

自己評価報告書

平成23年4月25日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20360070

研究課題名(和文) 高機能難加工板材の冷・熱間成形 CAE のための高精度材料モデルと成形限界予測

研究課題名(英文) Accurate material models and prediction of forming limits on high performance difficult-to-form sheet metals for cold and hot forming CAE

研究代表者

吉田 総仁 (YOSHIDA FUSAHITO)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：50016797

研究分野：弾塑性工学, 塑性加工

科研費の分科・細目：生産工学・加工学

キーワード：成形加工, 高機能難加工板材, 弾塑性構成モデル, 成形限界, 熱間加工, CAE

1. 研究計画の概要

様々な高機能難加工金属板材にしたいして、材料モデル(弾塑性構成式)と成形限界予測モデルを実験理論の両面から検討する。そして、これらを板成形 CAE ソフトに組み込み実用に供することを目的とする。以下の項目につき研究を行う。

(1) 冷間(室温)加工硬化, 繰返し硬化, バウシinger効果, 異方性, 応力-ひずみ応答の速度依存性などの重要な弾塑性挙動を調査する。

(2) 熱間プレスへの対応のため, 高温における材料特性と成形限界を調査する。

(3) 材料の弾(粘)塑性挙動を精度良く記述できる材料モデル(構成式)を確立する。

(4) 様々な成形モードにおける成形限界のクライテリオンを確立する。

(5) 上記(3), (4)で確立した材料モデルと成形限界クライテリオンを板成形 CAE ソフトに組み込んで, 成形シミュレーションが可能となる枠組みを構築する。

(6) 材料のマイクロ組織と材料のマクロ挙動との関係を明らかにし, 加工性の良い材料開発の指針を作る。

2. 研究の進捗状況

以下に, 上記の研究計画項目(1)～(6)に対応する研究進捗状況を記す。

(1) 種々の金属材板材(高張力鋼板, ステンレス鋼, アルミニウム合金など)について, 冷間(室温)における様々な材料試験(単軸引張り, 二軸引張り, 繰返し塑性実験, ひずみ経路急変試験など)を実施し, 加工硬化, 繰返し硬化, バウシinger効果, 交差硬化,

異方性, 応力-ひずみ応答の速度依存性などの重要な弾塑性挙動を調査した。

(2) 熱間プレスへの対応のため, ボロン鋼, アルミニウム合金, チタンおよびその合金, マグネシウム合金について, 高温での材料実験を行った。

(3) これらの実験結果をもとに, 弾(粘)塑性変形挙動を記述する構成モデルについて検討した。これには室温における速度非依存型ものと, 主に高温で顕著となる速度依存型ものの二つについて考えた。前者については既に提案している Yoshida-Uemori model の枠組みを使いながら, 異方性降伏関数を組み込んだものとする。従来の高精度異方性降伏関数は極めて多数の材料パラメータを必要としていることは実用上問題であるので, この点については, 新たに応力の6次多項式型の降伏関数を考案した。

(4) 主に高張力鋼板について, 非比例変形における FLD, 穴広げ性および引張り曲げ破断限界について実験的に調べた。また, その成形限界クライテリオンについていくつかの新しい提案を行った。

(5) 材料モデル(異方性降伏関数+Yoshida-Uemori 移動硬化則)を FEM コード(LS-DYNA)のユーザーサブルーチンに組み込み, 成形シミュレーションを行い, その有効性を確認した。

(6) 結晶塑性理論をベースとして集合組織が r 値や流動応力, 降伏曲面形状に及ぼす影響を調べた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

【理由】上記の「2. 研究進捗状況」に記載のとおり、多くの高機能難加工金属板材の室温および高温における材料特性と成形限界の実験データが取得されている。また、材料モデルの新しい提案、そのCAEソフトへの組み込みも達成している。材料のマイクロ組織とマクロ組織の関連も結晶塑性理論をベースに順調に進められている。

4. 今後の研究の推進方策

これまで3カ年の研究成果により、多くの材料データが得られ、モデルの枠組みもできている。本年度は、これらを一層深めるとともに、まだデータが不足している熱間・温間実験に力を入れる。また、これまでFCC（アルミニウム）とBCC（鉄鋼）について結晶塑性理論に基づいて検討してきた内容をHCP（マグネシウム）に展開してゆく予定である。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計14件）

1. Takeshi Uemori, Tohru Kuramitsu, Yuji Mito, Ryutaro Hino, Tetsuo Naka and Fusahito Yoshida: Elasto-Plasticity Behavior of High Strength Steel Sheet in Biaxial Stress Path Change, *Materials Transactions*, 51-10 (2010), pp.1814-1818. 査読有

2. Ryutaro Hino, Naoaki Nagaishi, Yuki Yamamoto, Tetsuo Naka and Fusahito Yoshida: Incremental forming with local heating for aluminum-magnesium alloy sheet, *Steel Research International*, 81-9 (2010), pp. 946-949. 査読有

3. Tetsuo Naka, Takanori Kurose, Takeshi Uemori, Ryutaro Hino and Fusahito Yoshida: Prediction of fracture for high strength steel sheets under stretch bending, *Steel Research International*, 81-9 (2010), pp.841-844. 査読有

4. X. T. Wang, H. Hamasaki, M. Yamamura, R. Yamauchi, T. Maeda, Y. Shirai and F. Yoshida: Yield-Point Phenomena of Ti-20V-4Al-1Sn at 1073 K and Its Constitutive Modelling, *Materials Transactions*, 50-6 (2009), pp. 1576-1578. 査読有

5. R. Hino, F. Yoshida, N. Nagaishi and T. Naka: Incremental Sheet Forming with Local Heating for Lightweight Hard-to-form Material, *International Journal of Modern Physics B*, 22-31/32 (2008), pp. 6082-6087. 査読有

〔学会発表〕（計28件）

1. Fusahito Yoshida: Material models for accurate simulation of sheet metal forming and springback, 10th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes (NUMIFORM 2010), (2010.6.16), Postech, Korea 招待基調講演。

2. Fusahito Yoshida: A model of large-strain plasticity and its numerical applications to springback prediction, Forming Technology Forum 2009 (FTF09), (2009.5.5), Zurich, Switzerland 招待基調講演

3. Fusahito Yoshida: A Model of Large-strain Cyclic Plasticity and Its Numerical Simulation Applications to Springback Prediction and Compensation, 7th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes (Numisheet 2008), (2008.9.3). Interlarken, Switzerland 招待基調講演

〔その他〕なし