

特集：新型プレマシー

5

プレスの外観品質保証プロセスの構築 Establishment of Process for Assuring Surface Quality

西村 良治*¹ 河野 雄志*² 川田 光紀*³
Yoshiharu Nishimura Takeshi Kono Koki Kawata

要 約

マツダがコンセプトカーにおいて“NAGARE”を公表して以来、そのシャープなキャラクタラインをデザイン造形テーマとしたモデルが開発されている。このキャラクタラインはマツダのデザインを象徴するものであり、意匠通りにプレス部品へ確実に再現することが重要な課題である。新型プレマシーにおいて、“NAGARE”を受け継いだキャラクタラインをプレス部品へ確実に再現するために、外観品質保証プロセスを再構築した。本稿では、その具体的な取り組みについて紹介する。

Summary

Since Mazda unveiled “NAGARE” Concept at 2006 LA Auto Show, it has worked to develop a model with its sharp character line adopted as the design theme. This character line is the symbol of Mazda design. It was therefore a big challenge for us to precisely reproduce it on the body. In order to precisely reproduce the character line inherited from “NAGARE” Concept, we reviewed our “process for assuring surface quality”. This paper describes specific efforts we have made in developing New Premacy.

1. はじめに

“NAGARE” (Fig.1) を公表して以来、開発されるデザインにこの特徴あるキャラクタラインが、外観意匠のトレンドとなりつつあり、マツダのデザインの象徴ともいえるまでになった。一方で、そのデザイン意匠を実現化するプレス成形においては、現在の外観品質保証のプロセスでは、キャラクタライン間が狭くかつ、その間の面の深さが浅いという特殊な形状（以降、繊細な形状）から十分な外観品質保証が行えていない。更に、正確に再現しないと歪に見えてしまう問題もある。そのため、このデザイン意匠を確実に再現するために、外観品質プロセスを再構築する必要がある。

本稿では従来車種で、このキャラクタライン再現にコストを費やしたことをきっかけに、新型プレマシー (Fig.1) を対象として、外観品質保証プロセスの再構築に取り組んだ内容を報告する。

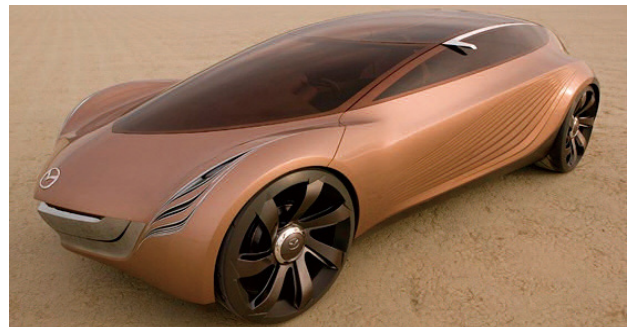


Fig.1 NEW Mazda PREMACY and NAGARE

*1~3 車体技術部
Body Production Engineering Dept.

2. 現在の外観品質保証プロセス

2.1 外観品質プロセスの現状

まず、現在の外観品質保証プロセスについて説明する。現在の外観品質保証プロセスは、プレス部品データを受け取ってから、Fig.2に示すプロセスを経てプレス部品の量産をしている。このプロセスの中で、プレス成形方案を決める段階に、Fig.2の囲いの部分で示した、製品面における面歪評価、線ズレショックライン発生有無、スプリングバック検証および、デザイン面の滑らかさ評価にて外観品質を保証した上で、プレス金型を作製するというステップを踏んでいる。

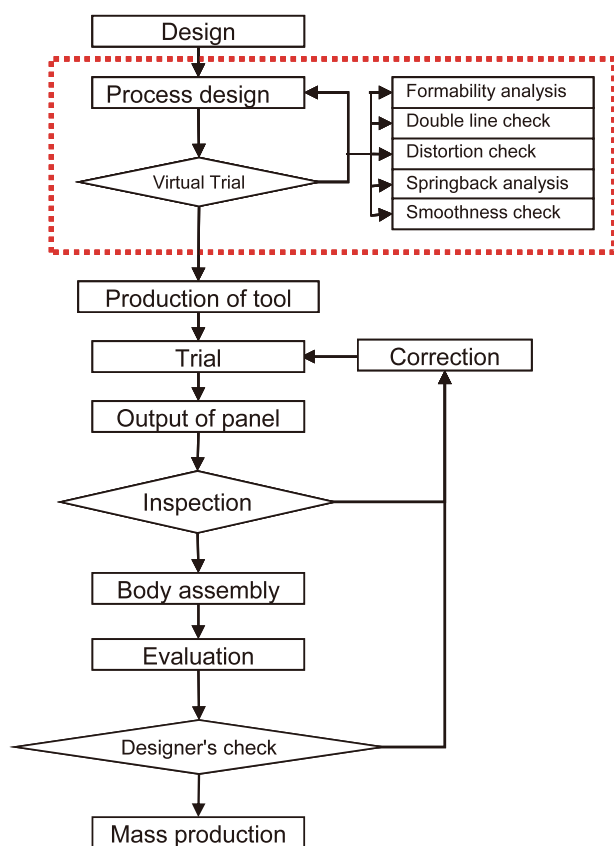


Fig.2 Current Process

2.2 バーチャルでの外観品質保証の内容

次に、現状の外観品質保証におけるバーチャル評価の方法について説明する。

1) 線ズレショックラインの評価

線ズレショックラインとは、Fig.3で示すように局所的なライン状の板厚減少で意匠面に線状の凹み発生する不具合現象で、最初に触れた部位がどれだけ移動するかを評価している。

2) 面歪の評価

① 部位の特定

面歪の原因となる局所的な圧縮歪が発生していないかを

Fig.4のようにカラーマップで部位特定し、検証および対策を行っている。

② 簡易可視化

上記の圧縮歪の大きさに加え、弾性回復の影響による変形具合も考慮するために弾性回復の計算を行い、Fig.5で示すような簡易可視化して官能評価している。

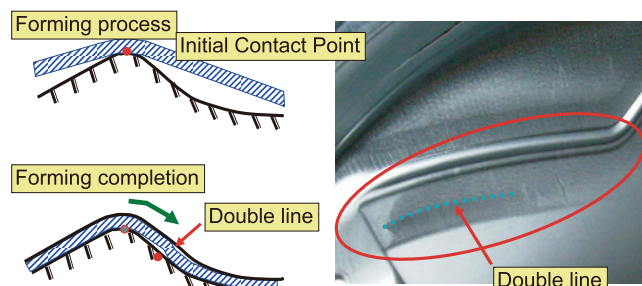


Fig.3 Double Line

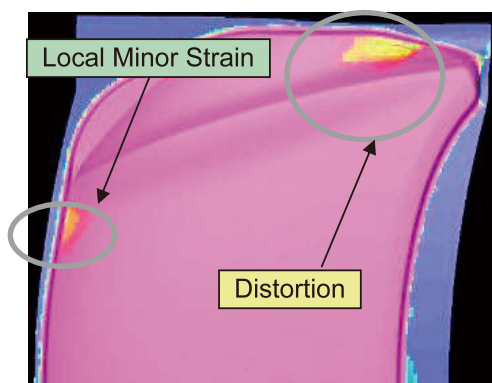


Fig.4 Distortion Check_Type1



Fig.5 Distortion Check_Type2

2.3 キャラクタラインに対する品質保証の課題

“NAGARE”造形のキャラクタラインが採用されている従来車種のフロントフェンダにおいてデザイン意匠を正確に再現するために多くの育成コストを費やした。この問題を交え

て、現在の外観品質保証プロセスでの課題を明確にする。

(1) 従来車種のフロントフェンダで発生した問題

現在の品質保証プロセスを用いて事前評価をプレス成形方案に織り込み、金型を製作し部品育成を行った。しかし、量産開始直前になっても、Fig.6で示す“NAGARE”造形のキャララインが、デザイン意匠通り正確に再現されていなかった。

(2) 正確に再現されていなかった問題の要因と対策

ここで、実際のパネルがデザインデータに対し、どんな状態かを把握すべく、三次元測定器を用いてパネルを測定し比較を行った。結果、Fig.7に示すようにキャララインのRがデザインデータ以上のRの大きさとなっていた。

今までは、データ通りに製作された金型の凸型に鋼板を沿わせ、かつ、張りも確保することでデザイン意匠を再現したパネルが取得できるという考えの元、パネル育成していた。しかし、今回、正確に再現できなかった。

その要因として、

- ① デザインが繊細な形状をしているため、平面的な伸び量が少なく、Fig.8のイメージ図のように弾性回復の影響を受けやすい。
- ② キャラクタラインR部において、板厚方向の応力による影響で、板の表裏における伸び量の差が極端に大きく、Fig.9のようにRの頂点部の板厚が局部的に薄くなりやすい。
- ③ デザイン意匠面においては、定量での判断は難しいため、デザイナーに委ねざるを得ない部分がある。このデザイナーの官能を代替するCAEでの評価尺度が未整備である。

の三点がある。

結果的に、従来車種の対応はFig.10で示すように金型全体のクリアランスを調整し、再現できなかった部位のデザイン形状に対してクリアランスを適正化することで形状凍結性を確保した。また、評価としてデザイナー判断のレビューイベントを設定して効果を確認した。

(3) バーチャル外観品質保証の必要性和課題

今までのプロセスで外観品質の保証をバーチャルで行ってきたがNAGAREのような繊細な形状には対応しきれなかった。結果、今回のキャララインに対して予測することができなかった。今後、マツダの開発車種で増えてくる繊細な形状を事前に評価できるようになることが重要な課題となる。そのためには、以下の技術課題を解決した上でプロセスを再構築する必要がある。

- ① 鋼板の表裏形状を再現する外観品質検証方法の確立
- ② キャラクタRの肥大化に対して、表裏の歪差をコントロールした形状凍結技術の確立
- ③ デザイナーの感性に近づく外観品質の評価方法確立

以上のキャラライン外観品質保証の技術課題解決に向け、新型プレマシーで取り組んだ内容を次に説明する。

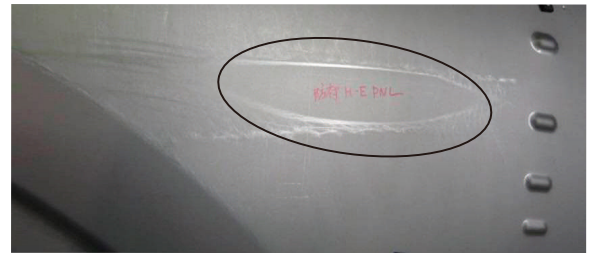


Fig.6 Designer Instruction Point

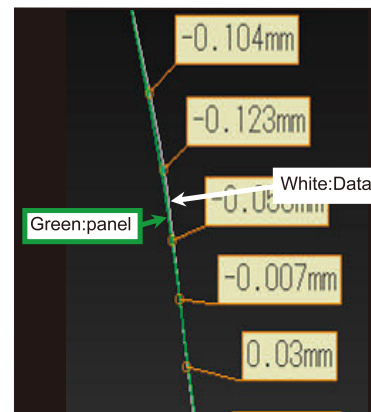


Fig.7 Comparison between Data and Real Panel

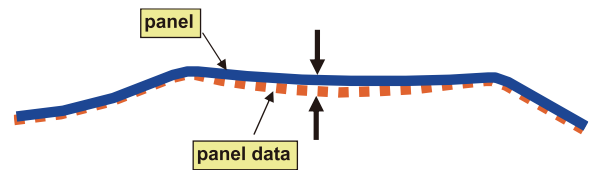


Fig.8 Image of Elasticity Recovery

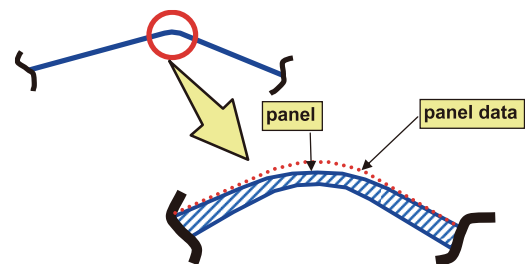


Fig.9 Thickness Decrease Difference of Panel R

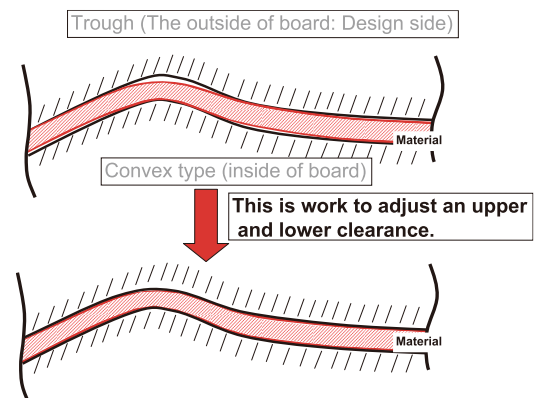


Fig.10 Image of Clearance Adjustment

3. 新型プレマシーでの取り組み内容

3.1 新・外観品質保証プロセスの紹介

前項の課題解決に向け、まず通常解析の他にソリッドモデルにおける表裏解析を行い、この結果をもとに凍結形状量を決定する。更に、この形状を織り込んだモデルを再解析することで事前にデザインを保証するプロセスをFig.11のように再構築した。また、歯止めとして初回のパネル取得時にデザイナーとの確認イベントを設けた。

詳細については以下の節に内容を記載する。

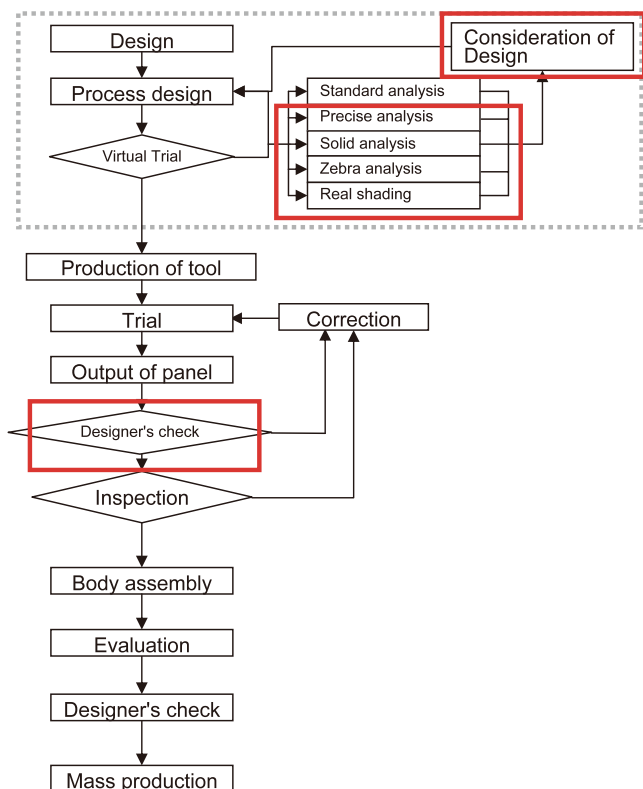


Fig.11 New Process

3.2 鋼板の表裏形状を予測する検証および評価方法

表裏形状を予測するためには、鋼板の板厚を加味した計算が必要である。つまり、シェルでの解析計算からソリッドでの解析計算へ移行しなければならない。現在、部分モデルでの簡易計算技術が開発されており、その技術を応用して解析計算することが可能である。デザイナー意匠の重要部位に限定し、帯状のソリッドモデルを作成する。この部分ソリッドモデルに、シェルの計算結果を引き継ぎ、再計算をすることで、キャラクタRの表裏形状を予測することができた。

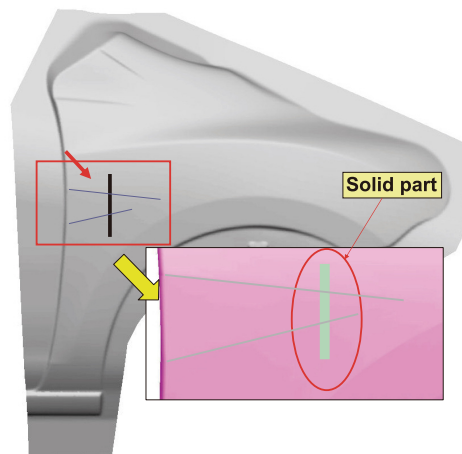


Fig.12 Character Inside and Outside Shape Reproduction

3.3 キャラクタラインR部の形状凍結技術の確立

ソリッドの検証により、板の表と裏の形状差を求めることができたが、プレス成形においては、一般的に金型の凸型に鋼板が沿って成形される。つまり、板の表と裏で形状差ができることで、再現が必要なデザイン面の凹型側に沿っていないことが定量的に分かる。

この凹型と鋼板との空間量に対して、Fig.13に示すように凸型形状に空間を埋める適正な形状を作り、再現の必要な凹型側に鋼板を沿わせる。更に、その形状で鋼板を凹型側へ押し押し、形状凍結性を高めた。

このデータで再度ソリッド解析を行い、計算結果とデザインデータに相違がないことを確認した。

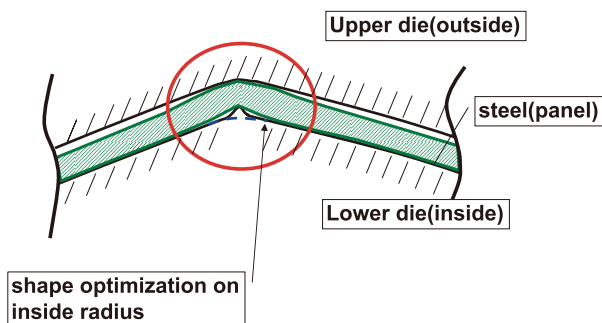


Fig.13 The Change in Die Convex Shape Point

3.4 デザイナの感性に近づく外観品質評価

事前に外観品質保証を行うには、デザイナーに近い感性での外観品質評価方法を確立する必要がある。

デザイナーに近い感性での外観品質評価をするには、実パネルで外観品質の確認をすると同様な方法で見ることが一番の近道と判断した。その方法とは、塗装後のパネルのように光沢を持たせ、かつ周囲の景色を写りこませられる

リアルシェーディング機能を活用し、Fig.14のようにデザインインデータとバーチャルの検証結果データを比較することである。これにより、官能領域まで踏み込んだバーチャル評価が可能になる。

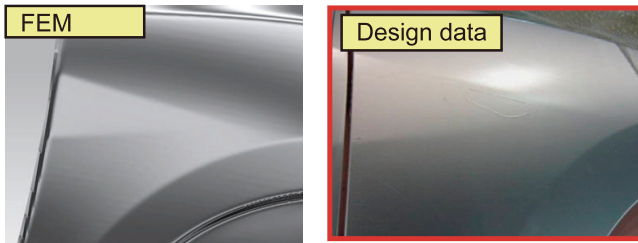


Fig.14 FEM Result and Design Data Comparison

3.5 実機検証での外観品質保証早期化

前述の施策にてバーチャルにおける外観品質保証を確立した。この手法を、Fig.15に示すようにボデーサイドアウトパネル、フードアウトパネルなどの主要外板部品に展開を行った。しかし、実機検証において、データと実パネルの比較だけでは、外観品質を判断することは非常に困難である。そこで、デザイン部門と協力して、Fig.16のようなデザイン比較のできる部分マスターモデルを作成した。これにより実機検証でのデザイン意匠を効率よく再現した。しかし、最終的な判断は形状を作り上げたデザイナーに委ねる部分は否めず、初期パネルを取得した時点で“NAGARE”造形を確認するデザイナーとの最終イベントを設けた。これにより、早期にデザイン意匠を確実に再現したパネルを取得した。

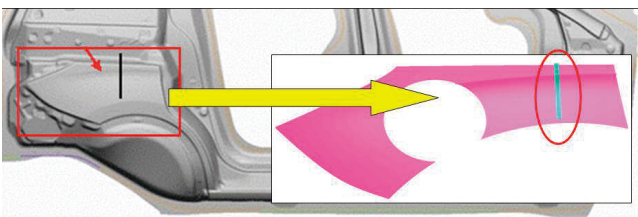


Fig.15 The Change in Die Convex Shape Point

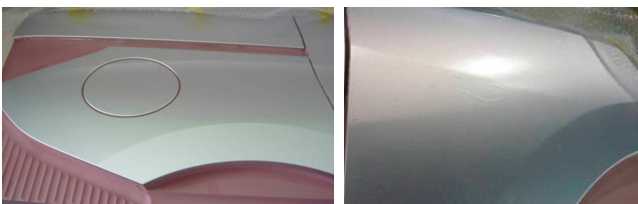


Fig.16 Master Model

4. おわりに

従来のプロセスでは方案による対策が取れないため“NAGARE”造形の外観品質を保証する技術がなく金型のクリアランス調整のみの対策しか取れず、キャラクターラインの修正が困難であった。これに対し、要因分析より得られた技術課題を解決し、更にプロセスを再構築することで早期に外観品質を保証できるようにした。今後の車種でも継続して同様の取り組みを行っていく。そして、その蓄積した技術は、キャラクターライン部に限らずパネル形状全てを網羅する内容に仕上げる。また、バーチャルの評価技術については官能で行っている評価を定量で行えるように切り替えることが今後の課題である。

■ 著 者 ■



西村良治



河野雄志



川田光紀