

金型製作における プレス成形シミュレーションの活用

(株)サンコー
中増光宏*

(株)サンコーはプレス加工を主力事業とする社員数約 350 名の企業である。長野県に本社と金型製造工場および量産工場、福岡県に量産工場を置き、国外はタイに 100% 出資の子会社を置く。プレス加工のほかに樹脂成形加工、機構部品の設計と組立てを行っており、幅広い分野の顧客とお取引させていただいている。

さて、当社開発部門では 2012 年にプレス成形シミュレーション JSTAMP を導入した。以来、可能性を模索しながら有効活用を続けており、現在では金型製作に必要なツールのひとつになりつつある。今回はプレス成形シミュレーションについて、当社における活用事例とともに、その有効性について書く。

仕事内容の変化と シミュレーションの必要性

09 年頃から、それまで当社が得意としていた家電関係の仕事量が徐々に減少し、それを補うように自動車関連部品、特にエアバッグや各種ブラケットの仕事が増加を始めた。これをプレス加工の視点で言い換えると、「抜き・曲げ」から「絞り」への技術変遷ということになる。ひと口に絞りと言ってもさまざまであり、当社は家電の時代にも多数の絞り加工を経験していた。それにもかかわらず自動車関連部品を扱うようになってから、金型製作の工期と費用が増大することになる。

その原因を解明するために、自動車関連部品を

家電関連部品と比較すると、まず深く複雑な絞りがあること、そして部品サイズが大きいことが挙げられる。複雑な絞りというのは少々曖昧な表現であるが、第三角法を用いた 2 次元図面では表現が難しい形状と言い換えても良い。また、もちろん小型の自動車部品や複雑な絞り形状の家電部品も存在するが、ここでは極端にステレオタイプな表現をしていることを断っておきたい。

複雑な絞りは狙い通りに成形することが難しく、また展開形状の予測も同様に難しい。これらは金型調整時間増加に直結する。次に、部品サイズが大きいということは、展開形状の修正幅が大きいということになる。修正時の利便性を考慮すると、材料も金型も必要以上に大きくなる傾向がある。このような仕事が増加するにつれて、トライ&エラーをシミュレーションへ移行させる、という議論が発生し、導入へ至ったというわけである。

活用事例

ここでは便宜的に、①材料削減、②工程短縮、③工程選択、④実験代替の 4 つに分けて、当社の活用事例を紹介する。

1. 材料削減

単発型 3 工程の例で紹介する。完成形状を図 1、工程を図 2 に示す。加工の内容は、

工程 1：抜き

工程 2：絞り

工程 3：フランジ部トリム

である。ここで、工程 3 で捨ててしまう図中着色部は可能な限り小さくしたい。しかしかつて当社

* (なかます みつひろ)：要素開発部開発課課長
〒399-0782 長野県塩尻市広丘野村 959
TEL：0263-52-2918 FAX：0263-51-1143

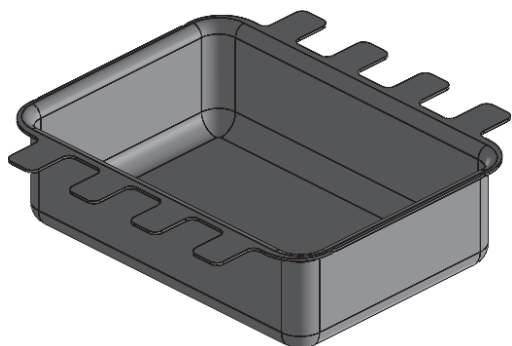


図1 材料削減例 完成形状

はこれができているとは言えなかった。

絞り形状が深くそして複雑になるほど、展開形状の予測と調整は難易度を増す。絞り加工は、板押さえ力や摩擦力、さらに材料の加工硬化や流動などのバランスで成立しているため、不足分を足して過剰分を削るという、単純な加減法では説明できないからである。そして限られた納期内に最終決定した展開形状は総じて大きめであり、材料を無駄に捨てていることが多かった。

そこで展開形状を決定するトライ&エラーをシミュレーションで行うのである。金型設計と同時進行で、シミュレーション担当者は最良の展開形状、つまり割れやしわの問題がなく、十分にトリム可能な最小限のフランジを実現する展開形状を決定する。そして金型の製作を開始するのである。この手法による実機絞り工程を図3に示す。

なお現在では、絞り工程でフランジ形状を完成させ、トリム工程を不要とする工法へシフトしつつある。これは完成形状によって難易度が大きく

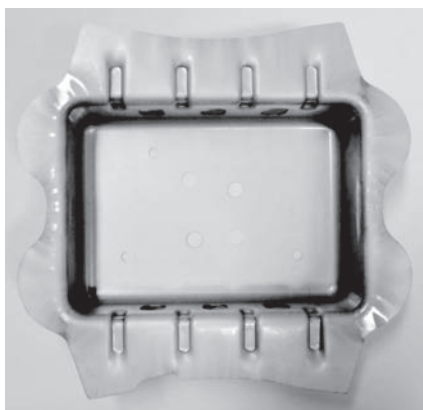
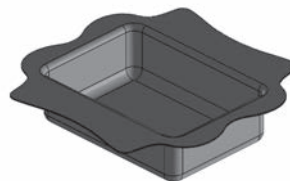


図3 材料削減例 実機絞り工程

1: 抜き



2: 絞り



3: フランジ部トリム

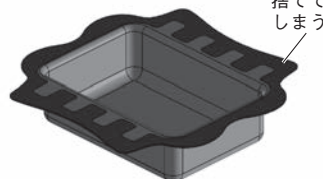


図2 材料削減例 単発型3工程

変化するため、すべての場合で実現できるとは限らないが、さまざまな効果が期待できる。

2. 工程短縮

例として図4に完成形状を示す。従来、当社では図中ア~オをそれぞれ別の工程で曲げていく工法を採用していた。しかしこの5つの曲げ工程をまとめて、1つの絞りと考えてはどうだろうか。

このような考え方は過去にも存在していたが、実現できなかった。その理由として、まずひとつ

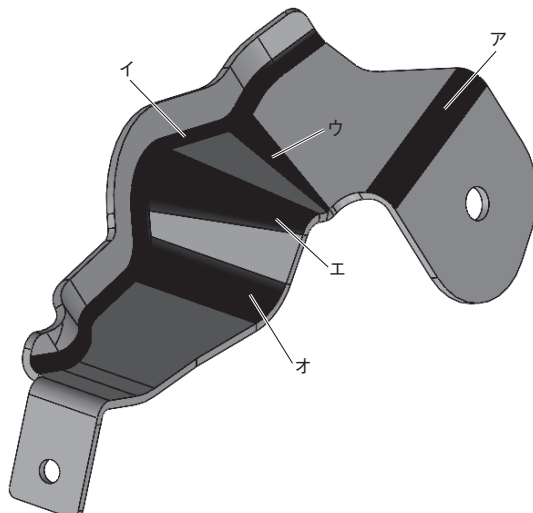


図4 工程短縮例 完成形状

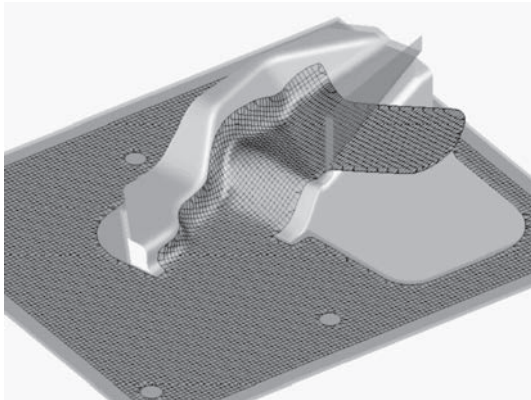


図5 工程短縮例 シミュレーション

は展開予測の難しさがある。曲げ加工を積み重ねていく従来の工法であれば、展開長の計算方法が確立されており、高精度で展開形状を予測することができる。万一、初回試作後に修正するとしても修正量は微小値である。しかし絞り加工は展開形状の設定が難しく、予測が正解と大きく異なる危険性がある。もうひとつの理由は、1工程分のステージしか確保せずに金型を製作すると、いざ5工程分のステージが必要になったとき、修正が非常に困難となることである。順送型の場合、金型をゼロから再製作することになる。

その点、シミュレーションを使用すれば低リスクで工程の確認ができる。この例では、まず1工程で絞り加工するシミュレーションを行い、問題の発生がないことを確認した(図5)。次に結果を狙い形状と比較し、過不足調整のトライ&エラーをシミュレーションで実施、展開形状を決定した。あとはシミュレーションで使用した金型と同じものを現実に製作するのみである。この手法に

より、金型製作後の展開形状修正を一切行わず、量産を開始することに成功している。

3. 工程選択

当社では設計担当者が工程の構想を完成させた段階で、関係者を召集してデザインレビューを実施している。ここで意見が分かれることがある。図6に順送型の1ステージ分を抽出した例を示す。目指す完成形状は左右で同じだが、構想は大きく異なる。このような場合、協議してどちらかを選択するのだが、従来はいわゆるカンコツ頼りの議論に終始することがほとんどであった。また金型はどちらか一方しか製作しないため、選択が本当に正しかったのか検証することができなかった。

しかしシミュレーションを使用すれば、複数の金型を製作したかのように比較検証ができる。どちらの工程が優れているか、板厚変化などの成形挙動から総合的に判断し、大幅な金型修正が必要となる工程設定は回避することができる。

4. 実験代替

当社でシミュレーション業務を担当しているのは新技術を開発する部門であり、実験型を製作する機会が非常に多い。現在、絞りに関する開発案件の初回実験は、すべてをシミュレーションで代替している。これにより実験型製作待ちがなくなり、また開発初期のトライ&エラーに費やす期間が短縮され、開発スピードの向上に貢献している。

サンコーにおけるシミュレーションの特徴

当社はシミュレーション専任の技術者を置いていない。前述のように、新技術を開発する部門がシミュレーション業務を担当しており、量産金型を製造する部門からの依頼に即時対応している。それでは開発業務が滞ってしまうのではないかとこの疑問があるかもしれないが、複数の担当者に対応することで回避している。なお、これに当たり標準化の徹底を実施した。メッシュサイズなどさまざまなパラメータは、

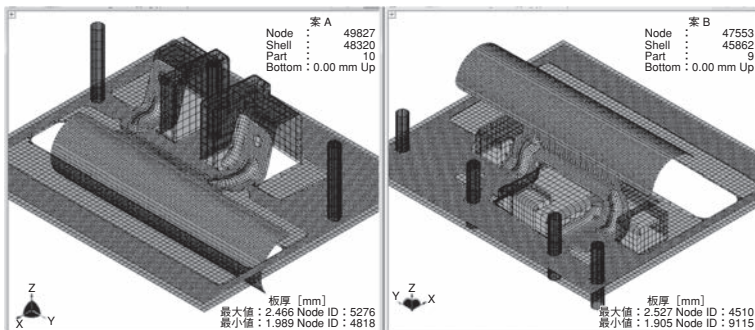


図6 工程選択例 構想の異なる2案の比較

条件別にすべて自動化およびルール化をしてある。またシミュレーション担当者は、社内教育プログラムを受講し、試験に合格した者に限っている。これらにより担当者に起因する差異を最小に抑え、常にベストの結果を出すことを目指しているのである。しかしその一方で、ルール破りも奨励している。従来と異なる方法で良い結果を得られるのであれば、十分検証した上でルールの上書きをするのである。現状維持ではなく常に進化することを重視すると同時に、特定の条件下でのみ有効であるレアケースの発見にもつながっている。

自ら材料試験を実施して、オリジナルの材料データを作成していることも特徴と言えるかもしれない。導入初期は JSTAMP に実装されている材料データを使用していたが、実機との比較検証を続けた結果、自社で作成した材料データの方が実機との差が小さいことがわかってきた。これは開発元である(株)JSOL 担当氏に勧められたことでもあり、実際に使用する材料から作成すべきというのは当然のことなのだろう。

もうひとつ特徴として、実例が豊富であることが挙げられる。導入以来、平均で年間 50~60 件のシミュレーションを実施しており、つまりこの数のフィードバックデータが存在するということだ。これらの蓄積は技術と精度を向上するための糧となる。現在、一品一様であるプレス部品をカテゴライズし、各ノウハウを構築する作業を進め

ている。

シミュレーションの効果

目に見える具体的なものを生産する設備とは違い、シミュレーションは会社への貢献度を定量化することが難しい。しかし導入した設備の効果は明確にするべきである。当社はシミュレーションによる改善効果を金額で算出している。なお、この計算作業がシミュレーション担当者の負担にならないよう、ごく簡単な方法を採用した。

実績について書いておく。導入時に年間目標とした金額に対し、14 年は 2 倍、15 年と 16 年は 5~6 倍の数字に達している。

☆

☆

シミュレーションツールが材料削減や工程改善を行うわけではない。それを行うのはやはり人間である。従来は実現できなかった金型構造や工法を試すことが可能になり、設計者は活躍の場面が広がる。また、シミュレーションの精度がどれだけ向上しても、必ず現実とは異なる。そういった意味で金型技術者が不要になることはない。

今後、最適化技術と AI の発展で大変革が起こる可能性は否定できないが、少なくともあと数年はこの状況が続くと予想している。常に自ら考えるという姿勢で、シミュレーションの活用を続けたい。