

# AutoForm が提供する 最新ソリューションの機能と特徴

オートフォームジャパン(株) 糸長達也\*

オートフォームソフトウェアは、自動車、建機・農機、家電、材料メーカ、航空機部品メーカーなど、さまざまな産業にて、そのユーザ・フレンドリーな使い勝手、圧倒的なシミュレーション速度、高精度な結果の実績により、世界中の多くのお客様に、日々ご利用いただいている。また、プレス成形および BiW アセンブリのプロセスを網羅した最先端のソフトウェアであり、一貫性のある統合されたプラットフォームによって BiW 開発プロセスの完全デジタル化をサポートしている (図 1)。

オートフォームがサポートする開発プロセスに

は、製品開発、工程計画、工程設計、金型設計、金型や治具製造のデジタル・サポート、プレス成形工程やアセンブリ工程のトライアウト、量産立ち上げ、ならびに生産や品質管理活動が含まれており、一貫通貫した検討、検証を可能とすることでコンカレントエンジニアリングの実現に寄与している。

ソフトウェアの開発に際しては、各国のお客様からのご要望を反映し、技術・開発研究所などと共同で開発した新技術の実証検証を経て、最新の工法技術としてソフトウェアに織り込んでいる。また、シミュレーションにおいて非常に重要である材料モデルに関しても高精度モデルが実装されており、シミュレーション精度向上に寄与している。

\* (いとなが たつや)：技術サービス部  
〒 105-0021 東京都港区東新橋 2-3-17  
MOMENTO SHIODOME 3F  
TEL：03-6459-0881 FAX：03-3431-7661

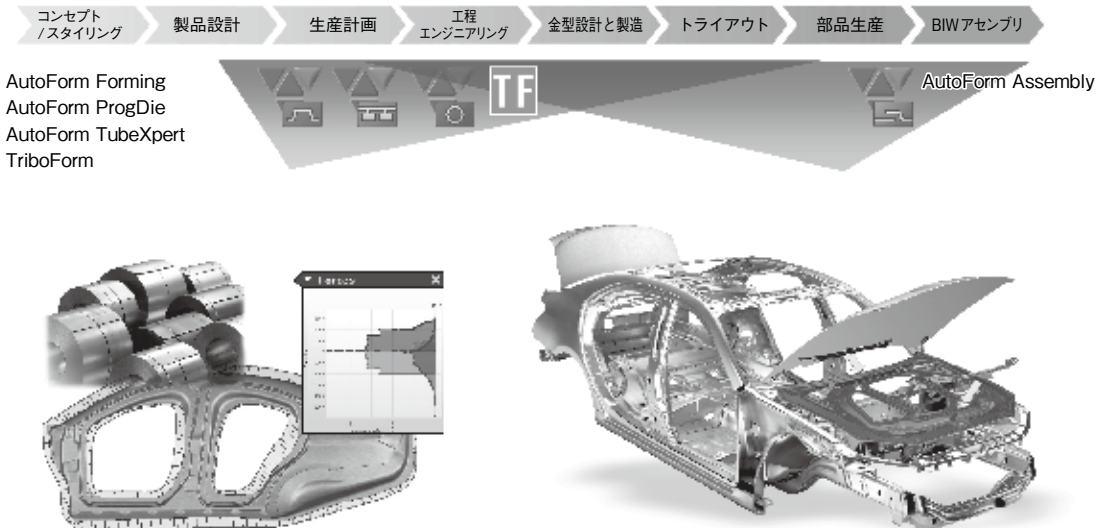


図 1 プレス成形から BiW (Body in White) アセンブリまで一貫通貫したソリューション

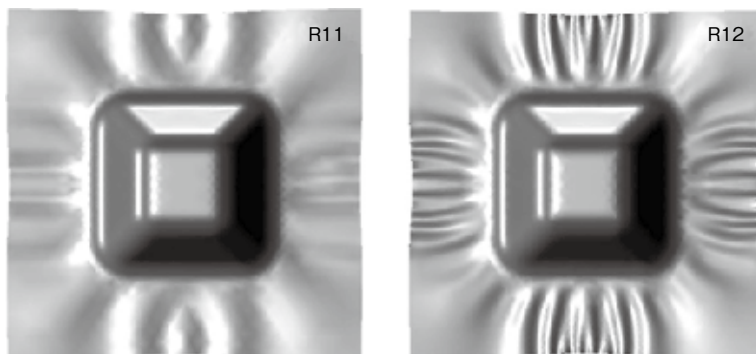


図2 改善されたしわ表現

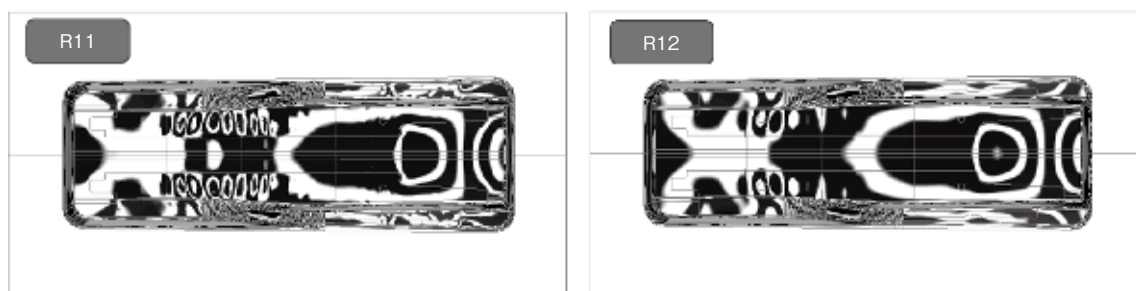


図3 改善されたスムーズ・コントロールによる面品質向上

今回は、最新ソフトウェア・バージョンである AutoForm Forming R12、AutoForm Assembly R12 および新しく開発・リリースされた AutoForm ProgDie R12、チューブ成形に特化したソフトウェア AutoForm TubeXpert について、それぞれの新機能と特徴をいくつかピックアップして紹介する。

## AutoForm Forming R12 ～フォーミングソフトウェアにおける課題と改善点

### 1. しわ再現能力の改善

プレス成形中の「しわ」は、代表的な不具合の一つとして非常に重要であるが、物理的に不安定な現象であることから数値計算で正確に表現することが非常に難しい。しわの再現は継続的な課題として改善が続けられており、AutoForm Forming R11 でも、しわ表現が大幅に改善されている。

AutoForm Forming R12 (以降、Forming R12) では、さらなるしわ表現の改善のために最新のメッシュ・リファインメント方策が採用されている。図2に改善されたしわ表現の違いを示す。

左側が Forming R11、右側が Forming R12 でのシミュレーション結果を表しており、Forming R12 では、しわ高さ、幅、数を的確に表現しつつ、計算時間が大幅に長くならないようにソルバーが改善されている。

### 2. 見込み補正の改善

環境負荷低減 (CO<sub>2</sub> 排出規制、燃費・電費向上) のため、自動車重量を軽減することは必須な状況となっている。軽量化に寄与する高張力鋼板の採用に際して、ほぼ不可欠となっているプレス金型へのスプリングバック見込み補正に関しても、スムーズな面品質と解析結果を正確に反映した見込み補正のバランスをより柔軟に調整できるように面生成時のスムーズ・コントロールに改善を施している。

図3に Forming R11 と Forming R12 での見込み補正後の金型面品質を比較している。

ここでは比較のため強めのスムーズング設定とし、見込みの正確さよりも出来上がりの面品質を重視しているが、R11 では面のヨレが目立つのに対し、R12 では全体的にスムーズな面品質へと改善されていることが分かる。この改善により、

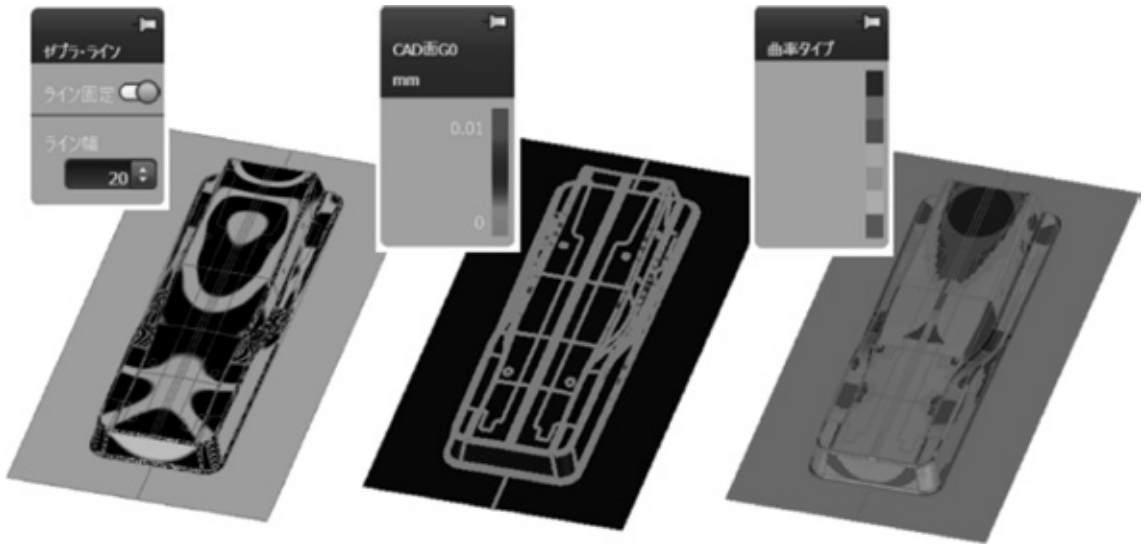


図4 見込み補正ずみ金型の面品質検証

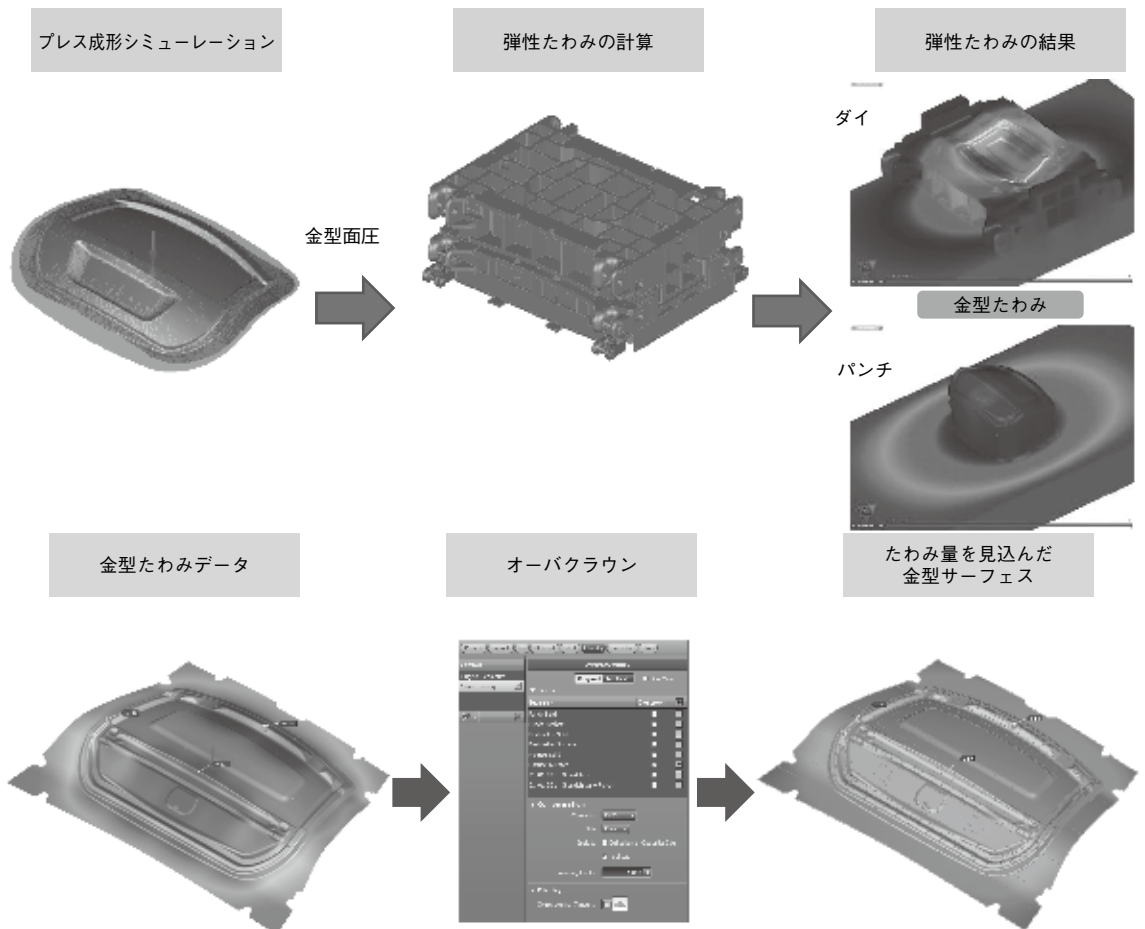


図5 弾性金型たわみ

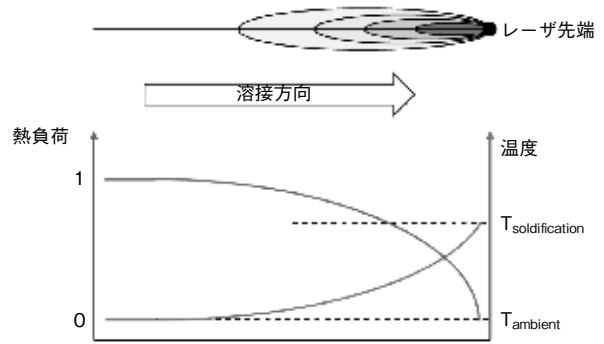
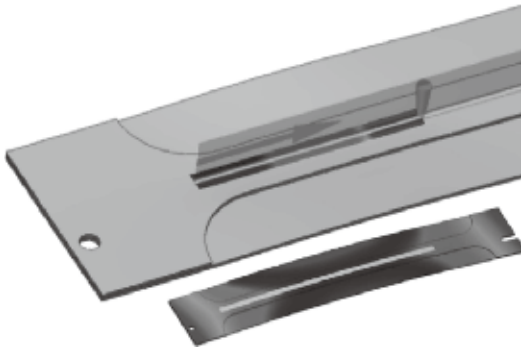


図6 時間に応じた溶接の熱的効果を考慮したモデルの実装

CADにおける金型面品質補正作業や切削後の仕上げ加工の工数削減が可能となっている。

また、ゼブララインによる面品質評価のほかにも、さまざまな評価方法が追加されているため、多角的に品質確認が可能となっている。図4には多角的評価の一例として、ゼブラによる評価(左)と、パッチ間のG0連続性の評価(中)、面の主曲率の連続性評価(右)を紹介している。

### 3. 金型たわみ

先に述べたように、高強度材料の適用は避けられない状況となっており、スプリングバック補正以外でも、プレス成形の際にプレスと金型に発生するたわみについても考慮する必要がある。実際には現場にてたわみの影響を最小限に抑えるため、金型合わせ/当たり調整やシム板の調整などに時間が取られている現状がある。

オートフォームでは、弾性金型たわみ解析と金型への見込み補正を効率的に行うソフトウェアの開発も行っている。プレスと金型のたわみを勘案したシミュレーション結果をもとに、たわみをキャンセルするようなオーバクラウンのベクトル・フィールドを算出し、金型への見込みを行うものである(図5)。

また、金型構造が定まっていない金型開発プロセスの早期段階においても、オートフォーム内で金型の基礎構造モデルを作成することが可能なため、開発の早い段階から、たわみを少なくするような構造検討を行うことができるのが強みとなる。

さまざまなソフトウェアが開発・販売されているが、プレス成形シミュレーションとの連携、Formingのような使いやすさから多くのお客様にAutoForm Assemblyをご利用いただいている。

#### 1. レーザ溶接部位の熱変形

AutoForm Assembly R12(以降、Assembly R12)において、プロセスエンジニアリング段階にて連続溶接工程で生じる熱の影響によるひずみの予測精度を向上させるため、時間に応じた溶接の熱的効果を考慮するモデルを開発・導入した(図6)。

通常、熱の影響を考慮した解析は非常に時間がかかり、実業務にて使用するには限界があった。Assembly R12では、シミュレーション時間を犠牲にすることなく、また、溶接工程による影響を高い精度で予測することができるようになっている。

#### 2. シム調整によるパネル精度向上検討

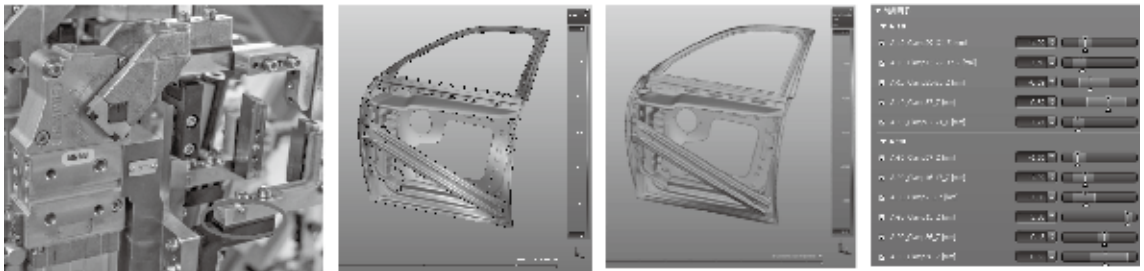
実際の製造現場では、プレス単品ごとの寸法偏差とそれが生産に及ぼす影響を解消するためにアセンブリ設備は絶えず調整が行われている。このトライアンドエラーによる調整作業工数の低減、効率良く作業を実施するため、バーチャルでの調整、修正が必要な箇所の特定が容易で、またプレス部品の修正を依頼するのか、アセンブリ工程の調整で要求寸法精度に収まるのか否かを検討することができる。

図7には、Assembly R12にて実施したシム調整前後のパネル比較と、要求精度を満足するために、どの治具拘束位置のシムをどれくらい調整する必要があるかが、シミュレーションで得られるプロセスウィンドウに表示している。

Forming R12とAssembly R12を有効活用することで、信頼性の高いデジタル・プロセスの構

## AutoForm Assembly R12における機能追加・改善点

アセンブリをシミュレーションするためのさま



シム調整                      シム調整前パネル                      シム調整後のパネル                      シム調整パラメータ  
 図7 シム調整前と後のパネル比較

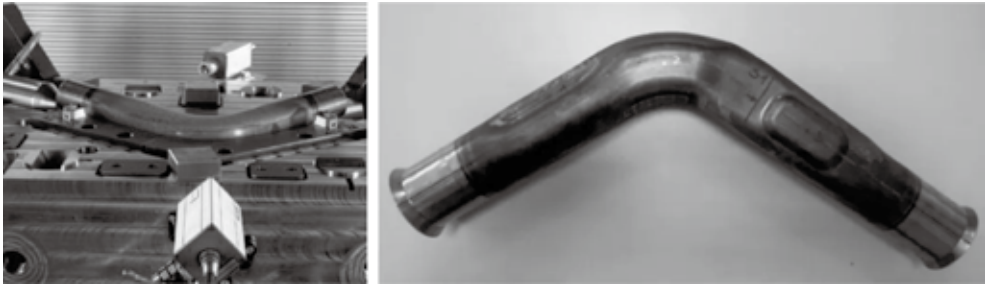


図9 ザルツギッター・ハイドロフォーミング社のホットメタルガスフォーミング成形例



図8 3D デザインインターフェイスによる  
 順送シミュレーション設定

築が可能となる。プレス部品、アセンブリに対し、現場でのトライアウトや品質検査の回数を大幅に削減できリードタイムとコストの削減に貢献する。

### 順送シミュレーション用ソフトウェア 「AutoForm ProgDie R12」

AutoForm Forming R12/Assembly R12 のリリースと同時に、順送金型に携わるユーザー向け

に新しく開発された AutoForm ProgDie R12 (以降 ProgDie R12) がリリースされた (図8)。

ProgDie R12 では、工程計画担当者や成形性検討担当者のニーズに合わせるようワークフローがカスタマイズされており、ストリップ・レイアウト検討・作成や金型モデル作成が容易で、結果の検証を素早く行うことができる。

今回新しく導入した3D デザインインターフェイスにより、工程の移動・修正をドラッグ・アンド・ドロップで直観的かつ容易に行うことができ、金型の干渉、両隣のパネル成形による影響をよりインタラクティブに確認できるように改善されている。

### チューブ成形に特化したソフトウェア 「AutoForm TubeXpert R12」

管材加工技術として、1980年代に誕生し1990年代に盛んに用いられるようになったハイドロフォーミングは自動車業界において2005年頃までは盛んに取り入れられていた技術であった。

しかしながら、加圧媒体として液体を用いるハイドロフォーミングは初期投資が高く、タクトタイムが長いため、より製造効率が高く柔軟なプロ

セス設計が可能な冷間プレス成形部品の採用が増え、また、シート材の熱間プレス成形のように競合する新技術の台頭もあり、2007年以降、ハイドロフォーミングを使用する部品形状、生産は停滞傾向となった。

そのような状況下においても管材成形技術の研究・開発は継続されており、高強度化と軽量化のさらなる要求にこたえる技術としてホットメタルガスフォーミングが再度注目を高めている。ホットメタルガスフォーミングは、材料を加熱・軟化させ、ガス内圧を付加し成形する工法である。管材を加熱するため、ハイドロフォーミングよりかなり低い圧力でより大きな変形を与えることができる成形方法であり、複雑形状を一体部品として加工することが可能となる。また加工と同時にダイクエンチを行うことで部品の高強度化も同時に実現することができる。

オートフォーム社では、ドイツに拠点を置くホットメタルガスフォーミング部品生産の大手メーカーであり一次サプライヤーであるザルツギッター・ハイドロフォーミング (SZHF) 社の協力のもと管材のホットメタルガスフォーミングのシミュレーション技術の検証を行ってきた (図9)。

オートフォームにはハイドロフォーミング用のシミュレーションソフトウェアとして以前からTubeXpertを提供しており、この度、TubeXpert R12のリリースとともにホットメタルガスフォーミングのシミュレーションにも対応している。

## 今後の技術展望

オートフォームでは、引き続きプレス成形およびBiWアセンブリソフトウェア開発に注力していくとともにデジタル化による生産性向上を目指し、BiW開発プロセス向けのデジタル・ソリューションの開発を行っていく予定である。その一例として、シミュレーションの持つ情報とプレスの生産現場で収集されているセンサデータを組み合わせ、機械学習し、リアルタイムにフィードバックすることで生産工程中に不具合が生じない「ゼロ・エラー生産」の実現をサポートしていく計画が進行中である。ほかにもいくつかのプロジェクトが進行中であるものの、残念ながらここで詳細についてご紹介することはできないため、近い将来のリリース情報に期待されたい。