

特集：RX-8

13

RX-8の衝突安全性能 Passive Safety of RX-8

横山 英樹*1

Hideki Yokoyama

梶村 勇一*3 神本 一朗*4

Yuichi Sugimura

Ichiro Kamimoto

竹下 弘明*5 胡木 隆*6 田中 祐充*7 平田 基晴*8

Hiroaki Takeshita

Takashi Ebisugi

Masamitsu Tanaka

Motoharu Hirata

要約

RX-8の最も大きな特徴は、センターピラーレス、フリースタイルドアの採用である。この独自のスタイルと高い衝突安全性能を実現させるために新たな技術を織り込み開発した。

側面衝突時の衝撃をボデー全体に分散させ客室の変形を抑制するために、ビルトインピラーと呼ぶセンターピラーに代わる構造をリアドア内に設定した。さらに、キャッチャーピンの採用やボデー構造の強化によって通常の4ドアセダンに勝る側面衝突性能を実現した。

前面衝突については、大径タイヤの採用やショートオーバーハング化のため、同クラスの他車と比べクラッシュヤブルスペースが小さいが、エネルギー吸収特性の高いフロントサイドメンバや衝撃分散構造を採用することによってクラストップレベルの前面衝突性能を実現した。

後面衝突においては、リアサイドメンバのエネルギー吸収特性を高め、国内基準より厳しい180km/hオフセット後面衝突にも対応できる構造とした。さらに、歩行者頭部保護対応ボンネットの採用など安全装備についても充実させた。

Summary

The biggest feature of RX-8 is an adoption of Center-Pillar-less and Freestyle Door. Newly developed technologies were employed to realize original styling and high safety performance against crash.

A structural material called "Built-in Pillar" was provided in a rear door in place of a center pillar. In addition, catcher-pins and high-strength body structure were also introduced. As a result, RX-8 achieved superior side impact performance to other conventional sedans.

The crushable length of RX-8 in frontal impact is shorter than that of the other vehicles in the same class because RX-8 employs short overhang layout and large diameter. Nevertheless, it has achieved class-leading frontal impact performance by adopting the front side members with high-energy absorption characteristics and energy-dispersing structure.

For the rear impact, RX-8, having a high-energy absorbing rear side member, satisfies the offset rear impact at 80km/h which is much severer than domestic standards. Furthermore, RX-8 boasts enhanced safety equipment such as pedestrian head protection hood.

* 1 ~ 5 衝突性能開発部
Crash Safety Development Dept.

* 6 , 7 CAE部
CAE Dept.

* 8 装備開発部
Interior Components Development Dept.

1. はじめに

RX-8は大人4人が十分に乘れる機能性と居住性を備えた革新のスポーツカーである。それにふさわしい高いレベルの衝突安全性能を実現することを目指した。RX-8の独自のスタイリングと高度な衝突安全性能を両立するためには多くの課題があり、新たな技術が要求された。他の車と最も大きく異なるのは、ボデー側面を大きく開いたセンターピラーレスのフリースタイルドアの採用である。通常のセンターピラーがある車に劣らない側面衝突性能の実現は重要な課題であった。また、フロントおよびリアのショートオーバーハング化、あるいは大径タイヤの採用といったスポーツカーのスタイリングと前・後面衝突性能の両立も必要であった。本文においては、スポーツカーとしてのデザインや機能と高いレベルの衝突安全性能をどのようにして両立させたか、要点を述べ構造的な特徴を紹介する。

2. 側面衝突性能

衝突時の乗員の安全性を高めるためには、乗員に加わる衝撃の低減と衝突後の客室空間の確保が必要である。前面衝突と比べて、衝突の衝撃を吸収できるスペースが非常に小さい側面衝突では、衝撃を車体全体に分散して衝撃エネルギーを吸収する必要がある。従来よりマツダではボデーにトリプルH構造を採用し、限られたスペースで衝撃エネルギーを吸収し、高い安全性を達成するよう取り組んできた。RX-8では、このトリプルH構造の考えをさらに発展させセンターピラーレスで対応する工夫を各部に折りこんだ。

ドアまわりの構造をFig.1に示す。リアドア内のセンターピラーに相当する部分に強度部材を設定し、ビルトインピラー構造とした。この強度部材はアルミ製のレインフォースとFig.2に示す縦置きに配置された高張力鋼インパクトバーとで構成されている。衝突時のエネルギーを連続的に車体へ伝達させるため、このインパクトバーと上下のドアラッチを補強部材で結合した。ドアラッチは衝突時の大荷重を伝達するために従来約2倍の強度とした。また、前後のドアビームは効率良く荷重を分散し伝達させるため、このビルトインピラーとボデーにラップさせるレイアウトとした。

さらに、ドアに加わる衝撃をより確実にボデーの下側へ分散させるために、ドア下部にはFig.3に示すキャッチャーピンを設定した。キャッチャーピンはリアドアへ2ヶ所、フロントドアに1ヶ所設定した。

Fig.4にボデー構造を示す。ボデー側は、ドアに加わった側突時の衝撃を効果的に受け止める構造とした。車体側面の大開口部には十分な断面を確保するとともに環状型レインフォースと呼ぶ補強部材を配した。ボデー上部にはルーフレインフォースを設定し、ボデー下部には2本のクロスマンバを配した。これらは先行開発段階からFEM解析

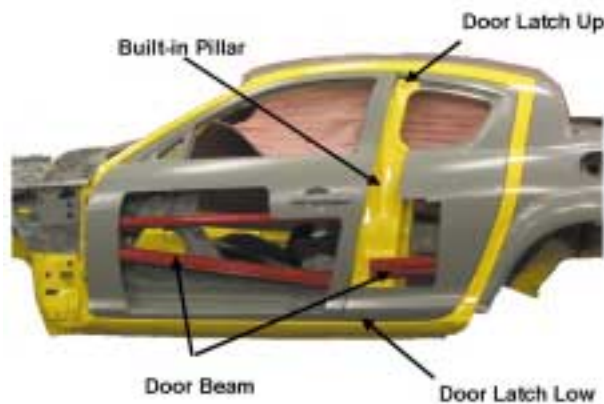


Fig.1 Door Structure



Fig.2 High-tensile-steel Pipe Reinforcement



Fig.3 Catcher Pins

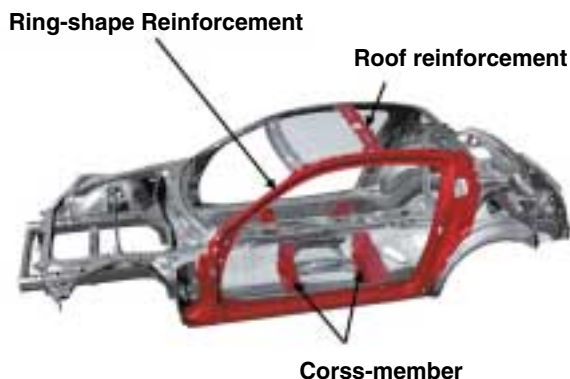


Fig.4 Body Structure for Side Impact

および解析精度向上のためのユニットテストを実施し構造検討を行った。

以上のような構造を用いることによって、側面衝突時の客室変形の低減を実現した。RX-8とセダンタイプ他車の55km/h側面衝突時のドア侵入量比較結果をFig.5に示す。社内試験ながら、RX-8がセンターピラーを持つ他車に比べ低く抑えられていることがわかる。

ドアトリムなど内装部品の特性に関しては、FEMモデルによる構造解析やMADYMOを使った乗員傷害値解析に加え、今回新たに実車衝突現象を台上で再現するクラッシュ

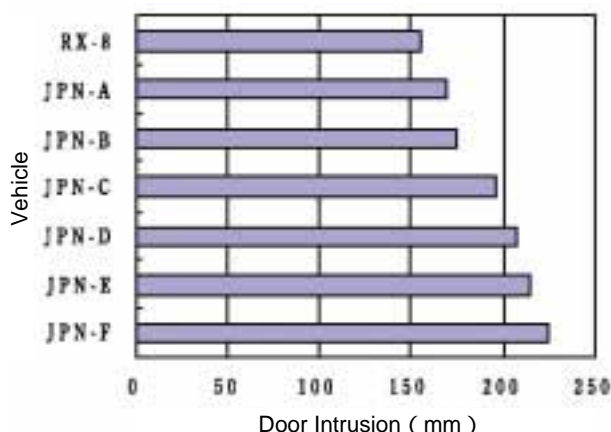


Fig.5 Door Intrusion at 55km/h Side Impact Test



Fig.6 Crash Simulator



Fig.7 Side Airbag and Curtain Airbag

シミュレータ (Fig.6) を使ったユニットテストを行い、内装特性を最適化した。また、乗員の頭部を保護するカーテンエアバッグと胸部を保護するサイドエアバッグも設定し、さらに安全性を高めている (Fig.7)。

これらの車体構造と安全装備により、社内評価結果では各国の市場安全性評価でトップクラスに入る側突性能を実現した。

3. 前面衝突性能

前面衝突時に乗員の安全性を高めるためには、客室部の変形は抑制しつつ、車体前部を効率よく変形させて衝突エネルギーを吸収する必要がある。RX-8は大径18インチタイヤの採用やショートオーバーハングスタイルにより、同クラス他車と比較すると、衝突エネルギーを吸収するクラッシュャブルスペースが小さい。このコンパクトなボデーの中で、CAEやユニットテストの活用により各部の構造を最適化し、フルラップ衝突とオフセット衝突を両立させた。

まず、車体特性の考え方について述べる。Fig.8に56km/hフルラップ衝突および64km/hオフセット衝突における車両の潰れ特性を同重量クラスの従来車種と比較したものを示す。フルラップ衝突では、短いクラッシュャブルスペースで効率よく衝突エネルギーを吸収し、またプリテンション付きシートベルトなどの乗員拘束装置の効果を上げるために、衝突初期段階での減速度を高く設定した。更に、衝突後半は減速度を一定以下に抑えることで乗員傷害値を低減させている。オフセット衝突では、足首の傷害値低減や乗員の生存空間確保のため、上述のフルラップ衝突での減速度向上策に加え、ダッシュ周りの強度向上を図り、客室部の変形を抑制している。上記の車体特性を満足させるための詳細構造を、CAE解析を使って具体化した。

Fig.9にRX-8の前部車体構造を示す。衝突初期のエネルギー吸収量を向上させるため、クラッシュカンおよびフロントサイドメンバに八角形断面を採用した。ダッシュ周りについてはサイドメンバからの高い入力荷重を効率よく分散して受け止めるため、三つ又構造とし、トルクボックスの捻り強度を高めた。

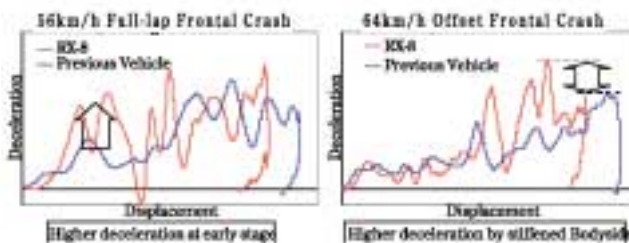


Fig.8 Deformation Characteristics for Frontal Crash

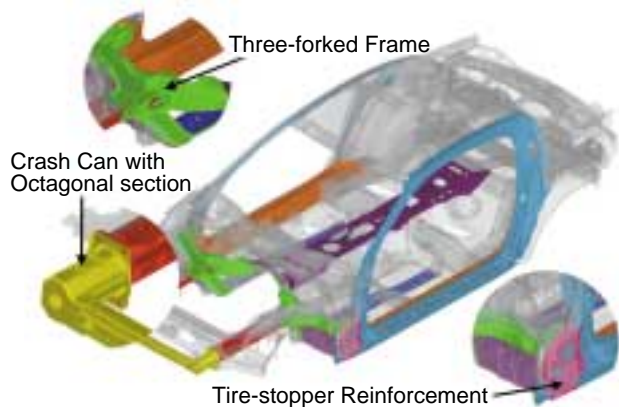


Fig.9 Body Shell Structure for Frontal Crash

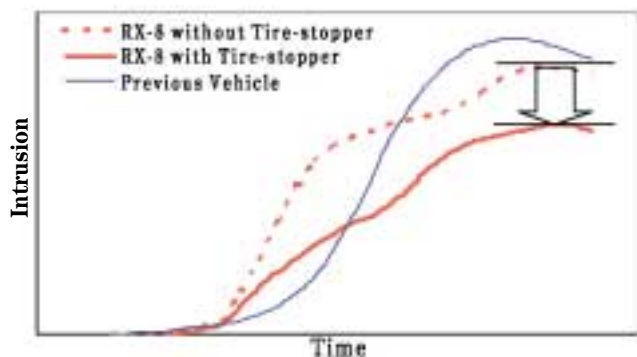
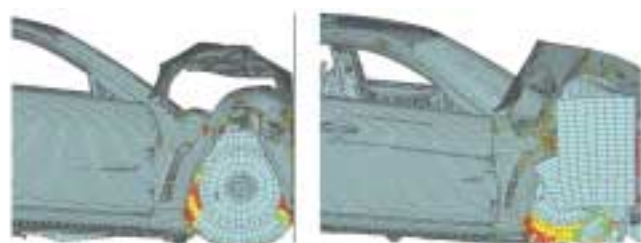


Fig.10 Tire Stopper Effect on Dash-panel Intrusion at 64km/h Offset Frontal Crash



Fig.11 Dual Stage Frontal Airbags



Full-lap Frontal Crash Offset Frontal Crash

Fig.12 Frontal Crash Body Deformation

客室部については、フリースタイルドアの開口部にテールロードブランクを用いたキャブサイドパネルを配し、板厚の最適化で効率的に強度を高めている。これらを軽量で実現するため、400MPa級から590MPa級の高張力鋼板を採用している。

また、前述のとおりRX-8では大径タイヤの採用により、従来車種にくらべてタイヤ前後の潰れスペースが小さいため、客室部の変形量が増大する懸念があった。これに対応するため、ヒンジピラ前側にタイヤストップレインフォースを設定し、タイヤからの入力をサイドシルへ分散させダッシュ面の室内側侵入量を抑制した。Fig.10にタイヤストップの効果を示す。タイヤストップの設定により、侵入量が抑えられていることがわかる。

RX-8の運転席と助手席のフロントエアバッグには、前面衝突時の衝撃の大きさによってエアバッグの展開強さを2段階に制御して、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を採用している (Fig.11)。また、シートベルトには、プリテンションとロードリミッターも組み込まれており、前述のエアバッグと併せて、前面衝突における乗員の傷害を低減する役割を担っている。さらに、後退防止ブレーキペダルの装備により、前面衝突時のブレーキペダルの後退を抑え、乗員脚部の傷害を低減している。

Fig.12にフルラップおよびオフセット衝突時の変形状態のCAE結果を示す。これらの車体構造と安全装備により、側面衝突性能と同様に社内評価結果で各国の市場安全性評価でもトップクラスの安全性能を実現した。

4. 後面衝突性能

近年、後面衝突においてもより高い安全性が求められている。RX-8では、短いリアオーバーハングの中で、高い衝突性能を実現するために、トランクルームをしっかりと潰して衝突の衝撃を吸収させるクラッシュアブルゾーンとし、燃料タンクがレイアウトされている部分からは変形しにくい構造とした。

Fig.13に後面衝突対応ボデー構造を示す。リアサイドメンバは軸方向に潰れ、短いストロークで衝撃を効率的に吸収できる大型断面のストレート形状とした。さらに、変形時に高い荷重を維持しやすい高張力鋼板を採用することによって、リアサイドメンバの強度を従来車に比べ、約1.7倍に高めた。また、燃料タンクがレイアウトされている部分は、後面衝突時の変形を抑えるため、強化したリアサイドメンバとバックボーンフレーム、クロス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後面衝突はもとより、より厳しい80km/hのオフセット後面衝突でも燃料系を保護し、客室変形を低減する構造を実現した。

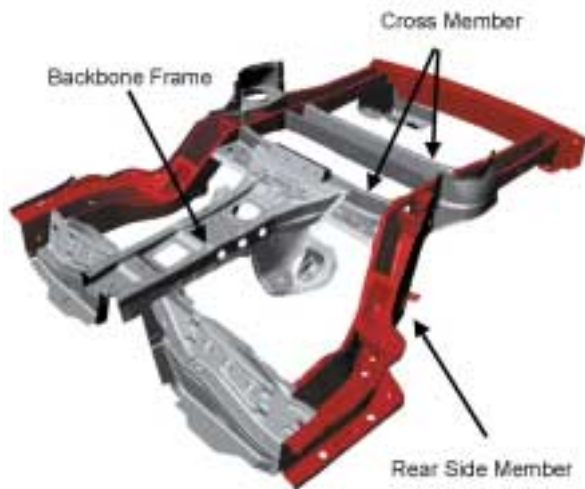


Fig.13 Rear Body Structure



Fig.14 Pedestrian Head Protection Hood

5. 安全装備

RX-8はスポーツカーでありながら、セダン並みの充実した安全装備を備えた。既述のデュアルステージフロントエアバッグ、プリテンション付きロードリミッタシートベルト、後退低減ブレーキペダルに加え、歩行者やチャイルドシート使用時の子供の安全性にも配慮した。

Fig.14に歩行者頭部保護ボンネットを示す。これは、先行段階からFEA解析を駆使し、アルミ製ボンネットのインナーパネルのくぼみ形状を最適化し、アルミの板厚を下げながら軽量化をはかり、より高いエネルギー吸収効率を確保した。これにより、従来のアルミ製ボンネットに比べ、約10%の軽量化を実現し、万一の際に歩行者が受ける頭部への衝撃を大幅に緩和させることができた。

後席左右にはトップテザーアンカー付きISO-FIX対応チャイルドシート固定機構を設定した。この機構により、チャイルドシートを確実に簡単に取りつけることができると

同時にトップテザーを使うことによって、万一の衝突の際にチャイルドシートが前方に回転することを防ぐことができる。

さらに、客室の各ビラーとルーフサイドトリム内には、衝撃吸収リップを設定し、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衝撃を緩和する構造としている。

6. おわりに

本稿ではRX-8の衝突安全性能の概略について紹介した。車に個性が求められ、スタイリングが多様化する中、安全性に対する市場のニーズにも十分応えられるように、より高い目標を掲げ更なる技術開発を進めていきたい。

著者



相村 勇一



神本 一朗



竹下 弘明



胡木 隆



田中 祐充



平田 基晴