

# ICTP2011 (10th International Conference on Technology of Plasticity)

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23年度国際会議等参加助成 AF-2011002)

**Key words:** マグネシウム合金板, 除荷特性, 変形双晶

## 1. 開催日時

2011年9月25日(日)~30日(金)

## 2. 開催場所

ドイツ連邦共和国ノルトライン=ヴェストファーレン州  
アーヘン市アーヘンユーロgressコンベンションセンター

## 3. 国際会議報告

### 3.1 会議の概要

本国際会議は塑性加工技術に関する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世界最大規模の集会である。1984年に我が国で第一回が開催されて以来、世界各国で3年に一度開催されてきた。第10回にあたる今回の会議では、約50ヶ国から700名以上の参加者があった。全参加者のうち約53%がヨーロッパ諸国、約42%がアジア諸国であった。日本からの参加者は全参加者のうち約18%であり、これは開催国ドイツに次ぐ多さである。日本における塑性加工研究開発の活発さと本国際会議への関心の高さが感じられる。

会議では432件の講演発表と45件のポスター発表があり、9部屋に分かれて活発な議論が行われた。筆者は材料特性や結晶塑性解析などのセッションを中心に聴講した。材料特性のセッションでは、高ひずみ域まで応力-ひずみ曲線を取得する実験方法に関する多くの発表があった。これらは数値解析を行う際に高精度な材料特性を入力することを目的とした研究である。講演内容には玉石混淆の感があったが、少なくとも世界中で同様の問題意識を共有していること、また従来の試験法の改良に留まらず新しい試験法の提案が進められていることが確認でき、まだまだ大きな可能性を秘めた話題であると感じた。また結晶塑性解析のセッションでは、結晶塑性解析を実際の塑性加工プロセスへ応用した事例はまだまだ少ないものの、集合組織発展予測を中心として少しずつ適用事例および適用範囲が広がっていることを感じた。以上のように筆者が聴講した“材料モデリング”に関するテーマは今後ますますの発展を感じさせ、次回(3年後)の会議が今から楽しみになった次第である。

今回の会議は記念すべき第10回ということもあり、通常の講演に加えて各種受賞式や非常に盛大なバンケット等が執り行われた。またバンケットにおいて、次回の第11回は2014年に名古屋にて開催されることが発表された。次回は日本が開催国ということもあり、筆者も是非良い研究発表を行うことができると考えている。

### 3.2 発表の概要

筆者は会議において、「マグネシウム合金板の各種荷重経路における除荷挙動」<sup>1)</sup>という題目で講演を行った。筆者らの論文は、査読付き学術雑誌 Steel Research International

の特集号に掲載された。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として、除荷時に生じる顕著な非線形挙動が挙げられる。これまでの研究により、除荷時の非線形挙動は変形双晶の成長拡大と縮小に起因すると説明されているが、その他の要因について詳細に検討された例は少ない。そのため非線形挙動の発現メカニズムは十分明らかにされていないのが現状である。そこで本研究では、Mg合金圧延板では引張、圧縮、圧縮-引張などの荷重経路によって変形双晶の活動が大きく異なる点に着目して、各種荷重経路における除荷時非線形挙動を調査することで、非線形挙動に及ぼす変形双晶の影響を研究した。

本研究では、Mg合金圧延板を用いて面内の引張・圧縮試験、引張-圧縮試験、および圧縮-引張試験を行い、そのときの除荷時非線形挙動を調査した。その結果、引張変形下での除荷時非線形挙動は小さく、圧縮および引張-圧縮変形下での非線形挙動は大きい結果となった。圧縮-引張変形では引張時に二段階の加工硬化挙動を示すが、加工硬化一段階目では非線形挙動は大きく、加工硬化二段階目では小さい結果となった。このように、筆者らの推測通り荷重経路によって除荷時の挙動が大きく異なることが明らかとなった。

続いて変形中の変形双晶の活動推移を調査した。この調査には、光学顕微鏡を用いた組織観察により双晶面積率を算出する方法を用いた。その結果、非線形挙動の小さかった引張変形および圧縮-引張変形における加工硬化第二段階目では、変形双晶の活動がほとんど見られなかった。一方非線形挙動の大きかった圧縮変形、引張-圧縮変形、そして圧縮-引張変形における加工硬化第一段階目では、活発な変形双晶の活動が観察された。以上の結果から変形双晶が活動すると除荷時非線形挙動が大きくなることが明らかとなり、除荷時非線形挙動には変形双晶の活動が大きく影響していることが初めて実証された。

その一方で、引張変形下など変形双晶のほとんど活動しない荷重条件においても、小さいながらも一定の非線形挙動が確認された。このことから、変形双晶の活動以外にも非線形挙動を引き起こす要因があると考えられる。この要因の一つとして、筆者らが既報<sup>2)</sup>にて示したように、除荷中に底面すべり系が活動することが考えられる。

本講演に関して、非線形挙動に与える初期集合組織の影響に関する質問(フィンランドの研究者)や面内圧縮試験

法に関する質問（中国の研究者）などを受け、活発な議論をすることができた。

今回の会議では、自身の研究内容だけでなく前述の材料モデリングに関する実験方法など多岐に亘るテーマについて国内外の研究者と議論することができた。またこの会議を通して人的なネットワークを拡げることができ、非常に有意義な国際会議となった。

### 謝辞

本国際会議に講演参加するにあたり、公益財団法人天田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., Ochi, K., Kitamura, N., Fujimoto, H., and Takuda, H.: Unloading behaviour of a magnesium alloy sheet under various loading paths, *Steel Research International*, (2011), Special Edition, 1054-1059.
- 2) Hama, T., and Takuda, H.: Crystal-Plasticity Finite-Element Analysis of Inelastic Behavior During Unloading in a Magnesium Alloy Sheet, *International Journal of Plasticity*, 27(2011), 1072-1092.