

特集：新世代商品群の生産技術

32

「魂動デザイン」を実現する高精度ドア自動組付技術の開発 Development of Door Automatic Assembly Technology with High Accuracy to Realize “Kodo Design”

中野 直樹*1 中林 裕介*2 庄司 光宏*3
Naoki Nakano Yusuke Nakabayashi Mitsuhiro Shoji

要 約

マツダは生命感あふれる躍動的な造形美「魂動デザイン」を追求している。その美しいデザインの意匠をお客様にお届けするためには、各部品精度及びドアやボンネットフードなどの蓋物部品組付・折合精度の更なる向上と長期的な安定が必要となる。車体組立領域における蓋物組付工程は、ロボットによる自動組付作業と作業員による折合調整作業で構成する。技能による造り込み“希少性・感動”と生産性の高さ“高速・高精度”を両立させる自動化技術“Mass Craftsmanship（職人技の量産化）”の取り組みとして、ドア自動組付工程の飛躍的な折合精度向上に挑戦した。組付・折合精度の向上には、そのばらつき発生のメカニズムの解明と構造的な課題に対する確実な対策が必要であった。本対策導入後には、作業員と同等の折合精度で自動組付作業を維持し続けている。本稿では、ばらつき発生の要因とその対策内容について紹介する。

Summary

Mazda is pursuing “Kodo design” which expresses the dynamic beauty with full of vitality. In order to deliver this beautiful design to customers, it is required to improve fitting accuracy of closure panel assembly such as a door or a bonnet and secure their long-time stability. In vehicle assembly area, the closure panel assembly processes are consisted of automatic assembly by the robot and fitting adjustment by the operator. As efforts for automatic technology, “Mass Craftsmanship” which balances the manufacturing (“Rarity/Deep emotion”) by skills and high productivity (“High speed/High accuracy”), we have challenged to improve fitting accuracy of the door in the automatic assembly process drastically. For improvements of the assembly/fitting accuracy, we needed to clarify the mechanisms of occurrence of variations and took countermeasures to address structural issues. After introduction of the countermeasures, the automatic assembly operation has been kept same fitting accuracy as provided by the operator. This article introduces the factors that caused occurrence of variations and their countermeasures.

Key words : Production・Manufacture, Quality Control, Computer-aided Quality, Door, Assembly Technology

1. はじめに

マツダの追求する生命感あふれる躍動的な造形美を表現した「魂動デザイン」を量産車で再現するために、生産技術では広くボディー精度向上に取り組んできた。

なかでも車体領域ではそれを実現するために、複数のパーツに分割された隣り合う外板部品があたかも一枚面であるかのような連続性を持たせることを重要視してい

る。パーツ間の段差をなくし外装面をつなげて魅せる一方で、パーツ間の分割線となるパーティングラインの隙を均一にし、一体感を阻害させないようにすることも必要となる（Fig. 1）。

そのため生産ラインでは、隙・段差の精度を意図したとおりに制御する高い工程能力が必要とされる。板金部品の“プレス成型精度向上”と板金部品を溶接組立てする“ボディーシェル組立精度向上”に加えて、ドアや

*1 車体技術部
Body Production Engineering Dept.

*2～3 第4車両製造部
Vehicle Production Dept.No.4

フードをボディシェルへボルト締結する“蓋物部品組付・折合精度向上”が欠かすことができない。

プレス成型精度，ボディシェル組立精度向上については，その成果をこれまでも多くの既出の論文で語られており，それらを進めることを前提に，本稿では蓋物部品組付・折合精度の向上について述べる。



Fig. 1 Continuous Surface of Parting Line

2. 蓋物部品組付工程の現状

車体組立領域の最終工程である蓋物組付工程は，ロボットによる自動組付作業と作業者による折合調整作業で構成する。

ボディシェル及び蓋物部品の寸法精度は，たくさんの溶接接合工程を経て組み立てるため，定めた公差範囲内でのわずかな寸法ばらつきをもつ。自動組付工程では，そうした寸法ばらつきを自動で計測し補正して組み付ける仕組みに取り組んできた。

しかしながら，従来の自動工程ではパーティングラインの不均一な隙や段差を完全になくすことはできておらず，次の折合調整工程の熟練作業者の行うチェックと折合調整を介して隙・段差の寸法精度を保証している。

更に，マツダでは技能による造り込み“希少性・感動”と生産性の高さ“高速・高精度”を両立させる自動化技術“Mass Craftsmanship (職人技の量産化)”を目指している (Fig. 2)。

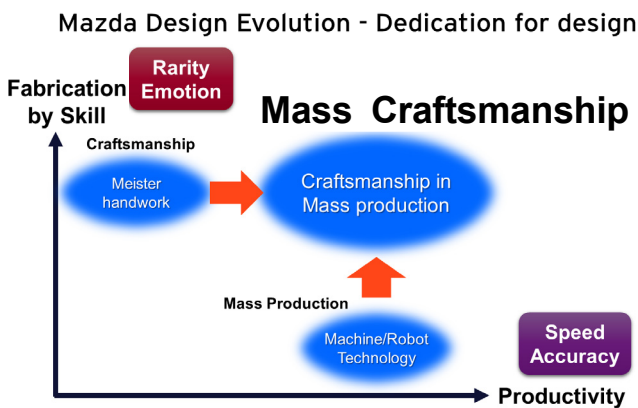


Fig. 2 Mass Craftsmanship

今回その取り組みとして，隙や段差のばらつきを最小限に抑え，ロボットによる自動組付作業までの工程で品質を完結させる「折合調整の自動化」に挑戦した。

3. パーティングラインのばらつき要因の特定

ドアパーティングラインの隙や段差のばらつきを最小限に抑えるために，まず，その全ての要因を洗い出した。それらは影響する精度の種類によって大きく下記の3つに分類できた (Fig. 3)。

- ①【部品精度】 部品精度のばらつき
- ②【設備精度】 設備の部品位置決め精度のばらつき
- ③【加工時変化】 ボルト締付時の挙動によるばらつき

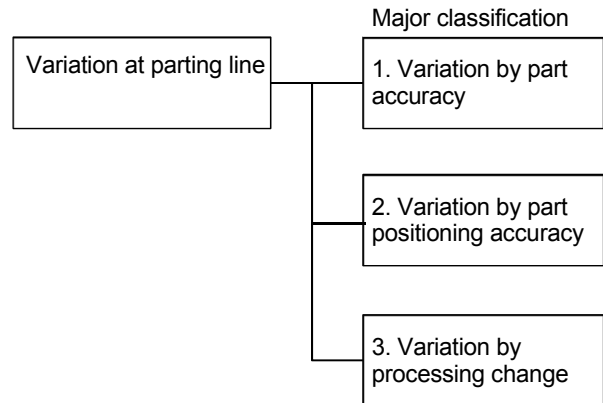


Fig. 3 Factors of Variation at Parting Line

そして，ひとつひとつのばらつき量を調査した。すると，部品精度のばらつきや設備の位置決め精度のばらつきに比べて，加工時変化のばらつきが大きいことが分かった。公差内のわずかな誤差しかないパーツどうしを組み合わせ，精度管理された設備を用いて図寸ねらいで組付作業を行っても，加工結果としての隙や段差の誤差が元の部品や設備のもつ誤差の和の倍以上の誤差になるケースが確認できた。

ドアはヒンジの締結のみで保持されるため片持ちりの状態となる。そのため，ドアのヒンジ支点近辺の根元側で発生したわずかなばらつきは，ドアの支点から離れたドアノブ近辺の先端側では桁ひとつ上の大きなばらつきに増幅されて，ドア位置精度を著しく悪化させる。

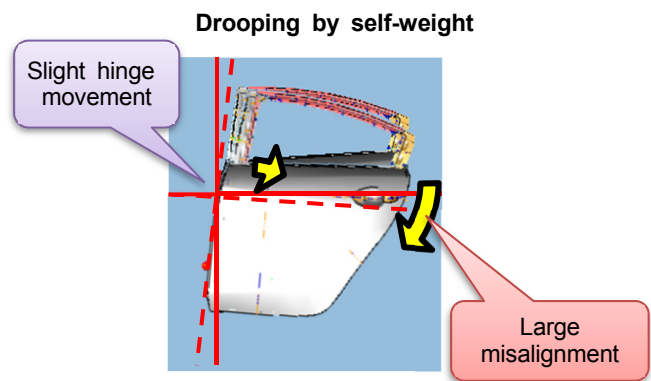


Fig. 4 Relation between Hinge Movement and Door Misalignment

ひとつの例でいえば、ドア本体外板面を把持してヒンジのボルトを締結することによってドアをボディに固定し、外板面の把持を解除したとき、ドアはヒンジによって片持ち状態になる。そのため、ドアは自らの重量負荷によって下がり方向の変位が発生する。その変位量はヒンジからの距離に比例してヒンジから遠い箇所ほど大きくなる。ヒンジの回転軸芯と穴のはめあいは厳しい公差で管理されているが、微小なばらつきはある。その微小なはめあいの差はドア自重による下がり変位に影響するためドアのヒンジから離れた先端側では距離に比例して大きなばらつきとなる (Fig. 4)。

しかも実際の締付加工時のヒンジ面では更に複雑な変化が発生する。ボディにドアを組み付ける前はボディ側ピラーの上下のヒンジ取り付け面とドア側の上下のヒンジの面とが完全に一致するというのではなく、必ずどこかが接し、どこかにわずかにマイクロオーダーの隙ができるという状態となる。

これをボルトで締め付けると、ボディとヒンジは完全な面当たりとなって密着するが、そのときヒンジにはわずかにひねりが発生し、片持ちであるドアのヒンジ付近の根元側で発生したそのわずかなひねりは、ドアの先端側では桁ひとつ上の大きなばらつきに増幅される (Fig. 5)。

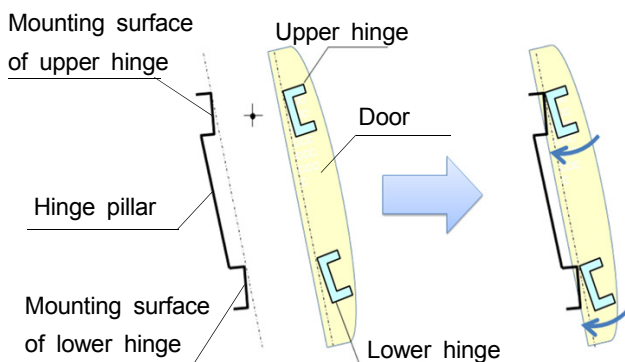


Fig. 5 Mechanism of Variations at Hinge Tightening

そのばらつき方向もそれぞれの部品の微妙なばらつき具合の組み合わせで決まるため不規則な変化となるのである。

つまり、ドアの位置決め精度を左右する要因として最も大きな要因がヒンジ面の密着性であり、ドア先端側に増幅して伝搬されるヒンジ面法線方向の精度は桁ひとつ下の高い精度管理が要求される。しかし、現状の精度保証体系の管理水準を変更することは現実的には困難である。それがドア組付精度が自動組付だけで保証できない最大の要因であった。

ただし、そのばらつきは他の要因のばらつきと比較して最も大きかったが、全体のばらつきの大半を占めてい

る訳でもなかった。それとは因果関係の少ない多数の要因が存在し、それらもそれぞれが相応のばらつきをもっており、ヒンジ密着性を改善するだけでは目標を達成し得ないことも分かった。

4. 対策方針と対策システムの考え方

4.1 対策方針の決定

「折合調整の自動化」を実現する大きな対策方針として次の2つの方針を考えた。

- 1) 全ての部品精度レベルを引き上げるとともに、従来の図寸ねらいのドア組み付け技術を極めることで精度が保証できるようにすること。
- 2) 計測補正の技術を駆使して、ロボットによる自動組付工程で図寸ねらいを越え部品の公差内のわずかなばらつきをもキャンセルすることのできる高度な折り合い調整機能を有するドア自動組付技術を開発すること。

従来から1)の方針に沿った地道で着実な取り組みを継続してきたが、今回は新たな着眼点として2)の方針を取り入れた。

ばらつき発生メカニズムを特定していくなかで分かったことは、その発生要因のすそ野の広さと扱う精度が従来の数字と桁が変わって高い精度になることである。ばらつき発生要因を掘り下げれば掘り下げるほど、すそ野は広がり、増幅される前の微小なばらつきに着目することになり、扱う数字の桁が下がり、より高い精度保証が必要になる。

しかも、その要因は、部品精度、部品材質など部品に起因するものから、照度、温度、湿度など工場内の環境に起因するものなど多岐にわたり、それぞれの要因どうしに因果関係はなかった。1)の方針に沿って目標を達成するためにはあらゆる要因に対して対策を打つ必要があった。しかし、期間やコストに制約があるなかで、個々の工程の全てのばらつき要因を洗い出して潰し込んでいくことには限界があり、また現状から扱う数字の桁を下げて精度管理レベルを上げていくことは難しく、1)の方針だけで今回掲げた高い目標を達成することは現実的に困難であった。これまでの活動で極小化してきた部品の公差内のばらつきや工場内の環境を今回は前提としてとらえ、それら全てに起因する加工結果への影響を計測補正してキャンセルする新システムを造り込むという新たな2)の方針への取り組みが「折合調整の自動化」実現のためには必要であると考えた。今回マツダは変革を目指しめざし、そこに重点を置いて取り組んだ。

4.2 対策システムの考え方

今回2)の方針に重点を置いて新システムを構想するにあたり、管理が容易でかつ限定された既知の制御因子をもつシステムへの置き換えを考えた。汎用のセンサー・

ロボットによって対象物のばらつきを計測し補正を行う「計測補正システム」はその置き換えが可能であると考えた。

しかし、従来から取り組んでいた蓋物組付けの「計測補正システム」ではその置き換えはできていなかった。3章で述べたとおり、ドア組付けにおいては①部品のばらつきや②設備のばらつきよりも③加工時変化のばらつきが大きい。しかし、従来の「計測補正システム」が計測しキャンセルしていたのは部品と設備のばらつきのみであったためである。加工による変位までも含めて計測し補正しなければ、加工に伴う多くの誤差因子を排除することができず、目標とする安定したシステムへの置き換えとはならない。そこで、一度加工してその変位を計測し補正し再度加工しなおすのである。そうすればどのような外乱要因があろうとも、一度発生したばらつきは全てキャンセルできるため、元の工程のもつさまざまなばらつき因子について扱う数字の桁を下げてまで極端に高い精度で管理する必要がなくなるからである。この「加工変位計測補正システム」を造り上げ、導入することにより、ドア組付けシステムは安定したものとなり飛躍的な精度向上が期待できるものとなる。

しかし、その代わりに「加工変位計測補正システム」特有の因子については新たに管理が必要になる。

(1)「補正ロジック精度」・(2)「繰り返し再現精度」・(3)「補正動作追従精度」・(4)「計測精度」の4種の品質を維持するための因子である。

しかし、これらのうち(3)「補正動作追従精度」と(4)「計測精度」の2種の制御因子の発生源は「ロボット」「センサー」など限定的であり、適用先としては汎用性があるものである。それらの分析はいちど行えば水平展開が可能な内容のものが多い。これらは対策を標準化・手順化してしまうことが容易である。

対象部品特有の事象について考えなければならないのは(1)「補正ロジック精度」・(2)「繰り返し再現精度」の2種の制御因子に絞られる。

(1)「補正ロジック精度」は蓋物全体の誤差を最小限にする一貫した考え方で「補正ロジック」を組むことで保証する。

(2)「繰り返し再現精度」は3章の「ばらつき要因分析」で得られた知見から「繰り返し精度」に特化した精度保証対策を打ち保証する。

対象部品に応じて上記2点を部分修正していくことができれば、このシステムには汎用性があるため広く一般的に適用し多数の工程の問題を一気に解決できる可能性がある。ただし、このシステムの適用対象はボルト締付など可逆的な加工方法に限定される。

5. 「加工変位計測補正システム」の立案

「加工変位計測補正システム」を導入するという方針をとった場合、課題は上述の4種の精度をいかに上げるかということに絞られた。これら個別の課題の具体的な解決策について以下に詳細説明をするが、その前にまず本システムの概要について説明する。下記に動作フローを示す (Fig. 6)。

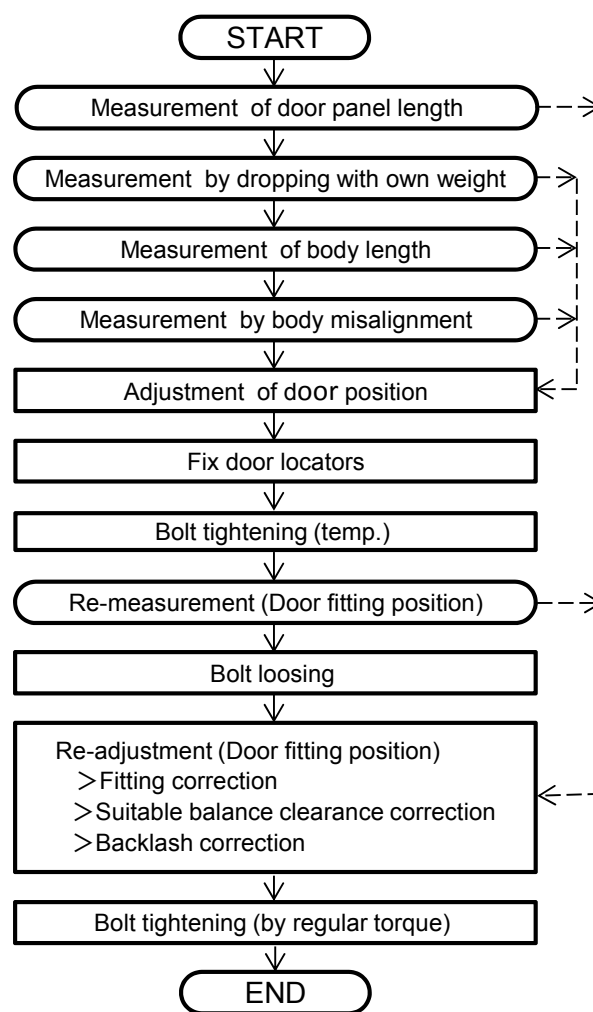


Fig. 6 Operation Flow of Door Fitting System

本システムの特徴は以下の点である。

- ・加工前のドア単体、ボディー単体、そして加工後のドア・ボディーの位置関係を計測する。
- ・ドアの主な把持にドアヒンジランプを有するツールを使用しロボットでその搬送・補正を行う。このツールを以下マテハンと呼ぶ。
- ・ボルトを緩めてから補正して再度締め付ける
- ・2段階の締付に対応する2段階補正を行う。

5.1 補正ロジック精度

補正ロジックを決定するにあたり数理的に考えれば、

3箇所のポイントの座標を計測すれば、3次元的な位置は確定しねらいの位置への補正量も確定する。しかし、実際の部品の実長はばらつきをもつためそれだけでは位置が確定せず自由度をもつ。個別最適の考え方で測定ポイントを増やせば、システムの一貫性がなくなり複雑化し車全体としての精度を阻害する恐れがある。品質保証体系と部品特性を知り、組付け工程で補正すべき特性と前工程で保証すべき特性を切り分け、測定ポイントや補正先を取捨選択し、誤差を最小にするための一貫した考え方に基づいてロジックを決定する必要がある。

5.1.1 基本的品質保証体系

マツダでは単体部品からアッセンブリーまで一貫した加工基準を使用して品質を保証している。部品単品の各機能部位の位置精度は加工基準からの位置で保証し、その加工基準を部品組み上げ時にも通して使用することで全体を保証する。加工基準を介した間接保証体系である。本システムでは補正のために美観機能部位そのものである外殻を計測するが、直接保証体系を取るわけではない。測定ポイントは加工基準からの位置関係を重点管理されたポイントを選定しており加工基準に準ずるものとして扱う。その基準ポイントからボディー全体の位置関係を把握することで、個別のパネルではなく蓋物全体のあるべきベストな配置を割り出してそこへ向けた補正を行うのである。それにより、計測ポイントでは加工基準からの部品誤差がキャンセルされた補正となり精度は上がる。だが計測されていない部位については、部品単品において計測部位からの位置関係が保証されていることで保証される。加工基準が基準穴から外殻へ変換されただけであり、間接保証の考え方を変えるものではない。

本システムは「位置補正」と「回転補正」を組み合わせることで補正を行っている。また、従来の図寸ねらいの補正に加えて組み付ける部品精度に応じた補正機能である「実長補正」を織り込むが、実長補正は位置補正のみで行い、角度補正は行わない。部品単品のひずみは補正することはできないので、この特性は前工程で保証されていることが前提となる。また、ボディーの測定ポイントはフロントドア・リヤドアのどちらを組み付けるときも一貫した測定ポイントを使用する。

5.1.2 補正方法と計測ポイントの取り方

位置補正に比べて回転補正は、手順を誤ると誤差を増幅してしまう恐れがあり、下記の点に注意して設定する必要がある。

- ・計測時の計測ポイントの設定と選択
- ・補正時の回転中心点の設定

基準計測ポイントは全体的な誤差を極小にするため、補正対象物のできるだけ対極の端に近い位置付近で距離を長めに取るのが原則である。

回転補正の中心点の設定によっては誤差も拡大してし

まう危険性があるため、回転中心は最も保証したい重点管理ポイント付近に設定する。

なお、回転中心には以下の3種類のものがあるので混同に留意する必要がある。

- ①最も保証したい重点管理ポイント
- ②ロボットの物理的な回転中心
- ③アウトプットとして補正出力するロボットのツール座標系の中心

理想はこの3点が共通であることであるが、実際の生産ラインでは物理的制約やメンテナンス上の問題から、この3点が一致させられないケースの方が多い。

①は主たる補正ロジック上の回転中心に設定される。

しかし、実際の回転動作は②を中心に行われるため5.3節に後述するバックラッシュが発生するとき、その補正は②を中心計算する。①②を基準に算出した補正値は実際の指示値として扱いやすいに③に換算する。

5.2 繰り返し加工再現精度

いかにして「繰り返し加工再現精度」上げるかが本システムの最も重要な課題である。

「加工変位計測補正システム」を導入することにより多数の管理困難な因子まで管理する必要はなくなるが、相対精度の保証が必要になる。

ただし、従来システムのように部品ごとにその因子がばらつくことを制御するのではない。

本システムでは一度加工して計測し、加工を解除し補正を掛けたら、再加工する。2度の加工の間にその因子が変化しないように維持すればよい。しかし、この課題の解決には部品固有の知見が必要であった。本システムでは3章の「ばらつき発生要因」での分析を生かし、(1) 2段階補正の採用と(2) ドア把持機構の変更によりこの課題を解決した。

5.2.1 2段階補正

「ばらつき発生要因」で述べたとおり、ヒンジ密着性は最大のばらつき要因である。補正前後でヒンジ密着性が変化すれば繰り返し加工の再現性も保証できなくなる。そのため2度の加工の間に行う補正は、同一ヒンジ平面内での2次元補正でなければならない。

本システムでは、2次元補正を2度行うことで3次元の補正を行うこととした。最終精度は「繰り返し加工」で保証し、1度目の補正はその条件を整えるための予備補正の位置づけとなる。1度目の補正⇒1度目の締付⇒2度目の補正⇒2度目の締付の順に行う。1度目の補正はドア・ボディー単体の計測結果からドアをボディーにセットする位置を補正する。ヒンジ密着度を上げるため、ボディー側は上下のヒンジ取り付け面を測定し、ヒンジがそれに沿うようにボディー前後方向軸周りの回転補正を行う。2度目の補正は加工時変化を計測してセット位置をボディ

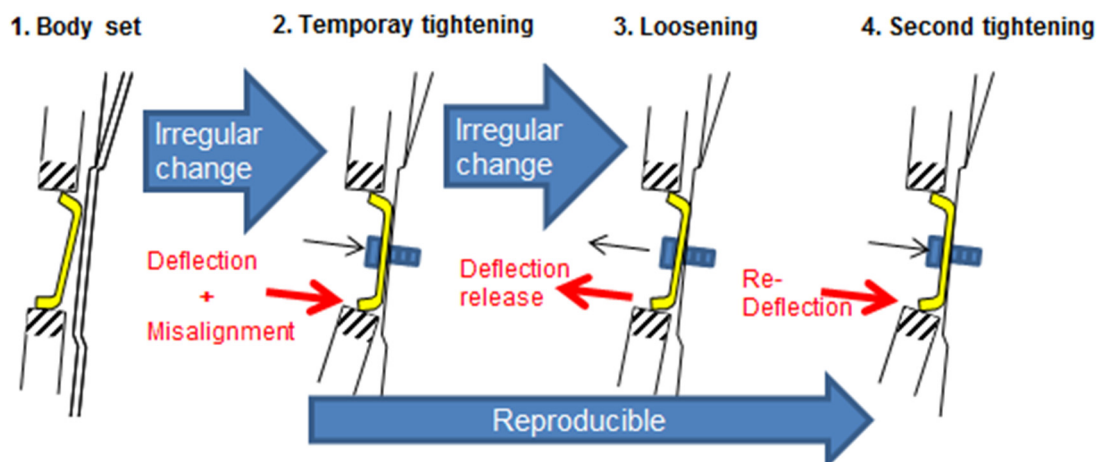


Fig. 7 Behavior of Hinge in Twice Tightening

一前後方向と上下方向に補正する。回転補正としてはボディ横方向軸周りの補正となる。

上下方向軸周りの回転補正は行なわない。これはドア自体がヒンジを起点にボディ上下方向軸周りで回転するためその調整が不要なためである。例え補正したとして、その回転補正量を決定するためのヒンジ取り付け面の傾きを求めるにはボディ前後方向の計測ピッチが必要なのだが、ヒンジ面のボディ前後方向の長さはドアに比べて短くそれを測定補正しても誤差の増幅を招いてしまう。そもそも締め付け前のヒンジ面とヒンジ取り付け面が完全に密着することはなく安定もしない。そこは別の対策が必要となる。

5.2.2 ドア把持方法の変更

本システムでは、ドアヒンジをクランプして、ボルトを緩めてから補正して再度締め付けるまでの間、ヒンジの位置関係が変わらないようにそれを上下からクランプして把持し続けることとした。「ばらつき発生要因」で述べたとおり、ヒンジ面法線方向の精度はドア先端側に増幅して伝搬されるため、本来は数字の桁がひとつ下の高い精度管理が要求され、そもそも精度保証のネックであった。そのヒンジ精度がドア把持方法を従来と変わらない管理精度のクランプに変更することで保証できるようになる理由を以下に説明する (Fig. 7)。

ボルト締め装置の軸力はクランプ力と比較すると桁違いの巨大な力である。初回加工時は、その巨大な軸力によって、ヒンジとボディのヒンジ取り付け面の間の隙がなくなり密着する。その時、板厚が厚く剛性のあるボディ側にドアごとドアヒンジが引き寄せられる。マテハンも当初クランプごとヒンジに引き寄せられ、たわみが発生する。しかし、ボルトが締まっていく過程で徐々にたわみの反発力が大きくなり、クランプとヒンジの間の摩擦力を越え、滑りを発生する。滑りにより、たわみの反発力が弱まり、再び摩擦力とバランスする位置で滑りが止まり、ふたたびたわむ。

このクランプが安定する位置は、クランプとヒンジのわずかな噛み合わせ状態の違いでも変わるため、誤差因子となっている。しかし、同一部品で一度加工したのち開放することなく圧をかけたままクランプし続けることにより、2回目以降加工時いったん安定したその位置関係は変化しない。また、ボディ側の剛性が高く何度加工してもヒンジがボディに沿うことによりヒンジ面法線方向の位置再現性も高い。そのことから、マテハンのたわみもその反発力も同じ状態で繰り返されるため2回目以降は滑りが発生せず、この再現性は高く維持することができるのである。

5.3 補正動作追従精度

ドアを搬送するのに必要な可搬重量を満足するロボットの位置再現精度のカタログ値は蓋物組付「折角調整の自動化」に必要な精度を満足してはいない。ただし、このカタログに謳われている精度の中には、「どの経路を通っても」「定格範囲内のどの負荷でも」という条件が含まれている。「一定の経路、一定の負荷」という限定的な条件下ではロボットの精度能力は更に高めることができる。補正に使用する動作範囲は限定された約1立方mm程度の狭い範囲であり、その中で発生する機械的ずれは法則化が容易である。

補正動作に使用する実用動作範囲内のロボットの動作指示値と実働値のずれ量を実測した (Fig. 8)。ロボットのギヤが正転から逆転に転じるときはどうしても機械的なバックラッシュが発生する。そのため、逆転方向の動きはじめでは無動作の区間が発生してしまう。そのずれは無視できない量であったが、再現性は高かった。

そこで、本システムではそのずれ量をキャリブレーションする方法を確立し、マツダが独自開発した上記の補正ロジックに織り込み、キャンセルさせた。それにより目標とする補正動作追従精度を満足することができた。

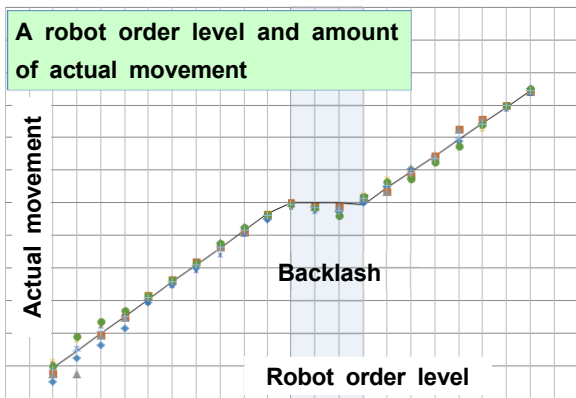


Fig. 8 Backlash Amount of Robot

5.4 計測精度

本システムでは、測定対象によりセンサーを使い分けている。画像センサーは基準穴の円形状などの特徴点を測定してXYの2方向の位置座標を一度に計測できる利点があり、レーザーセンサーは基準平面の奥行方向の座標を計測するのに適している。更に2次元レーザーセンサーを用いて断面形状を測定すれば、従来計測が困難であった複雑な形状の中から部品エッジ、最大や平均の高さ、R止まりなどを見つけ出して計測することが可能である。

必要精度をセンサーカタログ値が満足していても、その能力を最大限に引き出すためには、外乱・ちらつきを排除する最適設定ができるかにかかっている。

5.4.1 画像センサーの計測精度

近年の計測技術の発達はめざましく、画像センサーではさまざまな画像処理技術が織り込まれた製品が普及している。しかし、それでも画像処理工程では、認識不可や誤認の対策に腐心するケースが多い。

対象物の境界線を明確に撮影できていないこと、別の境界線が映り込んでしまうためである。光と影のコントラストにより対象物と背景の境界線が確実に撮影でき、

他の境界線が映り込まないようにするには、対象物の形状とそれに対する光源の位置関係が重要になる。

物理的制約によりその関係が崩れないよう事前検討段階で照明の位置を検討し、レイアウトに織り込んだ。

5.4.2 レーザーセンサーの計測精度

レーザーセンサーにおいては各種の設定をユーザーサイドで調整できる製品が普及しており、その設定調整により、外乱要因を打ち消すことが可能になっているが、逆にユーザー側にその内容を理解し、調整するスキルも求められるようになってきている。

これらの設定は対象物の角度と材質表面処理状況によって変わってくる車体蓋物組み付け工程で取り扱う代表的な部品について、有望な組み合わせ条件を選定し、各組み合わせでのトライを実施して最適条件を設定した。

これら5.3節と5.4節は、例えツールが異なっても特性は似通っており、特性把握は困難なものではなく、他の蓋物組み付け工程に対しても広く汎用的に適用できるものである。

6. 効果

本対策導入後には作業者と同等の折合精度で自動組付作業を長期間にわたり安定して維持し続けている (Fig. 9)。

現在このシステムの導入が完了しているのは一部の工程であるが、このシステムを蓋物自動組付の全工程に展開していくことで「折合調整の自動化」は実現できる見込みである。

7. ドア以外への活動の展開

現在はリアドア、フロントドアについてのベストな位置への補正組付を行っているが、今後は適用範囲を広げボンネット、フロントフェンダーも含めた蓋物全体のベスト位置調整を実現すべく活動を進めている。

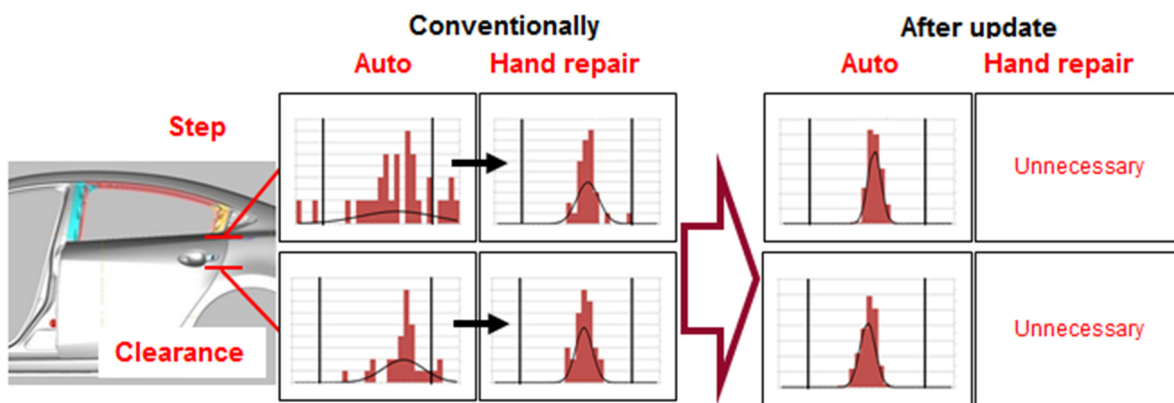


Fig. 9 Effect of New Door fitting System

8. おわりに

マツダが生産技術を向上させていくことで、マツダの意図する優れた品質のクルマをお客様の手元に届けることができ、お客様の笑顔を増やすことにつながる。そう信じてマツダは日々新技術への挑戦を続ける。

■ 著 者 ■



中野 直樹



中林 裕介



庄司 光宏