

論文・解説

38

## 車両組立領域における構造標準化の取り組み Standardization of Vehicle Structure in Trim & Final Assembly

後藤 泰之\*<sup>1</sup> 今井 洋一\*<sup>2</sup> 青島 浩三\*<sup>3</sup>  
 Yasuyuki Goto Yoichi Imai Kouzou Aoshima  
 村木 憲一\*<sup>4</sup> 藤澤 秀行\*<sup>5</sup>  
 Kenichi Muraki Hideyuki Fujisawa

### 要約

品質の劇的な向上を図ると同時に、競合上優位性のあるコスト構造を実現するため、生産部門も、より一層車両構造に踏み込み、問題を根源から絶つ活動が重要になっている。しかも、新型車開発期間の短縮を図る上で、量産性評価業務も、図面や試作で問題を発見し対策するという方法から、品質とコストの両面で最も優れた構造を標準化し、あらかじめ3Dデータや図面に織り込んでいく方法に変革することが必要である。

ここでは、車造りの最終工程である車両組立領域の部品組み付けを対象に、量産性に優れ、品質とコスト面で最適となる構造を構築し、標準化する取り組みとして、重要保安部品締結構造の標準化、内装/外装主要部品要素構造の標準化、この二つの活動内容を紹介する。

### Summary

In order to realize a competitive cost structure while dramatically improving the quality, the activities in a manufacturing area must go further into a vehicle structure area to eradicate concerns. In addition, in aiming to shorten a new-model development period, we need to change the approach to production feasibility evaluation from the way we find concerns on drawings and at prototype builds and take corrective actions to the way we standardize an optimum structure in terms of cost and quality and incorporate it into 3D data and drawings in advance.

This report shows two of our activities to build and standardize the optimum structure in terms of productivity, quality and cost in the areas of parts assembly of the trim & final assembly process. One relates to the standardization of the tightening structure of critical safety parts and the other the element structure of major interior/exterior parts.

### 1. はじめに

マツダは、お客様に喜ばれる商品・サービスを提供することを品質方針として企業活動を行っている。従って、我々の目指す車造りは、魅力的で高品質な車をスピーディに開発し、しかも、すべての工場において、安定した品質の車を、働く人達に優しく、需要変動にも強いフレキシブルな生産システムの下に、低コストで量産することである。生産技術部門においても、従来の延長線上にある活動が

ら脱皮し、より高い次元での品質確保を目指し、なおかつ大幅なコスト削減を短期間で実現する、“革新的原価低減”の取り組みを展開している。

その中でも、車造りの最終工程である車両組立領域は、労働集約型の生産現場で、数多くの部品を組み付け、多様なコンプレキシティを克服しながら完成車品質の維持/向上を図るといった特質から、他の領域とは異なるアプローチが必要になっている。

\*1~5 車両技術部  
 Painting, Trim & Final Assembly Engineering Dept.

## 2. 車両組立領域を取り巻く環境

### 2.1 多種混流生産

車両組立領域では、一つのラインで複数モデルの生産を行う、多種混流生産方式が業界全体の主流である。モデルごとに専用ラインを作る方法では、投資負担が大きく、また、モデルごとの需要変動に対し安定した操業の維持が困難である。従って、マツダにおいても、Table 1に示すように、各ラインで複数モデルの混流生産を行っている。

Table 1 Models of Each Line

Plant	Line	Model				
F	F4	BONGO FRIENDEE	BONGO VAN	BONGO WAGON		
U1	F5	DEMIO	RX-8	ROADSTER		
	F6	DEMIO	MPV			
H1	FA	AXELA	AXELA SPORT			
H2	FB	ATENZA SEDAN	ATENZA SPORT	ATENZA SPORT WAGON	TRIBUTE	PREMACY

更に、一つのモデルにおいても、エンジン、トランスミッション、仕向け、そしてオーディオの種類などのオプション選択により、実際のバリエーションは莫大な数に上っており、その種類も常に変動している。

こうした条件の下で、狙いのQCD (Quality, Cost & Delivery) を実現するためには、現場主体の改善活動に頼るだけでなく、工程、設備、そして車両構造を含めた総合的な取り組みが必要である。

### 2.2 量産準備期間の短縮

一方、新たな施策を織り込む最大のチャンスは新型車の導入時であるが、市場の変化と多様なニーズに応えるべく、新型車の開発/量産準備期間は、今後ますます短縮していかなければならない。しかし、従来のように、膨大な数の評価項目を、新型車導入の度に繰り返す方法では、到底対応できない。従って、メリハリのある効率的な評価を可能にする取り組み、すなわち、評価が不必要な項目の拡大を図ることが重要である。

## 3. 革新的原価低減達成に向けての課題

### 3.1 絶対原価の定義と優先課題

革新的原価低減を目指して、生産技術部門では絶対原価という概念を導入している。これは、理論上必要最低限のコスト発生要素は何かを定義し、それ以外の要素はすべてロスと考え、徹底的に排除を行うことを考えるものである。

車両組立領域の車1台当たりのコストでは、その大部分を直接工労務費と減価償却費で占めており、この二つが優先的に取り組むべき削減対象費目である。また、量産準備期間の短縮を図りつつ、確実に品質を造り込むためには、量産準備業務プロセス自体の変革が不可欠である。

そこで、直接工労務費、減価償却費、そして量産準備業務の中のロスを削減することを優先課題として捉え、それぞれのロス分析と、ロス排除の方策について検討を行った。

### 3.2 直接工労務費の中のロス

直接工労務費の削減は直接工数の削減活動が主体になるが、直接工数の中を、価値を生んでいるかどうかという目付きで分析すると、そこには車を組むための定常作業に要する正味工数の他に、編成ロス、手直しロス、稼動ロス、そして非常ロスといったロスが存在する (Fig.1)。

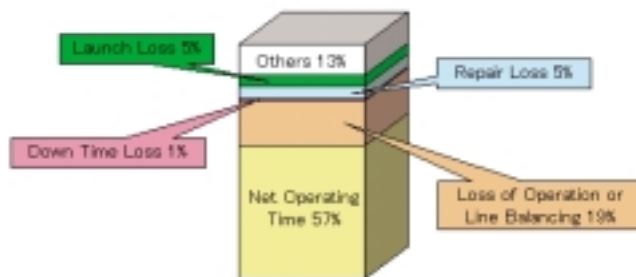


Fig.1 Proportion of Man Power in Trim & Final Process

こうしたロスは、車両構造、工程、設備、作業、そして工場管理など様々な要因が絡み合い発生しているものだが、車両構造はすべての要因の根源であり、ここにメスを入れない限り、根本的な対策とはなり得ない。

#### (1) 編成ロス

例えば編成ロスについて考えてみると、多種混流ラインでの代表的な編成方法であるタクト&ピッチ編成法を用いて、編成ロスの削減に努めてはいるものの、この方法とピッチゾーンの編成ロスをゼロにするには、理論上各モデルの生産比率変動がゼロでなければならない。工数の高いモデルが月平均50%の比率であっても、30~70%の間で振れるとすれば、70%に対応できる編成を考えなければならないからである。

しかし、各モデルの生産比率を完全平準化することは不可能であり、編成ロスを限りなくゼロに近づけるためには、車両構造上、モデル間の工数差をなくすか、超過する工数をサブアセンブリで吸収できる構造にしておく必要がある。

#### (2) その他のロス

手直しロス、非常ロスについても発生する直接原因は、作業ミスや作業不慣れなどであるが、なぜ作業ミスや不慣れが起こるのかを考えた時、車両構造がシンプルで組みやすく、しかもどのモデルも同じ方法で組めるならば、こうしたロスのほとんどは発生しない。少なくとも、モデルによって取り付け部品を選ぶ必要がなければ、仕様違いは発生せず、新型車も現行車と同じ方法で組めれば、作業不慣れは発生しない。

3.3 減価償却費の中のロス

一つのラインで複数のモデルを生産する車両組立領域では、モデルごとの量産対応投資が台当たりコストに及ぼす影響は大きい。各々の工事内容について必要最小限の投資と比較した場合、依然ロスが存在し、同じ対応をもっと安価な投資で行えるよう継続して活動をしていく必要がある。

しかし、締結ボルトが変わるために専用の締付ツールを導入するケースや、エンジンの受け位置が変わるためにソリヤパレットを作り直すケースなど、例え最低限の投資で済ませたとしても、その工事自体がお客様にとって価値のあるものとはいえない。

フレキシブルな生産システム/設備の導入を進めていく一方で、車両構造でも工夫をし、お客様にとって価値のない変更は排除していかなければならない。

3.4 量産準備段階における手戻りロス

品質不具合の発見は、上流であればあるほど流出に対するリスクは低減し、また対応に要するコストも削減できる。従って、マツダでは開発イベントである試作車評価段階までにすべての不具合を発見するべく、3Dデータ評価など量産性評価の前倒しを行っている。

しかしながら、試作車製作前に3Dデータや図面で不具合が発見できたとしても、設計変更という手戻りのロスが発生する。また、対策として周辺部品を含めた構造変更が必要であり、2次不具合の発生懸念を含め、その対策結果を評価し直す必要がある。

量産準備期間の短縮への対応という観点からも、不具合対策の構造変更が、また新たな不具合を引き起こす、といった悪循環を根本から断ち切らなければならない。そのためには、3Dデータや図面で不具合を発見し対策するという方法から更に一歩進めて、不具合の発生しない構造を最初からデータや図面に織り込むという観点が必要である。

4. 車両要素構造の標準化

4.1 車両要素構造標準化の狙い

ここまで述べてきたように、直接工労務費の中のロス、減価償却費の中の新型車投資ロス、そして量産準備段階での手戻りロスを削減するには、車両構造へのアプローチが不可欠であり、その各要件はデータ作成時点で洩れなく織り込む必要がある。こうすることで、量産準備業務は従来の問題発見型から、織り込み確認型へと変革することが可能になる。

そこで、安定した品質が確保でき、かつロスを生じさせない車両構造をあらかじめ構築し、それを標準として新型車に織り込んでいく活動を2002年9月より開始した。

ただし、それぞれの車でデザイン、大きさ、および基本性能などお客様の求めるものは異なり、これらを無視した標準化はあり得ない。従って、車両要素構造、すなわち締

結構造や位置決め基準の取り方など、部品の組み付け要素についての構造標準化に取り組んでいる。

4.2 車両要素構造標準化のポイント

標準化を進めるにあたっては、積極的にロスを削減するための要件を構造に織り込まなくてはならない。そこで以下のポイントに注力して標準要素構造の構築を行った。また、各注力ポイントがどのロス削減に貢献できるかをFig.2に示す。

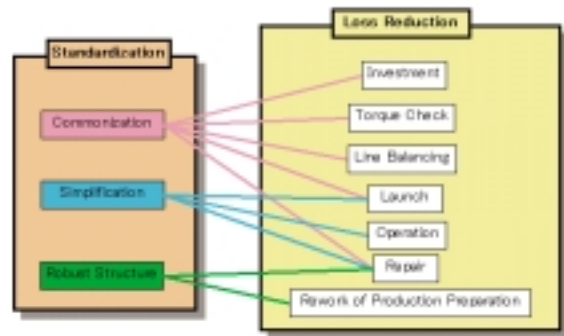


Fig.2 Effect of Standardization to Each Loss

(1) 共通化

従来は、新型車の量産準備段階において、前提の生産ラインで流れる既存モデルに構造を合わせることが主であったため、生産ラインが変わる度に共通化が崩れてしまい、結局車両構造の共通化ができないという現象を引き起こしていた。今後は全体最適の観点から構造を評価し、生産モデルやラインごとに異なる標準化を行うのではなく、横断的で網羅性のある標準構造として共通化し、車両構造パターンの削減を推進する。これにより編成ロス、品質ロス、および投資のロスなどを削減していく。

(2) 作業のシンプル化

また、各々の標準要素構造も作業がシンプルになるように考慮しなければならない。つまり、部品点数は必要最小限にし、しかも特別なスキルや無理な作業姿勢を必要としない組み付け構造を織り込み、手直しロスや非正常ロスの削減を図る。

(3) ロバスト構造

現時点では、実車評価を行って初めて顕在化する構造的な不具合が散見しているが、常に安定した品質が保てるロバスト構造を標準として確立することで、手戻りのロスを削減する。そのために、まずは量産準備段階で、既にある構造的な構造を積極的に次モデルでも水平展開させていく。

これは、品質の安定化、開発期間短縮、更には部品コスト削減にも結びつく内容であり、生産側だけでなく、開発部門やサプライヤにもメリットのあることである。

## 5. 標準化活動内容

### 5.1 標準化活動二つの切り口

以上述べてきた狙いを織り込み、標準要素構造として確立するために、二つの切り口で活動をスタートさせている。一つめが要素構造の中でもA/ARランク（重要保安部位）の締結構造に絞った標準化であり、二つめが内外装主要部品要素構造の標準化である。以下にそれぞれの活動内容について述べる。

### 5.2 A/ARランク締結構造標準化

#### (1) 活動の背景

要素構造の中でも、まず重要品質特性であるA/ARランク締結構造の標準化から活動を開始した。A/ARランクの締結箇所は、クイックレンチによるトルクチェックで全数保証を行ってきたが、工数削減、および保証精度の向上のために締付確認装置を付け、ナットランナによる締付でトルク保証を行う方法の導入を順次行っている。

しかし、ここで締付部品の対辺や締付トルクが統一できていないと、新型車の導入ごとに設備の改造が必要になり、締結パターンの数だけ装置が必要になる。そこで効率的な投資を行うためにも、締付部品と締付トルクの共通化を行う必要性が出てきた。そしてこれを実現するには、締付本数や締付部位の形状など締結構造自体を標準化しておくことがポイントとなる。こうした背景とロス削減の考え方をマッチングさせ、特に共通化に狙いを定めたA/ARランク

締結構造の標準化活動をスタートさせた。

A/ARランクの全締結部位202部位を調査した結果、その88%は何らかの違いがあることが判明し、最終的にはこれらの違いをなくし、すべての部位を1パターンに統合した標準構造を作り上げることが狙いである。

#### (2) 活動方法

今回の活動は、上記に示した課題を目に見えるようにした上で、全社コスト削減活動の一環として活動し、開発部門にも全面的な協力を得ることができた。従って、生産側からの提案に加え、設計における妥当性や部品コストをも考慮した標準構造の合意が形成されている。

活動のステップとして、2002年9月～2003年3月に4パターン以上の67部位について標準化を行い、それを開発中の新型車の構造に織り込むことを目標においた。まず、67部位それぞれについて、現行各車の構造を横並びで比較できるように、締結部の図、締結部品、締結本数、および締付トルクを記入した一覧表を作成した。この表を基に、設計の検討メンバと協同で、生産性を含めたコスト、共通化、そして今後の新型車を見据えた時の実現性、などを観点に、どの構造が標準となり得るかを検討した。

また活動開始時は、担当者一人ひとりが必要な情報を収集し、工程図をスキャンして貼り付けるなど、比較表の作成を一つひとつ手間をかけて行っていたが、業務を効率化し、更に領域を拡大していくためのシステム化にも取り組んだ (Fig.3)。

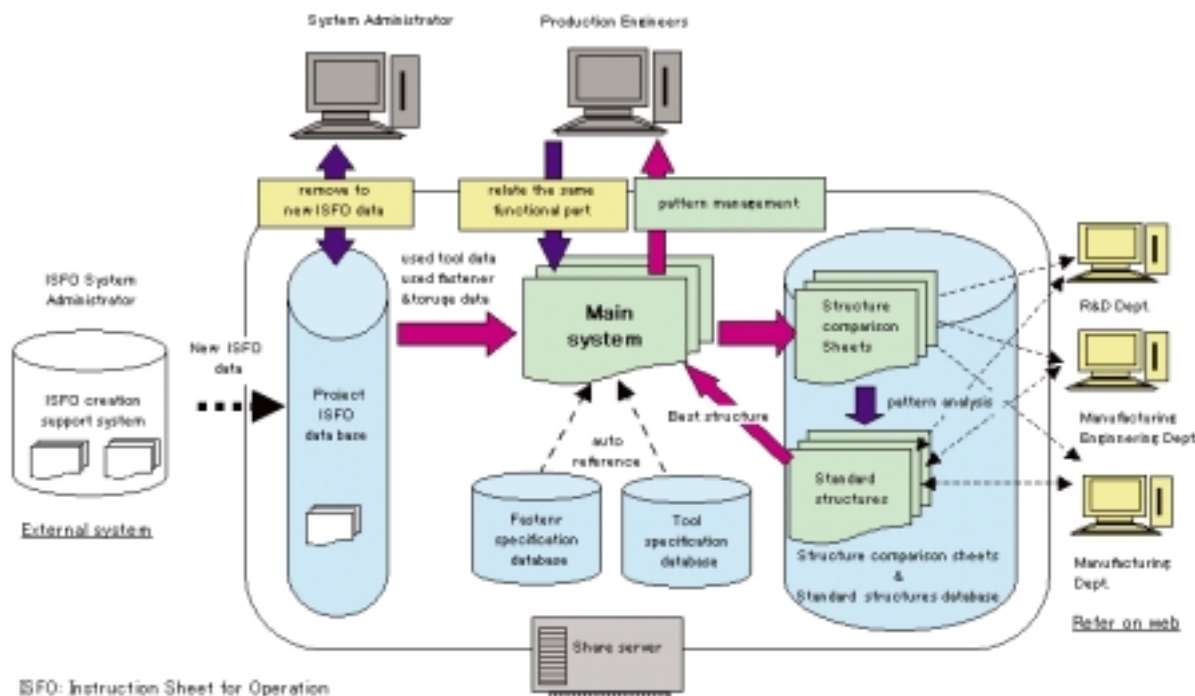


Fig.3 Outline of System for Tightening Structure Standard



現行の各モデルに使われている締結部品の番号、員数、形状、強度区分、購入コスト、使用箇所、締付トルクの指示、そして使用ツール、などの情報が効率良く収集できるように、締結部品や工具情報のデータベースを作成し、それを工程図データベースとリンクさせ、比較表の作成、標準構造の保管が行える締結構造標準化データベースを構築した。今後は更に、Webで閲覧ができるように継続して整備を行っていく。

(3) パターン数削減状況

ここまでの活動で、パターン数は活動前の平均6.2パターンから3.8まで削減の見通しが立った。しかし、目標の1パターンには、まだ大きな開きがあるため、更に新型車の担当設計者との調整や、他銘柄車の構造も参考にした結果、現段階で1.3パターンまで削減できる見込みである。

最終目標であるパターン数1へは到達していないものの、活動前に比べると大幅な共通化が見込めることから、この段階での構造を標準構造とし(例Fig.4)、新型車への織り込み活動を展開している。

(4) 今後の課題

今回、当該新型車に向けては、平均パターン数1.3の共通化レベルで構造を標準化し織り込みを進めているが、最終的にパターン数1を目指すために、適正トルクの求め方を開発とともに標準化していくこと、更には、ISO規格とJASO規格の混在をどうの方針の下で解決していくかといった課題が残っている。

また、ここまではA/ARランク締結部位の中でも、パタ

ーン数が4以上のアイテムに絞り活動してきたが、パターン数が2から3のアイテムについても、現在、54アイテム活動中である。更に、新型車への織り込みプロセスの構築も進めていく必要がある。

5.3 内外装主要部品の要素構造標準化

(1) 活動の対象

要素構造の標準化を検討するにあたり、車両部品すべてについて標準化できれば理想的だが、まず、大部分の車に共通して取り付く部品であり、新型車の量産直前まで品質育成に手間取ることの多かった、インストルメントパネルやバンパなど内外装の大物17部品から活動を開始した。

(2) 活動方法

不具合の発生しない構造をあらかじめ図面などに織り込む、という考え方自体は従来から存在していた。新型車の量産準備活動の過程で問題が発生した場合、本来どういう構造にしておくべきかを検討し、その構造を生産要件として登録後、設計基準に織り込んでいくという仕組みである。

しかし、今回の活動は単なる不具合の再発防止ではなく、品質とコスト双方を考慮し、更に車種を横断的に見た上で、最も優れた構造を標準として構築していくことを狙っている。

そこで、特に外観折り合いに関係する要件を 組み付け基準、部品固定方法、部品分割位置、部品(重ね)合わせ、の四つと定義し、過去の生産要件、他銘柄車の構造も参考にしながら、それぞれの分類ごとに最良の構造を検討した。例えば、組み付け基準はどの位置にどのような

Parts Tightening Structure Comparison

Object: Tightening of Unit-SAS Structure Gr/Design Gr: 572 Gr/OP

No.1AR57201-182

Model Line	FAM35 FA/FA	MPV 7E	PRODIGY 7E	ROADSTER 7E	TREBLITE 7E	ATENZA FA/FE	DEMO 7E/FA/FE	RS-S 7E	ARISA FA	Dear Structure
Figure										
Conf. No.					Confidential					
Parts Name	Special Screw	Screw	Special Screw	Screw	Special Screw	Special Screw	Screw	Special Screw	Special Screw	
Dimension - Pitch	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	M6 x 1.0	
Dimension - Length	16/9.5	15/7.0	15/7.0	15/7.0	16/9.5	16/9.5	16/9.5	16/9.5	16/9.5	
Material	St	St	St	St	St	St	St	St	St	
Color/Plating	115	115	115	115	115	115	115	115	115	
Surface Treat.	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	M30T1-C	
Head/Hex/Type	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Quantity/Case/Amount										
Quantity of Tightening					Confidential					Confidential
Case Drawing										
Tightening Pattern	GA	EB	GA	GA	GA	GA	EB	EB	EB	
Difference from Pattern (AU)		Tightening Part & Torque	None	Tightening Part & Torque	Torque	None	Tightening Part & Torque	Torque	M30T1-C	
Requirement from Design	Auto can't be used because Heater Core prevents to remove SAS	None	Auto can't be used because Heater Core prevents to remove SAS	Special nuts should be changed to general parts like "5000/500"	Auto can't be used because Heater Core prevents to remove SAS	Auto can't be used because Heater Core prevents to remove SAS	Common parts with FGD had to be used	Auto can't be used because Heater Core prevents to remove SAS	None	
Requirement from Production	Tools: 500P To ease to remove	Tools: 500P None	Tools: 500P None	Tools: 500P To be changed to "5000/500" must be considered	Tools: 500-500 To ease to remove	Tools: 500P To ease to remove	Tools: 500P None	Tools: 500P To ease to remove	Tools: 500P None	

Fig.4 Sample of A/AR Tightening Standard Structure

形状で設定すれば、ばらつきを最少にでき、作業性、部品コストも満足できるか、更にモデル共通の構造として成立するか、などである。

こうして検討した結果を、プレス成形、プラスチック成形など他領域の要件と整合を取った上で、部品ごとに要件を整理した標準要素構造表を作成した。

(3) 新型車への織り込みと課題

作成した標準要素構造を、直近の新型車の正式図面に織り込むべく、担当設計者への働きかけやデザインレビューでの確認などを実施してきた。その結果、正式図面段階で100%の織り込み率を達成することができた。

2003年4月以降は、前述の17部品に加え、内外装主要部品の残り19部品の標準要素構造を完成させ、後に控える新型車への織り込みを行っていく。また、この構造を生産要件に登録して、データ作成時の織り込みをより確実なものにするため、全社のホールドポイント管理の中で確認できるプロセスとする (Fig.5)。

法などを導入し、更に踏み込んだ標準構造構築の取り組みを行っていかなければならない。

著者



今井洋一



青島浩三



村木憲一



藤澤秀行



Fig.5 Process Flow for Standard Structure of Elements

6. おわりに

現在二つの切り口で取り組みを行っているが、ここまで決めてきた標準は、すでに存在する構造の中での最適構造という枠組みから抜け出せていないという、双方に共通する課題が残っている。作業をシンプルにするという観点も含めて検討は行っているものの、それが必要最小限の部品で構成されているかという点では、標準構造を更に進化させていく必要がある。この取り組みをやり切らなければ、競争に打ち勝ち絶対原価を達成することは不可能である。

加えて、機能面での問題を発生させないために、A/ARランク締結構造の標準化活動と内外装主要部品の要素構造標準化の活動を融合させ、機能面でのロバスト構造展開レベルアップを行っていく必要がある。そのためには、実験的、SQC (Statistical Quality Control) 的アプローチ手