

特集：CX-9

11

CX-9の車体剛性の開発 BODY Rigidity for CX-9

富岡 敏憲*1 執行 貴彦*2 望月 浩孝*3
Toshinori Tomioka Takahiko Shigyou Hirotaka Mochizuki

要 約

CX-9は、北米最適商品として次世代をリードする「Sporty/Prestige」をコンセプトとしたマツダのフラッグシップモデルであり、Zoom-Zoomな運動性能と高級車としての上質な乗り味を両立させたミディアムクロスオーバーSUVを実現化すべく高剛性ボデーを開発した。

ボデーの高剛性化にあたり2t級の車両重量を支え、245/50R20というこれまでにないBigサイズのタイヤからの入力を受け止めるには、これまでの乗用車の域を超える強靱な車体が必要であった。

その達成手段として、まずは既に量産化され好評を得ているMPVをベースとしたSUV車として車体剛性、NVH性能に有利なラダーフレームのプラットフォームを有効に活用しながら、アッパーボデーの開発に注力し適切な断面確保、各部位の結合構造の強化、リインホースメントの最適配置を行うことでバランスのとれた軽量かつ高剛性の車体構造を実現した。

本稿では、CX-9の車体の構造的特徴とその性能について述べる。

Summary

For CX-9, one of Mazda's flagship models, under the concept of "Sporty/Prestige" to lead the next generation N.A. product, highly-rigid body structure was developed so as to achieve "Zoom-Zoom" kinematics performance while having luxurious ride comfort for a medium crossover SUV. In order to support the vehicle weight of 2t and bear the input from unprecedentedly large tire sizing 245/50R20, a far stronger body than conventional passenger vehicles is required. To this end, based on MPV which has been produced and received well, we decided to utilize the ladder frame platform favorable for body stiffness and NVH performance. Focusing on the upper body, we developed well-balanced light weight and highly-rigid body structure by securing appropriate cross sections, strengthening individual connections, and optimizing distribution of reinforcements. In this paper, the structural characteristics and performance of CX-9 body is explained.

1. はじめに

マツダのボデーシェルはアテンザ以降、車両のダイナミック性能で競合車を凌ぐために、操縦安定性・乗り心地のポテンシャルを飛躍的に向上させるべく、高剛性ボデーの実現を開発の最重点目標として取り組んできている。

CX-9においても北米における欧州プレミアム車と互角に渡り合える性能を実現すべく、その骨格となる車体剛性

開発には特に注力した（Fig.1）

車体剛性が大きく影響する上質な乗り心地を我々は剛性感という指標に置換え欧州車をベンチマークした。上質という領域を見ていくとき、そこから感じられる特徴的な領域の、しっかり感とリニヤ感の造り込みを徹底的に追求した。その達成手段として静剛性、等価剛性、車体位相遅れという3つの特性に注力した。

しっかり感を出すためには、静剛性および等価剛性のレ

*1 ボデー開発部
Body Development Dept.

*2 車両実研部
Vehicle Testing & Research Dept.

*3 操安性能開発部
Chassis Dynamics Development Dept.

ベルアップ、そして全体の剛性バランスの最適化、リニヤ感を出すために位相遅れの低減が必要である (Fig.2)。

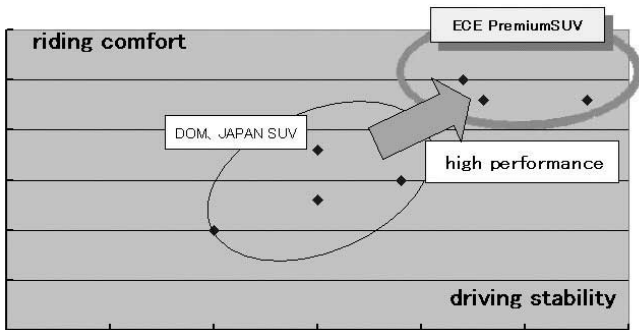


Fig.1 Riding, Driving Ratio

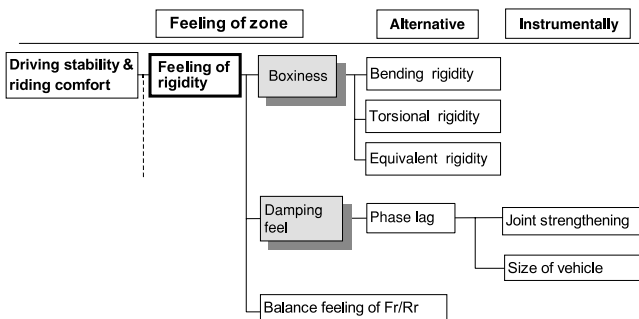


Fig.2 Feeling of Rigidity

2. あくなき剛性感の追求

2.1 車体剛性開発の取り組み

車体剛性を上げれば車はよくなるが、それが全てではない。我々が目指す車体剛性とは、商品に求められる性能と重量のバランスの取れたものでなければならない。

つまりボデーサイズに対する重量比率が小さくかつ性能が高い車を目指す必要がある。

車のサイズが大きくなれば必然的に重量は上がる。従って車体剛性をあげるには、自らの重量を抑えなければならない。そのためにCAE解析にて各部品の剛性、結合力、寄与度を分析しながら効率的な車体構造を検証した。

2.2 車体剛性(その1) 箱感

まず、車体剛性感の向上のために、箱感の向上に取り組んだ。箱感とは、サスペンションからの入力に対して車体の変形が感じられない状態を表している。この車体の変形を抑えるために、車体全体剛性とサスペンション取り付け部の局部剛性を向上させることに注力した。

車体全体剛性を曲げ、ねじりの静剛性、サスペンション取り付け部の局部剛性を等価剛性という指標で表し、以下

の構造を採用することで、これらの指標を向上させた。

① ボデーフレームワーク

CX-9は全長5,070mm、全幅1,936mmと北米市場に適したボデーサイズとなっている。この大きなサイズのボデーシエルの全体剛性を向上させるために、まず前後方向のメンバはフロントフレームからリアフレームまでストレートに連続させた。その上で、左右の前後方向メンバを結合するクロスメンバを8本配置したラダーフレーム構造を採用した (Fig.3)。

② フロントボデー構造

フロントボデーは、特にサスタワの横方向の変形を抑えるために、ボデーシエルの左右を結合するカウル部に2本のメンバを設定し、前側のメンバはサスタワと直接結合させた (Fig.4)。

③ リヤボデー構造

リアダンパからの入力に対するホイールハウスまわりの変形を抑えるために、ダンパ取り付け部の厚板化、およびCピラとフレームを結合するガセットで強化し、後側はDピラとを結合するメンバを設定した (Fig.5)。

④ キャビン構造

曲げモードにおけるサイドドア開口部の変形を抑制するため、Bピラとルーフレイルおよびサイドシル結合部、サイドシルとCピラ下部結合部に新たにリインホルスメントを設定し各断面の結合を強化した (Fig.6)。

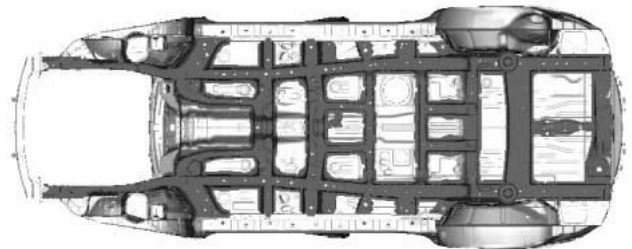


Fig.3 Full Ladder Frame

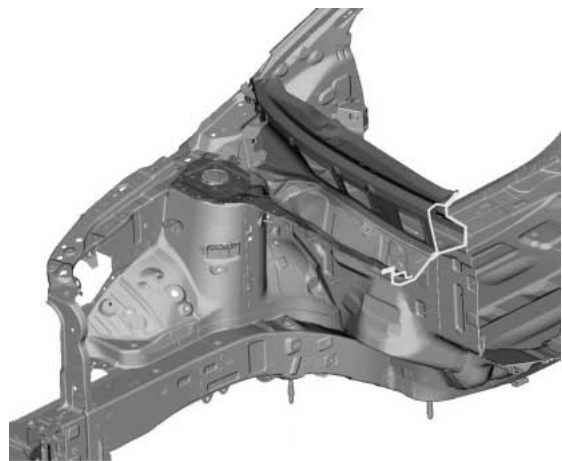


Fig.4 Cowl & Member

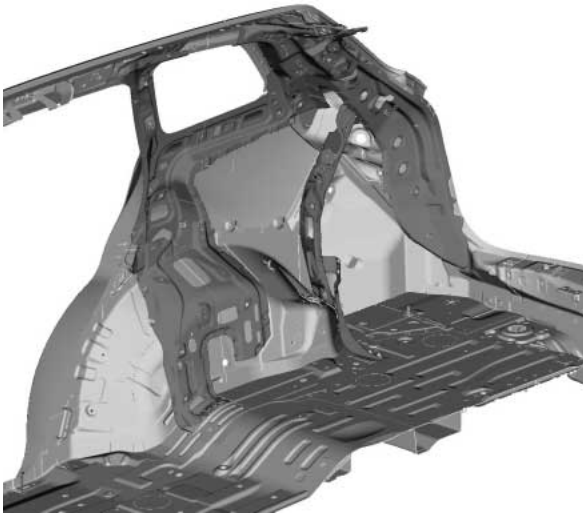


Fig.5 Rear Pillar

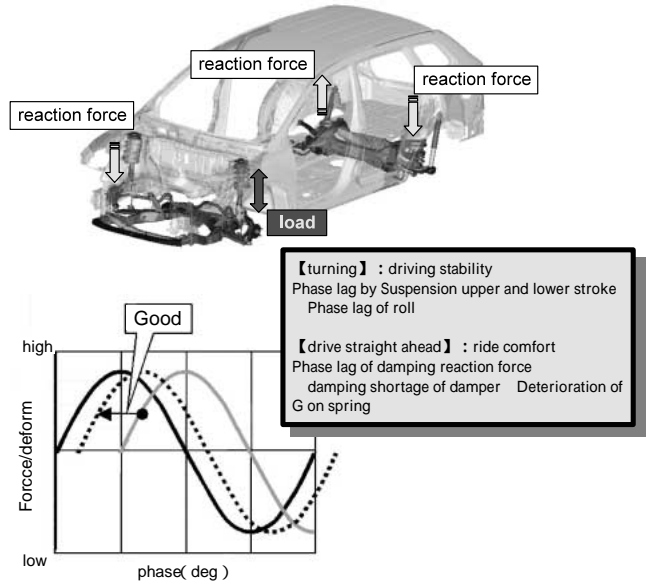


Fig.7 Body Phase Lag

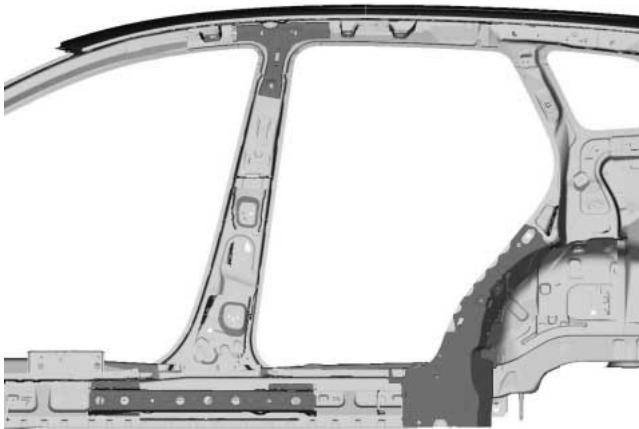


Fig.6 B Pillar & Wheel House

2.3 車体剛性感(その2)減衰感

次に取り組んだことは、減衰感の向上である。

減衰感とは、走行時の路面刺激に対して車両挙動を止めようとする力、すなわちサスペンションの減衰力自体を感じるフィーリングであり、減衰感の高い車は、重厚で質感の高い走行フィールを得ることができる。これまで日本車が欧州車に対してどうしても劣っていた性能がこの減衰感である。

減衰感を高めるためには走行時におけるサスペンションの減衰性、作動性を高める必要がある。そのために車体は路面入力をしっかりと4輪で受け止められるように入力輪で発生する入力および減衰力を残りの3輪に遅れなく伝達できなければならない。すなわち車体ねじり変形の位相遅れを低減させる必要がある (Fig.7)

これにより減衰感の向上のみならず、操舵に対するロール等車両挙動の位相遅れも低減でき、より応答性の優れた操縦安定性を得ることができるのである。このためCX-9ではマツダとして初めて車体ねじり変形の位相遅れ低減に取り組んだ。

サスペンションからの入力に対して車体ねじり変形に位相遅れが発生する要因は車体の塑性歪が支配的であり、車体の変位量を低減させるためには、特に応力集中の著しい車体接合部の応力を低減させる必要がある。この応力を低減させるためには補強を追加したり、板厚を上げるなどの重量増加につながる対策ではなく部品間の連続接合が最も効果的である。

このため応力解析において特に応力の高いサイドドア開口部、リフトゲート開口部やリヤホイールハウス部に対し、マツダでは初めてとなるレーザ溶接を始め、ウエルドボンドおよび、スポット打点ピッチ短縮を施工することで、重量増加ゼロで従来よりも大幅に接合を強化した。これにより車体位相遅れが低減し、減衰感を飛躍的に向上させることができた (Fig.8)

Fig.9にレーザ溶接の施工状態を示す。

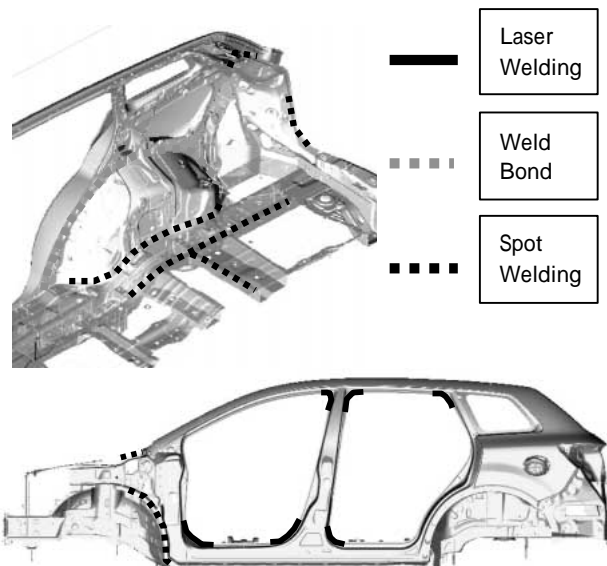


Fig.8 Body Structure

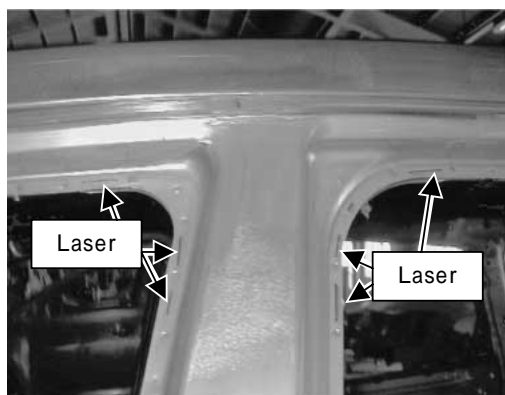


Fig.9 B Pillar

2.4 高剛性ボデーの実現

3つの指標の目標を満足したCX-9は、狙いとしていた欧州車に匹敵する車体剛性感をそなえ、Zoom-Zoomなハンドリングを実現する礎となった。

その恩恵として、2t以上あるCX-9に乗用車のような運動性能を与え、かつ20インチという大径タイヤからの入力に対して、ミディアムクロスオーバーSUVとして十分な快適性を実現することができた。

今回の開発で取り組んだ車体剛性感について、箱感や減衰感に対する指標は、車体剛性の開発において重要なファクターとなるものであり、今後の車種開発においても同様の手法を使って開発していく。

3. おわりに

本稿では、CX-9のボデー剛性について紹介した。

現在、車体剛性感についてすべてのメカニズムを解明する所までには至っていないが、今回開発の中で得られたノウハウやデータを活かして、更なるメカニズム解明に努めていきたい。そしてダイナミック性能で競合車を凌いでいける車作りを今後も行っていく。

著者



富岡敏憲



執行貴彦



望月浩孝