

特集：新型プレマシー

4

新型プレマシーの衝突安全性能 Passive Safety of New Premacy

河野 勝人*¹ 古谷 雅之*² 福谷 和也*³ 角 美智雄*⁴
 Katsuhito Kouno Masayuki Furutani Kazuya Fukutani Michio Kado
 曽我部 洋*⁵ 柴崎 宏武*⁶ 杉本 繁*⁷ 舟橋 良治*⁸
 Hiroshi Sogabe Hiromu Shibasaki Shigeru Sugimoto Ryoji Funahashi

要 約

新型プレマシーは、各国の衝突安全法規制をクリアするだけでなく、更に高いレベルの衝突安全性能を目指し、衝突安全アセスメント（New Car Assessment Program）で世界トップレベルの性能評価を得ることを目標に開発を行った。このため、まずマツダ独自の衝突安全ボデーMAGMA を効率的に進化させた。高剛性で強固なキャビンとエネルギー吸収率の高い骨格は、開発において、コンピュータ解析技術（CAE）を活用することで実現できた。その上で、安全装備においても、側面衝突時に前席から3列目シートまでの広いエリアで乗員傷害を抑制するカーテンエアバッグ、歩行者頭部保護対応ボンネットなど最新の技術・装備を織り込むことで、高い目標をクリアできた。

本稿では、これら新型プレマシーに織り込んだ衝突安全性能技術について説明する。

MAGMA：マツダの全方位衝撃吸収ボデー

Summary

New Premacy aimed at the global top-notch performance in the New Car Assessment Program, let alone meeting the safety regulation of each market. To this end, we effectively upgraded Mazda's crash safety body the so called "MAGMA ." The body increased its rigidity and improved its energy-absorbing performance making good use of CAE, a Mazda's virtual simulation technique. Besides, the incorporation of the latest safety technologies enabled to achieve challenging targets, such as Curtain-Air-Bag, Bonnet reducing pedestrians' head injury, etc. Curtain-Air-Bag covered a wide area to protect occupants from the side impact from the front seats to the third row of seats.

This paper explains our crash safety technologies incorporated into new Premacy.

MAGMA：Mazda Geometric Motion Absorption

1. はじめに

近年の衝突安全性能に対する市場の関心の高まりから、更なる安全性能の向上が求められている。そこで、マツダでは高次元の衝突安全技術の追求を行い、有限要素法（Finite Element Method、以下FEM）に基づくコンピュータシミュレーション（CAE）とユニットレベルの試作品を

組み合わせて、検証することで、世界トップレベルの安全な車の開発に取り組んでいる。

新型プレマシーは、万一の衝突事故発生時の乗員へのダメージを最小限に抑えるため、MAGMAを基本に進化させた新型プラットフォームを採用することで、世界トップレベルの衝突安全性能を目指した。安全装備では、側面衝突時に前席から3列目シートまでの広いエリアで乗員傷害リ

*1, 7 CAE部
CAE Dept.

*8 装備開発部
Interior Components Development Dept.

*2~6 衝突性能開発部
Crash Safety Development Dept.

スクを抑制するカーテンエアバッグを採用，その他にも，ISOFIX対応チャイルドシート固定用アンカレッジ，歩行者保護に対応したボンネットなど，さまざまな最新技術を取り入れ幅広い安全性能を実現した。

2. 全方位衝突安全性能開発

2.1 前面衝突性能開発

前面衝突では，前方からの衝突エネルギーをバンパとエンジンルーム部分で確実に吸収し，客室部への衝撃を車体全体に分散させることで，客室部の変形を抑えることが重要である。

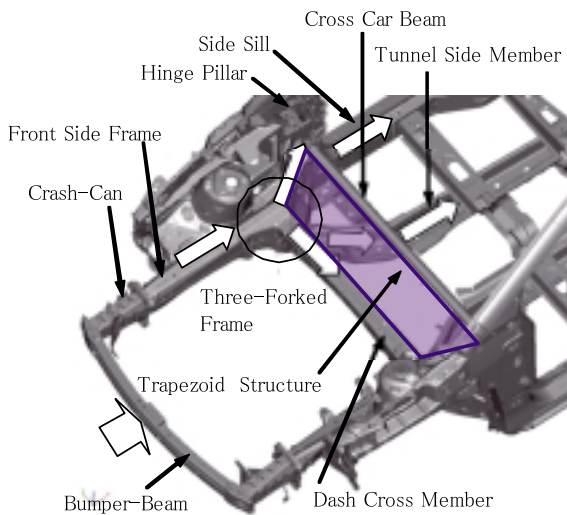


Fig.1 Body Structure for Frontal Impact & Energy Dispersion Body Structure

新型プレマシーの前部車体構造はアクセラの基本構造をベースに，CAEを活用し，車体耐力強化，並びに，軽量化を行った。Fig.1に新型プレマシーの前部車体構造を示す。車両最前端にあるバンパビームには閉断面構造，1,000MPa級の超高張力鋼板，クラッシュカンなどの構成部品には590MPa級の高張力鋼板を採用し，バンパ部でのエネルギー吸収性能を高めている。フロントサイドフレームは八角形のダブルハット型の大断面ストレート構造とし，440MPa級の高張力鋼板との組み合わせで，エネルギー吸収を効率よく行う構造としている。

客室部へ入力される衝撃エネルギーを分散させるため，フロントサイドフレーム後部は断面を保持したままダッシュパネルを貫通させ，ヒンジピラーとサイドシル部へ結合した。

Fig.1に示すように，フレームからの入力荷重は，①フレーム後部を通してヒンジピラーとサイドシル部，②左右のフレームを結合するダッシュクロスメンバ，③フロア下のトンネルサイドメンバ，の3方向に分散させる三叉構造とした。

そして，客室内にはフレームと同じ高さに左右のヒンジピラーを結合するクロスカービームを設定し，フレーム後

部，ダッシュクロスメンバ，クロスカービームで形成される台形骨格により，衝突時に発生するヒンジピラーの外開きを抑え，客室の変形を最小限に抑えている。これらの構造は，Fig.2に示すようなCAEにより最適化を行った。

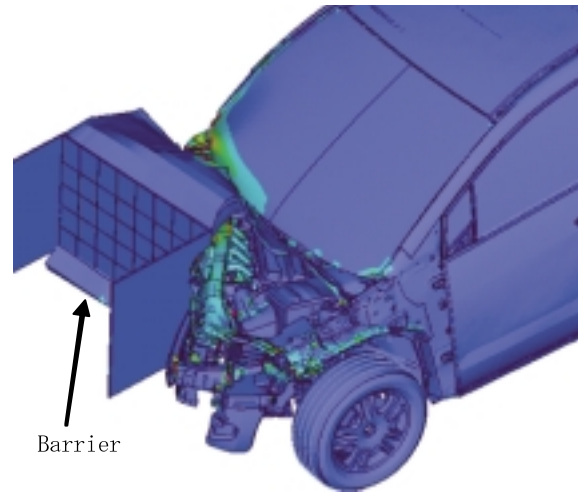


Fig.2 Frontal Impact Analysis Model

2.2 側面衝突性能開発

側面衝突性能は，車体システムと内装システムをコントロールすることにより成り立っている。従来より，高い側面衝突性能を実現させるため，車両全体性能目標を車体システム，内装システム性能目標へとカスケードした上で，部品レベルで育成を行い，最終的に，実車テストで性能を確認するといったプロセスをとっている。このプロセスにおいて，FEMを中心としたユニットCAEと実車試験をシミュレートしたフルカーCAE，および，試作品を用いたユニットテストを組み合わせることで，より効率的に側面衝突性能の開発を行った。その側面衝突性能を構成する4つの重要ポイントについて，以下に説明する。

(1) 高耐力ポデー

側面衝突は，ドアアウトから乗員までの小さなスペースでエネルギーを吸収しなければならない。そこで，側面衝突初期に，衝撃を受け止めるセンターピラーの耐力を上げることで衝突エネルギー吸収を増加させるように従来から採用してきたトリプルH構造を進化させた。具体的には，センターピラーの稜線をスムーズにすることで弱点部をなくした上で，590MPa級や780MPa級の高張力鋼板を採用することで，効率的に耐力を向上させた。また，高い耐力を持たせたセンターピラーをしっかりと支えるため，フロアには大断面の3本のクロスメンバ，ルーフには，大断面の補強材を設定した。この車体構造をFig.3に示す。この車体の育成には，Fig.4に示すようなユニットCAEを用い，車体各部の耐力のチューニングを行った上で，フルカーCAEにより更に詳細に検討することで，車体全体で最適な耐力バランスの実現と耐力強化に伴う重量の増加を抑制した。

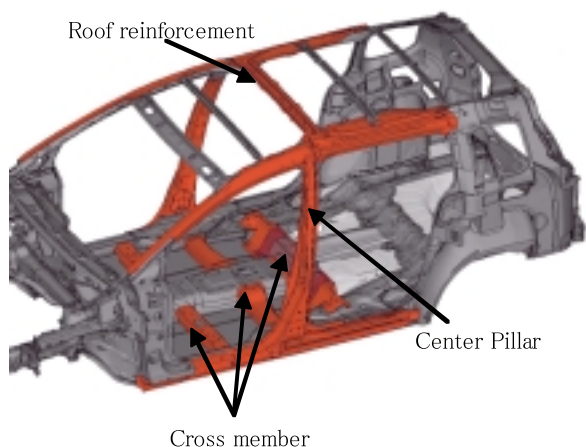


Fig.3 Triple H Body Structure for Side Impact

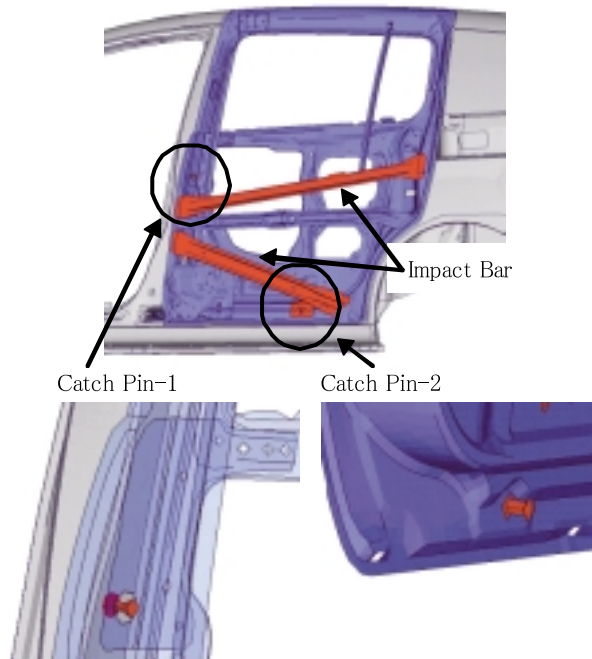


Fig.5 Rear Slide Door Structure for Side Impact

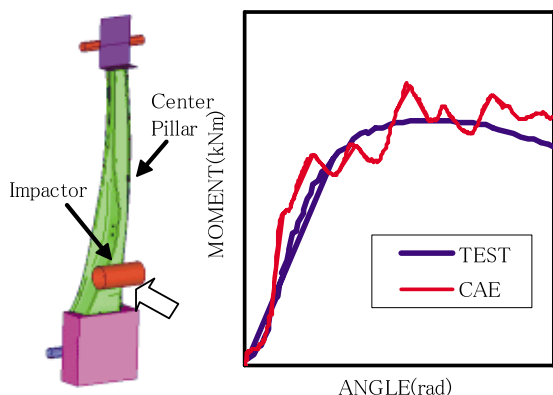


Fig.4 Body Strength Simulation Result

至るまで、構造の工夫を行うことで、展開速度を速めることができた。これにより、側面衝突時に乗員が受ける傷害リスクを大きく軽減することが可能となった。そのサイドエアバッグをFig.6に示す。

(2) 高耐カスライドドア

後席乗員を保護するためには、リアドアの室内への侵入を抑える必要がある。新型プレマシーは、後席への乗降性を高めるために、大型リヤスライドドアを採用した。大きな開口部のため、一般にドア侵入量が大きくなる傾向にある。そこで、目標とする衝突性能を実現するために、Fig.5に示すように、2つのキャッチャーピンを設定した。そして、更に、2本のサイドインパクトバーで衝撃をフロア部、センターピラー部に分散させることで効率的にドアに加わった衝撃を受け止め、ドア侵入量を低減した。

(3) サイドエアバッグ

側面衝突時、大人から子供までさまざまな体格の乗員の胸部、腹部を広範囲で保護するために、大型のサイドエアバッグを開発した。サイドエアバッグを大型化すると、従来のエアバッグと比較し、展開速度が遅れる懸念がある。この対応として、センターピラーの下部に置かれたサイドエアバッグセンサの取り付け方法や制御技術、バッグを展開するためのガス発生装置、最適なバッグの素材およびバッグの最適な量み方やシートへのエアバッグの収納方法に

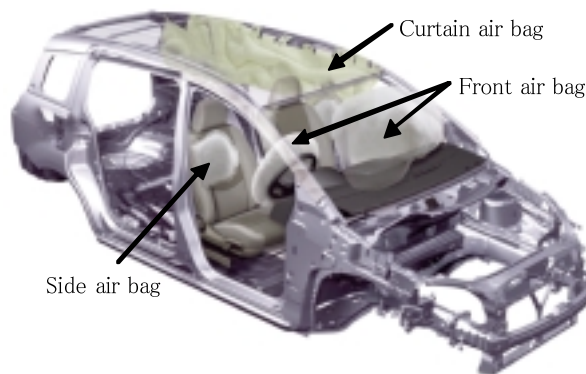


Fig.6 Side Air Bag for Side Impact

(4) 衝撃抑制アームレスト

側面衝突で、乗員を保護するためには、車体構造だけでなくドアトリムのような内装部品で衝撃エネルギーを吸収することも大変重要である。そこで、Fig.7に示すようなユニットテストとCAEを用いて、アームレストの潰れ荷重特性を最適化し、構造検討を行うことで、前席乗員の腹部への衝撃を抑制できる構造をアームレストに織り込んだ。そのアームレストをFig.8に示す。アームレストカバーとドアトリムにスリット、穴を設定することで、衝撃エネルギーを吸収できる構造を実現した。

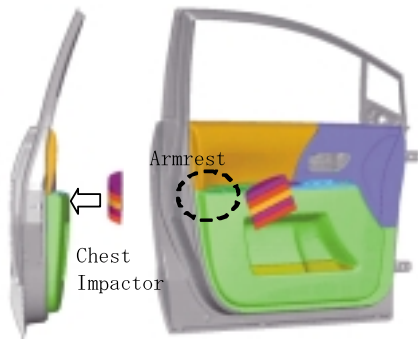


Fig.7 Door Impact Test

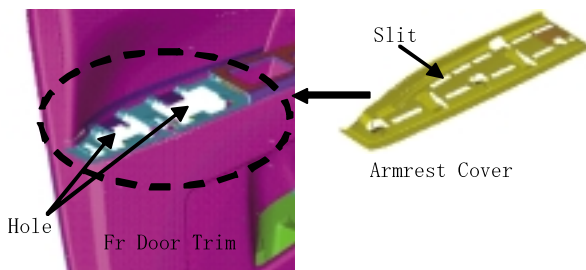


Fig.8 Armrest Structure for Side Impact

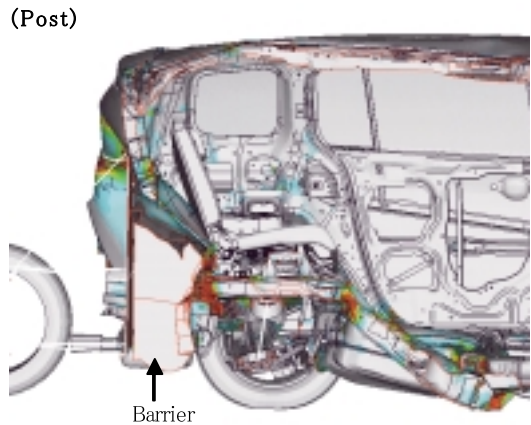
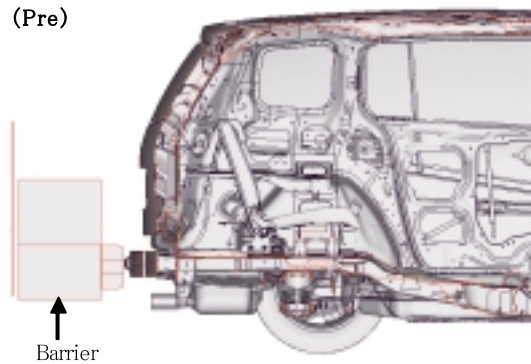


Fig.9 Body Structure for Rear Impact

2.3 後面衝突性能開発

後面衝突では、特に後席乗員の生存空間の確保と後輪車軸付近に配置された燃料タンクの保護が重要である。そのためには、高い荷重でリヤサイドフレームを潰すことで衝撃エネルギーを吸収し、燃料タンクが配置されている位置から前方はエネルギーを効率的に分散させる構造を採用した。リヤサイドフレームは590MPa級の高張力鋼板で、2種類の板厚の異なる鋼板を組み合わせたテーラードブランク材を使用した。また、フレーム断面の大型化とストレート化を行い、燃料タンクが配置されている部分は、衝突時の変形を抑えるために、前後左右を高強度のメンバで囲む構造とした。これらにより、日本の法規である50km/h後面衝突での燃料系の保護はもちろん、マツダが独自に定めたより厳しい180km/hのオフセット後面衝突でも、Fig.9に示すように3列目旅客室の変形を抑制しながら、衝突時の衝撃を吸収できる高い後面衝突安全性能を実現した。

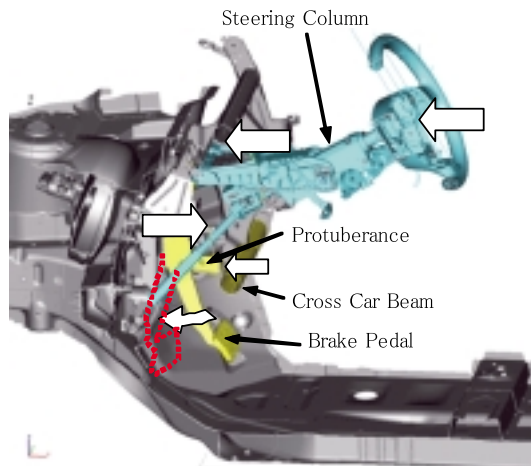


Fig.10 Brake Pedal & Steering Column Mechanism

3. 安全装備

(1) ブレーキペダル後退抑制機構

前面衝突時に、ダッシュパネルとともにブレーキペダルが乗員側に後退することで生じる下肢傷害低減のため、Fig.10に示すようにブレーキペダルアームから突出させた構造物をクロスカービームで支えることで、ダッシュパネル後退時のブレーキペダル後退を抑制している。

(2) ステアリング水平移動機構

前面衝突時に、乗員の前方移動によるステアリング干渉で生じる傷害低減のため、Fig.10に示すようにステアリングを車両前方へ水平移動させ、乗員の頭部や胸部への傷害を低減させた。

(3) カーテンエアバッグ

ルーフマウントカーテンエアバッグとシートマウントサイドエアバッグは、センターピラー下部の外板内側面に配置されたエアバッグセンサから展開指令信号を受け、作動する。新型プレマシーは3列目のシートを装備しており、全席の乗員の頭部を保護するには、拡大したエアバッグが必要となる。バッグの拡大で展開遅れが起きないように、エアバッグ気室形状と膨張ガス流入技術の開発を行い、バッグの大型化と展開速さを両立させ、側面衝突時に、前席から最後列シート全ての乗員の頭部エリアを保護できるようにした。更に、前席シートバックに内蔵されたサイドエアバッグが、カーテンエアバッグの展開信号と連動して展開し、前席乗員の胸部も保護している。Fig.6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2つのエアバッグにより、側面衝突時に乗員が受ける傷害を大幅に軽減できた。

(4) ISOFIX対応チャイルドシート固定用アンカレッジ

後席2列目の左右席には、Fig.11に示すISOFIX対応チャイルドシート固定用アンカレッジとトップテザーアンカレッジを採用した。ISOFIX対応チャイルドシート固定用アンカレッジは、チャイルドシートを簡便かつ確実に取り付けることが可能となり、チャイルドシートの効果を最大限に引き出すことができる。また、同時にトップテザーの使用により衝突時のチャイルドシートの前方回転を抑制することで、子供頭部のフロントシートやピラーへの二次衝突による傷害を軽減する構造としている。



Fig.11 ISOFIX Child Seat

(5) 荷物侵入防止後部シート

前面衝突時に、荷物が客室に侵入することで発生する乗員への傷害低減のためFig.12に示すように、後席2列目シートに荷物侵入防止構造を採用した。荷物が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、シートバックフレームを強固にするとともに、シートバックフレームをしっかりと支えるため、シートバックリクライニング、リクライニングブラケット、ポデー取り付け部、およびポデー

を強化した。これらの構造を採用することで、欧州法規制にも対応できる高い安全性を確保した。

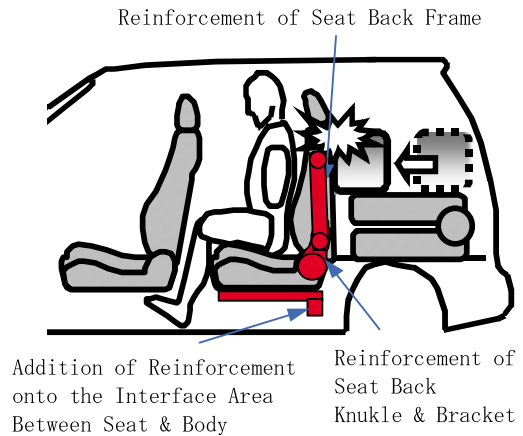


Fig.12 Cargo Retention

(6) 歩行者保護

万一の対人事故の際、歩行者の頭部がボンネットに衝突して生じる傷害を低減するため、Fig.13に示すようにボンネットとエンジンなどの間に十分な空間を確保したことに加え、カウルクロスメンバを薄板化し、傾斜させることで衝撃吸収効率を高めている。

また、車両下部への脚部の潜り込みを抑制するため、フロントバンパ下部の剛性の最適化を行った。

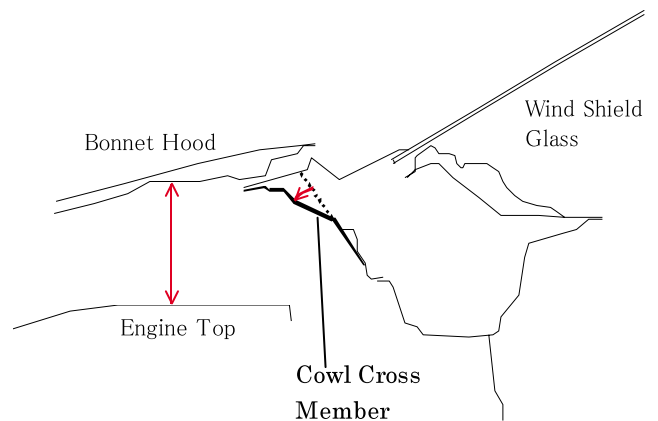


Fig.13 Cross Section of Cowl Cross Member

(7) ソフトインテリア

衝突の際に乗員の頭部が二次的に内装部品に当たって受ける傷害を緩和するため、Fig.14に示すように客室の各ピラーとルーフサイドのトリム内に衝撃吸収リップを設定している。

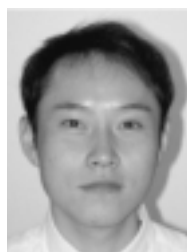


Fig.14 Energy Absorb Structure of Pillars

4. おわりに

本稿では、新型プレマシーの衝突安全性能の開発概略について紹介した。スタイリングや環境性能など車に求められるニーズが更に多様化する中、衝突安全性能に対する市場のニーズにも十分に応えられるよう、新型プレマシーの成果を基に、高い性能目標を掲げ、更なる技術開発を今後進めていく。

著者



河野勝人



古谷雅之



福谷和也



角美智雄



曾我部洋



柴崎宏武



杉本 繁



舟橋良治