

特集：CX-9

12

CX-9の衝突安全ボデー構造 CX-9 Crash Safety Body Structure

信本 昇二^{*1} 福谷 和也^{*2}

Shoji Nobumoto

Kazuya Fukutani

福田 貴生^{*4}

Takao Fukuda

要 約

衝突安全性能は車両の基本性能のひとつであり、車を開発する上で重要な要素となっている。衝突安全性能の基本は衝突エネルギーを客室外で吸収し、客室をしっかりと保護することにある。衝突エネルギーは車両質量に比例するため、車両質量の重い車ほど補強を必要とするが、一方で動力性能や燃費の改善などから車両の軽量化への取り組みは重要であり、高い安全性能と軽量化の両立を図ることが車両開発の大きな課題となっている。

本稿では優れたエネルギー吸収構造とすることで、空車質量で2,000kgを超える乗用車派生としてはマツダで最も重いCX-9に対応させた衝突安全ボデー構造を紹介する。

Summary

Crash Safety is one of an essential element of a vehicle performance and one of an important factor of a platform development. The basic of crash safety is to absorb the impact energy by a structure so that the cabin is protected. The impact energy is in proportion to the vehicle weight so that the measure depends on the vehicle curb weight. However, vehicle weight reduction is important for drivability or fuel efficiency so that compatibility between crash safety performance and weight reduction is an important theme of a platform development.

This paper will introduce that the crash safety body structure to applied CX-9 which is over 2,000kg curb weight and heaviest in Mazda passenger car by having superior energy absorption structure.

1. はじめに

近年の衝突安全性に対する市場の関心の高まりにより、更なる安全性能の向上が求められている。そのため、マツダでは法規だけでなく独自の高い衝突安全性能の基準を設け、より安全な車づくりに取り組んでいる。

高い衝突安全性能を達成するためには客室外で衝突エネルギーを吸収しつつ、客室はしっかりと保護することが基本である。

衝突エネルギーは車両の質量に比例するため、車両質量の大きい車ほど吸収すべきエネルギー量が多くなり、客室の強度もより強くする必要がある。このためには、車体の各部を補強する必要がある。一方で補強による車体の質量増加

は動力性能や燃費の悪化を招くことになるため、補強による質量増加を抑制し衝突安全性能と軽量化を両立させることが重要である。また、車両質量が重く、車高の高いSUVと比較的小さい乗用車が衝突した場合、SUVが乗用車に乗り上げるいわゆるオーバーライドにより乗用車への加害性が高くなるといわれている。このため、自車の安全性だけでなく相手車の安全性も両立させるコンパチビリティとして相手車への加害性低減への取り組みが重要となっている。

本稿では、高い衝突安全性能と軽量化を両立させたCX-9の衝突安全ボデーを、代表的な衝突形態である前面衝突、側面衝突、後面衝突について紹介する。

*1~4 衝突性能開発部
Crash Safety Development Dept.

2. 前面衝突性能開発

前面衝突の基本的な考え方は、前方からの衝撃に対し、エンジンルームをしっかりとつぶすことで衝突エネルギーを吸収し、強固な客室で乗員の生存空間を確保することである。

また、コンパチビリティにおける加害性低減の基本的な考え方は、車両前部の部材の配置により強度を均一に近づけ、荷重を分散させることで、オーバーライドや局所的な侵入を防止することである。

以下にCX-9での具体構造化の取り組みを述べる。

エンジンルームにおいては、衝突安全性能と軽量化の両立のために、バンパビーム、フロントサイドフレームなどの各部材の断面を大きく取り、高張力鋼板をテールブランクでつなぐなど個々の部材のエネルギー吸収効率を高めた。更に、サスペンションの部品であるペリメータフレームを衝突エネルギー吸収部材として活用した。特に、CX-9では2,000kgを超える車両質量に対応するために、Fig.1に示すように、ペリメータフレームの前端部にエクステンションを追加し、エネルギー吸収を高めた。これらのペリメータフレームとエクステンションは、車両前部の強度を均一に近づけ、オーバーライドの防止にも役立っている。Fig.2にコンパチビリティのCAE結果を示す。SUVのペリメータフレームと小型車のフロントサイドフレームの高さが一致

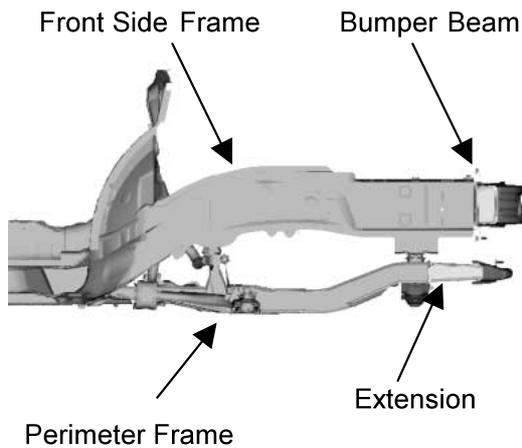


Fig.1 Front Structure with Perimeter Frame Extension

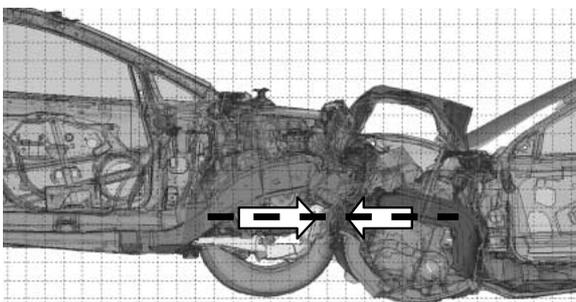


Fig.2 CAE Analysis on Compatibility

しており、オーバーライドを防止している。

客室を強固にするために、フロントサイドフレームからストレートに伸びたフロア下のフレームB、サイドシルやトンネルサイドメンバの断面を大きく取り、高張力鋼板を多用した。更に、Fig.3に示すように、フロントサイドフレームをキックアップ部分でペリメータフレームと上下で結合し、前方からの入力に対し後ろ上方へ変形するフロントサイドフレームと下方に変形するペリメータフレームが引き合う構造とすることで、キックアップ部分の強度を向上させた。この結合により、補強質量増加を抑制し、トーボードの後退量を半減させる強固な客室を実現した。この結合効果を検証したCAE解析結果をFig.4に示す。

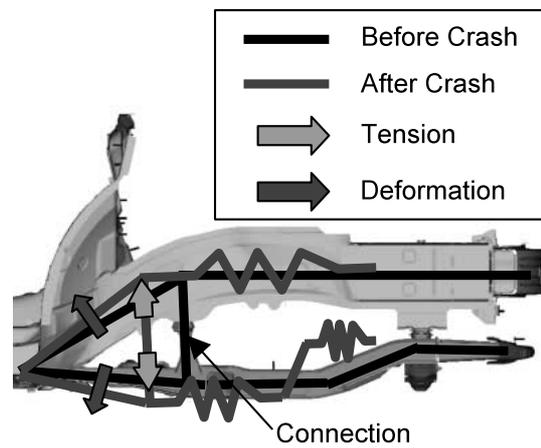


Fig.3 Effect of The Connection

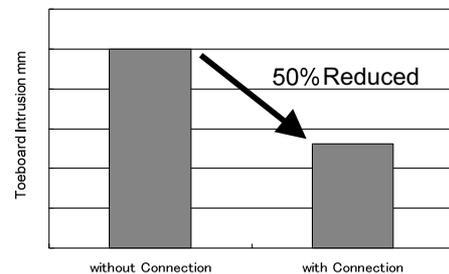
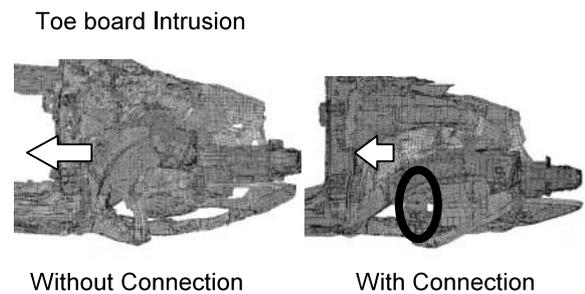


Fig.4 CAE Analysis Result

3. 側面衝突

側面衝突においては、一般的な乗用車との側面衝突以外にも、近年市場で問題となっている車高の高いSUVのような大きな車両による側面衝突時の、生存空間の確保と乗員への傷害リスク低減のために、車体の側面強度を従来車よりも大幅に高めている。具体的には、Fig.5に示すようにサイドドア内のインパクトバーを車体にオーバーラップするように配置することで、側面からの衝撃エネルギーを車体下部へ効率よく吸収、分散させている。また、車体フロア下側には、Fig.6に示すような車幅方向に梯子状に3本のストレートで大断面をもったクロスメンバを配置し、側面からの衝撃荷重の入力に対して、左右方向で強固に支え、客室の変形を最小限に抑える構造を実現した。車体側面のセンターピラーについても、大断面化と合わせ、補強部材として超高張力鋼板を採用することによって、重量増加を抑えながらも車体強度を従来車比で約30%高めている。これらの配慮により、NHTSA（米高速道路交通安全局）やIIHS（米保険協会）が実施する側面衝突安全アセスメント相当の社内評価において、最高レベルの側面衝突安全性能を実現している。

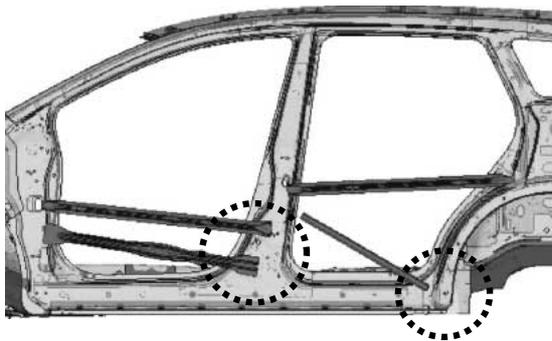


Fig.5 Layout of Side-Impact-Bar

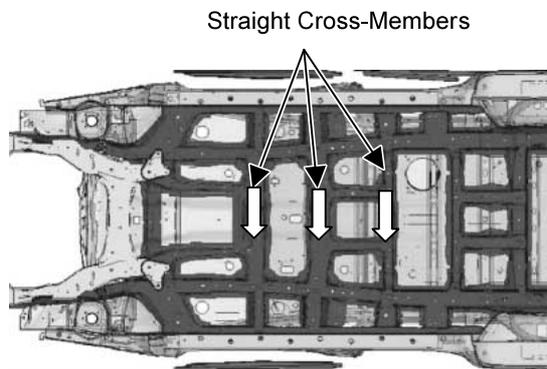


Fig.6 Cross Member of Under Floor

4. 後面衝突

後面衝突においては、追突事故発生時に、燃料タンクやパイプ破損による車両火災を防止し、後席乗員の生存空間を確保することが重要である。そのため、高い荷重でリヤサイドメンバを潰すことで衝撃エネルギーを吸収し、クロスメンバでエネルギーを効率的に分散させて燃料タンクを保護する構造とした。具体的には、Fig.7, 8のように、衝突時の衝撃エネルギーを効率的に吸収、分散させるために、リヤサイドメンバを軸方向に短いストローク、かつ高い荷重で潰す大断面構造とするとともに、エネルギーを前方へ分散できるように、ストレートメンバ構造とした。更に、リヤサイドメンバに高張力鋼板を採用することで、車体強度を従来車の約1.7倍に高めている。また、燃料タンクが配置されている部分は、車体の変形を抑制するために、リヤサイドメンバとクロスメンバで囲む強固な構造としている。こ

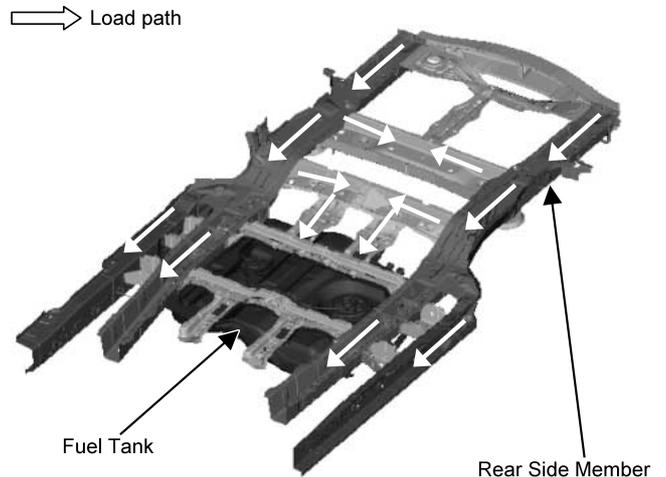


Fig.7 Rear Body Structure

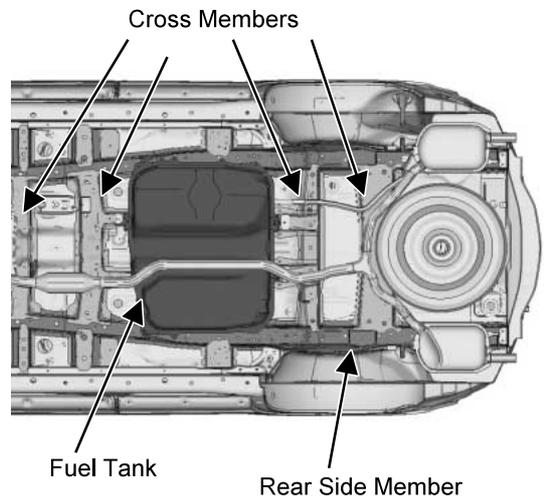


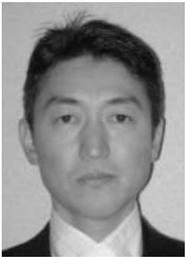
Fig.8 Under Body Structure

れらにより、世界で最も厳しい、米国80km/hオフセット後面衝突でも、客室の変形を抑制する高い後面衝突安全性能を実現した。

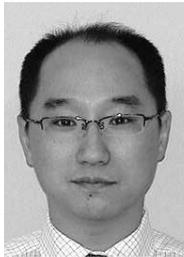
5. おわりに

今後も衝突安全性能を更に高め、なおかつ車両を軽量化していくことはますます重要になってくる。新しい材料やCAEを駆使し、更なる性能向上に取り組んでいきたい。

著者



信本昇二



福谷和也



福田貴生