

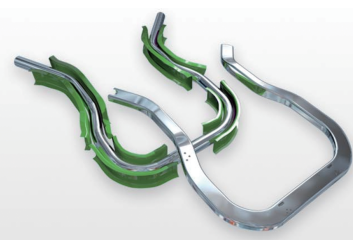
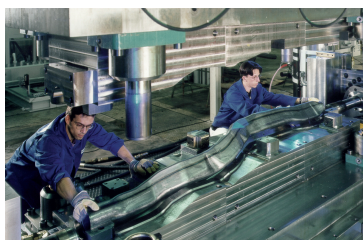
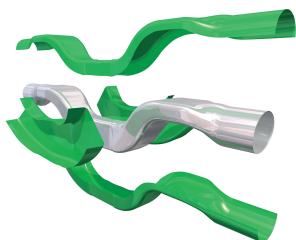
ピックアップ
新製品

1

ハイドロフォーミングに対応 「TubeXpert R8」

チューブ成形に特化したソフトウェア

オートフォームジャパン 糸長 達也



ハイドロフォーミング(コラム参照)の技術は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。自動車産業でも2005年ころまでは、先進的な技術であったが、熱間プレス成形のような競合する技術の台頭もあり、2007～2010年くらいまでは停滞傾向にあった。2013年ころからヨーロッパとアメリカの市場でハイドロフォーミングビジネスが再び注目されている。

通常のハイドロフォーミングと合わせて、高張力鋼板を適用した部品に低圧ハイドロフォーミング工程を適用することで製品品質向上を進めてきた。その背景にあるのは、CO₂削減や燃費向上を求める自動車産業の世界的な技術傾向である。ハイドロフォーミングは車両重量の軽減を可能にするだけでなく、成形部品を組合わせた車体構造と比較しても衝突安全性が確保できることが確認されている。

それゆえハイドロフォーミング技術は、自動車のシャシ部品、排気部品への適用のみならず、自動車の窓柱であるAピラー、Bピラー、Cピラーなどのホワイト・ボディ(塗装前の車体)への適用も増えてきている。また、チューブ曲げに関しても、ディスクベンディング、ロールベンディング、プレスベンディングなどの多様な工法により部品が生産されている。当社ではつねにユーザーの声に耳を傾け、機能追加、改善を行なっている。また、現在の自動車部品開発において開発期間短縮、コスト低減は避け

られず、いかに効率よく工程計画・設計、検討、金型モデル作成からシミュレーション実行・結果評価、不具合対策検討までを行なうかが重要となっている。

ここでは、これらの状況を踏まえ、チューブ曲げ、成形、ハイドロフォーミング工程、成形性検討、スプリングバック評価などの一連の流れを、デジタル・プロセス・チェーンとして、その推進を目標に開発されたソフト「AutoForm TubeXpert R8」について解説する。

●おもな機能

本ソフトは、刷新されたユーザー・インターフェース、革新的なナビゲーション・コンセプトを通じて、使い勝手および作業効率のさらなる向上を実現している。

チューブ曲げ、プリフォーミングおよびハイドロフォーミングの検討において、インポートした部品形状から工程全体を定義し、そこから金型形状の作成、シミュレーション設定、結果の検証までを迅速に行なうことが可能となっている。また、追加されたデザイン機能の充実により、半径の変更、部品表面の拡張やモーフィングなど、部品や金型のデザインをより柔軟に修正することが可能となり、その修正が成形性に与える影響を瞬時に解析することができるのが本ソフトの強みである。

ソフトウェア内で作成した金型データはCAD

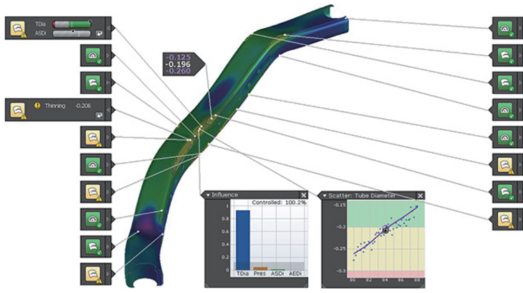


図1 自動検出された成形不具合などの出力例

サーフェスペースとなっているため、詳細な金型設計にあたって、データを別のCADシステムと交換が可能となっている。本ソフトでは、高張力鋼板やアルミ材料の適用の際に問題となるスプリングバックの評価や見込み補正に関する機能も強化されてい

る。スプリングバック（成形工程の最後に、部品がフォーム金型の荷重から開放された時に起こる形状変化）した部品が次の工程の金型にフィットするように、スプリングバック結果をもとに金型に見込みを入れる必要があるが、本ソフトに実装されている見込み補正機能にて、必要な調整が自動で行われる。見込み補正に関しては、本ソフトで作成した金型形状やインポートした金型形状に適用することができる。

シミュレーションにおいては、入力データがシミュレーション結果に影響を及ぼすため、シミュレーション設定が非常に重要である。本ソフトでは、シミュレーション設定時や結果評価において、標準ファイルを作成・適用することができ、エンジニアリング作業の整合性が高まる。設定間違い、見落としなどの人的ミス削減に寄与している。そして、定義された標準をもとに、新たに開発された不具合検出機能によって、成形上の不具合を自動的に表示するため、品質不良を見逃すことがなくなるとともに、不具合を解決するために講じた対策が有効であったかの確認を見落とすことがない(図1)。

さらに、本ソフトに AutoForm-Sigma を組み合わせることにより、最適な成形工程を実現することが可能となる。具体的には、シングル・シミュレーションを複数設定する代わりに、複数の設計パラメータの範囲を定義することで、部品の成形性や品質に対する影響を、プロセス・ウィンドウという形で、一度にまとめて評価が可能となり、最適な設定を見つけることができる。

また、AF-Sigma の適用方法として、トライアウト / 量産時に発生する不具合についての検討を事前に行なうことで、不良率の改善、ダウンタイム低減による生産性の効率向上を行なうことが可能である。いわゆる、ロバスト（堅牢）な部品生産を保証するために、実際に生じるばらつき要素である、材料特性値（板厚、引張強度、降伏強度、ランクフォード値など）、ハイドロフォーミング時の内圧、軸押し量、金型とチューブの摩擦係数などによる変動の影響を解析し、品質保証の観点から設定すべきプロセス・ウィンドウを得ることができる(図2)。

さらに、潤滑・摩擦の影響を受けやすい材料や成形工程にて、その影響を考慮する必要がある場合、本ソフトではトライボロジ工学に基づき開発されたソフトウェア「TriboForm」と組み合わせ、より精度の高い結果を得ることが可能となる。本ソフトは初期検討から、金型設計、トライアウト / 量産不具合検

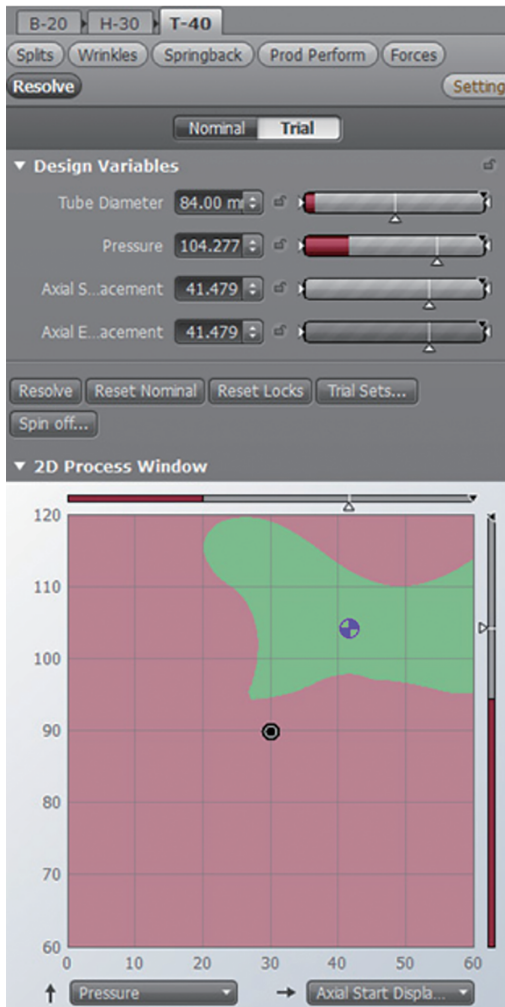


図2 工程の成形性を表示したプロセス・ウィンドウ

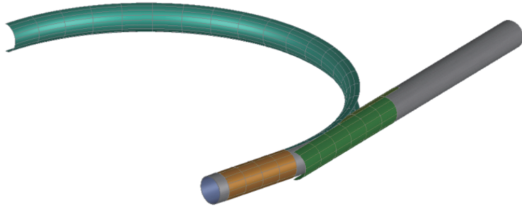


図3 曲げ工程

証といった幅広い業務エリアをサポートするソフトウェアである。

本ソフトの利点は次の通りである。

- ①複数の代替コンセプトの検証による品質やコストの改善
- ②成形プロセス・ウィンドウの評価を通じたチューブ成形部品の工程全体のより深い理解
- ③開発時間の短縮および金型、材料、生産コストの削減に寄与
- ④ロバストな生産を可能にする工程信頼性の強化

●各工程のおもな機能

(1) 曲げ

部品形状からチューブの曲げラインを自動決定。自動的に複数の曲げ工程、曲げ半径を決定する。各社の生産設備 / 仕様に合わせての調整も可能(図3)。

(2) プリフォーミング

部品形状が複雑な場合、曲げ工程後、ハイドロフォーミング前に、追加の成形工程が必要になる場合がある。

金型モデル作成機能により、プリフォーミングツールを作成することが可能(図4)。シミュレーション結果から、プリフォーミングツールの調整が必要になることが分かった場合でも、迅速にツールモデルの修正・更新を、時間をかけずに行なうことができる。

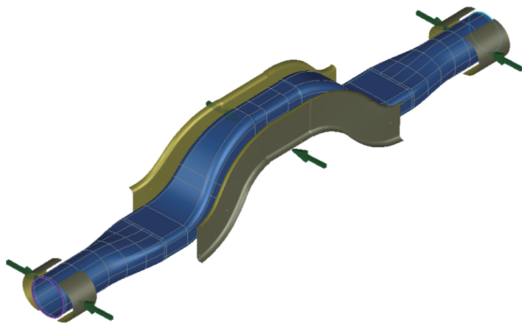


図4 プリフォーム工程

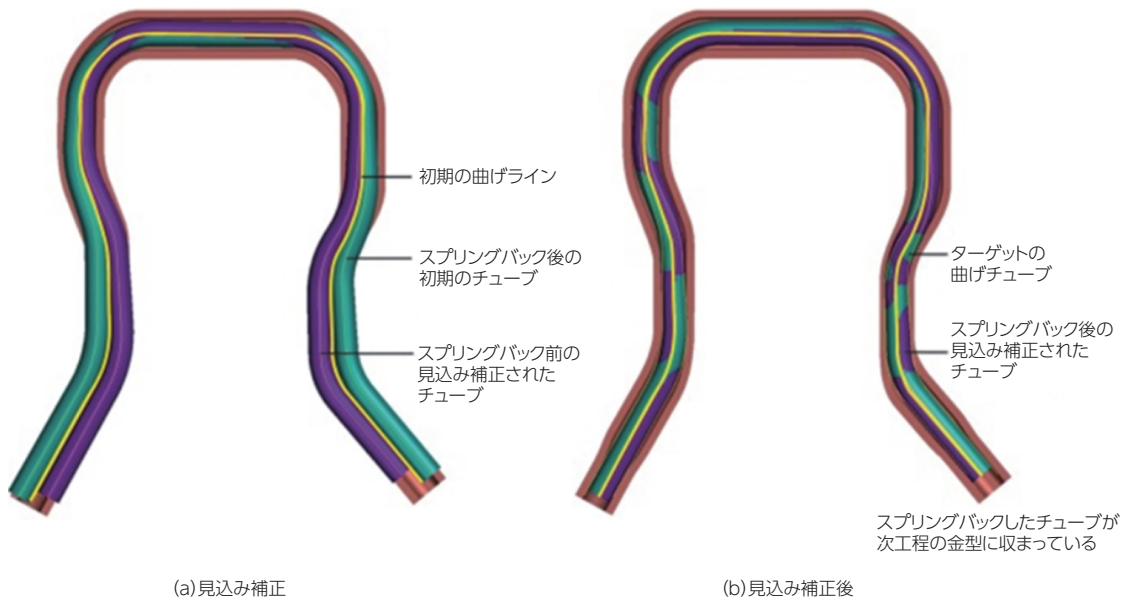


図5 曲げ工程におけるスプリングバック見込み

(3) ハイドロフォーミング

ハイドロフォーミング工程の金型も自動で作成。上下金型は自動検出されるアンダーがないよう分割線にて定義される。通常の高圧ハイドロフォーミング設定のほか、高張力鋼板適用の際に検討される低(予)圧ハイドロフォーミング、タイムステップごとに内圧を変化させるマルチステージのハイドロフォーミング設定が可能となっている。

(4) アニーリング(焼なまし)

複雑な形状を有するハイドロフォーミング部品の場合、アニーリング工程が必要となることもある。アニーリング工程により、その前の工程にて発生した応力を除去できる。

(5) トリム(切り取り)

ピース、製品端部のトリム工程の設定を行なう。

(6) スプリングバック

各工程後にスプリングバック解析を設定することが可能。高張力鋼板やアルミ材料適用の際に発生す

るスプリングバック量が大きくなる場合、次工程の金型に収まらない問題が発生する。本ソフトには見込み補正機能が標準実装されているため、精度の高いスプリングバック結果を正確に、金型モデルに見込み補正を実施することができる(図5)。

* * *

今回紹介した AutoForm TubeXpert R8 は複雑な部品および工程、難成形材料や新たな成形技術に対応しつつ、製品化に要する時間の短縮、そしてコスト削減といった厳しい市場の要求に応じなければならないチューブ成形技術者向けの支援ツールである。

ユーザーからの声として、チューブ成形工程について、簡単かつ直観的に理解し、最適化できるようになったと好評をいただいている。当社としては、本ソフトの使用により、チューブ成形の工程検討作業の効率と製品品質が飛躍的に向上できれば幸いである。

<写真提供>

1) Schuler Pressen GmbH (タイトル中央の工場写真)

ハイドロフォーミング

ハイドロフォーミング、つまり内部高圧成形は、アクティブな流体(油中水型乳剤など)を使った成形工程である。

中空部品は、チューブ、任意のプロファイル、または二つのブランクから、内部圧力を適用することで成形する。この工程に必要な圧力は、使用する材料、材料の板厚、そして成形する最小半径に大きく依存する。最大で数千ヘクトパスカルの内部圧力が必要である。

設計上の自由度が高く、複雑な形状の自動車部品へ適用されている。