

The 20th International Conference on Metal Forming 2024

横浜国立大学 大学院工学研究院
准教授 前野 智美
(2024 年度 国際会議等参加助成 AF-2023062-X2)

キーワード：ホットスタンピング，トライボロジー，アルミニウム

1. 開催日時

2024 年 9 月 15 日～9 月 18 日

2. 開催場所

AGH 大学，クラクフ，ポーランド

3. 国際会議報告

3.1 会議概要

International Conference on Metal Forming は金属成形の国際会議となっている。1974 年以来ポーランドのクラクフにある AGH 大学が主催し，パーミンガム大学と 2 年ごとに開催されてきた会議であり，2010 年以降には豊橋技術科学大学，イタリアのパレルモ大学が加わって開催されている。著者も Conference chair member に加わっており，現在は AGH 大学，豊橋技科大，パレルモ大学，横浜国大が主催大学となっている。前回の 2022 年は中国塑性加工学会がゲスト主催し，太原大学においてハイブリッド開催された。本年度の会議はポーランド AGH 大学にて行われた。また，第 20 回ということで，記念的回となった。

一般公演は 97 件が発表され，また，6 件の基調講演が行われた。日本からも鳥取大の松野教授が超高張力鋼板の穴抜き部の遅れ破壊に関する基調講演をされた。全講演の内，82 件は Materials Research Proceedings Volume 44 に収録され，オープンアクセスの下で公開されている。

参加者の所属国について掲載論文から調べた結果を図 1 に示す。ヨーロッパでの開催でありながら，中国からの参加者が 40%を超えており，塑性加工への関心の高さを感じた。日本からの参加者も比較的多かった。図 2 に横浜国立大学から参加したメンバーとの記念写真を示す。

3.2 発表概要①

筆者は，「Hot local compression and die quench ausforming of quenchable steel sheet」について報告した。板鍛造製品などは順送プレスによって複雑部品を成形した後に，強度が必要な場合は熱処理を施す。熱処理はバッチ処理となり，一個流しに比べ生産の柔軟性が少し低下する。一方，ホットスタンピングではダイクエンチによって製品の成形毎に焼入れを行っている。これを板鍛造に応用すれば，焼入れ製品の一個流し化が可能となる。板鍛造では板厚方向への部分圧縮などが行われる。そこで焼入れ用鋼板に部分圧縮を行い，圧縮部のダイクエンチ特性に調査を行った^{1,2)}。

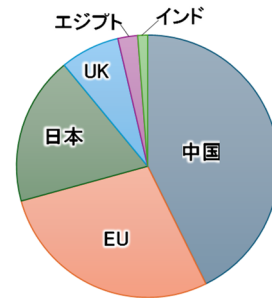


図 1 参加者所属国の構成



図 2 横浜国立大学メンバーとの記念写真

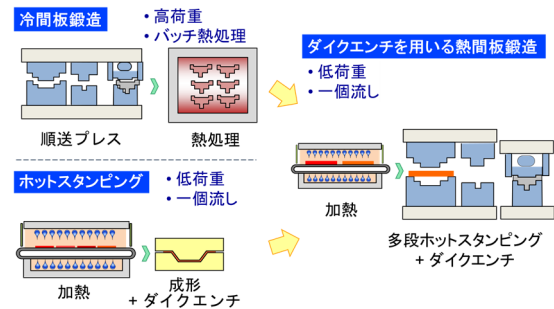


図 3 ダイクエンチを応用した熱間板鍛造のプロセス

下死点保持をおこなうと，圧下率の増加が見られた。下死点保持なしでは，金型拘束が無い状態で fcc から bcc に変態膨張するため，等方的に膨張し圧縮部の板厚も増加する。一方，下死点保持ありでは，金型拘束中に板材は変態して膨張するが，板厚方向の膨張は拘束され，半径方向の塑性変形となり得られる圧下率が向上した。

図 4 にダイクエンチ後の板厚中央部の半径方向硬さ分布を示す。圧縮部においては圧下率の増加に伴って硬さが上昇し，圧縮率 $r = 75\%$ においては 600HV を超えている。組織においても微細化がみられた。

加工硬化したオーステナイトが再結晶することなくマルテンサイト変態する高温オースフォーミングによって、マルテンサイト組織が微細化しダイクエンチ後の硬さが向上した。圧縮率および、せん断変形の付与が大きいと旧オーステナイト粒の加工硬化の程度が大きくなり、高温オースフォーミングによって上昇する硬さも増加した。

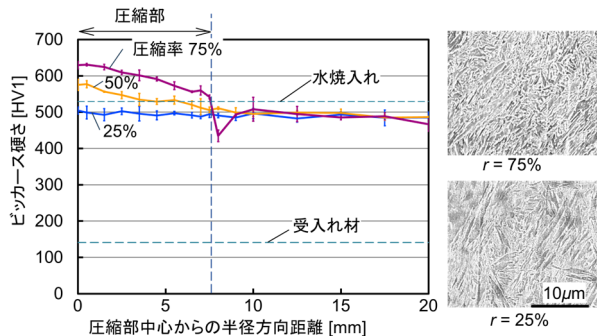


図4 熱間部分圧縮・ダイクエンチ後の圧縮部の半径方向硬さ分布

3.3 発表概要②

同行した修士2年の原田蒼大君は「Effect of ductile cast iron tool with grooved polishing and die coatings on friction behaviour in flat strip drawing of A7075-T6 alloy strip with quick heating」の研究報告した。

熱処理型アルミニウムのホットスタンピングが検討されている。ダイクエンチによって溶体化処理を行う工法が提案されているが、成形後に人口時効などが必要となっている。時効硬化されているアルミニウム合金を温間で短時間に加熱して成形すれば、加熱による強度低下を小さくすることができ、成形後の時効処理を省略することができる³⁾。アルミニウム合金のホットスタンピングでは焼付きが生じやすく摩擦が問題となる。本研究では、短時間加熱を用いたアルミニウム合金のホットスタンピングにおいて、金型材質および表面処理が摩擦に及ぼす影響について調査した。図5に接触加熱を用いたアルミニウム合金板の引抜き試験方法を示す。引抜き時の抵抗から摩擦係数を求め、また、試験後の板材と金型材の凝着の様子から摩擦特性を調

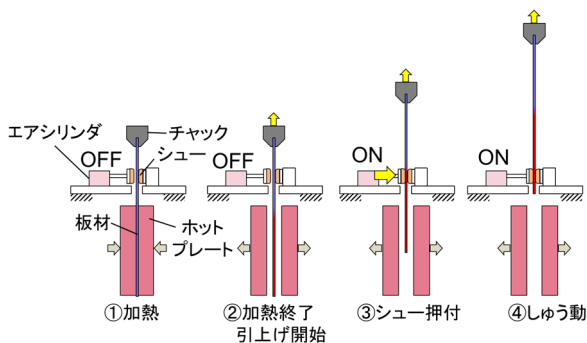


図5 接触加熱を用いたアルミニウム合金板の引抜き試験方法

査した。金型には球状黒鉛鋳鉄の FCD600 材、熱間工具鋼の SKD61 材などを比較した。また DLC コーティングや FCD600 材の研磨において中間研磨を省略した溝残し研磨などを検討した。

図6に200℃の引抜き試験における各金型材、表面処理が摩擦挙動に及ぼす影響を示す。FCD600（球状黒鉛鋳鉄）は黒鉛の潤滑作用および黒鉛の空孔の潤滑剤保持によってSKD材よりも低く安定した摩擦を示した。また、表面に溝残し研磨を施すことによって、無潤滑のDLC表面処理金型における摩擦と同等の摩擦係数を示した。また凝着抑制も向上した。

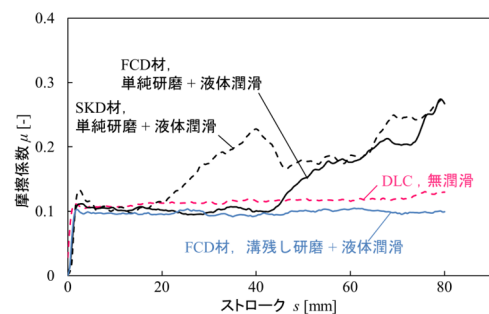


図6 200℃の引抜き試験における各金型材、表面処理が摩擦挙動に及ぼす影響

4. オストラヴァ工科大学滞在とワークショップ参加

筆者と修士2年の原田蒼大君はMetal Forming 2024参加後にすぐ近隣のチェコ、オストラヴァに移動し、オストラヴァ工科大学のStrnad教授を訪問した。また、原田君はこの研究室に、およそ1か月の研究滞在を行った。また、ワークショップ「New methods of damage and failure analysis of structural parts」に参加した。



図7 オストラヴァにて研究滞在した部屋とワークショップでの質疑の様子

謝 辞

本国際会議への参加にあたり公益財団法人天田財団より国際会議等参加助成(AF-2023062-X2)をいただいたことに対して厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 前野智美・池田勇人・森謙一郎：平成 29 年度塑性加工春季講演会講演論文集, (2017), 117-118.
- 2) 前野智美・花田晃広・池田勇人・森謙一郎：平成 30 年度塑性加工春季講演会講演論文集, (2018), 129-130.
- 3) 前野智美：ぶらすとす, 5-51 (2022), 131-136.