

# D

## 薄板のプレス成形性に関するシミュレーション解析技術

プレス成形などの板材加工中のシミュレーション技術は、板材の成形状態、寸法精度、成形荷重、割れやしわの欠陥発生などの把握に活用され、成形可否・難易度の評価、金型などの工程設計や成形条件の最適化に非常に有用である<sup>1)</sup>。

板成形技術は、最大ユーザーである自動車分野を中心として発達し、パネルのような形状部品においては、車両の軽量化に伴う薄肉化が図られ、高張力鋼板やアルミ材の使用率がますます高まっている。それに伴う成形技術は、経験や実験で技術開発が進められる一方で、理論的な裏付けに基づいた数値シミュレーションにより、その予測技術はかなり実用的になってきている<sup>2) 3)</sup>。

数値シミュレーション活用のためには、実際に生じている複雑な現象をいかにモデル化するかということが重要であり、問題解決のニーズに合わせてモデルの単純化や高精度化を考える必要がある。近年では実部品に近い状態で解析することが望まれ、特に、型製作のリードタイム短縮に直結して、新規アイテムの設計段階から、成形中の型への充填状況を予測し、欠陥の発生を前もって把握することが可能となってきている。ここでは、板成形シミュレーションの解析手法とモデリング技術、さらに、割れに関する解析事例について紹介する。



### D-1 板成形シミュレーションの解析手法とモデリング技術

- 1) 板成形におけるシミュレーションの適用 第7回 塑性加工学講座 (2000) p.120
- 2) プレス技術1月号 (1997) p.50
- 3) 第48回塑性加工連合講演会予稿集 (1997) p.137
- 4) 日本塑性加工学会会報 No.7, プラストス, p.3

板成形加工の数値シミュレーションにかかわる構成要素として、解析手法、モデリング技術などについて触れる。

まず、板材の変形解析は弾塑性有限要素法 (FEM) を用いることが一般的である。

その解析手法として有力なのは、もともと衝撃や衝突過程のシミュレーションを行うために開発された動的陽解法である。その特徴は、複雑な3次元モデルに対し、解の発散がなく安定している。また、剛性方程式を解かずに済ませる定式になっているので、塑性域に達しても計算時間が比較的短いことである。

次に、板成形材と金型形状データの作成であるが、ここでは、板成形加工に固有の特定の現象をモデル化する際、板成形加工または板成形技術に関する経験者が金型形状の工程方を策定する。この方をより迅速に適正化する際、数値シミュレーションのモデリング技術が重要となる。

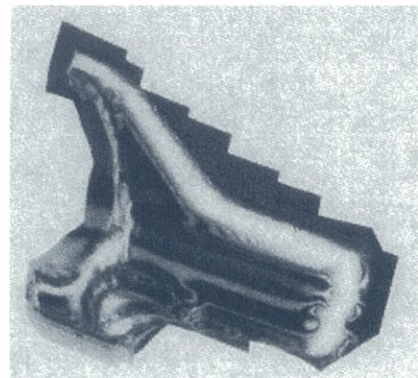
解析技術者はこれらに対して、図面もしくはCADデータからFEMデータを作成するが、近年実部品に近い形状で解析するため、モデル化にかなりの時間がさかれている。

効率的に解析時間の短縮を図るためには、汎用的なFEM用プリプロセッサを用いて、製品部はもとよりサーフェスデータやフィレットアール部の複雑な形状も精度良く作成することが重要である。

第1図<sup>4)</sup>に自動車のパネル部品の解析例を示す。

このような自由曲面で構成されるサーフェスデータを細かい有限要素に分割し、解析上の精度を確保する必要があるが、全体の要素数や局所的な細かい要素を考慮し、トータルの計算時間を把握してモデルを作成することも心得ておかなければならない。

さらに、計算条件を決める際、変形抵抗などの材料特性値、摩擦係数などを適切に設定しなければならぬ。



第1図 リヤフェンダーの解析の一例

### D-2 割れに関するシミュレーションの解析事例

板成形加工の数値シミュレーションでは、計算された板厚・応力・ひずみなどから割れの発生位置やしわにいたる形状の乱れを予測できるが、ここでは、プレス成形の不具合として割れに着目し

た例について述べる。

割れにいたる現象としては、パンチ割れ・ダイ肩割れ・壁割れ・伸びフランジ割れなど、多岐にわたる割れのモードがある。これは主に製品形状

の成形時に素材の延性限界を超える現象で引き起こるものが多い。

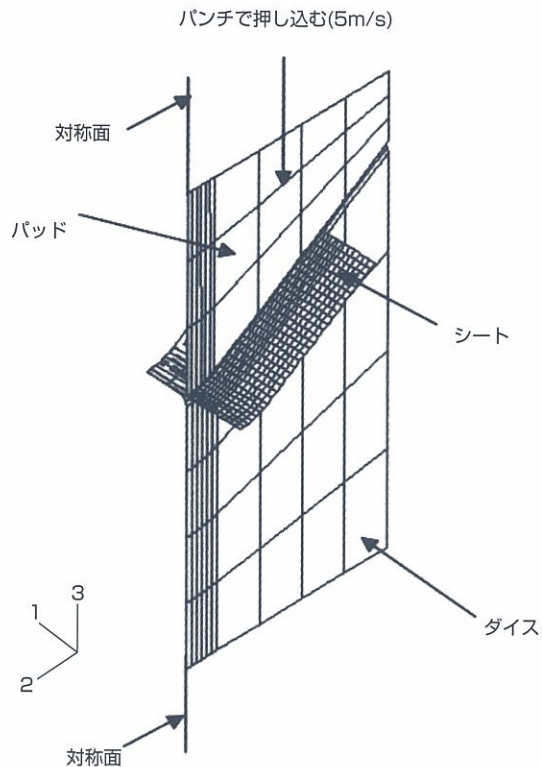
パンチ割れは、絞り加工中にパンチ底部に応力集中が起き、これが原因となって破断する。

ダイ肩割れは、成形材の板厚に比べて、ダイフィレットアールを小さく取ると、成形初期にダイ肩部から板が離れて、その部分で割れが生じる。

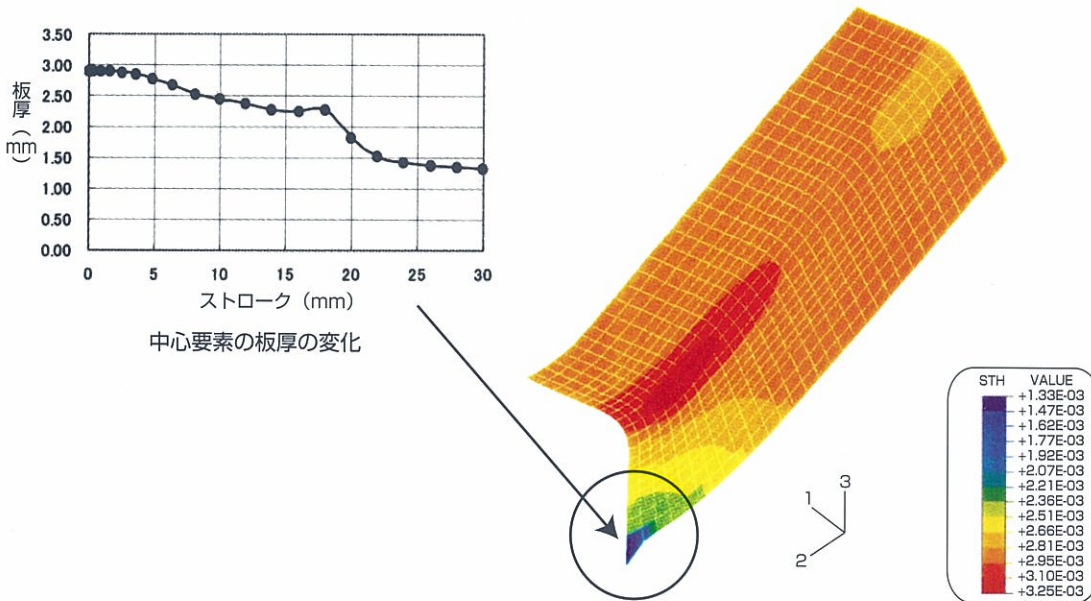
伸びフランジ割れは、材料の端部、特にせん断された端部の伸び不足によって生じる割れである。この伸びフランジ割れについての解析例に関して第2図に示すくら型モデルを用いて説明する。

このモデルでは、端部の材料特性が切削縁である状態を仮定し、延性限界の設定を小さくしたものである。

第3図の板厚分布の結果より明らかなように、変形に伴い板厚のくびれが生じており、実成形の割れのモードと対応づけながら、板厚の減少率から破断にいたる基準を設けることができる。これらの判断基準が実部品の割れ発生予測にいかされる。



第2図 くら型解析モデル



第3図 伸びフランジ変形時の板厚分布

本報では、板成形加工への数値シミュレーションの適用に関し、その構成要素と解析事例について述べた。本技術に関係のある方々に多少なりとも参考になれば幸いである。

今後は、さらに割れの解析事例について、より精度の高い予測技術を構築する必要がある、特に板母材の1次加工（この場合、圧延加工）の過程

で異方性を有しているようなケースについても、材料特性を考慮したモデルを組み込んでいきたい。

また、板成形シミュレーション周辺での自動車部品の圧壊に伴う変形・衝突事故なども試みているので、機会があれば紹介したい。

[総合技術事業部 エンジニアリングメカニクスセンター 金丸信夫]