

# 第 10 回工業用加工技術における数値解析技術に関する国際会議 (NUMIFORM 2010)

京都大学大学院エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻  
准教授 浜 孝之  
(平成 21 年度国際会議等参加助成 AF-2009039)

キーワード：マグネシウム合金板，結晶塑性有限要素法，除荷特性

## 1. 開催日時

2010 年 6 月 13 日 (日) ~ 17 日 (木)

## 2. 開催場所

大韓民国 浦項 (ポハン)

Pohang University of Science and Technology

## 3. 国際会議報告

### 3.1 会議の概要

本国際会議は、塑性加工や機械加工、鋳造加工などあらゆる加工技術に関する数値解析技術について最新の研究と今後の方向性を議論することを目的とした集会である。1982 年にイギリスの Swansea 大学で第一回が開催されて以降、世界各国で 3 年に一度開催されてきた。第 10 回にあたる本会議では、約 230 名の参加者がありそのうち 6 割強がアジア諸国、3 割がヨーロッパ諸国であった。また 25 カ国から 178 件の講演発表があり、4 部屋に分かれて活発な議論が行われた。今回の会議では、板材成形やバルク加工といった個々の加工技術に注目した講演よりも、材料モデリングや破壊予測、最適化といった解析要素技術に注目した講演が多かったという印象を受けた。また、マルチスケールモデリングに関する講演が多かったのも特徴的である。世界的な傾向として、マクロスケールに関する解析的研究が収束しつつある一方でミクロスケールへ研究領域が拡大しつつあることが窺えた。

本会議は、有限要素法の先駆者でありまた NUMIFORM 発起人の一人でもある O. C. Zienkiewicz 教授 (2009 年 1 月に逝去) を追悼する会議と位置づけられ、ゆかりの研究者により Zienkiewicz 教授の略歴や研究成果の概要などを紹介する基調講演があった。

本会議における日本からの講演は 15 件程度にとどまり、隣国韓国での開催にもかかわらず全体の 10%にも及ばなかった。本会議は、現在実用的に使われている加工技術に関する数値解析技術のほとんどが報告されてきたといっても過言ではないほど重要な会議であり、また世界中の専門家が参加する貴重な意見交換の場である。次回は 2013 年に中国・瀋陽で開催される予定であり、再びアジアでの開催である。日本からの多くの参加を期待したい。

### 3.2 発表の概要

筆者は本会議において、「マグネシウム合金板の負荷-除荷挙動に関する結晶塑性有限要素解析」<sup>1)</sup> という題目で講演を行った。以下にその概要を示す。

軽量化材料として近年大きな注目を集めているマグネシウム (以下 Mg) 合金は、最密六方構造を有しているこ

とから従来の構造用金属とは変形特性が大きく異なる。Mg 合金板における特徴的な変形特性の一つに、除荷時に生じる非弾性挙動が挙げられる。これまでの研究により、除荷時の非弾性挙動は引張双晶の成長拡大と縮小に起因すると説明されているが、そのメカニズムは十分明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、結晶塑性有限要素解析によりそのメカニズムの検討を行った。

本研究では、陽的な時間積分法を採用した結晶塑性有限要素法プログラムを用いた。本プログラムでは、簡単のため引張双晶はすべり変形としてモデル化し、双晶による結晶回転は考慮していない。AZ31Mg 合金圧延板を想定した初期集合組織を与えた代表体積要素を用いて、一軸引張-除荷解析を行った。

はじめに、解析で得られた応力-ひずみ関係を実験結果と比較した。解析で得られた種々の予ひずみにおける除荷時応力-ひずみ関係は、実験に比べて全体的に非弾性挙動が小さいものの、定性的には良い一致が見られた。続いて、非弾性挙動の発生メカニズムをメゾスケールから検討するため、変形に伴う各すべり系の相対活動度を調査した。負荷開始直後は底面すべり系の活動が支配的であるが、しばらくすると柱面すべり系が活発に活動し始める。その後除荷に転じると、柱面すべり系の活動は急激に停止するのに対して底面すべり系は再び活発に活動し、この傾向は除荷中持続される。そこで負荷時/除荷時で底面すべり系の活動にどのような違いがあるか検討するため、各すべり系の平均的な滑り方向を調査した。その結果底面すべり系は、除荷時には負荷時とは逆方向へ活動する傾向にあることが判った。また変形に伴う応力の推移を調査したところ、底面すべり系のこの活動は、材料の不均一性による結晶粒ごとの応力のばらつきに起因することが明らかとなった。以上より除荷時非弾性挙動は、材料の不均一性に起因して底面すべり系が除荷時に負荷時とは逆方向に活動することが一因であると示唆された。

本講演に関して、相対活動度を与える臨界せん断応力や加工硬化パラメータの影響に関する質問 (フランスの研究者)、双晶の取り扱いに関する質問 (アメリカの研究者) などを受け、coffee break に至るまで詳細な議論をすることができた。またそれ以外にも、ドイツの研究者とマグネシウム合金の結晶塑性解析に関して議論し、有意義な情報交換を行うことができた。

本会議では、自身の研究内容だけでなく多岐に亘るテーマについて海外の研究者と議論する機会に恵まれた。また

人的なネットワークも広げることができ、筆者にとって大変貴重な機会となった。

### 謝辞

本国際会議へ講演参加するにあたり、財団法人天田金属加工機械技術振興財団より助成を賜った。このような貴重な機会を与えていただいたことに、深甚なる謝意を表す。

### 参考文献

- 1) Hama, T., Fujimoto, H. and Takuda, H., Crystal Plasticity finite element analysis of loading-unloading behavior in magnesium alloy sheet, Proceedings of NUMIFORM 2010, Pohang, Korea, June, 2010, 802-809, CD-ROM.