

塑性加工の総合専門誌

# プレス技術

5

2015  
Vol.53  
No.5

PRESS WORKING

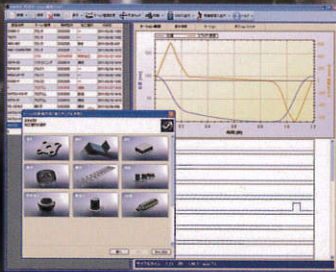
特集

## 押さえておきたいハイテン材成形の勘所

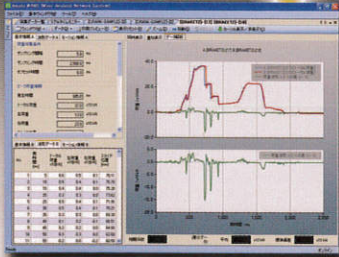
巻頭インタビュー (株)内村製作所 専務取締役 内村 健氏 「『with him』の精神でモノづくりの喜びを社員と共有し、成長する」

主要記事 圧電素子によるプレス加工波形の可視化

# パルス鍛造によるボンデフリー化



サーボプレス・モーション作成ソフト  
SMAPS  
(Servo Motion Auto Programming System)



荷重波形解析ソフト  
WANS  
(Wave Analysis Network System)



スプラインシャフト両軸のサンプル



投資促進税制対象プレスマシン

デジタル電動サーボプレス

**SDE** SERIES

デジタル電動2ポイントサーボプレス

**SDEW** SERIES

**AMADA**

www.amada.com



# CAE を活用した金型製作と 590、980 MPa 級部品の解析事例

鈴木工業㈱ 鈴木修一\*

当社は1964年にプレス金型設計・製作業として発足した。2006年に設備の大型化にともない、現在の場所に本社工場を移転した。創業から一貫して、主に自動車部品用プレス金型の設計・製作を行っている。02年にプレス成形シミュレーション「PAM-STAMP 2G」を導入、06年に「PAM-STAMP Die compensation」などのオプションを追加した。00年ころには社内のCAD化がほぼ完了し、紙の図面を廃止。近年は設計からの3次元化に取り組んでいる。社内での設計はほぼすべての案件において3次元設計を行っているなど新しい技術に関して積極的に取り入れている。

## ハイテン材成形用金型製作について

「低コスト」「短納期」であることは変わっていないが年々、その度合いは厳しくなっている。部品形状については徐々に複雑化・順送金型の受注比率が向上、ハイテン材部品成形用金型の受注が多くなっている。ハイテン材の張力も440、590 MPaから徐々に780、980 MPaなどの高張力になっている。近年は、受注する金型の90%程度がハイテン材成形用になった。試作レスの影響もあり、最初の製品取り時の精度の要求も厳しくなっている。

当社が主に受注するハイテン材成形用の金型はレイフォースなどの骨格補強部品の中型から小型部品のトランスファ型やPRG（順送型）であ

る。

ハイテン材成形用金型の型構造で特に590 MPa以上のハイテン材に関してはユーザーの指定がない限り、パンチ・ダイともにSLD-Mを使用し、表面処理は総焼きかTD処理を場所や形状に合わせて行っている。設計時から構造解析を行い、金型強度に関しては細心の注意を払う。

パットのクランプ圧も初期のシミュレーションの設定に合わせるか、設定不可能な場合はシミュレーションの条件を変えて再度検証を行っている。

プレス成形解析への取り組みでは、パットの分割ラインやパット圧などの条件が異なるとシミュレーション結果がかなり変化するので、実際の金型に合わせる。設計が先行してしまっている場合でも必要があれば型図の設計にフィードバックし、型図から修正を行う場合もある。シミュレーションでの上下型のクリアランスや摩擦係数なども金型とシミュレーション結果が近づくように、ソフトベンダーの推薦値を参考にして微調整しながら検討した。

割れやしわに関しては、型設計の初期段階から、顧客へ問題点の洗い出し、工程の根拠などが画像で見ることができると、打ち合わせや形状変更の要望時に説得力が増している。

材料特性値に関しても11年にPAM-STAMPの「Y-Uモデル」のオプションを追加した。ソフトウェアが用意する材料モデルでもY-Uの有無で精度向上が見られ、初期見込みでかなり精度が良い部品もある。しかし、大半はまだ満足できる精度ではなかった。

## スプリングバック予測の高精度化

当社は14年に群馬県の補助事業を利用し、群馬県立産業技術センターと共同でスプリングバック予測のさらなる高精度化に向けた取り組みを行っている。

現在はまだ、工法やパラメータの調整中ではあるが未調整の場合でもスプリングバックの精度予測の値が10%程度、向上した。今後もさらにサンプルを増やしたり、パラメータの最適化を行っていく。

当社のような中小企業では基礎研究や実験などは必要なことはわかっているが、腰を据えて取り組むことは難しい。しかし、産業技術センターと共同研究や委託を行うことによって、自社ではできなかった試験を行うことができるようになった。中小企業であっても活用できる支援制度は積極的に活用し、技術向上に取り組むことで競争力を上げることができる。

## シミュレーションの活用による 納期・工程短縮

TRM型の展開やBL展開などは、いままで成形型を作成後に2次元や3次元レーザを使用し、展開出しを行っていた。PAM-STAMP導入後も一部の部品で手動にてシミュレーション上での展開出しを行っていたが、2011年にPAM-STAMPに「Blankline Optimization」や「Trmline Optimization」などのオプションを追加。現在ではPRG

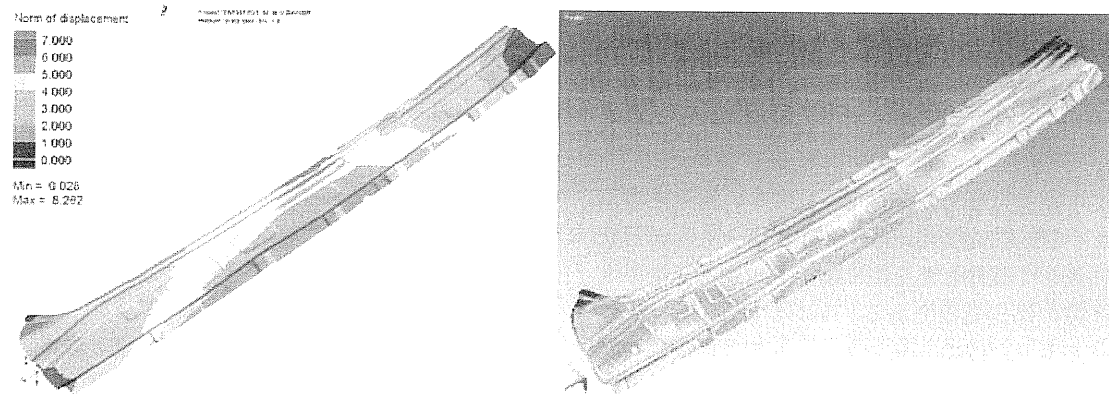


図2 最大8mmのスプリングバックが生じた形状(左)と見込み形状を考慮した金型で成形した形状(右)

型の半数以上、TRM型の大半はシミュレーションで展開出しを行い、最初から金型を作成している。まだ、多くの部品で手直しは必要になっているが、レーザで展開出しを行ったとしても、金型への反映後に多少の修正は必要なため、工数削減や納期短縮にはかなり役立っている。

また、ハイテン部品の場合、TRM型やBL型などのせん断型で作成したパネルとレーザ加工で切断したパネルでは切り口に焼きが入ってしまうなどの影響でスプリングバック量が増える場合も多々あった。しかし、せん断型を早期に作成することができるので、早い段階で対策が可能になっている。

## 張力別の解析例

### 1. 590 MPa 解析事例

まずは、590 MPaでの解析事例で、図1のようなルーフレールの事例を紹介する。

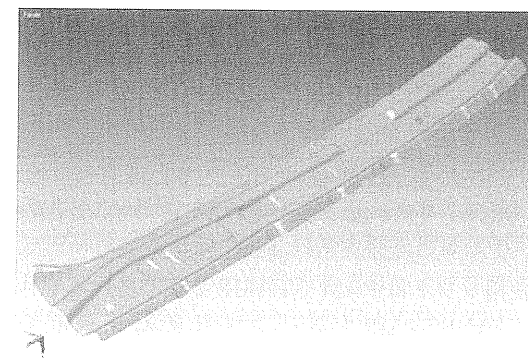


図1 ルーフレール形状

\* (すずき しゅういち) CIM 推進室  
〒373-0847 群馬県太田市西新町 135-8  
TEL: 0276-33-9533

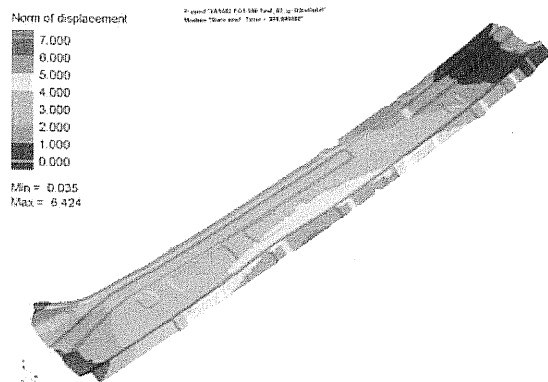


図3 群馬産業技術センターと共同で実施した試験で取得したデータ

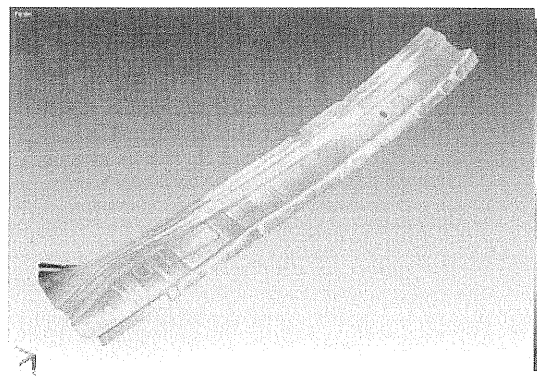


図4 新材料モデルにおけるシミュレーション結果

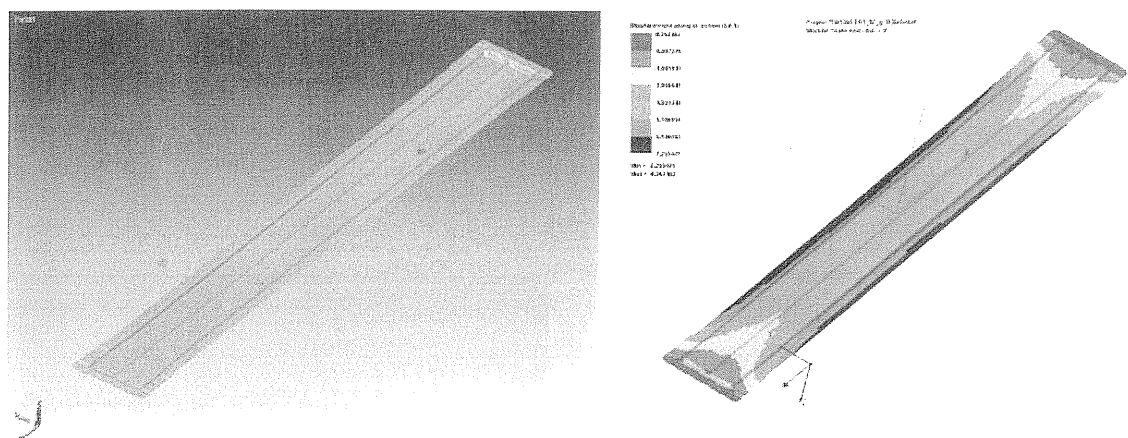


図5 平面が出にくい形状(左)とDie Compensationの解析結果を考慮した金型で成形した形状(右)

使用ソフトはPAM-STAMP 2Gで見込み形状はPAM-STAMPの見込み形状最適化機能の「Die Compensation」の機能を利用した。材料モデルは吉田—上森モデル(Y-U)を使用。本事例は、過去に製作した部品を材料モデルやパラメータの最適化の検証のために再度、PAM-STAMPでY-Uモデルを使用し、ソフトベンダーから提供を受けた材料モデルを使用した場合である。図2(左)のようにスプリングバックが最大で8mm以上の結果になった。図2(右)がその結果を考慮して、Die Compensationを利用し、見込み形状を作成して製作した金型で加工したファーストトライ時の測定結果である。レンジは±1.5mmにしてある。両端の一部が1.5mmで、中央部片側で0.8mm外れているが、ほかは±0.5mmに収まっている。

今回、この結果をもとに群馬産業技術センターで材料試験を実施した。パラメータの同定、シミュレーションのパラメータの調整を行い、さらにファーストトライでの精度向上を目指し、検証を行った。

材料試験は産業技術センターの協力で、条件を変えて各種行った。現在も最適な値や試験方法を検証中ではあるが中間結果で検証を行った。

材料モデルとシミュレーションのパラメータの微調整を行い、ほかの条件は同じで先ほどのモデルのスプリングバックの結果が最大8mm程度だったが、今回の検証では6.4mmになっている(図3)。スプリングバック量の結果に開きができたので、新材料モデルでも前回の見込み形状でシミュレーションを再度実行し、実パネルとの検証を行った。

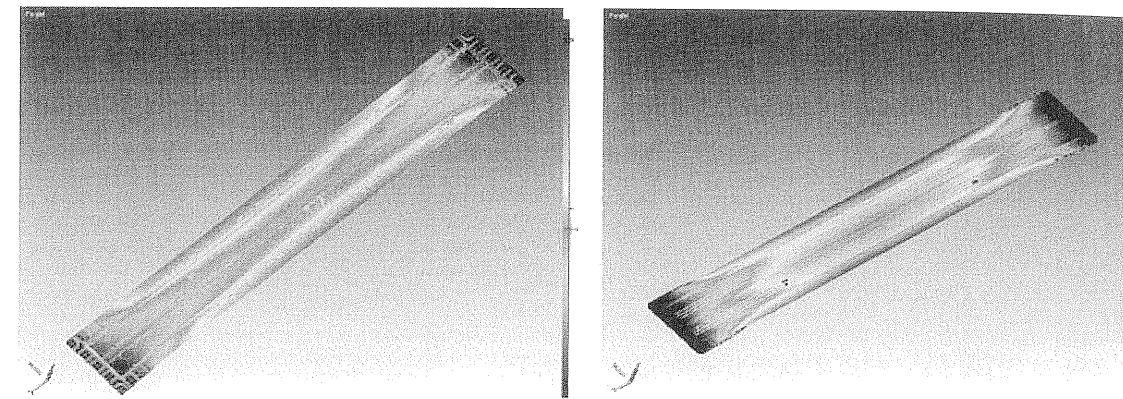


図6 Die Compensationの解析結果を考慮した金型で成形した形状の解析結果(左)と考慮しなかった金型で成形した形状の解析結果(右)

図4が新材料モデルにおける前回の見込み形状でのシミュレーション結果と実パネルの測定結果で、レンジは±1.0mmにしてある。一部で1mm近い誤差が出ているが、ほかは0.5mm程度のレンジに収まっている。誤差の原因究明やチューニングは必要になるが実際に活用できるレベルになった。

## 2. 980 MPa 解析事例

980 MPa級の解析事例では590 MPaほど実例も多くはなく、まだ材料モデルの取得もあまりできていない状況ではある。まだまだ改善の余地はあるが、その中の一例として形状は単純だが平面が出にくい形状(図5(左))がある。初期解析結果ではスプリングバック量が最大で8mm程度だったが、Die Compensationでの結果は中央部での見込み量が最大で30mmほどの結果になり、その解析結果を考慮した金型を作成し、成形した形状を解析した(図5(右))。結果が図6(左)の画像で、レンジは±1.5mmになっている。まだ2mm近く目標からは外れている。このような形状になると金型のみではなく、プレス機械のベットのたわみなども影響してしまっている可能性がある。型の見込み修正は必要だが、設計時に見込み量を入れ込むことができたので、パットストロークヤリフタストロークのような型構造に関する部分での修正は防ぐことができた。この製品形状において見込み量を入れてない金型で作成した形状のシミュレーション結果が図6(右)になる。図6(左)(右)の結果はかなり近似しているがDie

Compensationでの見込み形状を考慮した解析結果は実際の成形品により近い形状を示しており、初期の解析結果の誤差分だけ最終結果は差異が生じてしまうことが鮮明になった。そのために、最初のスプリングバック解析での精度向上ができれば、初回のプレス時における精度向上ができ、金型修正回数的大幅な削減が可能になる。

## 形状精度・寸法精度を引き出す要点

当社のような下流の金型製造業ではCAEのセミナーや用法・事例紹介にあるような形状凍結ビードの設定など製品形状の変更要求はほぼ不可能に近い。そのために金型の見込みやクリアランス調整・ダイ形状の工夫などの方法で製品精度を要求される範囲に収める必要がある。その中で現在、特に上記のような取組みなどを行ってシミュレーションの精度を向上することによって、ファーストトライ時の製品精度向上を目指している。

## 金型メンテナンスの工夫

当社では、金型の部品交換やメンテナンスをしやすように駒の分割位置や締め付け方法などに設計時から考慮して製作している。場合によってはサブプレートをつけたり、作業用の穴を設けるなど部品を外す際の手間工数を削減できるような、設計を心掛けている。