平均結晶粒径をFig. 3に示す。Case 2はCase 1に比較して第1-第3スタンドでの圧下率が大きいため、第1-第3スタンドでの結晶粒の微細化の度合いが大きい。最終スタンド終了時の結晶粒径の差はほとんど無い。すなわち、圧延速度が同じであれば、最終的な結晶粒径は.....

4. 結言

タンデム薄板熱間圧延を対象として、降伏応力変化・内部組織変化および各スタンドの圧延圧力分布などの統一的な解析が可能な解析モデルを新たに構築した。

参考文献

- 1) 柳本ほか：平7春塑加講論(1995), 325.
- 2) 柳本ほか：平7春塑加講論(1995), 327.
- 3) 柳本ほか：平7春塑加講論(1995), 329.
- 4) 柳本ほか：塑性と加工, 34-395(1993), 1314.