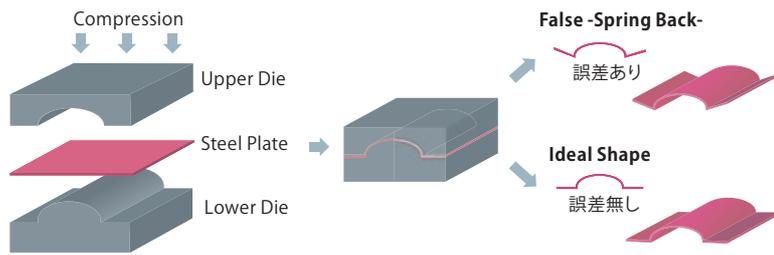


バウシंगाー効果を考慮した高張力鋼板の プレス成形シミュレーションにおける面精度一致率の向上

高張力鋼板は薄い材料で車体を設計できるため、輸送機の燃費改善のための車体軽量化の一手段として注目されています。高張力鋼板はプレス成形後の形状不良が起きやすく、プレス金型の製作時に、多大な時間とコストを要するという課題がありました。近年、CAE (Computer Aided Engineering) 解析技術の進歩により、形状不良の原因となっているスプリングバック現象の予測精度が向上しています。プレス成形用の金型製作においてもCAE解析は活用されており、開発時間の短縮と大幅なコスト低減を実現可能な技術として注目されています。

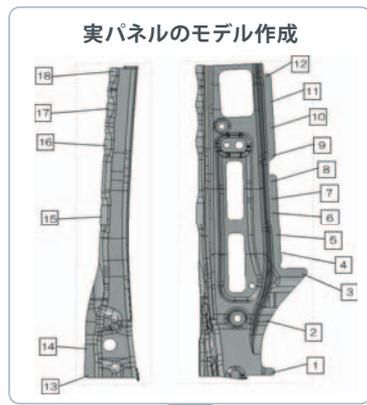
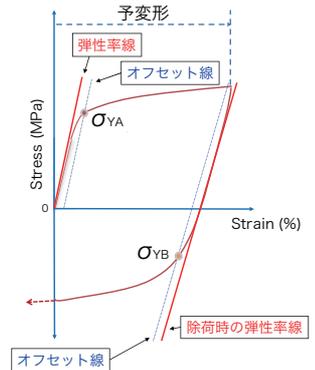
ここでは、島津精密万能試験機オートグラフを用いた一方向引張試験および面内反転荷重試験から得られた材料特性データを適用することで、複雑形状を有する自動車部品（実パネル）のプレス成形シミュレーションの高精度化に成功した事例を紹介します。

鋼板のプレス成形とスプリングバック



バウシंगाー効果

バウシंगाー効果とは、予変形によって塑性変形が生じた金属材料に逆方向の応力を負荷すると、圧縮降伏応力 σ_{YB} の絶対値が予変形時の降伏応力 σ_{YA} に比べて大きく低下するという特性。この特性を考慮した材料モデルを構築することで、鋼板のスプリングバック現象を精度高く予測することが可能になります。

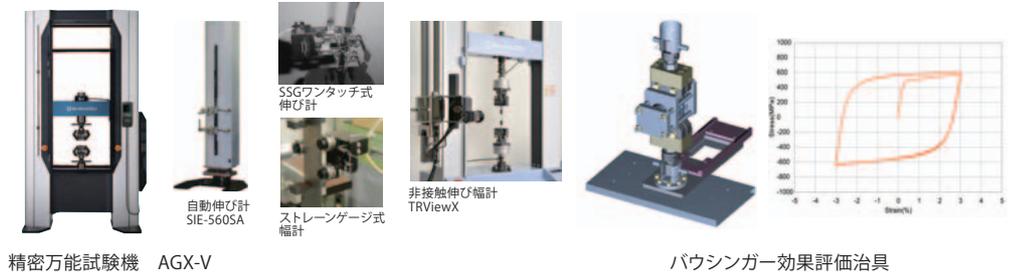


$$\text{面精度一致率 (\%)} = N_P / 18 \times 100$$

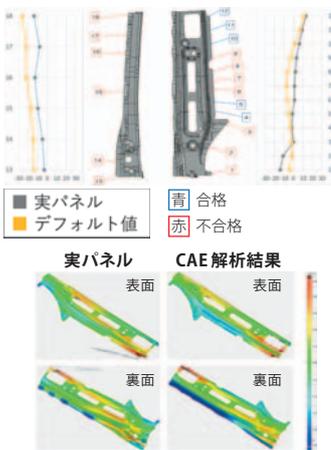
N_P : 実パネルとの誤差 ±0.5mm 以内であった点数

*面精度一致率とは・・・ 実パネルとシミュレーション結果の乖離量が ±0.5 mm 以内に収まっている箇所の割合

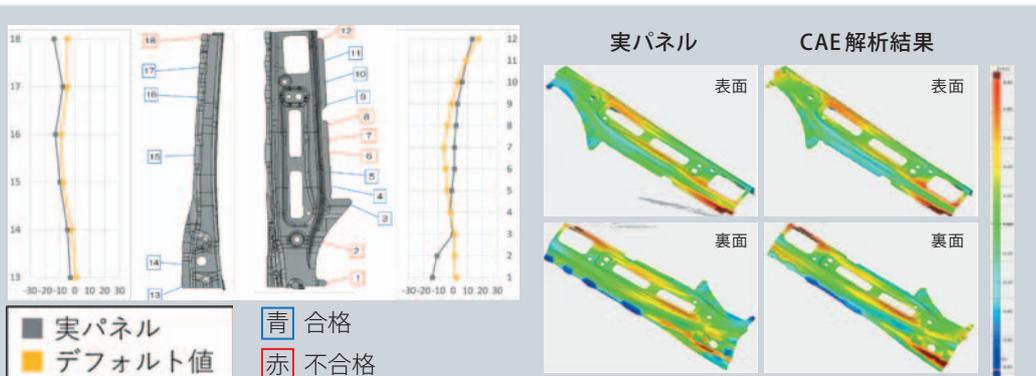
測定データの取得（一方向引張試験特性データおよび面内反転応力-ひずみ特性）



汎用デフォルト特性データを使用



実パネルとシミュレーション結果の乖離量大
面精度一致率は28%と低い



実パネルとシミュレーション結果の乖離量は大幅に改善し、
面精度一致率は61%に向上

1. バウシंगाー効果を考慮したプレス成形シミュレーションが実施可能。
2. 専用機ではなく、汎用精密万能試験機を用いて鋼板のバウシंगाー効果評価が可能。
3. 引張弾性率、r値、n値、弾性率の塑性ひずみ依存性などが計測可能な試験システムを提供可能。

複合材料の単軸引張試験シミュレーション結果の検証と妥当性確認

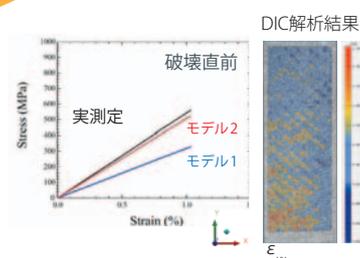
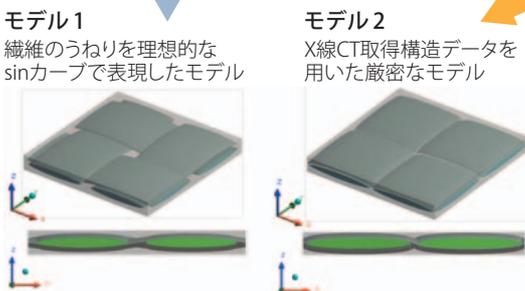
自動車をはじめとした輸送機器の環境負荷低減に向けて軽量化が求められており、CFRPをはじめとした複合材料の活用が始まっています。複合材料は金属材料とは異なり、内部構造の複雑さから、応力負荷主軸方向によって複雑な破壊挙動を示すことが知られており、精度の高い強度設計モデルを確立することが難しい材料です。輸送機器の設計開発においては、構造解析シミュレーション等のCAE (Computer Aided Engineering) 解析の活用が広く行われています。CAE解析の再現精度を高めることで、開発の効率化、コスト低減が期待されるほか、実測定による評価が難しい複雑構造体、大型構造体の設計に対する信頼性向上が期待されます。

近年、CAE解析で得られた結果の妥当性を確認するために、CAE解析モデルと同条件の実測定を行い、CAE解析結果と比較検証すること (V&V: Verification and Validation) が重要であると考えられており、実測定とCAE解析を両輪とした製品設計を行うことが一般的な社会要求となっておりつつあります。今回は熱可塑性CFRP織物材の実測およびCAE解析結果に対するV&Vを実施した事例を紹介します。

材料定数の同定と解析モデルの検証

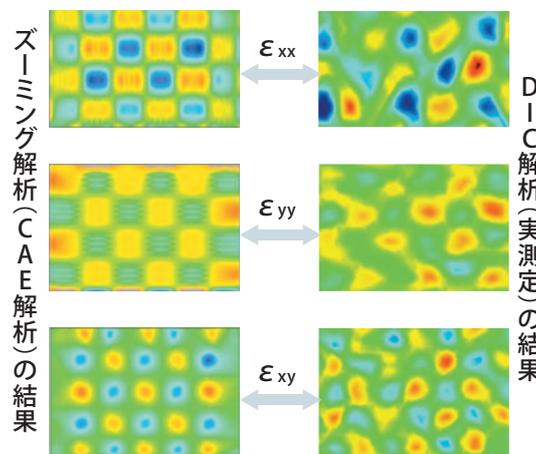
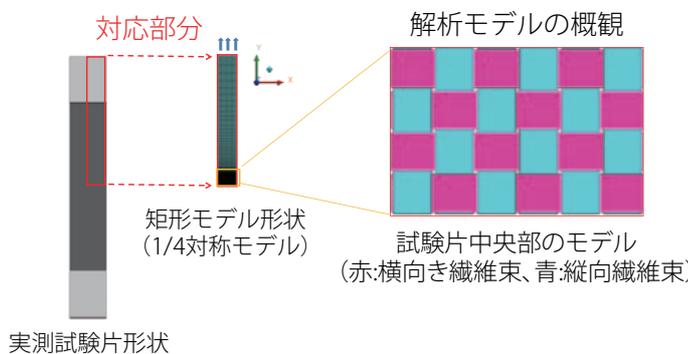
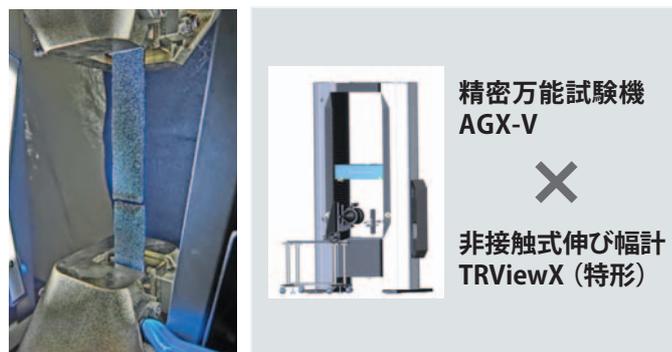


構造データ転送



均質化解析 (モデル1)		均質化解析 (モデル2)		単軸引張試験 (実測定)
縦弾性係数 (GPa)	実測定との一致率 (%)	縦弾性係数 (GPa)	実測定との一致率 (%)	縦弾性係数 (GPa)
32.56	58.7	51.75	93.3	55.46

微視的な領域におけるひずみ分布の評価



繊維束の織のピッチに関連して、低ひずみと高ひずみ状態が交互に表われている様子が、解析・実験の両方で一致

1. CFRP 織物材の構造データをCAE解析モデル作成に適用可能。
2. 材料定数の妥当性評価が可能。
3. 微視領域における各種成分ひずみの妥当性評価が可能。

掲載したデータは複合材料の単軸引張シミュレーションに対して、株式会社島津製作所およびサイバネット株式会社による共同取り組みにより得られた成果です。株式会社島津製作所は機械特性値、内部構造データの取得を行い、サイバネット株式会社がCAE解析を実施しました。