

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03428

研究課題名（和文）結晶塑性解析による金属板の時間依存変形予測技術の体系化とプレス成形解析への応用

研究課題名（英文）Crystal-plasticity modeling of time-dependent deformation behavior of metallic sheets and its application to press forming simulations

研究代表者

浜 孝之（Hama, Takayuki）

京都大学・エネルギー科学研究科・准教授

研究者番号：10386633

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、金属板の時間依存変形の特徴を系統的に調査するとともに、その特徴を予測可能な結晶塑性モデルを開発することを目的とした。ここでは特に工業用純チタン板を対象として、その応力緩和およびクリープ挙動を再現できるモデルを構築した。また、開発したモデルを用いて、時間依存特性が金属板のプレス加工性に及ぼす影響を評価できる解析プログラムを開発した。開発したプログラムにより、純チタン板のプレス加工後に成形品形状が徐々に変化する現象の再現に成功し、またその変形メカニズムを明らかにした。本研究の成果は純チタン板をはじめとする環境調和型金属材料の利用拡大につながる事が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、輸送機器の軽量化を促進しうる材料として期待されている環境調和型金属板の時間依存変形特性を系統的に調査し、またその理論モデルを構築した点が大きな学術的意義の一つである。具体的には、工業用純チタン板を対象として時間依存変形を予測可能な結晶塑性解析技術を開発し、またそれをプレス成形解析にまで応用したことは世界的にも初めての学術的成果である。本研究の成果を通して、環境調和型金属のプレス成形性向上とそれによるこれら金属の利用拡大、またその結果として輸送機器軽量化による地球環境問題への貢献が期待され、社会的にも大きな意義を持つ。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to comprehensively study time-dependent deformation behavior of metallic sheets and to model the behavior by using crystal-plasticity models. Specifically, first, a crystal plasticity model was developed to reproduce stress relaxation and creep behavior of commercially-pure titanium sheets. The developed model was then used to simulate the effect of time-dependent deformation behavior on the press formability of commercially-pure titanium sheets. Time-dependent deformation, where the shape of a press-formed part gradually changed after press forming, was well reproduced by using the developed model, and moreover, the underlying deformation mechanism of this behavior was also discussed. It is expected that the achievements of this work would be useful to extend use of environmentally-friendly metals, including titanium sheets, which would eventually lead to weight reduction of vehicles.

研究分野：機械工学

キーワード：結晶塑性有限要素法 時間依存変形 板材成形 環境調和型金属

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球環境問題への対応から、自動車をはじめとする輸送機器では車体軽量化の促進が期待される金属板の利用が進められている。金属板を構造部材として活用するためにはプレス加工により所望の形状へ適切に成形する必要がある。一方、これらの環境調和型金属板は加工が難しく、利用拡大の大きな障害となっている。この問題に対する対策の一つとして近年では、サーボプレスの適用が注目されている。サーボプレスは成形中に加工速度を任意に制御することで、素材のひずみ速度依存性や応力緩和、あるいはクリープといった時間依存特性を有効活用できることが特長である。例えば最近、プレス加工の途中で工具の移動を一時的に止めることで、成形限界の向上が期待できることが報告されている[1]。またこの現象は、一時的な変形停止に伴って生じる応力緩和に起因すると説明されている。このように、これまで加工プロセスではあまり活用されることのなかった時間依存特性を積極的に活用することで、金属板の加工性向上を実現できる可能性がある。しかしながら、種々の金属板における時間依存特性は十分理解されておらず、また時間依存特性を有効活用した加工のノウハウも十分ではない。そのため今後の利用拡大には、時間依存特性の理解とその加工プロセスへの応用方法の確立が不可欠である。そしてこの実現には、時間依存特性を高精度に記述可能な数値シミュレーション技術を構築することが重要である。

一方で近年、プレス加工後に成形品の形状が徐々に変化する現象が報告されている[2]。これは、常温クリープなどの時間依存変形に起因すると説明される。このことは、プレス加工性の包括的な理解には、時間依存特性が加工プロセスだけでなく成形品に及ぼす影響も把握することが重要なことを示す。しかしながら、数ヶ月以上にも及ぶ成形品の形状変化を実験的に調査するのは容易ではなく、シミュレーションへの期待が大きい。

このように時間依存特性を考慮したプレス加工シミュレーション技術が切望されているものの、その実現にはいくつかの解決すべき技術的課題がある。本研究では、そのうち次の二つの課題に着目する。一つ目は、シミュレーションで用いる材料特性の網羅的な把握が難しい点である。解析に先立ち、反転負荷や二段階負荷、二軸引張などの材料試験により、素材の加工硬化やクリープ、応力緩和やそのひずみ速度依存性といった材料特性を把握し、シミュレーションの入力値とする必要がある。しかしながら、これらの試験には多くの実験設備と多大な労力、そして時間を要する。そのため現実的には、必要な材料特性を十分把握する前にシミュレーションが実施される場合が多い。また二つ目の課題は、従来のプレス加工解析では時間依存性はほとんど考慮されてこなかったため、仮に材料特性が把握できたとしてもその情報をシミュレーションで有効活用する術が確立されていない点である。以上のような課題から、時間依存特性を効果的に活用するに至っていないのが現状である。

2. 研究の目的

これらの技術課題を解決する手段として期待されるのが、「結晶塑性モデル」である。これは、結晶粒レベルのメゾスケールでの特性に基づいて（入力値として）、マクロな変形挙動を予測する技術である。研究代表者はこれまでの研究において、環境調和型金属板の時間非依存変形の予測に資する結晶塑性モデルの開発に取り組み、種々の負荷経路における塑性変形挙動[例えば 3]の高精度な予測を実現した。そこで本研究では、この技術を時間依存変形まで拡張させることで、シミュレーションで必要となる材料特性を結晶塑性モデルにより計算機上で予測する技術の開発に取り組む。またさらに、時間依存特性を考慮した結晶塑性モデルとプレス加工シミュレーションを融合させることで、プレス加工性から加工後の形状変化までを系統的に予測する枠組みの構築を目指す。

3. 研究の方法

(1) 実験方法

種々の金属板における基本的な時間依存特性を調査するため、応力緩和試験およびクリープ試験を実施した。また、時間依存特性がプレス加工性に及ぼす影響を調査するため、図1に示す実験装置により引張曲げ成形試験を行った。このとき、Yamashitaらの研究[1]に倣って、所定のストロークまでパンチを押し込んだ後にパンチの動きを一定時間停止させ、その後試験片を離型させた。そして、離型前の一時的な変形停止が離型後のスプリングバック量に及ぼす影響を調査した。以下ではパンチ保持時間がスプリングバックに及ぼす影響を、スプリングバックの保持時間依存性と呼ぶ。さらに、離型後に継続的に成形品形状を測定することで、離型後の時間経過に伴う形状変化を調査した。以下では離型後の経過時間が形状変化に及ぼす影響を、スプリングバックの経過時間依存性と呼ぶ。スプリングバック量の指標として、図2に示すように成形品縦壁部の曲率を評価した。用いた材料は極低炭素鋼板、5000系アルミニウム合金板、2種工業用純チタン板、マグネシウム合金板である。なお、実験は全て常温で実施した。

(2) 解析方法

本研究では、研究代表者がこれまで開発を進めてきた結晶塑性有限要素法解析プログラムを時間依存変形まで拡張することを試みた。解析では、すべり系 α のすべり速度 $\dot{\gamma}^\alpha$ を次式のひずみ速度依存型の構成式で与えることで、時間依存特性を表現した[3]。

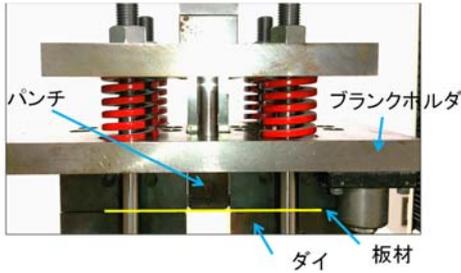


図1 引張曲げ実験装置



図2 成形品と曲率の評価

$$\dot{\gamma}^\alpha / \dot{\gamma}_0 = |\tau^\alpha / \tau_Y^\alpha|^{1/m} \text{sign}(\tau^\alpha) \quad (1)$$

ただし、 τ^α および τ_Y^α はそれぞれすべり系 α における分解せん断応力およびすべり抵抗、 $\dot{\gamma}_0$ は基準すべり速度、また m はひずみ速度感受性指数である。本研究では特に、すべり系だけでなく双晶系の活動によりそのモデル化が難しい六方晶金属を対象として、時間依存変形のモデル化を試みた。本報告書では、工業用純チタン板についてモデル化した結果を示す。

4. 研究成果

(1) 実験結果

図3[4]に、種々の金属板におけるスプリングバックの保持時間依存性を示す。曲率は離型前の保持時間の増加に伴い減少している。この傾向は材種によらず同様である。保持時間5分から600分までの曲率減少量を材種間で比較すると、マグネシウム合金板が最大の減少を示し、続いて工業用純チタン板、アルミニウム合金板、極低炭素鋼板の順であった。この結果から、マグネシウム合金板の保持時間依存性は他の材種に比べて顕著に大きく、また工業用純チタン板も比較的大きいことがわかった。なおこの傾向は、引張曲げ成形時のパンチの押し込み速度に依らなかった。

先行研究[1]では、保持時間依存性は応力緩和挙動に起因すると考察されている。しかしながら、別途実施した応力緩和試験では、応力緩和による応力低下量は工業用純チタン板が最大で、続いてマグネシウム合金板、極低炭素鋼板、アルミニウム合金板の順であり、保持時間依存性で見られる大小関係とは必ずしも一致しないことが明らかとなった。このことから、応力緩和挙動以外にも保持時間依存性に影響を及ぼす因子があることが示唆される。

一般的に、スプリングバック量は除荷（離型）開始時の応力と除荷中の応力挙動により支配されることが知られている。応力緩和挙動はこのうち除荷開始時の応力に影響する因子であることを考えると、保持時間依存性の評価には除荷中の応力挙動も別途考慮する必要がある。そこで、応力緩和試験において試験後の除荷時に、見かけのヤング率を実験的に求めた。そして、この結果と応力緩和挙動から推定される除荷開始時の応力を用いることで、

$$\varepsilon_u = \sigma_u / E_u \quad (2)$$

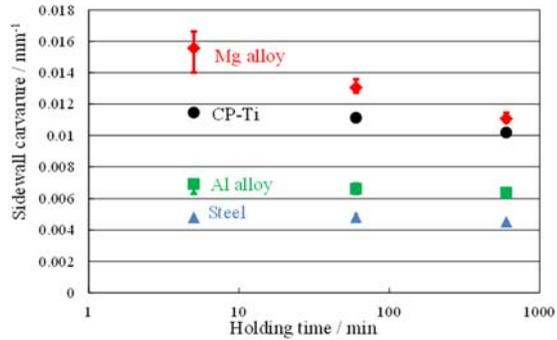


図3 スプリングバックの保持時間依存性[4]

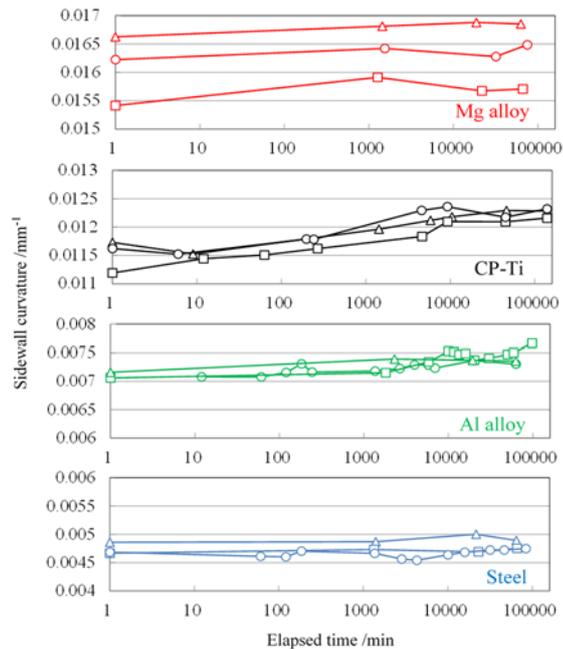


図4 スプリングバックの経過時間依存性[4]

次式で与えられる除荷時の弾性回復ひずみ量 ε_u を評価した。

ただし、 σ_u 、 E_u はそれぞれ除荷開始時の応力、除荷時の見かけのヤング率である。その結果、弾性回復ひずみ量は応力緩和時間の増加に伴って減少すること、その大きさはマグネシウム合金板が最大であり、続いて工業用純チタン板、アルミニウム合金板、極低炭素鋼板の順であり、保持時間依存性の傾向と一致することがわかった。このことから、保持時間依存性には応力緩和による応力低下だけでなく、応力緩和後の除荷挙動も影響していることが示唆された。

図4[4]に、種々の金属板におけるスプリングバックの経過時間依存性を示す。材種に依らず、離型後の時間経過に伴って徐々に曲率が増加する傾向がみられた。離型後の増加率は、工業用純チタン板が最も大きく、続いてアルミニウム合金板、マグネシウム合金板、極低炭素鋼板の順であった。ただしこの増加量は、保持時間依存性に比べて小さかった。

先行研究[2]では、経過時間依存性はクリープ現象に起因すると考察されている。しかしながら、別途実施したクリープ試験では、工業用純チタン板がクリープひずみが最も大きく、次いでマグネシウム合金板、極低炭素鋼板、アルミニウム合金板の順であり、経過時間依存性でみられる大小関係とは必ずしも一致しなかった。このことから、経過時間依存性についても、クリープ以外の要因が影響していることが示唆された。

(2) 解析結果

ここでは工業用純チタン板におけるスプリングバックの経過時間依存性を結晶塑性有限要素法により評価した事例を示す。前述の実験と同じ条件で引張曲げ成形プロセスを解析し、離型後の縦壁部の曲率変化を調査した。解析結果の一例を図5[5]に示す。実験結果に比べて明らかに曲率が小さいのは、実験より強度レベルの低い1種工業用純チタン板をモデル化したためである。一方、離型後に時間とともに曲率が増加する様子が解析でも定性的に再現できている。このことから、本研究で開発した解析プログラムにより、金属板の時間依存変形挙動が予測可能であることが示された。

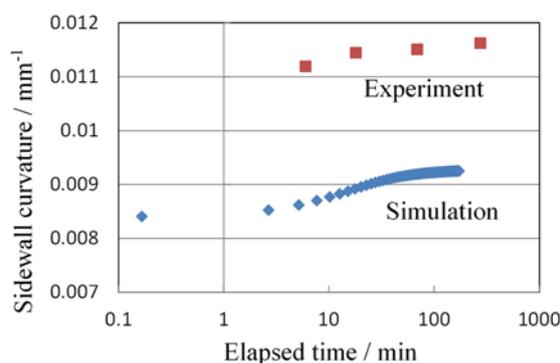


図5 経過時間依存性の解析結果[5]

板材のダイ側表面近傍の1積分点に着目して、応力および各すべり系の相対活動度の発展を調査した。その結果を図6および図7[5]に示す。なお、図7中で示す x' および y' はそれぞれ、板の長手方向および板厚方向を表す共回転座標系の成分である。この結果から、離型して巨視的には除荷された後(時刻7.5分以降)もすべり系や双晶系が活動している、すなわち塑性変形が進行していることがわかる。これらのすべり系および双晶系の活動は、除荷後の板に分布した残留応力が駆動力になって生じたと考えられる。すなわち以上の結果から、除荷後の残留応力により微小な塑性変形が生じ、その結果として除荷後の形状変化が生じたと考えられる。

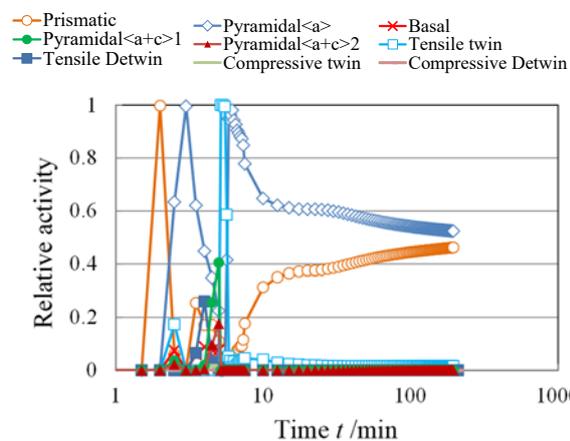


図6 引張曲げ変形中の相対活動度の推移[5]

図7から、除荷後には形状変化に伴って徐々に残留応力が低下していることがわかる。このことから、除荷後の変形は厳密な意味でのクリープ変形とは異なり、これが実験においてクリープ特性と経過時間依存性で必ずしも傾向が一致しなかった一因の可能性もある。また、アルミニウム合金板のように巨視的なひずみ速度依存性が極めて小さい材料の場合、本解析技術の枠組みでは経過時間依存性はほとんど予測できない。このことから、アルミニウム合金板で生じた経過時間依存性は工業用純チタン板とは全く異なるメカニズムに起因している可能性がある。

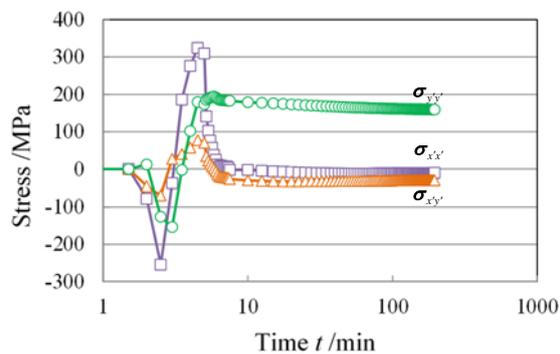


図7 引張曲げ変形中の共回転応力成分の推移[5]

参考文献

- [1] Yamashita, H., Ueno, H., Nakai, H., and Higaki, T., SAE Tech. Paper, (2015), 2015-01-0531.
- [2] Lim, H., Lee, M.G., Sung, J.H., Wagoner, R.H., Kim, J.H., Int. J. Plast., 29 (2012) 42-59.
- [3] Hama, T., Kobuki, A., and Takuda, H., Int. J. Plast., 91 (2017), 77-108.
- [4] Hama, T., Suzuki, T., Nakatsuji, Y., Sakai, T., and Takuda, H., Mater. Trans., 61(2020), 941-947.
- [5] Hama, T., Sakai, T., Korkolis, Y.P., Takuda, H., J. Physics: Conf. Series, 1063(2018), 012122.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 9件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Baudoin, P., Hama, T., and Takuda, H. | 4. 巻 115 |
| 2. 論文標題 Influence of critical resolved shear stress ratios on the response of a commercially pure titanium oligocrystal: crystal plasticity simulations and experiment | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Plasticity | 6. 最初と最後の頁 111-131 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2018.11.013 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Hama, T., Suzuki, T., Hatakeyama, S., Fujimoto, H., and Takuda, H. | 4. 巻 725 |
| 2. 論文標題 Role of twinning on the stress and strain behaviors during reverse loading in rolled magnesium alloy sheets | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Materials Science & Engineering A | 6. 最初と最後の頁 8-18 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.msea.2018.03.124 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Murasawa, K., Takamura, M., Kumagai, M., Ikeda, Y., Suzuki, H., Otake, Y., Hama, T., and Suzuki, S. | 4. 巻 59-7 |
| 2. 論文標題 Determination approach of dislocation density and crystallite size using a convolutional multiple whole profile software | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Materials Transactions | 6. 最初と最後の頁 1135-1141 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2320/matertrans.M2017380 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Baral, M., Hama, T., Knudsen, E., and Korkolis, Y. | 4. 巻 105 |
| 2. 論文標題 Plastic deformation of commercially-pure titanium: experiments and modeling | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Plasticity | 6. 最初と最後の頁 164-194 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2018.02.009 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Kubo, M., Hama, T., Tsunemi, Y., Nakazawa, Y., and Takuda, H. | 4. 巻 58-4 |
| 2. 論文標題 Influence of strain ratio on surface roughening in biaxial stretching of IF steel sheets | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 ISIJ International | 6. 最初と最後の頁 704-713 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2017-612 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Kumagai, M., Uchida, T., Murasawa, K., Takamura, M., Ikeda, Y., Suzuki, H., Otake, Y., Hama, T., and Suzuki, S. | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Convergence behavior in line profile analysis using convolutional multiple whole-profile software | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Materials Research Proceedings | 6. 最初と最後の頁 57-62 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.21741/9781945291890-10 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Hama, T., Fujimoto, H., and Takuda, H. | 4. 巻 15 |
| 2. 論文標題 Prediction of differential work-hardening behavior under biaxial tension of steel sheet using crystal plasticity models | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Procedia Manufacturing | 6. 最初と最後の頁 1808-1815 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.210 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Kubo, M., Hama, T., Tsunemi, Y., Nakazawa, Y., and Takuda, H. | 4. 巻 1063 |
| 2. 論文標題 Crystal plasticity finite-element analysis of surface roughening behavior in biaxial stretching of steel sheets | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Physics: Conf. Series | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Takamura, M., Murasawa, K., Kusuda, Y., Suzuki, Y., Hakoyama, T., Ikeda, Y., Otake, Y., Hama, T., and Suzuki, S. | 4. 巻 1063 |
| 2. 論文標題 Investigation on stress relaxation behavior of high-strength steel sheets based on elasto-viscoplasticity | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Physics: Conf. Series | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Hama, T., Sakai, T., Korkolis, Y.P., and Takuda, H. | 4. 巻 1063 |
| 2. 論文標題 Crystal-plasticity finite-element simulation of time-dependent springback in a commercially-pure titanium sheet | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Physics: Conf. Series | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Baudoin, P., Hama, T., Uchida, S., and Takuda, H., | 4. 巻 1063 |
| 2. 論文標題 Crystal plasticity analysis of the deformation of a grade 2 CP-Ti oligocrystal | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Physics: Conf. Series | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Takayuki HAMA | 4. 巻 2018-9 |
| 2. 論文標題 Development and application of metal crystal plasticity models | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Impact | 6. 最初と最後の頁 56-58 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.21820/23987073.2018.9.56 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Kubo, M., Hama, T., Tsunemi, Y., Nakazawa, Y., and Takuda, H. | 4. 巻 印刷中 |
| 2. 論文標題 Influence of strain ratio on surface roughening in biaxial stretching of IF steel sheets | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 ISIJ International | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Hama, T., Kojima, K., Kubo, M., Fujimoto, H., and Takuda, H. | 4. 巻 57-5 |
| 2. 論文標題 Crystal plasticity finite-element simulation on development of dislocation structures in BCC ferritic single crystals | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 ISIJ International | 6. 最初と最後の頁 866-874 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2017-011 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|----------------------|
| 1. 著者名 Hama, T., Kobuki, A., and Takuda, H. | 4. 巻 91 |
| 2. 論文標題 Crystal-plasticity finite-element analysis of anisotropic deformation behavior in commercially pure titanium Grade 1 sheet | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Plasticity | 6. 最初と最後の頁 77-108 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2016.12.005 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名 HAMA Takayuki | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 塑性加工のための高精度有限要素解析プログラムの開発とその応用 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 塑性と加工 | 6. 最初と最後の頁 1079 ~ 1083 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.9773/sosei.58.1079 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 浜孝之 | 4. 巻 44 |
| 2. 論文標題 結晶塑性解析による数値材料試験 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 TEST | 6. 最初と最後の頁 3-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Hama Takayuki, Sakai Takeyuki, Fujisaki Yusuke, Fujimoto Hitoshi, Takuda Hirohiko | 4. 巻 207 |
| 2. 論文標題 Time-dependent springback of a commercially pure titanium sheet | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Procedia Engineering | 6. 最初と最後の頁 263 ~ 268 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.772 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 6件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 結晶塑性解析による冷延鋼板の加工硬化特性の予測 |
| 3. 学会等名 日本鉄鋼協会第177回春季講演大会 シンポジウム「鋼板材料モデリングのシンポと課題」(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 楠田義徳, 鈴木優里菜, 高村正人, 浜孝之, 箱山智之, 大竹淑恵, 鈴木進補 |
| 2. 発表標題 高張力鋼板の応力緩和中における内部応力 |
| 3. 学会等名 第69回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之, 達川昂至, 生川遼太, 前田康裕, 前田恭志, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 結晶塑性解析と単純せん断試験を用いた5000系アルミニウム合金板における大ひずみ域までの加工硬化特性評価 |
| 3. 学会等名 第69回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之, 月原啓志, 畠山真一, 内田壮平, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 異なる双晶活動を示す2種類の純チタン板における2段階変形挙動 |
| 3. 学会等名 第69回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Pierre Baudoin, 浜孝之, 内田壮平, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 粗大結晶粒純チタン板の不均一変形挙動とその結晶塑性解析 |
| 3. 学会等名 平成30年度塑性加工春季講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 浜孝之, Pierre Baudoin, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 少数結晶材の活用による結晶塑性解析の高精度化の可能性 |
| 3. 学会等名 日本鉄鋼協会第175回春季講演大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Pierre Baudoin, 浜孝之, 内田壮平, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 粗大結晶粒純チタン材の不均一変形挙動に及ぼすCRSS比の影響 |
| 3. 学会等名 日本機械学会M&M2018カンファレンス |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 金属板の時間依存スプリングバック挙動とその結晶塑性有限要素解析 |
| 3. 学会等名 日本金属プレス工業協会平成30年度第4回残留応力研究部会（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 金属板の塑性変形挙動とそのモデリング |
| 3. 学会等名 日本塑性加工学会第232回塑性加工技術セミナー「超高張力鋼板・アルミニウム板材成形シミュレーションの最前線」（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 実用的展開が期待される結晶塑性シミュレーション |
| 3. 学会等名 理研シンポジウム「計算で物事を理解する予測する～産業界の難課題が求めている解決パラダイムの提案, 三つの計算科学, 連続体, 分子, そして統計～」(招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 結晶塑性情報に基づく金属材料の塑性加工性評価 |
| 3. 学会等名 京都大学インダストリアルディ2018 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hama, T., Fujimoto, H., and Takuda, H. |
| 2. 発表標題 Prediction of differential work-hardening behavior under biaxial tension of steel sheet using crystal plasticity models |
| 3. 学会等名 METALFORMING 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kubo, M., Hama, T., Tsunemi, Y., Nakazawa, Y., and Takuda, H. |
| 2. 発表標題 Crystal plasticity finite-element analysis of surface roughening behavior in biaxial stretching of steel sheets |
| 3. 学会等名 NUMISHEET 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takamura, M., Murasawa, K., Kusuda, Y., Suzuki, Y., Hakoyama, T., Ikeda, Y., Otake, Y., Hama, T., and Suzuki, S. |
| 2. 発表標題 Investigation on stress relaxation behavior of high-strength steel sheets based on elasto-viscoplasticity |
| 3. 学会等名 NUMISHEET 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hama, T., Sakai, T., Korkolis, Y.P., and Takuda, H. |
| 2. 発表標題 Crystal-plasticity finite-element simulation of time-dependent springback in a commercially-pure titanium sheet |
| 3. 学会等名 NUMISHEET 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Baudoin, P., Hama, T., Uchida, S., and Takuda, H., |
| 2. 発表標題 Crystal plasticity analysis of the deformation of a grade 2 CP-Ti oligocrystal |
| 3. 学会等名 NUMISHEET 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 浜孝之, Pierre Baudoin, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 少数結晶材の活用による結晶塑性解析の高精度化の可能性 |
| 3. 学会等名 日本鉄鋼協会 第175回春季講演大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 浜孝之, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 結晶塑性有限要素法による純チタン板の深絞り成形解析 |
| 3. 学会等名 第68回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之, 平野夏帆, 藤崎悠介, 内田壮平, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 二段階負荷を受ける純チタン板の応力挙動 |
| 3. 学会等名 第68回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之, 八木翔吾, 生川遼太, 前田康裕, 前田恭志, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 種々のひずみ経路における5000系アルミニウム合金板の加工硬化特性 |
| 3. 学会等名 第68回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 浜孝之, 中辻雄也, 鈴木智貴, 堺勇行, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 種々の金属板におけるスプリングバック時間依存性 |
| 3. 学会等名 第68回塑性加工連合講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之, 平野夏帆, 藤崎悠介, 内田壮平, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 二段階負荷を受ける純チタン板の変形挙動に及ぼす双晶活動の影響 |
| 3. 学会等名 日本機械学会M&M2017カンファレンス |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 浜孝之, 浦谷政翔, 藤本仁, 宅田裕彦 |
| 2. 発表標題 鉄鋼板の応力緩和挙動に関する結晶塑性有限要素法解析 |
| 3. 学会等名 平成29年度塑性加工春季講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hama, T., Sakai, T., Fujisaki, Y., Fujimoto, H., and Takuda, H. |
| 2. 発表標題 Time-dependent springback of a commercially pure titanium sheet |
| 3. 学会等名 12th International Conference on Technology of Plasticity (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 結晶塑性解析による材料組織と力学特性のブリッジング |
| 3. 学会等名 日本塑性加工学会東海支部第84回塑性加工懇談会「圧延および鍛造のための材料組織予測モデルの現状と展望」(招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 結晶塑性理論の応用 実用化を見据えた最新動向と今後の可能性 |
| 3. 学会等名 日本鉄鋼協会第69回白石記念講座「金属材料の弾塑性変形のマクロ・ミクロモデルの進歩」(招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 六方晶金属板の変形挙動とその結晶塑性解析 |
| 3. 学会等名 大橋鉄也先生記念シンポジウム「金属塑性の理解とモデリング」(招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浜孝之 |
| 2. 発表標題 塑性加工のための高精度有限要素解析プログラムの開発とその応用 |
| 3. 学会等名 平成29年度塑性加工春季講演会(招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|---|----|
| 研究分担者 | 高村 正人 (Takamura Masato) (00525595) | 国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究センター・ 上級研究員 (82401) | |
| 研究分担者 | 宅田 裕彦 (Takuda Hirohiko) (20135528) | 京都大学・エネルギー科学研究科・教授 (14301) | |
| 研究分担者 | 袴田 昌高 (Hakamada Masataka) (30462849) | 京都大学・エネルギー科学研究科・准教授 (14301) | |