

## 研究部会紹介

## 高精度板成形シミュレーションの普及化検討研究部会

The sectional meeting on the popularization of  
high-accuracy sheet metal forming simulation

桑原 利彦\*

Toshihiko KUWABARA\*

## 1. 研究部会設立の背景

近年、自動車をはじめとする輸送機器は、社会からの軽量化ニーズに対応するため、素材にアルミニウム合金を採用する事例が増えつつある。特に、アルミニウム合金板材はその活用が顕著に進んでいるが、鋼板と比べて成形性が低く扱いが難しいことから、板成形シミュレーションによる成形不具合の事前予測の重要性が高まっている。アルミニウム合金等軽金属材料の板成形シミュレーションにおいて、成形不具合発生予測精度を高めるためには、軽金属材料の弾塑性変形挙動を高精度に再現可能な材料モデルの使用が必須である<sup>1)</sup>。実際のプレス成形では、板材は二軸応力状態下で塑性変形するので、その変形特性を精密に測定するためには、実際と同じ二軸応力状態を再現できる材料試験法に準拠すべきである。

このような問題意識のもと、「成形性評価シミュレーション技術開発部会」(委員長：櫻井健夫(株)神戸製鋼所)を平成24年に設立した。4年間の活動を通して<sup>2)</sup>、以下の結論を得た。①高精度な材料モデルを構築するためには、板材の二軸応力試験が有効である<sup>3)</sup>、②材料モデルとして高次降伏関数および異方硬化特性などを適用することで、板成形シミュレーションの予測精度が向上する<sup>3)</sup>、③多結晶塑性モデルに基づく数値二軸引張試験により、実際材料の等塑性仕事面の

形状変化および塑性ひずみ速度の方向の実験値を良好に再現することができる<sup>4)</sup>。一方で、二軸応力試験は一般企業では実施が難しく、普及の難度が高いことが課題となった。

この課題を克服すべく、本研究部会の設立を提案し、平成28年6月から活動を開始した。部会委員を表1に示す。

## 2. 活動内容と計画

本部会の活動計画は以下の通りである：

(1) 高次降伏関数は材料パラメータの同定試験が容易でなく、現場での活用例はまだ少ない。当部会では、成形解析精度のベースアップを目標として、結晶塑性有限要素法を活用した降伏関数パラメータの簡易同定に関する技術開発を行う。

(2) この技術を広く普及させるために、素材の結晶方位分布から降伏関数パラメータおよび成形限界線 (FLC) を算出するソフトウェアの開発を目指す。(既存の成形CAEソフトウェアへの組み込みを目標とする案も挙げたが、個別のソフト開発元と交渉するのは現実的でないため、どのソフトでも活用できるよう、降伏関数パラメータの出力できるソフトウェア開発が目標として採択された。)

直近の活動として、自動車分野で一般に使用される5000系アルミニウム合金板を対象に、集合組織測定と多結晶塑性解析による材料モデル同定を行い、二軸応力試験による実験値(等塑性仕事面と塑性ひずみ速度の方向)と比較し、多結晶塑性解析の精度を検証する。さらに同一材料を国際会議 NUMISHEET2018<sup>5)</sup> のベンチマークテスト3の公式材料として採用し、各国から寄せられた材料モデルの計算結果とも照合し、世界最先端の多結晶塑性解析技術の最新情報を収集する。

今後の予定としては、二軸応力試験より決定された高次降伏関数にMarciniak-Kuczynskiモデルを適用してFLCを計算し、実験値と比較することにより、材料モデルの高精度化による成形限界の予測精度向上効果を検証する。またモデル金型によるしわ発生実験と有限要素解析を実施する。最終的には、「集合組織解析→材料モデル構築→高精度成形シミュレーション」なる一貫通貫の解析システムの基盤技術を確立する。

## 参考文献

- 1) 桑原利彦, 吉田健吾: 軽金属, **65** (2015), 164-173.
- 2) 研究部会報告書66: アルミニウム合金板材の成形シミュレーション高精度化技術, 軽金属学会, (2016).
- 3) 川口順平, 桑原利彦, 櫻井健夫: 軽金属, **65** (2015), 554-560.
- 4) 山中晃徳, 橋本圭右, 川口順平, 桑原利彦, 櫻井健夫: 軽金属, **65** (2015), 561-567.
- 5) <http://numisheet2018.org/>

表1 高精度板成形シミュレーションの普及化検討研究部会委員 (平成30年3月現在, \*は学生会員)

氏名	所属	備考
宇都宮 裕	大阪大学	部会長
久米 裕二	山形大学	
桑原 利彦	東京農工大学	
瀧澤 英男	日本工業大学	
辻 智文*	静岡大学大学院	
西田 進一	群馬大学	
三宅 能安*	東京農工大学	
山中 晃徳	東京農工大学	
吉田 健吾	静岡大学	
天野 敬治	三菱アルミニウム(株)	
櫻井 健夫	(株)神戸製鋼所	
為広 信也	(株)神戸製鋼所	
野口 修	(株)UACJ	
半田 岳士	日本軽金属(株)	
福増 秀彰	三菱アルミニウム(株)	
森山 慶彦	日本軽金属(株)	
山本 剛	昭和電工(株)	