

塑性加工の  
総合専門誌  
PRESS  
WORKING

# プレス技術

3

Mar.  
2020  
Vol.58  
No.3

特集

## プレス成形高度化のためのシミュレーション技術

巻頭インタビュー

(株)山田ドビー 代表取締役社長 山田健雄氏

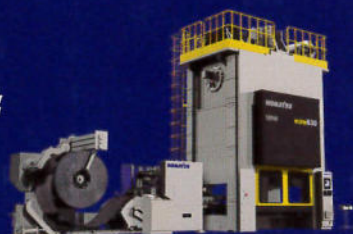
好評連載

間違いだらけのカイゼン活動 事例で学ぶプレス/板金加工現場の改善ヒント  
仕事に活かすアイデア発想レシビ



水圧鍛造プレス (1941年製造) 撮影協力 中島プレス工業株式会社 (愛知県名古屋)

プレスと駆ける過去→未来  
コマツ産機は“タイムレス”なものづくりを  
目指します



H2FM830-1 現行機

KOMATSU

コマツ産機株式会社



事例解説2

# プレス成形シミュレーションの適用の変遷とその効果

鈴木工業(株) 鈴木修一\*

当社は、1964年(昭和39年)5月に設立し、1976年(昭和51年)に群馬県新田郡尾島町(現太田市)に工場を設立し、2006年(平成18年)に現在の群馬県太田市に本社工場を移転し、今に至っている。現在、主な業務は、自動車用プレス金型の設計・製作となっている。

## CAE導入の背景

当社がCAEを導入したのは、2002年(平成14年)となり、当時は社員数8人の零細企業だった。当時、小型の金型をメインで受注していたが、門型の加工機を増強したこともあり、1~2t程度の金型の受注も増えてきていた。当時、当社は絞り型(DR型)が不慣れで、造形不具合による金型の全面再加工がたびたび起きていた。そのような状態のとき、当時の社長(現会長)が取引先の企業でプレス成形解析を知り、導入に向けて検討を開始した。

当時、筆者が一番記憶に残っているのは、CAEベンダーの営業担当者から当社のような規模の企業では導入してもペイしないだろうと、販売拒否とも取れることを言われたことである。最終的には、社長が「俺の趣味だから良いんだ」と導入を決めた。

## 導入前の問題点

導入の一番の障害はCAEソフトの価格であった。当社の企業規模で導入するには、かなりの勝負になったし、当社の数倍の規模の企業ですら導入している企業は稀であり、導入企業は主に大手自動車メーカーやティア1クラスの企業ばかりであった。さらにはソフトを販売する商社でも取り扱っているところは多くなかった。

情報収集にはたいへん苦労したが、すでに導入していた大手の取引先に見学やヒアリングをさせてもらうなどして情報収集を行った。そうした折、ぐんま産業高度化センター(現 東毛産業技術センター)に、プレス成形解析ソフトがあり、時間貸しが可能という情報を聞きつけた。未経験者を講習に行かせたところ、ソフトの扱いは問題なさそうであったがプレス金型のことがわからないために、講習のみは受けたが直ちに導入することは断念した。そうした経験から、金型がある程度わかり、CADで金型造形ができる者が使用する必要があることがわかり、その都度、出向くことが困難なため、自力での導入を再度検討した。

## 導入初期と当初の目的

さまざまなCAEソフトを検討した結果、2002年に、PAM-STAMPを導入した。導入当初の狙いは、当時苦手だった絞り型(DR)の造形や、工程設定特に、FO工程かDR工程の検討などが

プレス技術

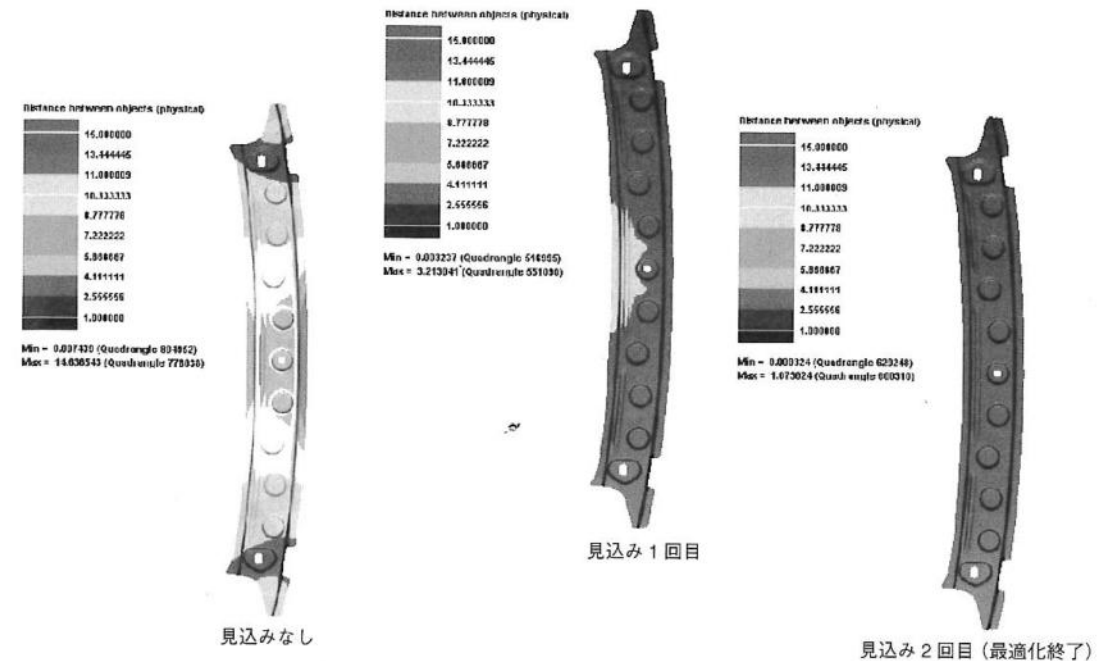


図1 DieCompensationによる見込み例

行えることを狙い、導入した。ソフトが英語版のため、マニュアルやヘルプなどを含め全て英語だったので、使用するのに非常に苦労したが、当時の技術サポートの方が元ユーザーであったこともあり、基本的な使い方や、設定方法のコツなどを丁寧に教えてもらったので、すぐに使用を開始することができた。効果もすぐに現れ、型のつくり直しや工程の組み直しになるような大きな問題は、ほぼ起きなくなった。解析精度や加工精度の問題もあり、割れ・しわが100%なくなるまでは行かないが、多少手仕上げをすれば解決できることが多くなった。ただし、この頃はまだ成形解析を信用していない取引先が多く、解析結果を見せても納得してもらえないことが多かった。

2004年頃には、使用に慣れてきたことや、社内での解析への信用度が高くなってきたので、割れ・しわの解析のみならず、BL展開や、TRM展開など予想展開データを作成してみた。そうしたところ、それなりの精度が出るのがわかり、展開データの作成への適用が始まった。

## 導入中期の目的と問題

2006年に設備の大型に伴い、本社工場を現在第58巻 第3号(2020年3月号)

の群馬県太田市に移転した。

この頃になると、取引先企業でも成形解析を信頼していただけることが多くなり、工程設定や、成形不具合の可能性が起きそうな個所の相談の際にも使用することが可能になった。

ハイテン材の受注が多くなってきたのと、それとともに設備も大型化したために受注する金型もそれまでよりも大型化し、成形品のスプリングバックが非常に大きな問題になっていた。

スプリングバックの修正の手間が問題になってきたので、スプリングバックの解析を始めた。しかし、予想展開データやスプリング見込みの作成は非常に手間がかかり、当時、筆者1人でCAD・CAM・CAE作業をこなしていたのもあり人手が足りなかった。それもあって2006年、当時オプションだったスプリングバック自動見込み機能「DieCompensation」を導入した(図1)。

自動見込み機能の有効性の検証をしたところ、初回のスプリングバックの解析と実機の誤差が、見込み形状で金型を制作したパネルの正規形状との誤差量とほぼ同等になった。このことから、金型形状自動見込み機能は、かなり有効に機能することがわかった。当然、初回のスプリングバック解析の精度によって、見込み後のプレス品の精度

\* (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 FAX 0276-31-9501

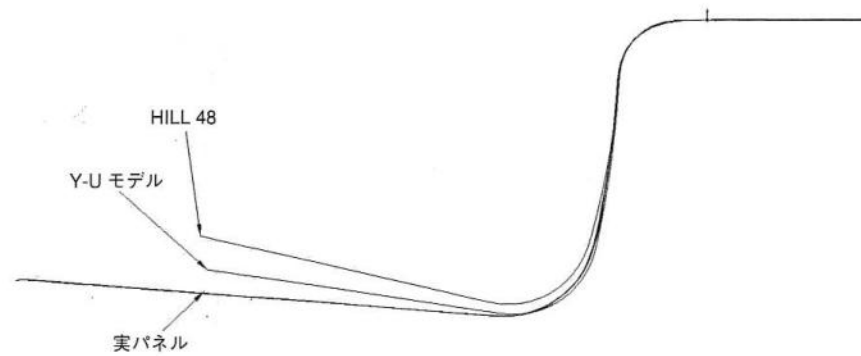


図2 ハット断面形状での実パネル実測結果と従来モデル(HILL 48)、Y-U モデルとの比較

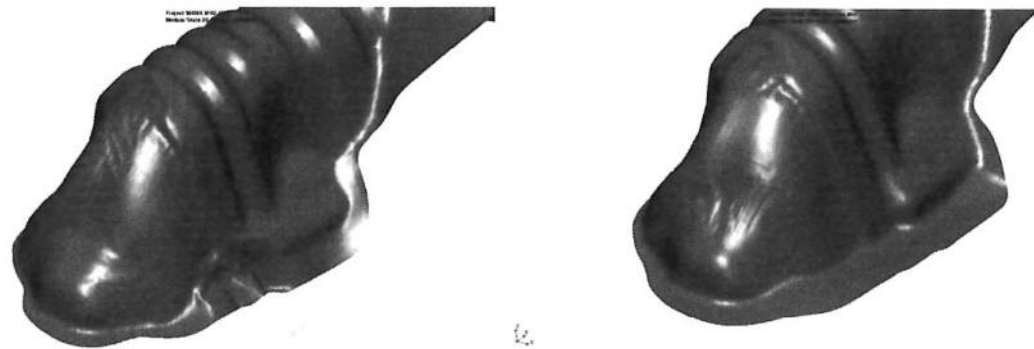


図3 割れ・しわ対策 (左:初期検討時、右:工程・造形改善後)

に大きく影響することがわかったのでスプリングバック予測の精度向上がさらに重要になった。

その解決策の1つとして材料モデルやパラメータに注目し、2011年に吉田一上森(Y-U)モデルのオプションを追加した(図2)。また同時期に、群馬産業技術センターの協力で、材料試験も始めた。Y-Uモデルの導入で、スプリングバック解析の精度はかなり向上したが、材料パラメータの入手方法が問題になっていった。

### 導入中期までの効果

#### 1. 成形品の割れ・しわに対する効果

前述のように効果は導入初期からすぐに現れた。導入初期は割れ・しわ対策が中心であった。

金型を受注して(場合によっては見積もり段階から)、工法の検討や工程数を検討するが、その根拠として解析を行った。図3はその解析の一例である。

その結果、それまで多々発生していた工程の追加や入れ替え、成形不良による造形の大幅な変更など致命的な不具合はほぼ解消することができた。特にDR型などは、導入前までは金型製作後ファーストトライ(初回の試打)の際に、型設計を含め社員みんなでプレス機械の前に集まり、どのように修正するか、設計からやり直すかまで話し合いをしていたが、CAE導入後はほとんどそのような光景を見ることはなくなった。

#### 2. プレスの条件出しへの効果

導入後はDR型のクッション圧やプレス加工圧なども、解析の設定値を参考にトライを行うことができ、プレス条件出しも短時間で行うことができるようになった。従ってCAE導入後に入社してきた若手社員などは、成形できることが当たり前だと思ってるほどになった。

#### 3. トリムプロセスの改善効果

展開の予測は、当時特に機能がなかった訳ではないが、成形後の形状が出るのだから、外周もある

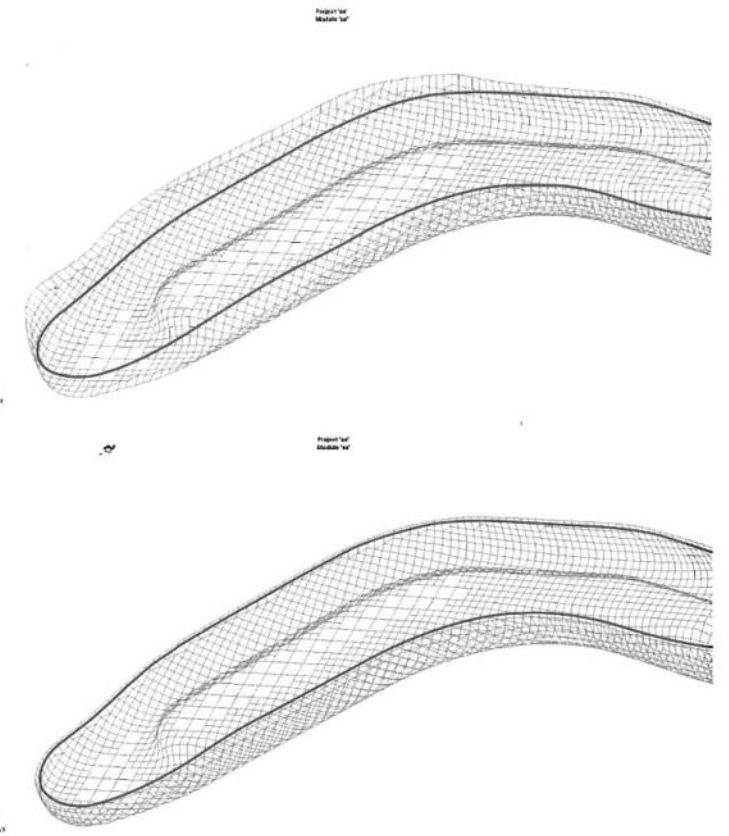


図4 CAE解析による展開予測 (上:初期ライン 下:解析での予想展開作成。両方の図ともにやや太い楕円のラインが、正規TRMライン)

程度であるのではと思います、検証を行った。実機でも展開出しに苦勞するような安定しない成形を行っているものなどを除けば実用的な精度が出せることがわかったので、徐々にCAEで展開出しを行う部品が増えていった。現在では、問題が起きそうなものを除き、TRM工程の展開出しは、ほぼ全てCAE上で行っている(図4)。

導入中期までだと、まだまだスプリングバック解析精度が悪かったが、当時はまだ440MPaや590MPa級の材料が多かったこともあり、パネル製品精度ではたびたびではあるが、CAE解析どおりの展開でもスプリングバックの見込みが良好となり、順送型でもファーストトライでOK品が出るがあった。

### 近年の状況~超ハイテン材への適用

当社と同等規模の金型メーカーでは、ほとんどの会社ですでにCAEソフトが導入されている。またある程度の規模のプレス加工業など金型ユーザ

ーについても導入済みの会社が増えており、成形解析が当たり前の状況になりつつある。会社規模の大きい顧客についてはCAEによる初期解析をして工程設定をしていただけることも多くなった。また、その解析も数年前と比較すると、全行程にわたってかなり詳細になされていることが多い。

数年前は最初の工程のみ解析を掛けて、次工程以降はお任せといったパターンや、少々問題があるけど後はお任せなどといったパターンが多かった。当社での解析・検討の手間も多かったが、最近では、成形性の確認は使用するCAEソフトの違いや、設定違いによる計算結果の差異の確認のためだけに解析を掛けている。ただし、まだCAEソフトを所有していない顧客の場合は、工程設定の検討や打ち合わせのために当社がCAE解析を行っている。場合によっては、工程数追加や製品の形状変更の依頼・公差の緩和の依頼の際の根拠としても活用している。

最近は特に、部品の超ハイテン化が進み、金型コスト全体に占めるスプリングバックの修正に費



### 事例解説3

# プレス成形シミュレーションを活用した自動車部品の精度追求

オートフォームジャパン(株) 伊藤健一郎\*

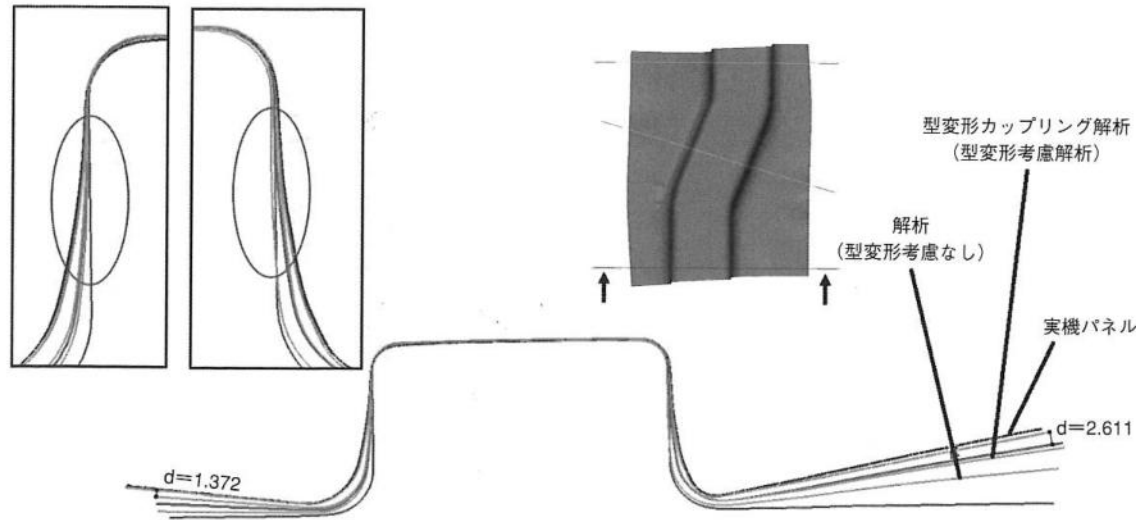


図5 型変形カップリング解析機能による検証

やされるコストの比率が高くなってきた。そのため、現在、超ハイテン材でのスプリングバック解析精度の向上が一番大きな課題であり、当社もこれに積極的に取り組んでいる。

その一環として、2019年よりPAM-STAMPの型変形カップリング解析機能を検証し実用化に向けて有効性の確認や運用方法の検証を行っている(図5)。検証の結果、スプリングバック解析の精度はかなり向上しそうであるが、現状実務で運用するには、まだ課題も多く当社で全部品への適用はまだできていない。

## 課題と展望

当社も含めCAEへの要求は年々高度になってきている。前述のように超ハイテン材でのスプリングバック解析の高精度化などは喫緊の課題となっている。

今後、さらにCAEの高精度化を求めていくとなると、金型だけでなくプレス機械の精度までが問題となり、機械自体の解析が必要になるのではないかとされている。しかし、そうした高精度な解析が実務で使用できるか否かは別問題である。

スプリングバックの解析精度向上のためには、ソフトの性能向上は大いに期待したいところだが、一方でパラメータなど、CAEユーザーが変更できる部分での最適化も必要だと思われる。これに

ついては、すでに当社では産官学共同で対応を進めている。

こうした解析精度にまつわる課題のほかに、人材育成も大きな課題になっている。特にCAEでは、解析を掛けて結果を見るまでは特にスキルも必要としないし、CADやCAMなどに比べればコマンドの数も少ないので、CAEソフトのオペレーションを教えるのはさほど問題ではない。

一方、解析結果を検証し対策を講じることができる人材となると、現状極端に不足していると言わざるをえない。この課題に関しては、CAEの技術よりも、金型の修正、造形の方法などのスキルが重要となる。人材育成がはかどらないのは、これらの習得にトライアンドエラーや経験が必要になるためではある。当社でもこのようなハードルを乗り越えた人材育成の確立が急務になっている。

型変形カップリングや、今後必要になるかもしれないプレス機械の変形などは、現状では全部品適用するには手間がかかりすぎるし、その手間を掛けるほど精度が向上するののかという費用対効果の問題もある。

CAEベンダー各社にはこのあたりの課題の劇的な改善を期待したい。それができると、CAE解析はさらに実用性が増すことになるのではないかと考えている。

プレス成形向けデジタルエンジニアリングツール「AutoForm」の販売元である当社はこれまで継続してシミュレーション精度に向き合ってきた。これは25年間にわたり使用してきた当社のロゴマークに「Forming Reality (現実的な成形)」と書かれていることにも表れている。

しかし、ここで言う精度は一般的に言われている「初回トライ実部品とシミュレーション予測の合致度合」を意味するだけではない。そもそもシミュレーションソフトを導入する動機は、プレス部品の製造プロセス全体にわたって損失(たとえば、検討の手戻り、金型改修、量産不具合など)を低減することによる、高いROI(投資利益率、費用対効果)の追求であったはずである。したがって、どんなにトライ実部品とシミュレーション予測の合わせ込みを極めても、その(結果を反映した)プロセスが金型製造のリードタイムに収まらなければ高いROIは達成できないのである。また金型を製作する際の切削加工データに適切なスプリングバック見込みが織り込まれていなければ、結局、実型上で「トライアウト」→「改修」のループを繰り返すことになり、利益と日程を圧迫する。さらに工程にロバスト性がなく量産ロットごとに品質が安定しなければ、不良品の発生により長期間にわたり利益を大幅に圧迫して当初のシ

ミュレーションソフト導入の目的が達成できない。

したがって、当社の提案するシミュレーションによる精度はプレス部品の製造プロセス全体を考慮したうえで、以下の要素を含んだ「意味のある精度」である。

- ①金型製造のリードタイムの中で実現でき、かつ持続可能であること
- ②スプリングバックなどを加味した金型形状を部品公差内まで見込み切ること
- ③部品のロバスト性があること

以下に「意味のある精度」の追求について実際の事例を紹介しながら解説する。

## 自動車部品への適用事例

本節ではShanghai Volkswagen Automotive Company Limited(上海フォルクスワーゲン社)と当社が共同で実施したDeck lid Innerの成形事例を取り上げる。ワークフローを変更して高いROIを達成した事例である。

その指標としては、初回トライの管理寸法(±0.5mm)の合格率に加えて、トライアウト回数と、改修量の目安として消費したトライパネル枚数および量産不良率を採用している。

本事例の製品形状と工程、およびブランク形状を図1に示す。適用材は板厚0.6mmのEN10346 DX56D+Z100MBである。

## ロバスト性評価・見込みワークフロー

本事例のワークフローを図2に示す。「1. 工程評価」「2. ロバスト性評価」「3. 見込み評価」「4.

\* (いとう けんいちろう) : 技術サービス部  
〒105-0021 東京都港区東新橋2-3-17  
MOMENT SHIODOME 3階  
TEL 03-6459-0881 FAX 03-3431-7661