

特集：新型デミオ

21

## 新型デミオの衝突安全性能 Passive Safety of New DEMIO / Mazda 2

柴崎宏武\*<sup>2</sup> 曽我部 洋\*<sup>3</sup>

Hiromu Shibasaki Hiroshi Sogabe

大塚正志\*<sup>4</sup> 菊池 莊吉\*<sup>5</sup>

Masashi Ohtsuka Soukichi Kikuchi

### 要 約

新型デミオでは、運転のしやすさ、心地よさ、きびきびした走りを提供することに加え、車の基本性能である衝突安全性能をより高いレベルで達成することを目標とした。このために、各国の法規制より衝突速度を上げるなど独自の厳しい衝突安全基準を設定し、高剛性で強固なキャビンとエネルギー吸収効率の高い骨格の実現を目指した。具体的には、フルラップ衝突、オフセット衝突、側面衝突、後面衝突などの衝突安全基準を満足させること、衝突安全アセスメント（New Car Assessment Program（以下NCAP））でトップクラスの性能を得ること、更には歩行者保護性能や子供安全性能など幅広い安全性能についても高い目標を設定して開発を行った。そして、コンピュータ解析技術も多角的に活用し、衝突安全ボデーMAGMA\*を進化させるとともに、デュアルステージフロントエアバッグ、カーテンエアバッグ、ISO-FIX対応チャイルドシート固定機構などの最新の安全装備を採用し、更に歩行者の安全にも配慮した高い衝突安全性能を実現した。

本稿では、これら衝突安全性能について述べる。

\*MAGMA：Mazda Geometric Motion Absorption（マツダの全方位衝撃吸収構造ボデー）

### Summary

The new Demio has been developed to achieve higher-level crash performance, one of basic performances of an automotive, in addition to excellent drivability, comfortable ride, and exciting drive. To realize higher-level crash performance, a Mazda-unique crash safety standard which is severer than any regulation in the world has been introduced, and a rigid cabin and a high energy-absorption framework have been developed. Specifically, targets were defined to satisfy crash safety standards for offset frontal, full-lap frontal, side and rear impacts, to obtain top-level ratings in NCAP (New Car Assessment Program), and to achieve higher performance in a wider range of safety such as pedestrian protection and child restraint performance. As a result, the new Demio has attained higher crash safety performance including pedestrian protection performance, by making multilateral use of computer analysis technology, by adopting evolved MAGMA\*, a crash safety body, and by employing the latest safety equipment such as dual stage air bag, curtain air bag, and ISO-FIX child seat.

This paper describes summarized crash safety performance on the new Demio.

\*MAGMA：Mazda Geometric Motion Absorption

\* 1 ~ 3 衝突性能開発部  
Crash Safety Development Dept.

\* 4 装備開発部  
Interior Components Development Dept.

\* 5 CAE部  
CAE Dept.

## 1. はじめに

近年、自動車の衝突安全性に関する関心の高まりにより、その性能向上が求められている。そこで、我々は高次元での衝突安全技術の追求を行い、より安全な車の開発に取り組み、最新の計算解析を中心とした開発手法を適用することで衝突安全性を向上させている。

新型デミオでは、万一の衝突事故に備え、乗員へのダメージを最小限に抑えるために、世界最高水準のマツダ衝突安全ボデーMAGMA構造を基本に、世界トップレベルの衝突安全性を開発した。安全装備では、衝撃の強さに応じて展開パターンを最適化するデュアルステージフロントエアバッグやカーテンエアバッグ、ISO-FIXに対応したチャイルドシート固定用バー、歩行者の安全にも配慮したボンネットなど様々な最新技術を取り入れ幅広い安全装備の充実を実現した。

## 2. 衝突安全ボデーの開発

衝突時のエネルギーを車両全体に分散させて客室の変形および衝撃を抑制する、優れた衝撃吸収性能をもつ衝突安全ボデー (Fig.1) を採用し、高い衝突安全性を実現した。前面衝突に対しては、フロントサイドメンバとダッシュの強化に加え、衝撃分散構造にすることで前方からの衝撃を吸収し、オフセット (以下ODB) 衝突時の客室変形を抑えることを可能にした。側面衝突には、従来から更に進化したトリプルH構造で対応し、後面衝突には、大型断面リアサイドメンバをストレートに通すことで強度を上げ、変形を抑えることを可能にした。

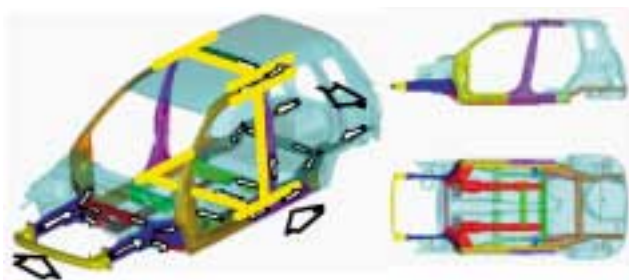


Fig.1 Triple H Cabin Structure

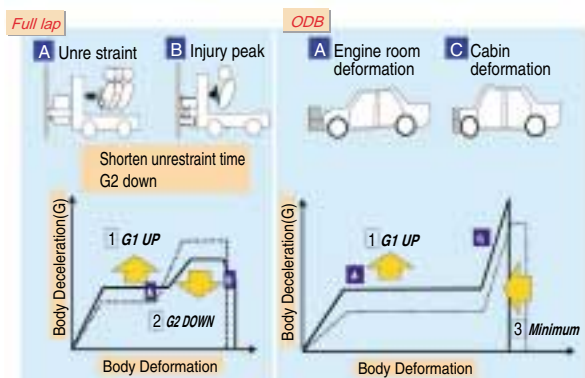


Fig.2 Deformation Characteristic for Frontal Crash

### 2.1 前面衝突性能開発

前面衝突時に乗員の安全を確保するためには、客室の変形を抑えながらも、車体前部を効率良く変形させて衝突エネルギーを吸収しなければならない。Fig.2に示すように、フルラップ衝突では車両前部で効率良く衝突エネルギーを吸収し、シートベルトなどの拘束装置の効果を上げるために衝突初期での車体減速度を上げ、乗員へのダメージを低減するために衝突後半の減速度を一定以下に抑えている。ODB衝突では乗員の生存空間の確保と下脚傷害低減のために、ダッシュ周辺の強度を上げることで客室の変形を抑えている。

新型デミオでは、CAE解析を中心とした構造検討を行い、車体および乗員拘束装置各部の構造を最適化し、これら二つの衝突性能を両立した。Fig.3に車体前部の具体構造を示す。高張力鋼板を用いたバンパビームやクラッシュカンを車体先端に設け、テールードブランクによりフロントサイドメンバの板厚の最適化により強度を高めることで、衝突エネルギー吸収を高めている。また、フロントサイドメンバから入力される荷重は、フロア下面にストレートにレイアウトされたフレームBへ伝達するとともに、ダッシュサイドレインによりサイドシルとヒンジピラーに効率良く荷重を分散させる三叉構造を採用し、更に、衝突時のダッシュパネルの変形を抑えるために、ダッシュクロスメンバを設け、サイドシルの変形を抑えるための補強を行い、客室を強固な構造にしている。Fig.4にODB衝突時の車体変形状態のCAE解析結果を示す。

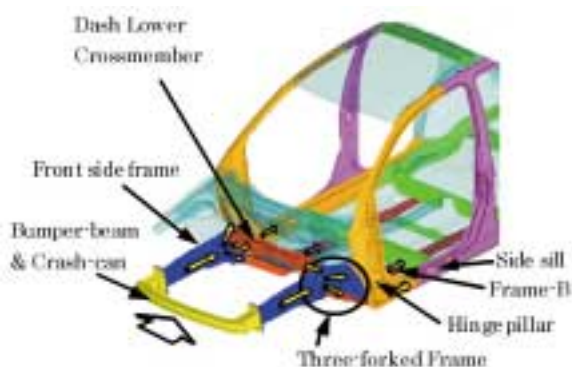


Fig.3 High Energy Absorption Body Structure for Front Impact

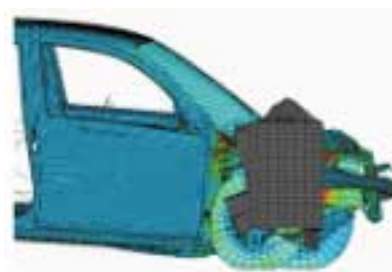


Fig.4 ODB Frontal Crash Analysis Model

## 2.2 側面衝突性能開発

側面衝突では、車体側面の衝撃部と乗員との限られたスペースで衝突エネルギーを吸収し、乗員の生存空間を確保する必要がある。そのためには、センターピラーの変形モードのコントロールや車体特性と内装特性の最適なバランス取りが求められる。新型デミオでは、これらを実現するために、FEM解析を中心に構造検討を行った。

Fig.5に示すように、従来のトリプルH構造を更に進化させ、変形の要となる部分の断面拡大や形状改善などの工夫を行った。センターピラーを中心に高張力鋼板を使用することで、トリプルH構造をより強固なものにしている。具体的には、センターピラーの中央部分の断面を十分確保しつつ、異なる板厚の高張力鋼板からなるテラードブランクによるレインフォースメントをピラー内部に挿入し強度バランスを最適化することで、ピラー下側が変形するような変形モードコントロールを行い、ピラー中央部への荷重集中を軽減する。これにより、乗員に近いピラーの変形を最小限にする。

またキャビンでは、No.2クロスメンバの高さをサイドシル上面に合わせ、ルーフビームの端部形状を工夫することで、センターピラーからの荷重をしっかりと受け止める構造とした。

内装系部品の特性に関しては、FEMモデルによる構造



Fig.5 High Energy Absorption Body Structure for Side Impact

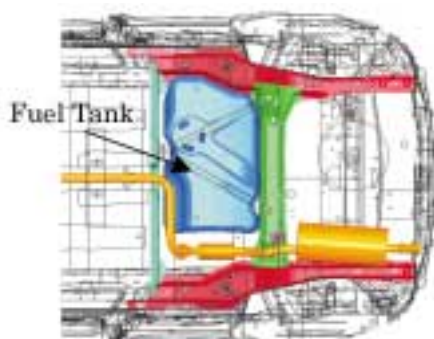


Fig.6 High Energy Absorption Body Structure for Rear Impact

解析と乗員傷害シミュレーションによる解析を繰り返し行うことで、最適な内装特性を採用した。

## 2.3 後面衝突性能開発

後面衝突では、乗員の生存空間の確保と燃料タンクの保護が必要である。そのためには、高い荷重でリヤサイドメンバを潰す必要がある。新型デミオでは、これらを実現するために、FEM解析を中心に構造検討を行った。

Fig.6に示すように、高い潰れ荷重耐性を実現するために、リヤサイドメンバの断面大型化を行うとともに、強度バランスを最適化することで、高い荷重でリヤサイドメンバ後部を変形させ、燃料タンク部分まで変形が及ばない構造とした。

更に燃料タンクに関しては、サイレンサとの干渉を防ぐために、タンク後方にサイレンサストッパを設定し、より確実にタンクを保護している。

## 3. 安全装備の開発

### 3.1 デュアルステージフロントエアバッグ

エアバッグ展開に起因する傷害事故がクローズアップされ、エアバッグの低圧化やバッグ形状の改良など、バッグ展開性能の改善に取り組んできた。エアバッグ展開時の傷害リスクを低減するために、前面衝突時の衝撃の大きさを検知するエアバッグセンサとシュラウドメンバ上部中央に置かれたクラッシュゾーンセンサ、およびエアバッグを展開させるための二段階構造のガス発生装置であるインフレーターを採用している。これらにより、衝突時の衝撃の大きさによってエアバッグが展開する強さを決定し、展開指令信号を出して乗員保護に最適な強さでエアバッグを作動させるデュアルステージエアバッグシステムを開発した。これにより、Fig.7に示すようにエアバッグの展開強さを二段階に制御することができる。新型デミオでは、この最新エアバッグシステムを採用することで、低い速度での衝突では高い速度での衝突時に比べて乗員に加わるエアバッグの衝撃を弱くすることを可能にし、低中速衝突時でのエアバッグ展開によって受ける乗員の傷害リスクの低減と、高速衝突の乗員保護性能向上との両立を実現した。

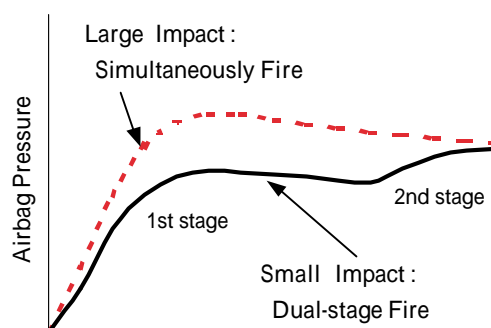


Fig.7 Effect of Dual-stage Inflator

3.2 シートベルト

シートベルトには、プリテンショナとロードリミッタが組み込まれている。プリテンショナは、衝突直後にシートベルトを瞬時に巻き取り、乗員の初期拘束性能を高める機構であり、エアバッグセンサからの作動指令信号を受けて作動する。ロードリミッタは、二段階に制御する可変ロードリミッタ機構を採用し、Fig.8のようにシートベルトに一定以上の力が加わらないようにすることで、乗員の胸部への衝撃力をより緩和している。これらは、前述のデュアルステージエアバッグとの併用により、前面衝突における乗員の保護機能を高めることができる。

3.3 カーテン・サイドエアバッグ

前述のエアバッグセンサは、センターピラーの根元に置かれたサイドエアバッグセンサとともに、側面衝突の大きさに応じ、衝撃を受けた側だけのカーテンエアバッグとサイドエアバッグへ展開指令信号を送り、作動させる。カーテンエアバッグは、車室内のルーフサイドレール上に取り付けられて、天井トリム内に収納されている。エアバッグセンサからの展開信号を受けると、天井トリムとウエザーストリップとの隙間からバッグが展開し、前後席乗員の頭部を保護する。更に前席シートバックの側面に内蔵されたサイドエアバッグは、カーテンエアバッグの展開信号と連

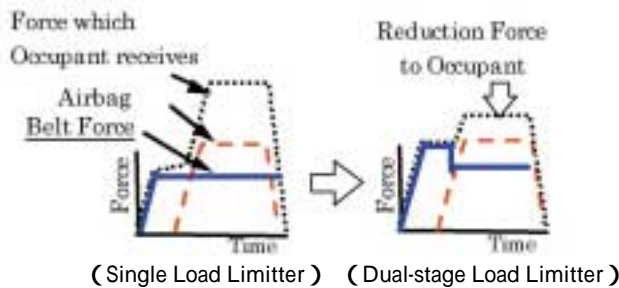


Fig.8 Effect of Belt with Dual-stage Load Limitter



Fig.9 Curtain Airbag and Side Airbag

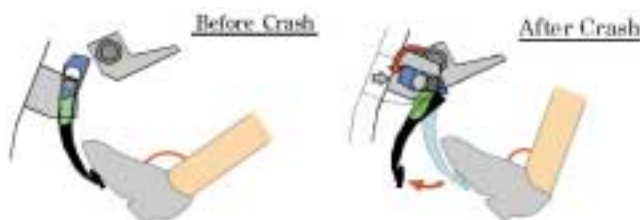


Fig.10 Crash Optimal Brake Pedal

動して、前席乗員の胸部を保護する。Fig.9にカーテンエアバッグとサイドエアバッグの展開状況を示す。

これら二つのエアバッグの採用により、側面衝突時に乗員が受ける傷害を大きく軽減することが可能となった。

3.4 後退抑制ブレーキペダル

運転席乗員の足元に衝撃が加わるほどの激しい前面衝突時に、ブレーキペダルの突き上げで発生し得る下脚傷害を最小限に抑えるために、Fig.10に示す後退抑制ブレーキペダルを新たに採用し、ペダル取付け部のキャビン内への突出に伴ってペダルをドライバーの足元から離すことで、傷害リスクの軽減を図った。

3.5 トップテザー付ISO-FIX対応チャイルドシート

後席左右席には、国際規格ISO-FIXに対応する固定用バーを採用し、ベルト固定式タイプに比べチャイルドシートを簡単確実に固定できるように配慮した。

更に、トップテザー固定用アンカ（Fig.11）を後席左右席のシートバック下部に採用し、トップテザーベルトを固定することで、衝突時のチャイルドシートの前方回転を抑制し、子供の頭部が前方に大きく移動するのを防いだ。この結果、フロントシートやピラーへの2次衝突による頭部傷害リスクを軽減することができた。

3.6 荷物侵入防止後部シート

前面衝突時に、トランクルーム内の荷物が客室に侵入することで後席乗員に危害を与えないように、後席シートに荷物侵入防止構造を採用した。



Fig.11 ISO-FIX Child Seat Top Tether Anchorage

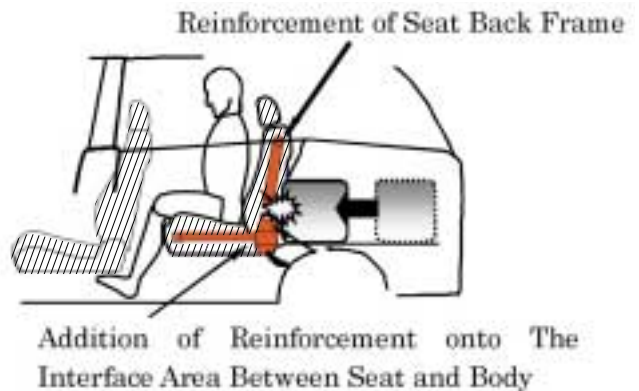


Fig.12 Protection Rear Seat

荷物が後部シートへ衝突する際のエネルギーを効率的に吸収するため、強固なシートバックフレーム、およびシートバックをしっかり支えるシートクッションフレームとボデーの取付構造を採用することで、欧州の法規制相当の高い安全性能確保を可能にした (Fig.12)。

3.7 ソフトインテリア

各ピラーやルーフサイド内部に、衝撃エネルギー吸収リブを内蔵する (Fig.13) ことで、米国の法規制相当の安全性を確保し、万一の事故時に乗員頭部が客室内の内装品へ2次的に衝突する場合の傷害を軽減した。

3.8 歩行者保護ボンネット、ワイパー

ボンネットとエンジン内部品との間に十分な空間を確保するとともに、ボンネットのインナーパネルをV字レイアウトにすることによりエネルギー吸収効率を高めた衝撃吸収ボンネットや、衝撃時に軸部がスライドすることにより衝撃を吸収するワイパーピボットを採用することで、万一の人身事故時における歩行者頭部の傷害リスクの低減を図った (Fig.14)。

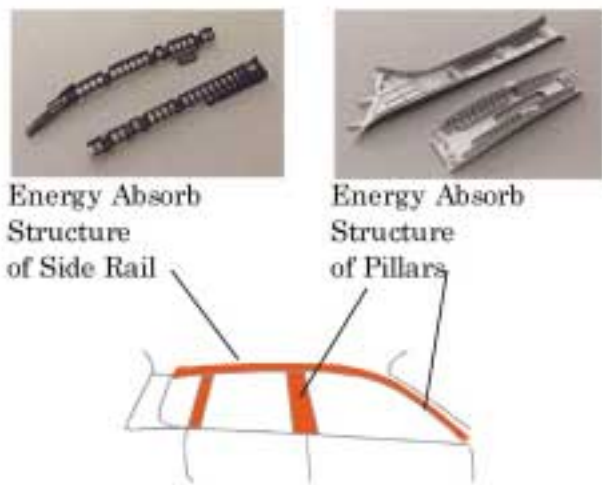


Fig.13 Energy Absorb Structure



Fig.14 Pedestrian Protection Structure

4. おわりに

本稿では、新型デミオの衝突安全性能の開発概略について紹介したが、マツダの取組みと、新型デミオの性能・品質の高さを感じ取って頂ければ幸いである。

最後に、これらの開発に多大な協力を頂いた多くの方々に、この紙面を借りて深く感謝の意を表す。

著者



柴崎宏武



曽我部洋



大塚正志



菊池荘吉