

# 22nd International Conference on Material Forming (ESAFORM2019)

京都工芸繊維大学 機械工学系  
准教授 飯塚 高志  
(平成 30 年度 国際会議等参加助成 AF-2018068-X2)

キーワード：材料加工，板材成形，せん断

## 1. 開催日時

2019 年 5 月 8 日～10 日

## 2. 開催場所

the Europa Conference and Exhibition Centre,  
Vitoria-Gasteiz, Basque Country, Spain

## 3. 国際会議報告

### 3・1 会議概要

International Conference on Material Forming は European Scientific Association for Material Forming (ESAFORM) の Annual Conference であり，ESAFORM の一つの目標である産学のコミュニティーに材料加工に関する科学的，技術的な情報を普及させることを目的とした会議である．この第 1 回の会議は 1998 年にフランスの Sophia-Antipolis で開催され，22 回目を数える今回は Mondragon Unibertsitatea の Dr. Lander Galdos と Prof. Pedro Arrazola を Chair としてスペインの Vitoria-Gasteiz で開催された．Vitoria-Gasteiz は Basque 州の州都で，Bilbao 空港から車で山間を通過して 2 時間弱の距離にある．街自体はそれほど大きくなく，旧市街は 1 時間程度で周れる広さである．路面電車がゆっくりと走る緑に溢れた美しい街という印象で，会場の the Europa Conference and Exhibition Centre は旧市街から歩いて 5 分程度の距離にある美しい会議場であった．



図 1 Vitoria-Gasteiz の街並み

本会議にはヨーロッパ各国を中心に 350 名以上が参加し，17 の Mini-symposia において 57 セッション，249 講演が行われた．参加者はドイツからが最も多く約 90 名程度であり，日本からの参加者は 10～20 名だったように思われる．5 人の Plenary Speaker には京都大学の浜孝之准教授

も含まれ，板材成形のための結晶塑性モデリングについてご講演された．

この会議の Mini-symposia は，塑性加工が中心であるものの，複合材料や切削，レーザー加工などその他の材料加工も含まれるのが特徴である．講演数は“INNOVATIVE JOINING BY FORMING TECHNOLOGIES (MS04)”が最も多く 32 件，次いで“FORGING AND ROLLING (MS03)”が 30 件，“MACHINING AND CUTTING (MS07)”が 25 件，“ADDITIVE MANUFACTURING (MS14)”の 23 件の順であった．各会場は 50 名程度の収容人数であったが，どの会場も基本的に多くの人で埋まっていた印象で，活発な議論がなされていた．

本会議の Conference Paper は the AIP Conference Proceedings に掲載予定となっている．次回は 2020 年 5 月に Brandenburg University of Technology Cottbus – Senftenberg の Prof. Markus Bambach を Chair として，ドイツの Cottbus で開催予定である．



図 2 ESAFORM2019 の様子

### 3・2 講演概要

本会議では，報告者による “Measurement of Three-dimensional Shape of Minute Burr Formed through Punching Process of Circle Hole” および報告者の指導学生 (Wuyang Liu) による “Trials to Evaluate Bulging Formability of Duplex Embossed A1050-O Sheet Using Erichsen Test” の 2 件の発表をそれぞれ “INCREMENTAL AND SHEET METAL FORMING (MS16)” および “FORMABILITY OF METALLIC MATERIALS (MS15)” で行った．

前者は丸穴抜き加工において生じるかえりの形成メカニズムの解明を目的としたものである．穴抜き加工によるせん断面は，亀裂発生と進展によって形成されるが，特にかえりは亀裂の発生によってその先端形状が決定されると考えられる<sup>1)</sup>．また，かえりの根元形状はダイ肩の摩耗形状を転写する形で形成され，かえりの大きさに大きな影響を与える<sup>2)</sup>．

これまでの研究では切断試料の顕微鏡観察から4点(圧延方向と板幅方向)でかえり形状測定を行い、ダイ摩耗とかえり高さの関係や穴抜き回数に伴う先端角度などの形状変化を調査して、平均的なかえり形成メカニズムを明らかにしてきた。しかし、実際にはかえり形状は穴縁周りで変化するため、かえり形状の分布を考慮した測定と分析が必要である。そこで本研究では、レーザ顕微鏡を用いた非破壊の三次元形状測定を試みた。

レーザ顕微鏡による形状測定では、反射光強度が低いところ(穴部)での偽高さデータ(ゴーストデータ)の発生や、格子点状の離散点測定となるといった課題がある。本研究ではレーザ顕微鏡測定で得た高さデータと反射光強度のデータに対してそれぞれ閾値を設けることで、ゴーストデータを除去し、かえり端部を同定した。また、格子状の離散データから Voronoi 図、Delauney 三角形分割および線形補完を用いて円柱座標系の連続データ近似を行うことによって、最終的に図3に示すようなかえりの三次元形状を得ることができた。得られた形状からかえり端部の位置には穴周りで分布が存在することが確認できた。また、かえり端部が穴中心に近い位置でかえりが大きくなる傾向を確認できた。ただし、残念ながらゴーストデータの除去方法や連続近似に関してはさらなる改善が必要であり、またかえりの根元半径や先端角度などの形状分布についても今後詳細に調べる必要がある。

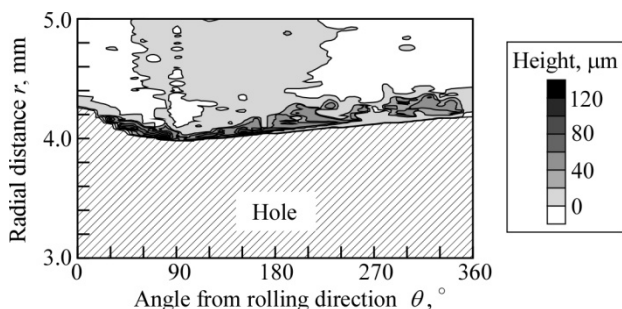


図3 かえりの三次元形状測定結果

後者の発表は、エンボス加工板の張出し成形性に関する研究成果についてである。エンボス加工とは、平板に凹凸模様を付与する加工である。ここでは、エンボス加工を周期的に行うことで、薄板に形状に由来する擬一様な特性を付与し、その擬一様な板材としての特性を把握することを目的としている。このような形板は機能性と意匠性が向上するため、自動車部品のヒートプロテクターや流し台、建築素材として使用されており、研究分野においても現在徐々に注目され始めているため、今後需要が拡大するものと考えられている。

これまでの研究から、エンボス加工によって両板面に周期形状を与えられた薄板(両面エンボス板)の曲げ剛性と引張剛性の関係の予びずみによる変化<sup>3)</sup>や、周期的な構造に依存した新しい面内異方性の発現<sup>4)</sup>などが報告されているが、成形性に関する詳しい報告は少ない。そこで本研

究では、薄板成形の基本要素の一つである張出成形性を評価するために、両面エンボス板を用いてエリクセン試験を試みた。

張出し成形性は、慣例の方法に則ってまずエリクセン値によって評価した。図4に示すように、低いエンボス加工(エンボス高さ0.5mm)の場合には、加工硬化の影響が強く、平板に比べてエリクセン値は低下した。一方、高いエンボス加工(エンボス高さ1.0mm)の場合、平板に比べるとやや低いものの低い場合と比べて改善が見られた。これは形状付与の効果が表れたものと考えられる。また、圧延方向とエンボス方向の組合せによってもエリクセン値に差異が生じることが確認された。図5に示すように、張出成形の破断挙動のエンボス構造による変化を調査した結果、平板で見られる円弧状の亀裂から、条件によっては四角形状の亀裂に変化する傾向が見られた。さらに、FEM解析を行ったところ、エンボス板の場合にはボス(凹凸)間で主に変形が進む傾向が確認できた。

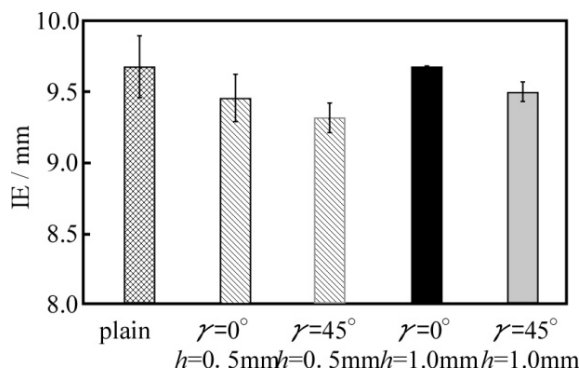


図4 エリクセン試験結果

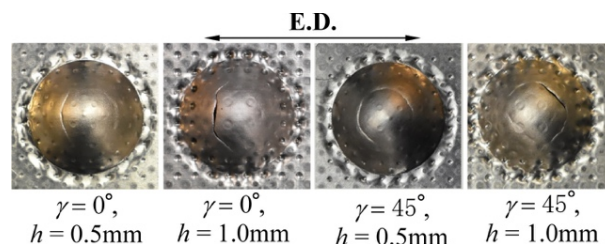


図5 エンボス高さと方向に関する破断形態の比較

### 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-2018068-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) T. Iizuka et al.: Proc. 9th ICTP, (2008), 2330.
- 2) D. Sakamoto et al.: steel Res. Int., **sp. ed. Metal Forming 2012** (2012), 1047.
- 3) WY. Liu et al. : J. Mater. Process. Technol., **261**(2018), 123.
- 4) T. Iizuka et al. : Steel Research Int., **79-2**(2008), 669.