



31st PUCA - ESI Users' Forum Japan 2022-

超ハイテン材における型変形を考慮した スプリングバック解析

鈴木工業株式会社 DX室 鈴木修一

群馬県立群馬産業技術センター

鏑木 哲志
荻野 直彦
新井 宏章

- 会社紹介
- 型変形を解析する理由
- PUCA2018 第一報
- 型変形カップリング解析検証
- 型を開くモーション考慮の検証
- 結論と今後の課題

- 会社紹介
- 型変形を解析する理由
- PUCA2018 第一報
- 型変形カップリング解析検証
- 型を開くモーション考慮の検証
- 結論と今後の課題

- 鈴木工業株式会社

- 所在地 : 本社工場 群馬県太田市西新町135-8
尾島工場 群馬県太田市阿久津99
大型機械工場 群馬県太田市西新町7-9
- 創業 : 昭和39年5月
- 資本金 : 1000万円
- 従業員数 : 33名

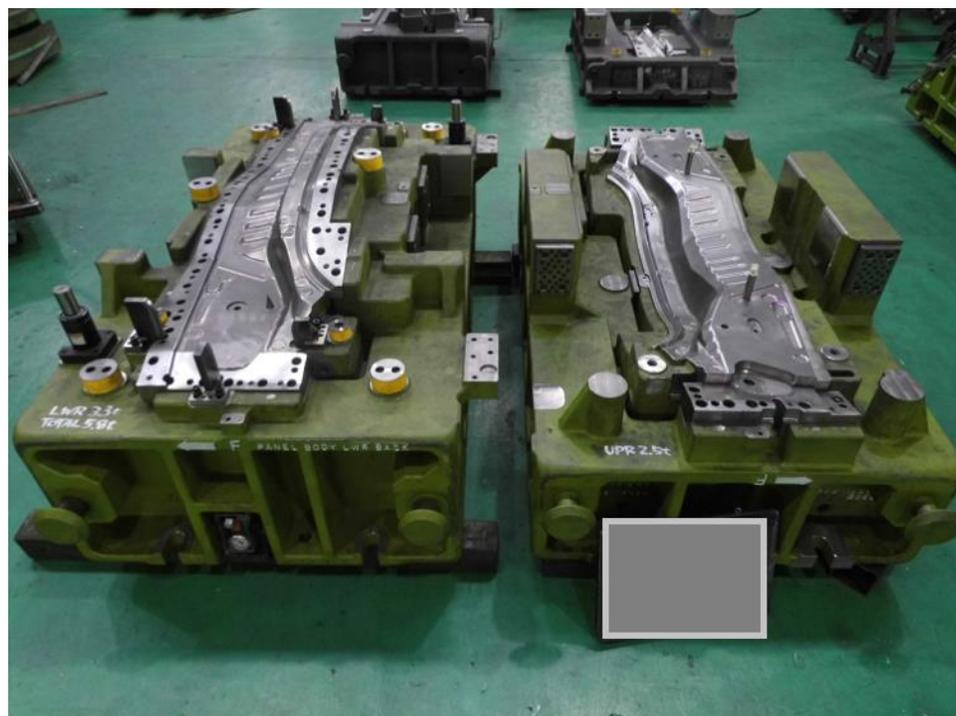


2022年11月 大型機械工場完成

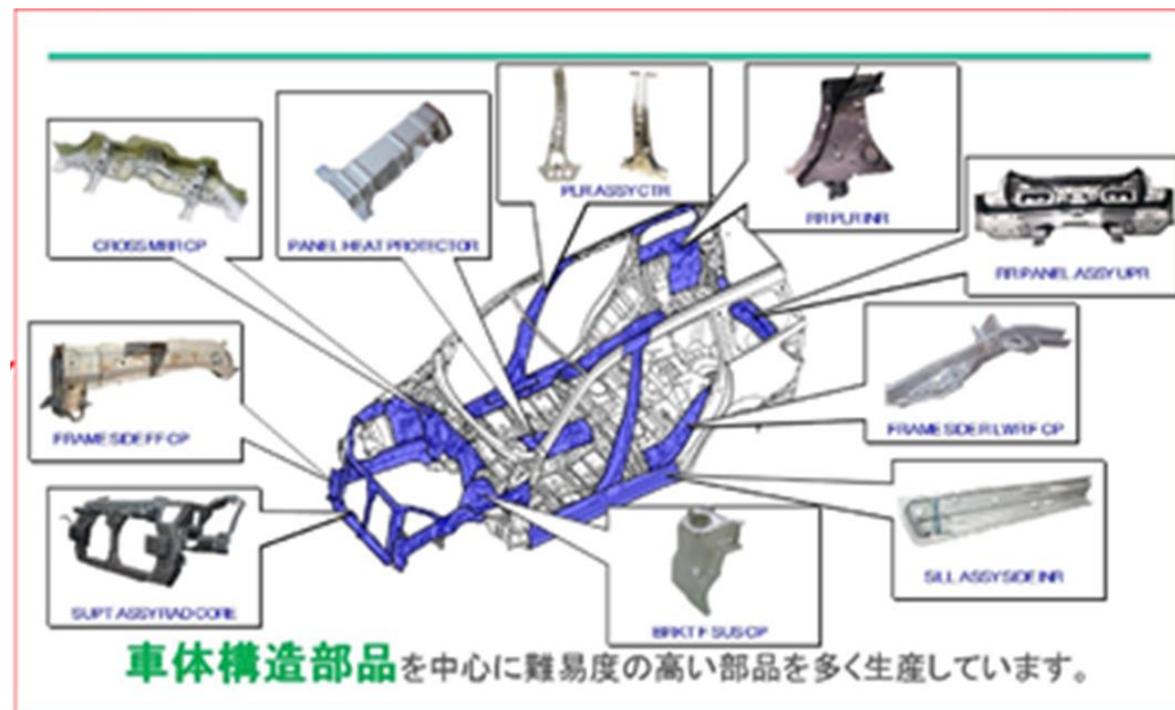
本社工場近傍に門型MC専用の新工場が完成し、
12月中に、移設も完了し本格稼働の予定



自動車用プレス金型の制作



自動車部品用 プレス金型



受注部品の使用箇所の一例

- 主要設備
 - メカプレス : 2000 × 3500 1000t 1台
 - : 1500 × 2200 400t 1台
 - 油圧プレス: 2500 × 4500 1000t 1台
 - 三次元測定器 2台

 - 3D CAD・CAM: CAM-TOOL 10台
 - CimatoronE 3台
 - thinkdesign 1台
 - Space-E 1台
 - iBlue CLIKS 1台

 - CAE : PAM-STAMP



- 主要機械設備

- 門型5面マシニングセンタ : 2500 × 4000 1台
- 門型5面マシニングセンタ : 2500 × 3000 1台
- 門型マシニングセンタ : 2000 × 3000 4台
- 門型マシニングセンタ : 1600 × 3000 1台
- 5軸立形マシニングセンタ : 925 × 1050 1台
- 5軸立形マシニングセンタ : 460 × 740 1台
- 6枚パレット仕様
- 立形マシニングセンタ : 560 × 1300 3台
- 3次元レーザー加工機
- ワイヤー放電加工機



- 戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)

群馬県立産業技術センター
Gunma Industrial Technology Center



独立行政法人 国立高等専門学校機構
群馬工業高等専門学校
National Institute of Technology, Gunma College



埼玉工業大学
自分が変わる物語が始まる



SUZUKI INDUSTRY
鈴木工業株式会社

TDU
東京電機大学



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY

- 会社紹介
- **型変形を解析する理由**
- PUCA2018 第一報
- 型変形カップリング解析検証
- 結論と今後の課題

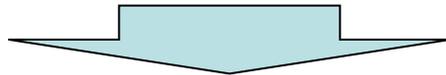
- 高ハイテン化が進むにつれ、プレス成形中に金型にかかる力も増大
 - 金型の弾性変形も無視できないレベルで増加
 - プレス部品の寸法精度に悪影響



- より剛性の高いたわみの少ない型構造が求められている
- 型がたわむことを踏まえたスプリングバック評価も重要

金型メーカーならではの問題

- ・ 材料のミルシートなどの材料パラメータの入手がほぼ不可能
材料メーカーとの取引がないために、メーカーより頂けない
守秘義務等の問題もあり、ユーザー様経由の入手も不可
- ・ 材料の入手時期の問題で、材料試験をする時間がない
金型ユーザー様より、正規の材料を受領できるタイミング
では、解析のタイミングに間に合わない



材料モデル以外でも、解析精度の向上を目指したい

- 会社紹介
- 型変形を解析する理由
- **PUCA2018 第一報**
- 型変形カップリング解析検証
- 型を開くモーション考慮の検証
- 結論と今後の課題

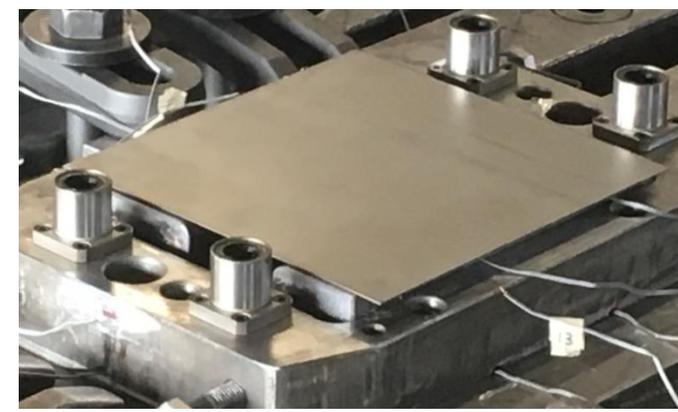
- 解析対象
 - 材料 : 1180MPa級鋼板 t1.2 (実測t=1.22)
 - 材料サイズ : 240mm × 240mm
 - ホルダーストローク : 40mm
 - ホルダー圧 : 20kN



上型側



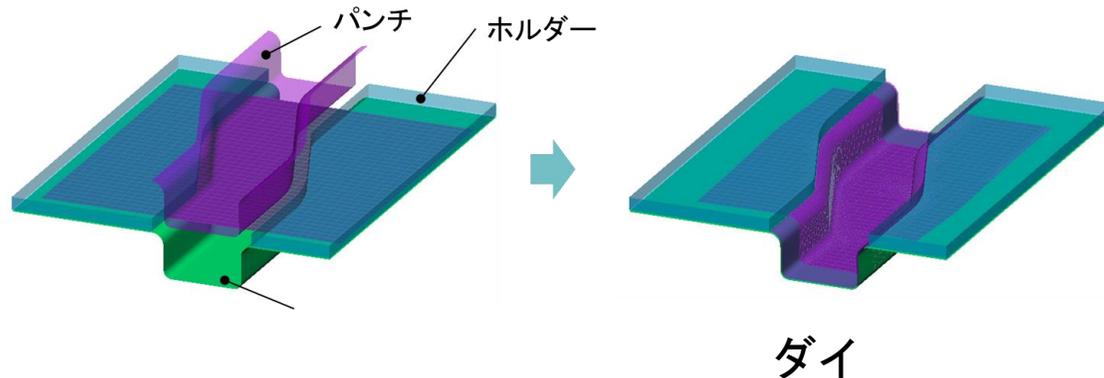
下型側



ブランク

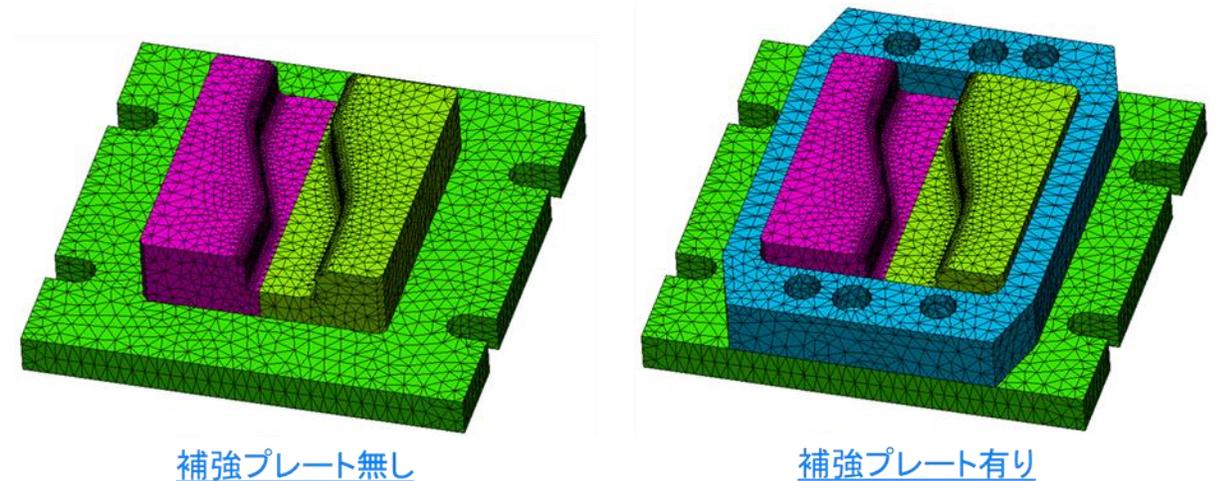
成形解析の条件

- 板厚は実測のt1.22mm
- 金型クリアランスは実機と同じ1.2mm
- 1180MPa級鋼板のサンプル物性
(吉田モデル)を使用
- ブランク最小メッシュサイズ 1.4mm
- TTSシェルを使用



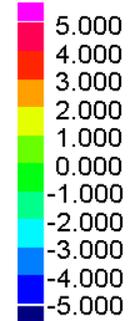
型変形解析の条件

- 変形が大きいと予測されるダイ側のみ
 - ダイの開きを防ぐ補強プレート有無の2パターンを実施
 - ソリッド要素サイズ:
最小部3mm、最大部20mm

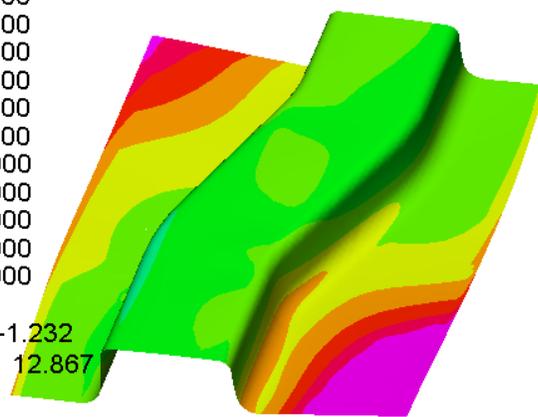


- スプリングバック量結果
 - 補強プレート有無でほぼ同じ
 - 型変形を考慮しない場合と比較すると、分布に違いがある

Distance between objects (Shell mid plane)

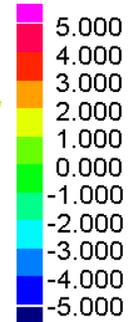


Min = -1.232
Max = 12.867

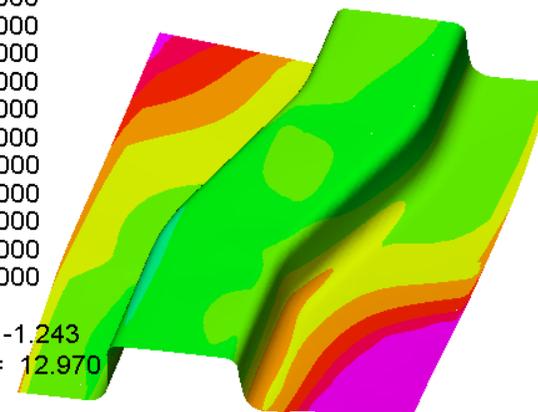


補強プレート無し

Distance between objects (Shell mid plane)

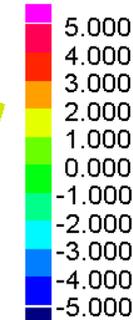


Min = -1.243
Max = 12.970

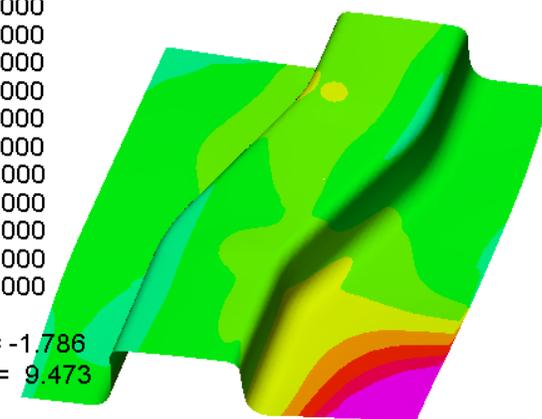


補強プレート有り

Distance between objects (Shell mid plane)



Min = -1.786
Max = 9.473

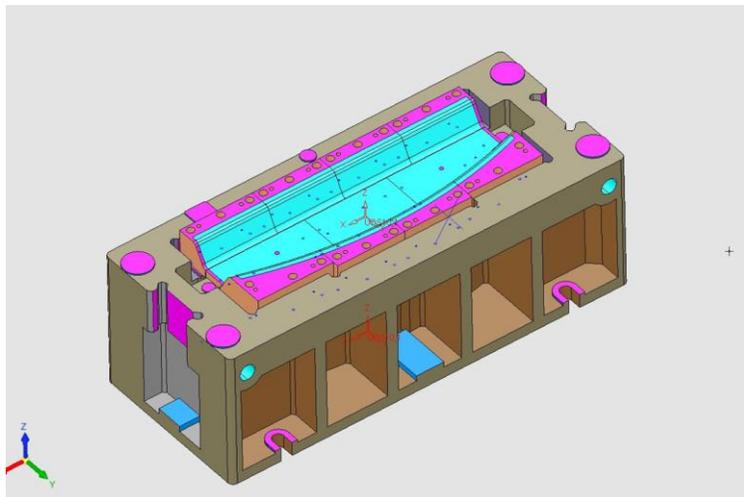


型変形考慮無し
(工具間クリアランス +5%)

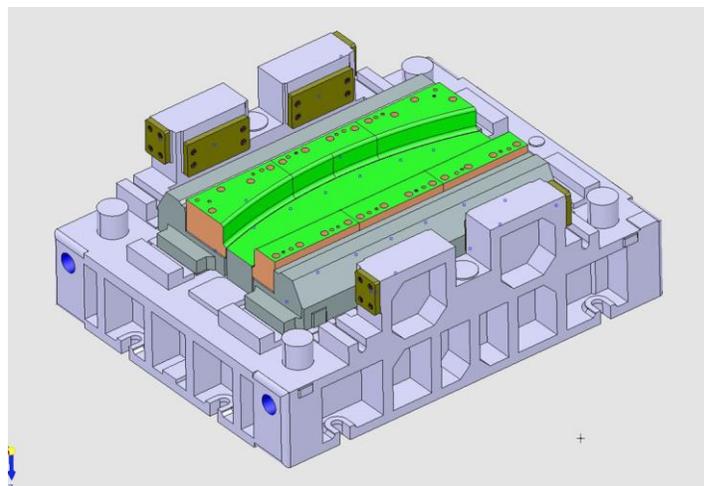
カップリング解析による、スプリングバック解析精度向上は期待できる

- 会社紹介
- 型変形を解析する理由
- PUCA2018 第一報
- **型変形カップリング解析検証**
- 型を開くモーション考慮の検証
- 結論と今後の課題

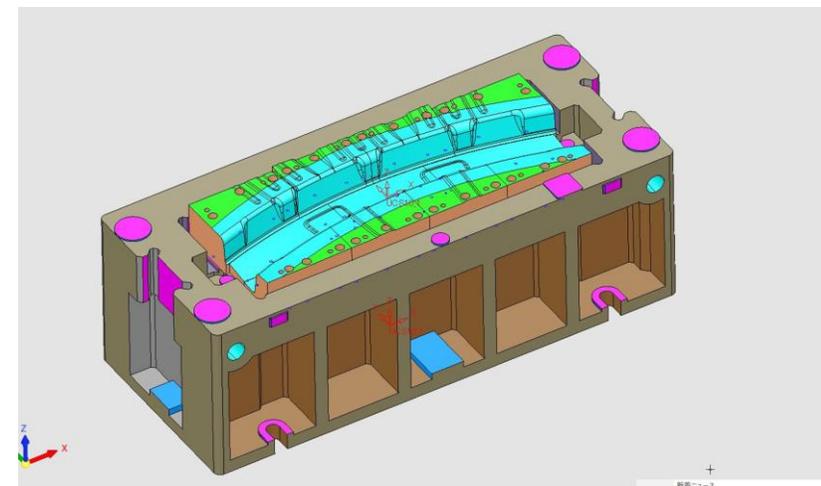
- サポイン3年間での実験内容の一部



1年目 台形断面のFO型



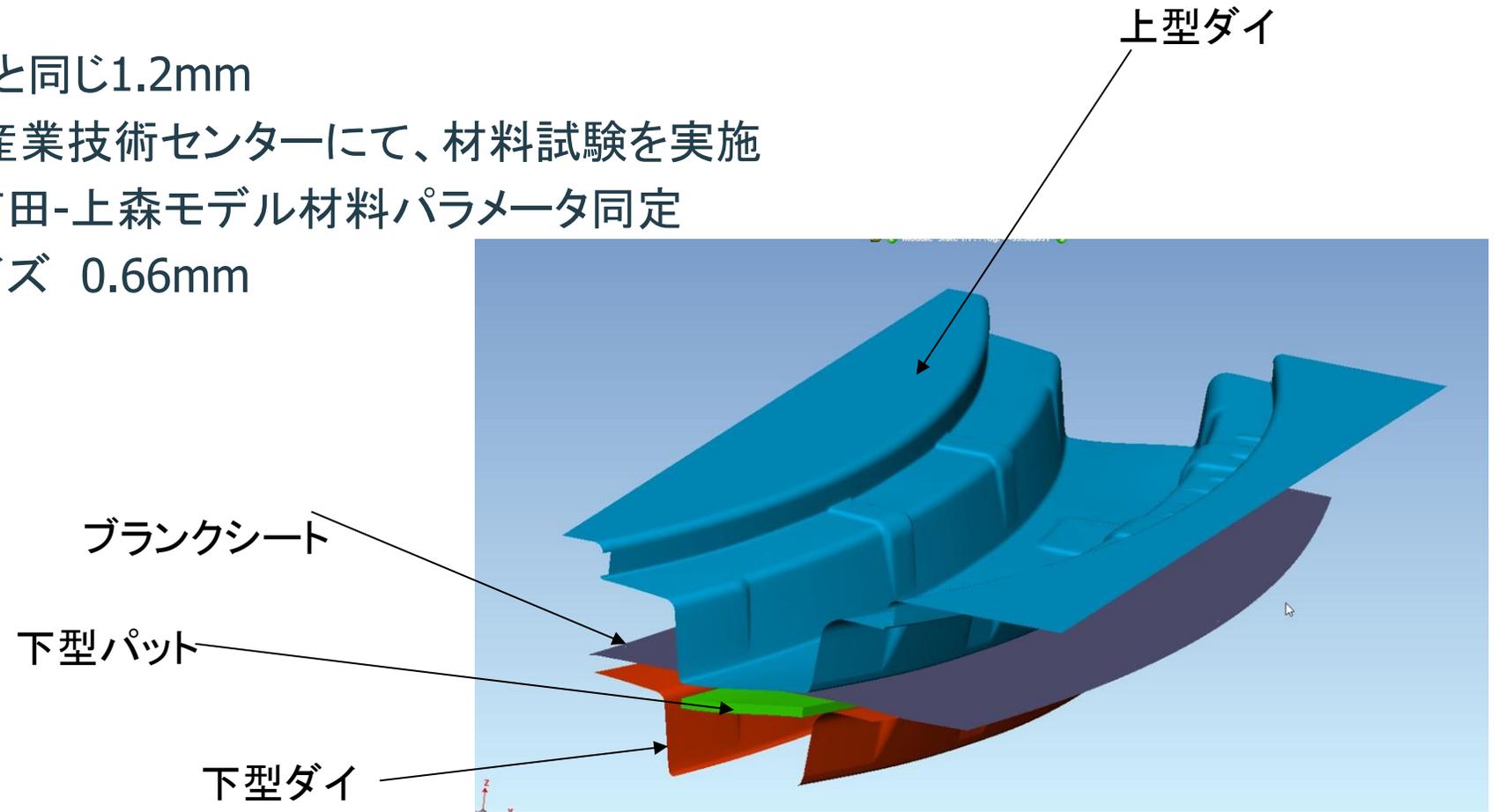
2年目 直角断面の
CAM-FO型



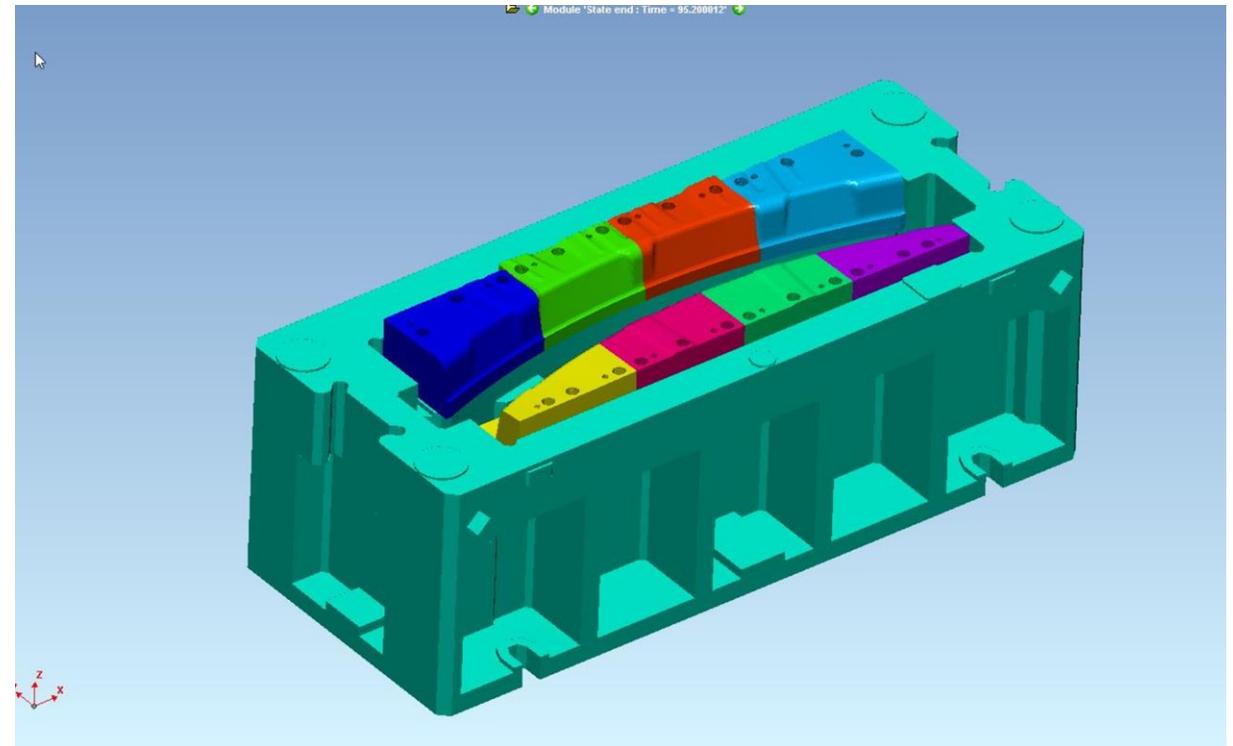
3年目 形状凍結追加の
FO型

成形解析の条件

- 板厚 t1.2mm
- 金型クリアランスは実機と同じ1.2mm
- 1180MPa級鋼板 群馬産業技術センターにて、材料試験を実施
MatParaを使用し、吉田-上森モデル材料パラメータ同定
- ブランク最小メッシュサイズ 0.66mm
- TTSシェルを使用
- 材料寸法 1000X400

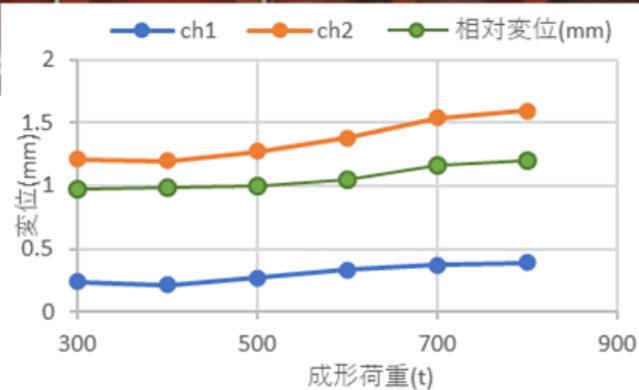
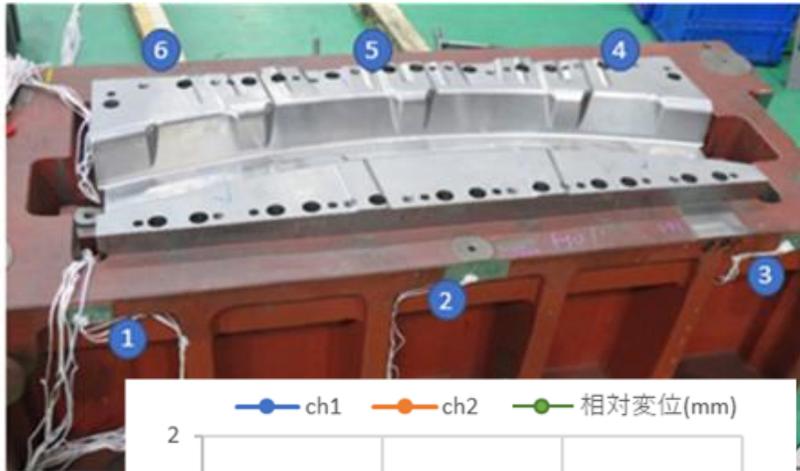


- 型変形解析の条件
 - 変形が大きいと予測されるダイ側のみ
 - 各インサートごとに境界を設定
 - ソリッド要素サイズ:
最小部3mm、最大部20mm

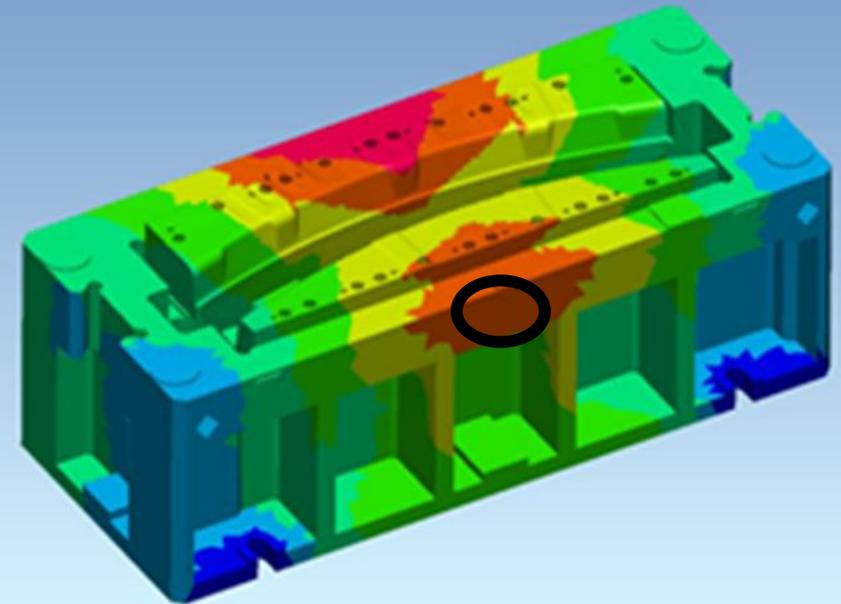
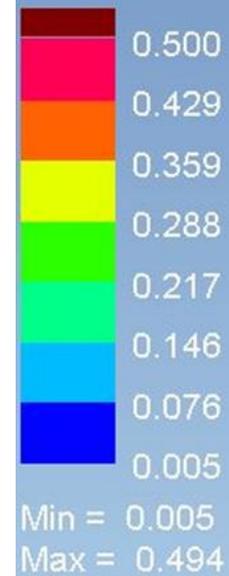


• 金型変形量の比較

- ・加工圧 300t 400t 500t 600t 700t 800t でそれぞれ測定
- ・型変形解析で丸印部で0.4mm



Norm of displacement

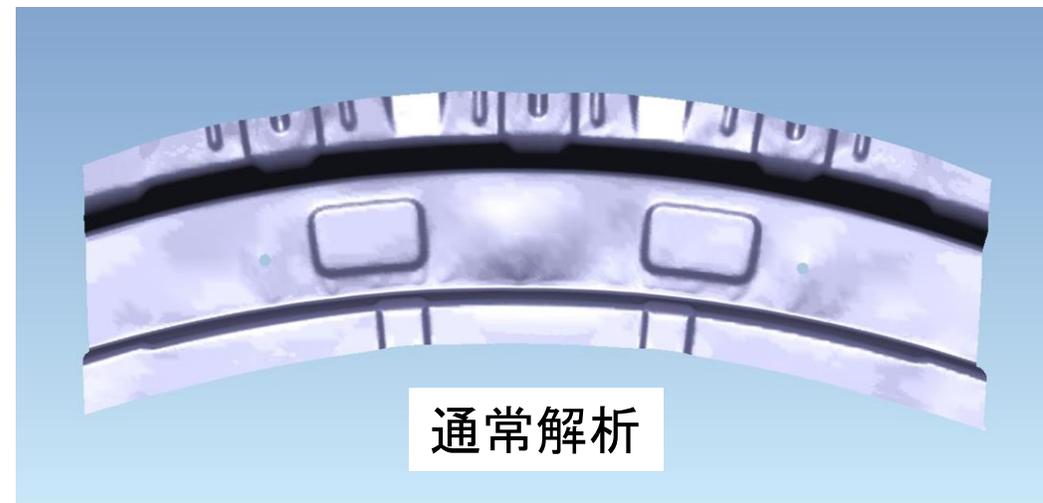


• 解析結果との外観比較

- ・スプリングバック後の、パネルの外観比較

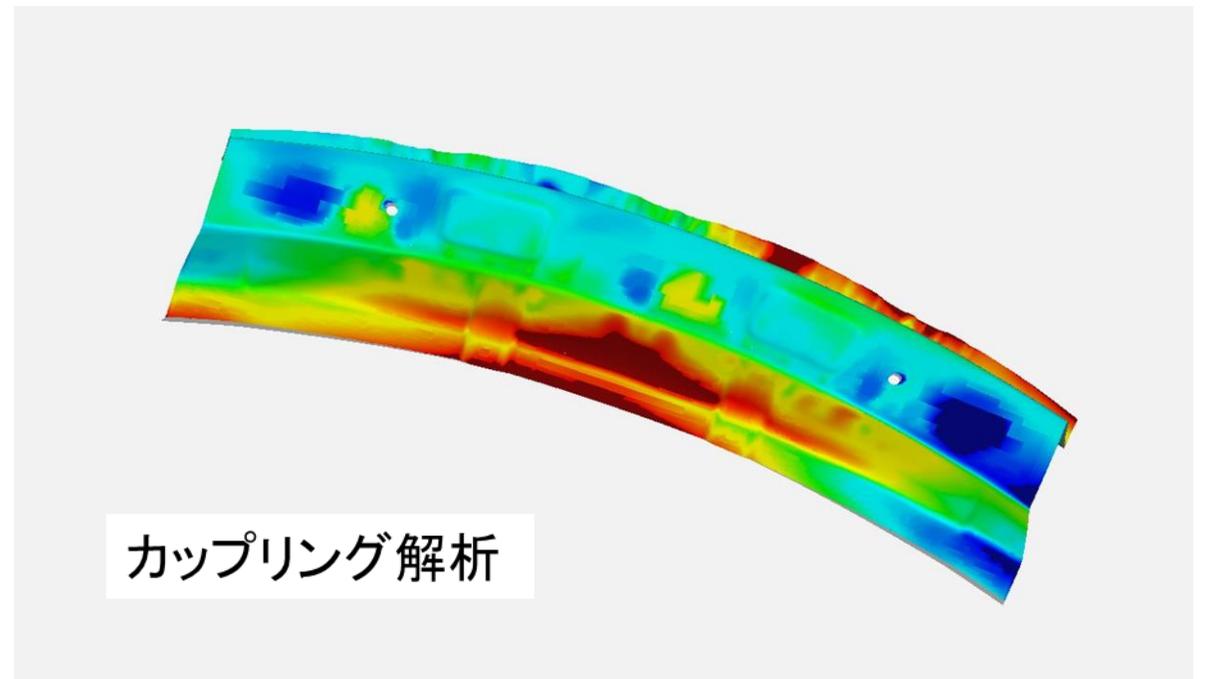
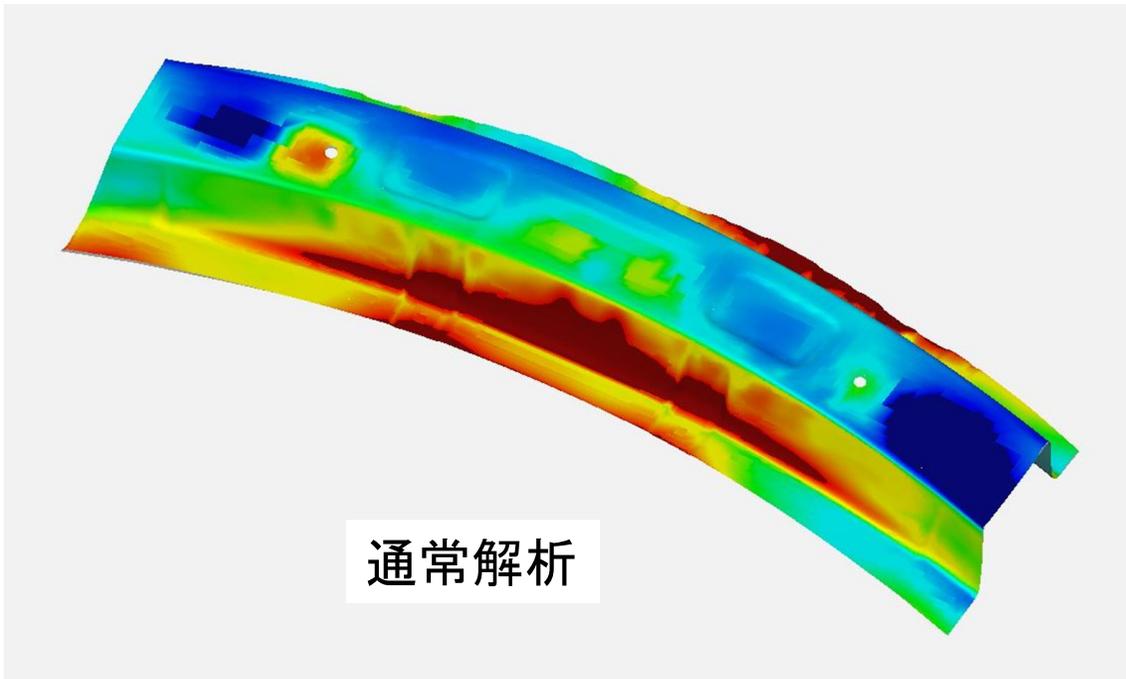


フランジ面シワの状態や、パット面の凹凸など、通常解析よりも実機に近い結果が得られた



• 解析結果とのスプリングバック比較

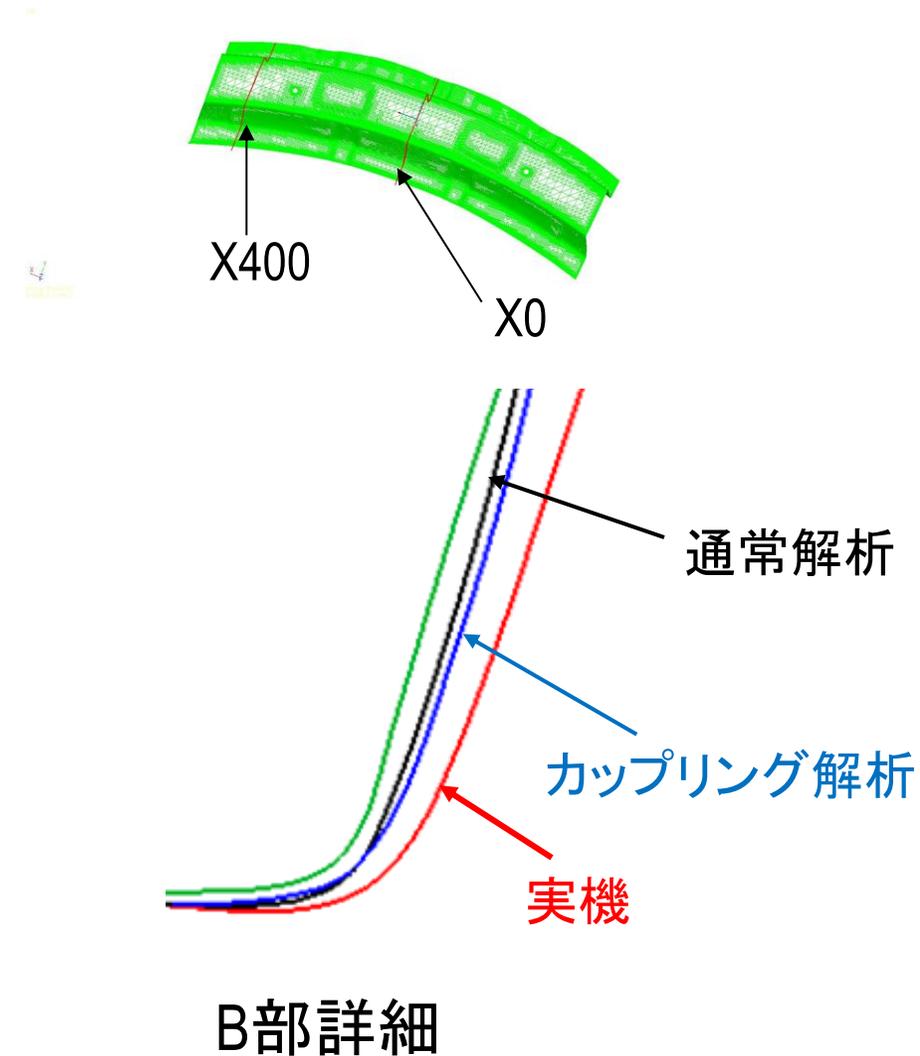
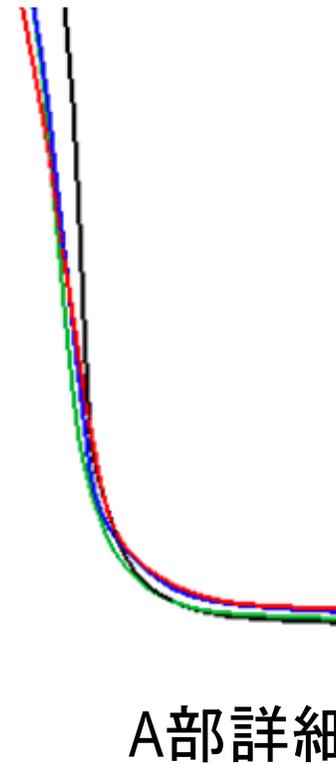
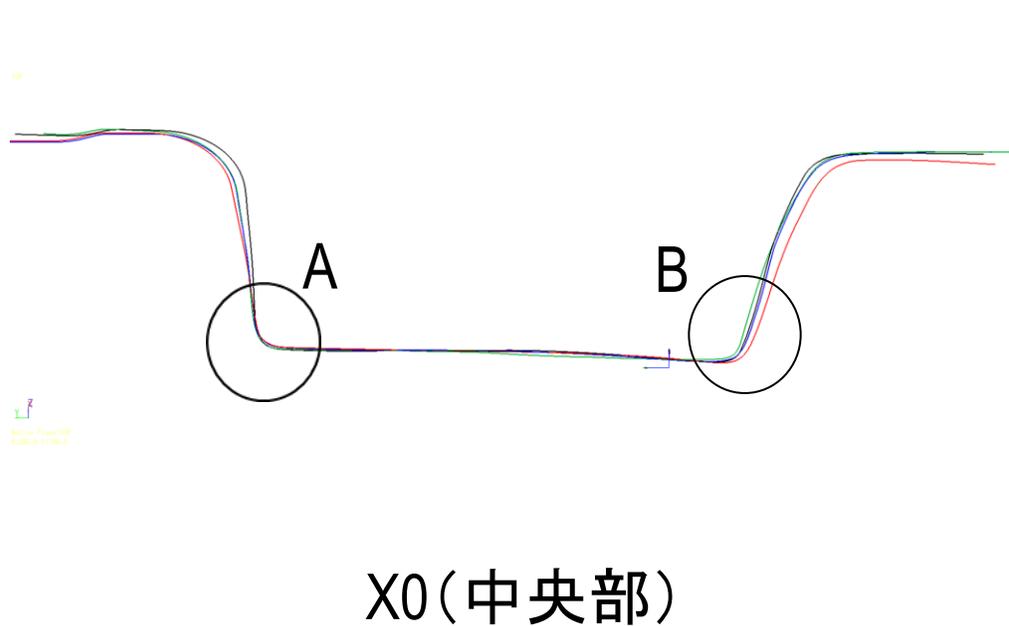
- ・実パネルと、解析結果の差異のカラーマップ(±3.0スケール)



カップリング解析を行うことで、かなり実機に近づくことは出来たが、ユーザー様からの要求には、程遠い結果となった

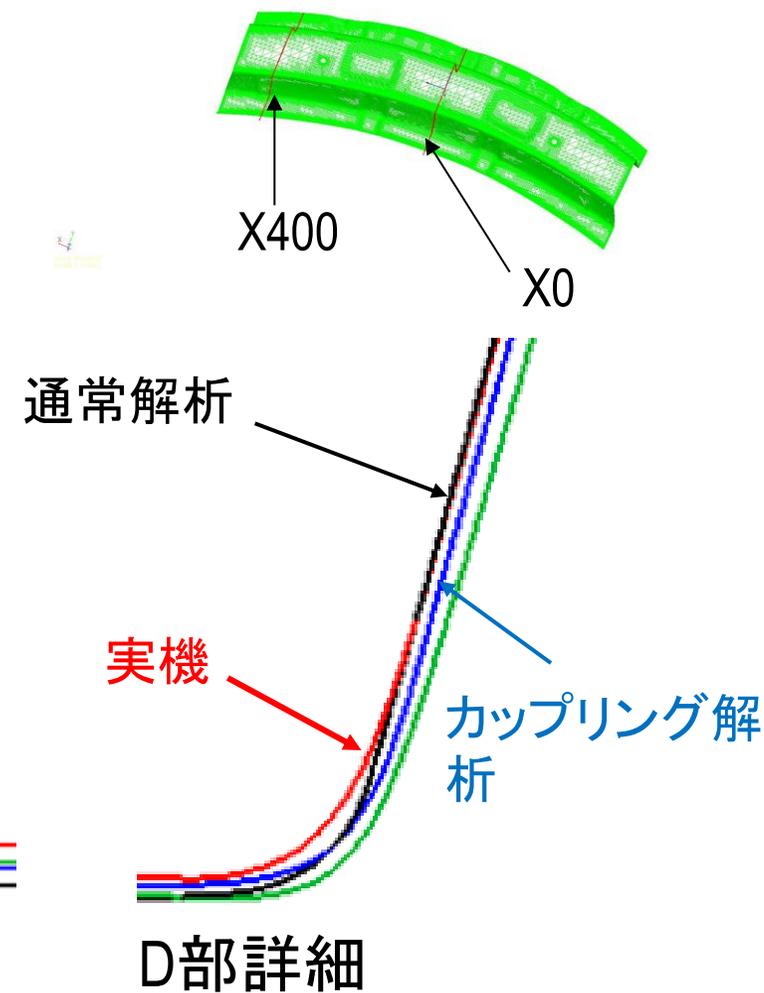
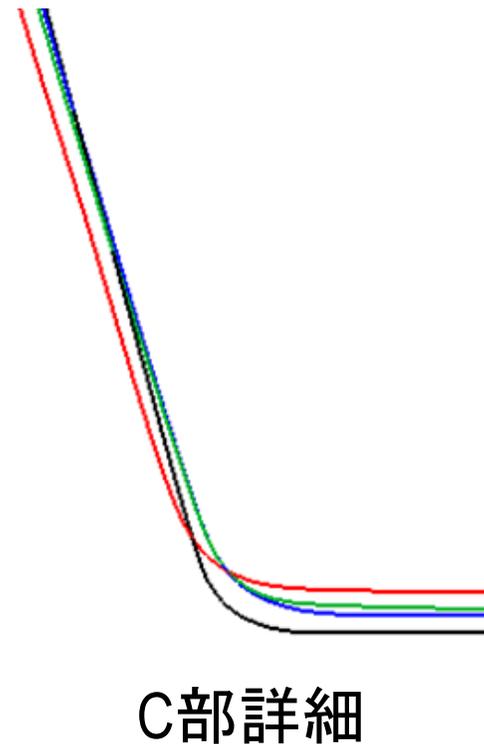
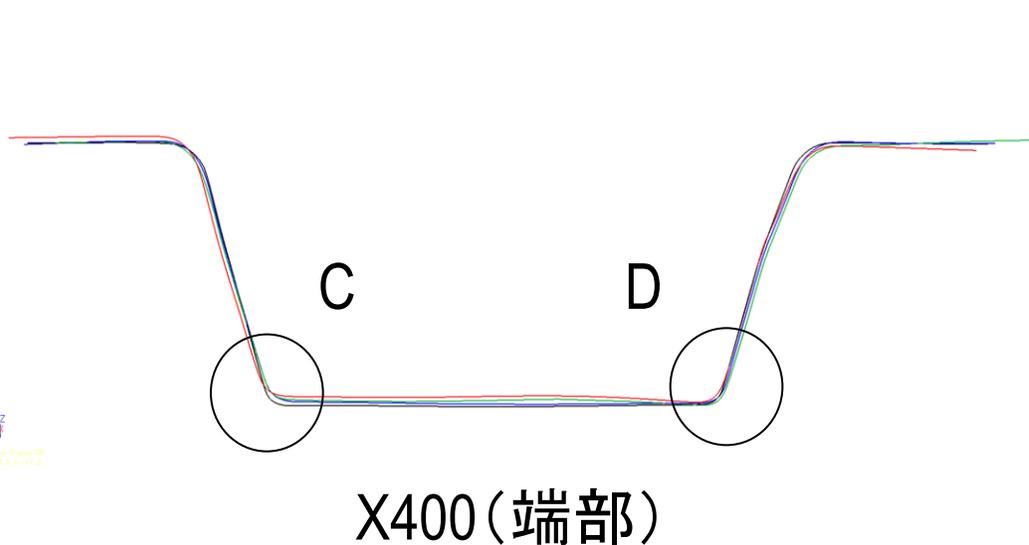
解析結果とのスプリングバック比較

・実パネルと、解析結果のX0(中央部)断面の比較



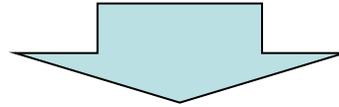
解析結果とのスプリングバック比較

・実パネルと、解析結果のX400断面(端側)の比較



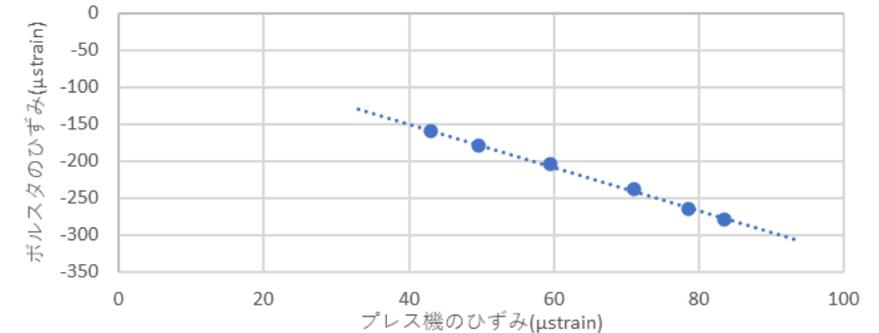
• 解析誤差の要因の考察

- 金型変形量で、実機との差異が1.2mmと0.4mmで3倍近い変形量の差異



- ボルスタ中央部のひずみ測定と変形量

測定結果の加工圧とひずみのグラフが右図で
加工圧600t時で、中央部で1mm以上の変形



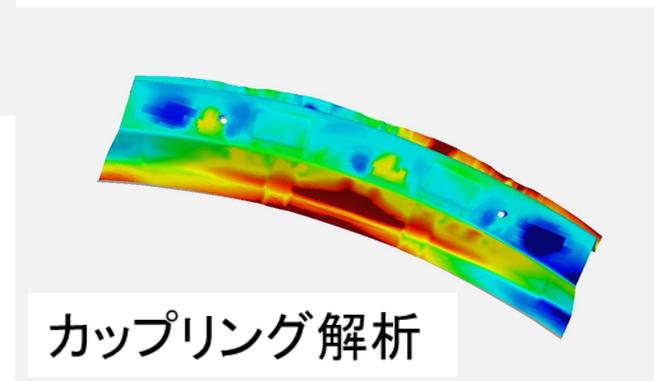
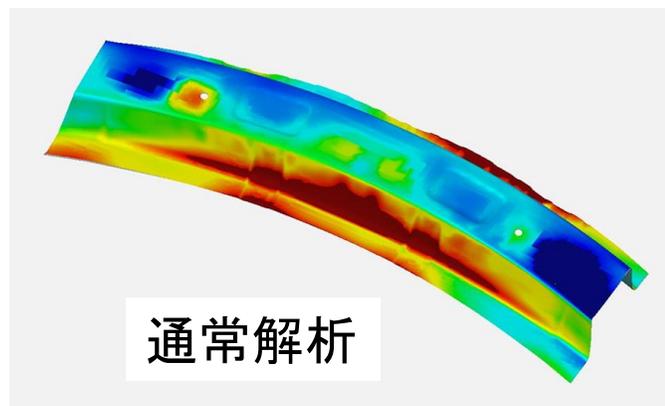
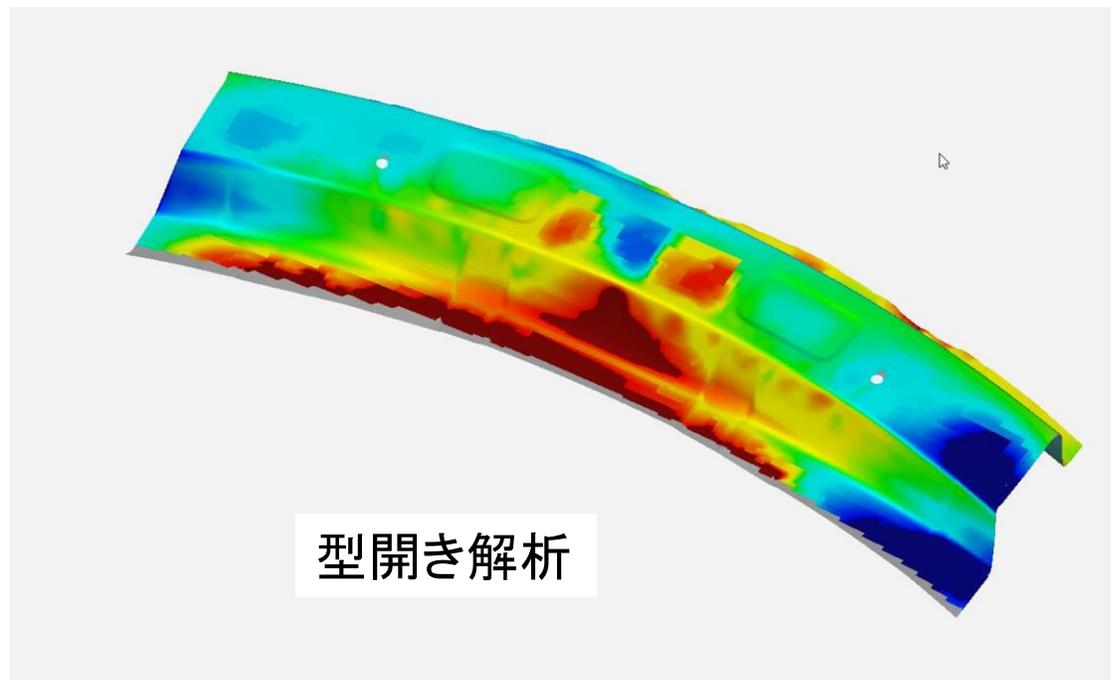
- 別の検証で、構造解析の際に、ボルスタを弾性床板として(剛性13MN/mm)解析を行った場合 **スプリングバック量で8.4%の差異が生じた**

今回時間の関係もあり、検証まで行えなかったが、最低でもボルスタまで、解析に含めると更にスプリングバック解析の精度向上が見込められると思われる

- 会社紹介
- 型変形を解析する理由
- PUCA2018 第一報
- 型変形カップリング解析検証
- **型を開くモーション考慮の検証**
- 結論と今後の課題

・ 参考 型開きモーシヨン解析結果のスプリングバック比較

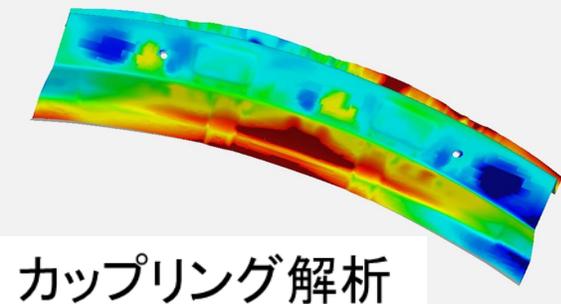
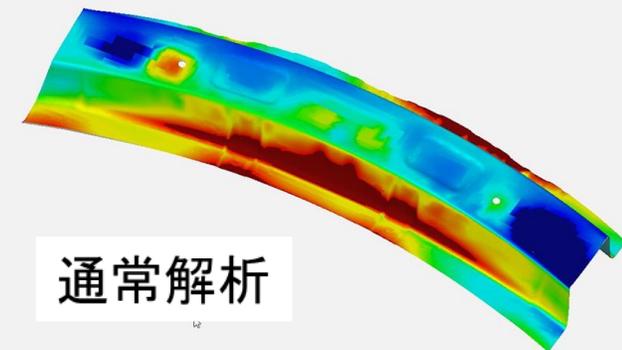
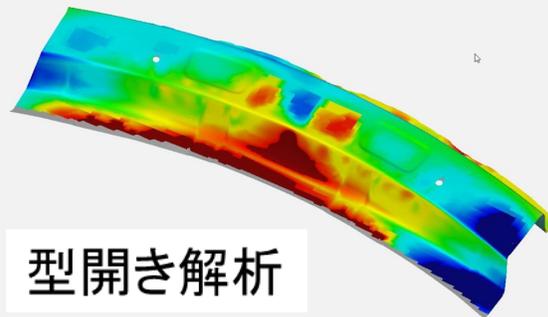
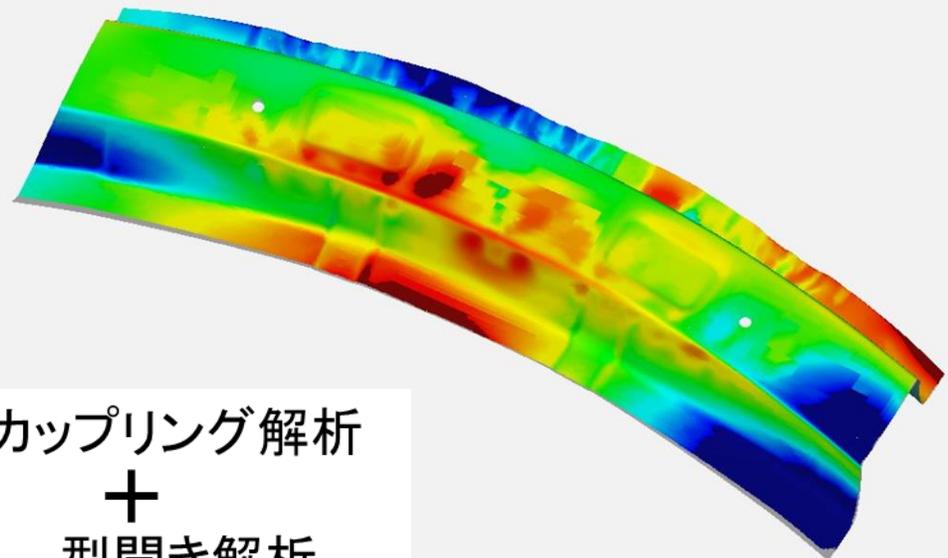
- ・ 断面に参考として追加しています、型開きステージを追加した通常解析結果



今回の形状では、カップリング解析の方が、
より実機に近い結果となったが、設定が圧倒的に簡単

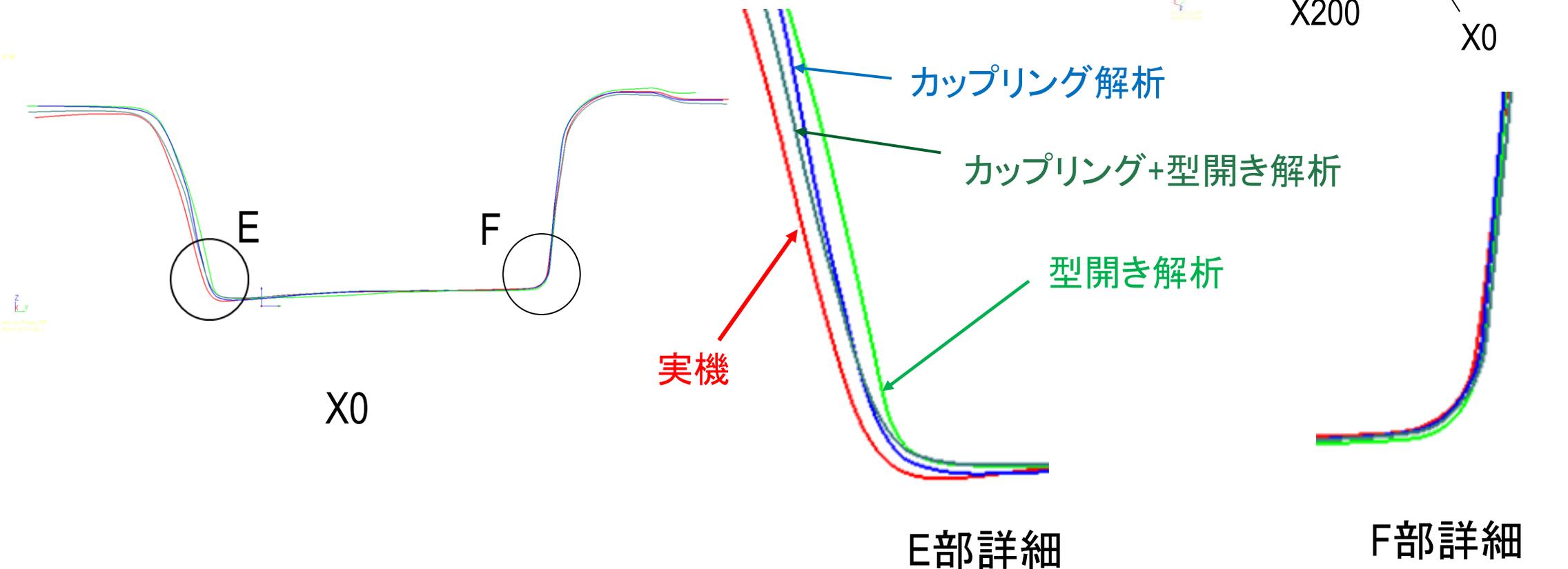
- 型カップリング解析後に型開き工程を追加した解析結果

- カップリング解析プラス型開き解析の結果



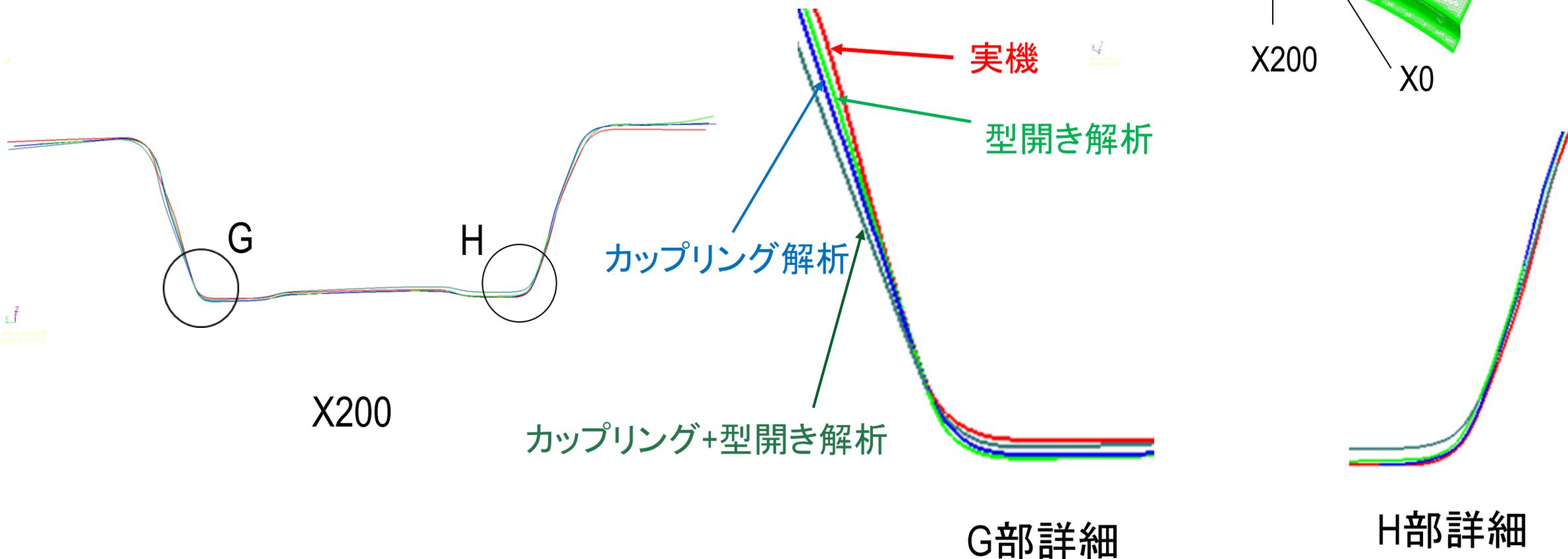
解析結果とのスプリングバック比較

・実パネルと、解析結果のX0(中央部)断面の比較



解析結果とのスプリングバック比較

・実パネルと、解析結果のX200断面の比較



- 会社紹介
- 型変形を解析する理由
- PUCA2018 第一報
- 型変形カップリング解析検証
- **結論と今後の課題**

- 結論

- 型変形を考慮することにより、解析精度・製品外観の再現性が向上
- 計算時間は、実用的な水準
- 型を開くモーション考慮は、設定が容易なため実用可能

- 今後の課題と要望

- 特にCAM型など、境界が多い場合の設定の簡略化
- 材料試験による材料特性の取得
- ボルスタを含む、カップリング解析

ご清聴ありがとうございました



<http://www.suzuki-kg.com/>

- 解析への取り組みの歴史
 - 2002年 PAM-STAMP2G導入
 - 2004年 BL展開・スプリングバック解析にも活用
 - 2006年 Die Compensationの使用開始
 - 2011年 型変形解析の取り組みを開始
Y-Uモデル 導入
 - 2014年 群馬産業技術センターと材料試験を開始
 - 2016年 群馬県スプリングバック研究会へ参加
 - 2018年 型変形カップリング解析の取り組みを開始

スプリングバックの解析精度向上の取組み

- **CAM-FO型で、加工圧力が解析と異なる？**
群馬産業技術センター・群馬高専 黒瀬教授の協力で
実際のCAM-FO型でひずみゲージによる評価
- **材料パラメータの取得の検討**
群馬産業技術センター
岡山大学 上森准教授の協力
材料試験方法の検討

