

論文・解説

28

マツダ・プリクラッシュ・セーフティ・システムの開発

Development of Mazda Pre-Crash Safety System

西鍛治 聡*1 福島正信*2 山本康典*3
Satoshi Nishikaji Masanobu Fukushima Yasunori Yamamoto

要約

ここ数年間、衝突事故による死亡者数が減少してきているが、負傷事故発生件数は増加傾向である。この状況を打破するため、今までのアクティブ・セーフティ技術とパッシブ・セーフティ技術の概念を超えるプリクラッシュ・セーフティ技術の開発を各自動車メーカーが推進している。マツダでは今回の新型MPVにマツダ初となるこのプリクラッシュ技術を織り込んだマツダ・プリクラッシュ・セーフティ・システムを搭載した。マツダ・プリクラッシュ・セーフティ・システムは、衝突事故を予測して警報やブレーキ制御を行うプリクラッシュ・ブレーキシステムと衝突事故前にシートベルトを巻取るプリクラッシュ・シートベルトシステムの2つのシステムで構成している。本稿では、今回開発したマツダ・プリクラッシュ・セーフティ・システムの概要について紹介する。

Summary

In the recent years, the number of fatalities due to collision accidents is on the decrease, while the number of injury accident accidents is on the increase. Each automobile company has been promoting development of the Pre-Crash safety technology that surpasses conventional active and passive safety technology to overcome the existing situations. Mazda has installed its first "Mazda Pre-Crash Safety System" which enfolds the above-mentioned Pre-Crash safety technology in the all-new MPV. Mazda Pre-Crash Safety System consists of two systems: the Pre-Crash Brake System that predicts a collision accident and warns a driver or controls braking, and the Pre-Crash Seatbelt System that retracts a seatbelt before a collision accident. This paper introduces the outline of the "Mazda Pre-Crash Safety System".

1. はじめに

近年の安全技術の向上により、ここ数年間は衝突事故における死亡者数は減少傾向にあるが、逆に負傷事故発生件数は増加を続けている¹⁾。その対応の一つとして、国土交通省が推進するASV (Advanced Safety Vehicle) 推進計画に従って、産・官・学が協力し、安全な車両の開発・量産化・普及化に取り組んでいる。今回の新型MPVでは、ASV技術の一つであるプリクラッシュ・セーフティ・システムの開発・量産化を行ったので、その技術について紹介する。

2. 衝突事故の現状

衝突事故の発生要因のほとんどは、運転者の認知・判断・操作におけるミスで、このうち約75%は前方不注意や安全不確認による認知ミスである (Fig.1)²⁾。

この結果より、衝突事故を予防するには、衝突の可能性がある場合に運転者へ危険を知らせ、認知ミスを防ぐことが効果的な手段の一つといえる。

また、万一衝突事故が発生した際でも、衝突速度が低い方が乗員への衝撃を小さくできる。しかし、Fig.2²⁾に示すように、事故の際、ブレーキや操舵による回避操作ができていないケースが約38%と多く、ブレーキを踏んだ場合で

*1 車両システム開発部
Vehicle System Development Dept.

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

*3 技術研究所
Technical Research Center

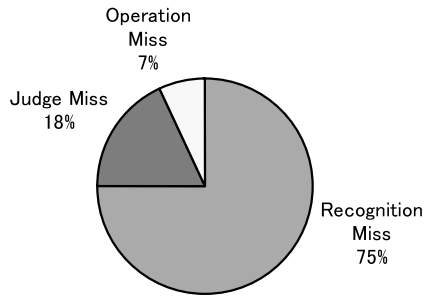


Fig.1 Cause of Collision

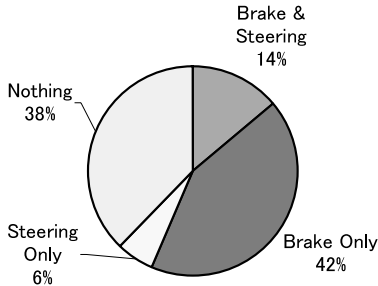


Fig.2 Driver's Crash Avoidance Operation

も約60%が十分な制動を出せていない。よって、衝突事故が予測される場合には、自動的にブレーキを作動させ衝突速度を低下することが乗員の傷害低減に効果的といえる。更に衝突前にシートベルトのたるみを取ることで、より乗員の保護性能を高めることができる。

3. プリクラッシュ・セーフティ・システムの概要

安全に関する技術には、交通事故の発生を予防するアクティブ・セーフティ技術と、衝突事故発生時の被害を軽減するパッシブ・セーフティ技術がある。そして、近年の技術進歩によりこれら2つの技術を融合した新しい概念の安全技術としてプリクラッシュ・セーフティ技術がここ数年注目されている。この技術は、衝突事故が発生する前に事故を予測し、事前の対応を行う技術である。マツダは独自にこのプリクラッシュ・セーフティ技術を開発し、マツダ・プリクラッシュ・セーフティ・システムとして商品化し、新型MPVに搭載した。

今回のマツダ・プリクラッシュ・セーフティ・システムは、運転者に衝突事故が発生する可能性を事前に警報する機能と自動的に衝突速度を低減する制動機能を持つプリクラッシュ・ブレーキシステムと、衝突前にシートベルトを巻取り、乗員の保護性能を向上する機能を持つプリクラッシュ・シートベルトシステムで構成しており (Fig.3)、車両の衝突速度の低減と衝突時の乗員保護性能向上の両面から被害低減を行うシステムである。

3.1 構成部品

(1) プリクラッシュ・セーフティ制御ECU

車両前方の障害物を検出するミリ波レーダからの情報と、他の車両情報を基に衝突事故の可能性を予測する。衝

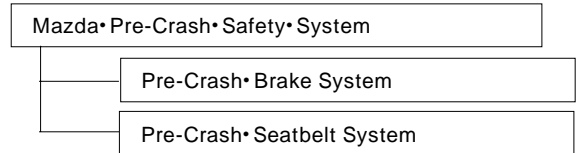


Fig.3 Configuration of Pre-Crash Safety System

突の可能性に応じて、警報・制動やシートベルトの制御の指示を行う。この制御ECUと後述のミリ波レーダは、MRCC (Mazda Radar Cruise Control) のものと共用している。

(2) ミリ波レーダ

フロントバンパ内に設置し、前方の障害物の状態を検出する (Fig.4, 5, 6)。

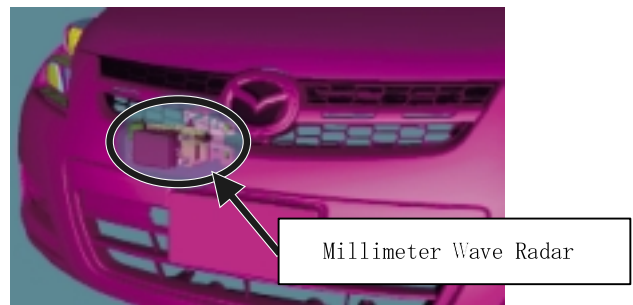


Fig.4 Position of Millimeter Wave Radar

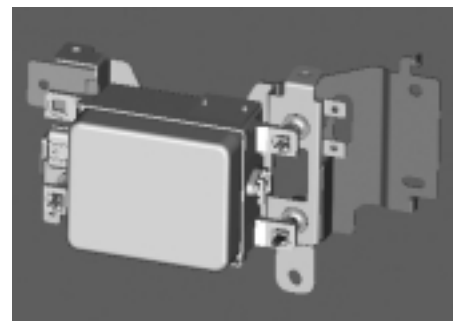


Fig.5 Millimeter Wave Radar



Fig.6 Image of Millimeter Wave

障害物の検出のため、ミリ波 (76GHz) を車両前方に照射し障害物に反射して帰ってくる電波を受信し、送受信の時間差やドップラー効果等から障害物との相対速度及び距離を判断する。また、ミリ波の照射方向を左右にスキャンさせることで障害物の方向も同時に判断する。

ミリ波レーダはレーザーセンサよりも天候による性能低下が少なく、悪天候 (雨・霧・雪等) 時の障害物の検出性能が低下しにくい特徴があり、信頼性が高い。

(3) DSC制御ECU

通常のDSC制御 (Dynamic Stability Control) に加え、プリクラッシュ・セーフティ制御ECUからの作動指示に従い、衝突前に制動制御を行う機能を追加した。

(4) 警報装置

メータ内に警報のための表示装置としてディスプレイを装備した。このディスプレイとメータのチャイムで運転者に対して衝突の可能性を警報する (Fig.7)。



Fig.7 Warning Indicator of Display

(5) モータ・プリテンショナ制御ECU

プリクラッシュ・セーフティ制御ECUのモータ・プリテンショナ作動指示やブレーキアシスト作動信号・DSC作動信号等から、モータ・プリテンショナの作動要否を総合的に判断する。モータ・プリテンショナ作動が必要と判断した際には、モータ・プリテンショナに作動電流を供給する。

(6) モータ・プリテンショナ

前席シートベルトのリトラクタ部に、衝突前にウエビングをモータで巻取るプリテンショナを今まで装備していたパイロ (火薬) 式プリテンショナに加えて装備した。

これは、衝突予測後に衝突が回避でき、衝突事故が発生しなかった場合を考慮し、複数回使用することを前提に可逆性のあるモータ式のプリテンショナとした (Fig.8)。

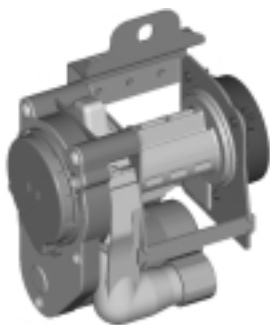


Fig.8 Motor Pretensioner

3.2 機能

(1) プリクラッシュ・ブレーキシステムの機能

本システムは、ミリ波レーダで車両前方の障害物を検出し、障害物との相対距離や相対速度の情報と自車の速度や操舵角、ヨーレート等の車両情報を総合的に判断し、数秒後の車両と障害物の相対位置を予測する。この予測結果から衝突の可能性の度合いを判定し、この度合いに応じて警報及び制動を作動させ、衝突事故の回避動作を運転者に促したり、実際の衝突事故発生時の被害を軽減したりするシステムである。

警報

衝突の可能性があると判断した場合は、運転者に対してブレーキ操作を促すため警報装置を作動させる。警報は衝突が発生する可能性の度合いに応じて運転者の視覚・聴覚・触覚に働きかける効果的な警報としている。視覚に働きかける警報は、メータ内のディスプレイに「BRAKE」の文字を橙色で点滅表示し警告性を高めている。聴覚に働きかける警報はメータからのチャイム (断続音) によって行う。触覚に働きかける警報は軽制動により車両に減速度を発生させて行う (Fig.9)。

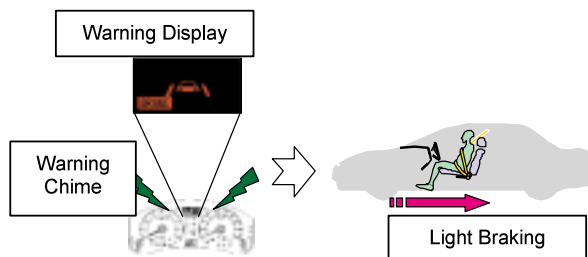


Fig.9 Transition of Warning

制動

衝突の可能性が更に高まり、衝突を回避できないと判断した場合には、減速度が約 5.1m/s^2 以上の制動を作動させ、衝突時の車両の速度を低減させる。ただし、この制動は衝突が回避できないと判断した時点で作動させるため、衝突を回避する機能は有していない。

(2) プリクラッシュ・シートベルトシステムの機能

プリクラッシュ・ブレーキシステムと同様にミリ波レーダを使用して車両前方の障害物との衝突の可能性を判断し、衝突前にモータ・プリテンショナを作動させウエビングのたるみを巻取ることによって、衝突時の乗員保護性能を向上させる (Fig.10)。

また、レーダによる作動以外に、ブレーキアシストの作動や車両が横滑りを起こしてDSCが作動するような車両の状態から衝突の可能性を判断した場合にも、このモータ・プリテンショナを作動させる。

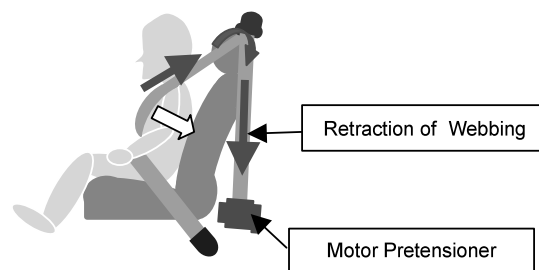


Fig.10 Operation of Pre-Crash Seatbelt

4. プリクラッシュ・セーフティ・システムの性能

4.1 プリクラッシュ・ブレーキシステムの性能

(1) 警報

前方障害物との相対速度と、その相対速度の場合に衝突

回避動作を行わなければ衝突が回避できなくなる限界の相対距離との関係を示したものがFig.11に示す衝突判断ライン (Collision judgment line) である。

警報表示及び警報音は、この衝突回避できなくなる衝突判断ラインより手前で、衝突予測時間の約2秒前の時点で作動する。これは、運転者の反応時間を約0.8秒とすると、この時点で運転者が衝突回避操作を開始すると衝突事故の回避が可能なタイミングである。また、運転者が警報表示及び警報音に応じた回避動作を行わず衝突事故の可能性が更に高くなった場合には、軽制動による体感できる警報が作動する。この軽制動による警報は、衝突判断ラインより手前で、衝突予測タイミングの約1秒前の時点で作動させる (Fig.11)。この時点で、運転者が急な衝突回避操作を行えば、まだ衝突を回避できる可能性がある。

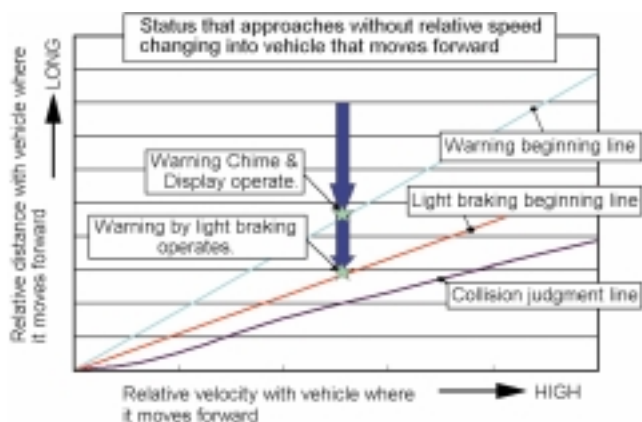


Fig.11 Graph of Warning

(2) 制動

制動は、実際に衝突が回避できないと判断した時点、Fig.12に示す衝突判断ラインを下回った時点で作動する。

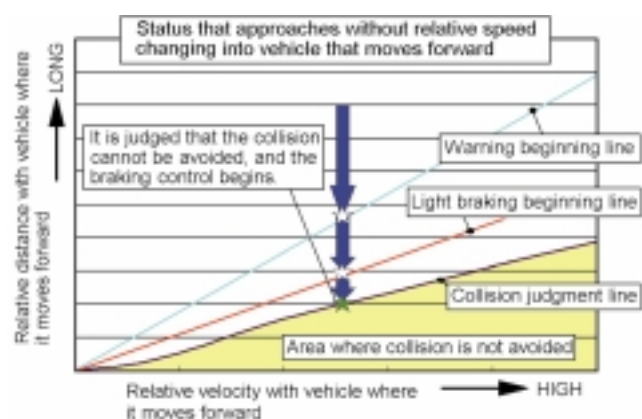


Fig.12 Graph of Braking

衝突判断ラインを下回った時点で制動を開始するため、この制御では衝突事故の発生を回避しないが、衝突時の車両速度を低減することで、衝突事故時の被害軽減を可能としている。例えば、自車速50km/hの走行時に相手車両に衝突する場合、このシステムが作動し、衝突速度を約12km/h

下げることができれば、自車両の運動エネルギーを約42%低減することになり、衝突時の衝撃を大幅に低減できる。

4.2 プリクラッシュ・シートベルトシステムの性能

(1) ミリ波レーダの情報で作動する場合

約0.5秒後に衝突が発生すると判断した場合にモータ・プリテンショナを作動させる。作動判定タイミングは、シートベルトを巻取る時間を考慮しており、衝突時にはほぼシートベルトを巻取っている。この状態で実際に衝突事故が発生すれば、シートベルトの初期拘束が向上しているため、衝突初期の車両のつぶれを利用して乗員の運動エネルギーが吸収でき、乗員保護性能を向上できる。

(2) ブレーキアシスト等の情報で作動する場合

一般的にブレーキアシストが作動する場合は、運転者が実際の交通状況から衝突事故が発生する危険性があると判断した急なブレーキ操作であるといえる。また、車両が横滑りしてDSCが作動するような場合には、車両は姿勢制御の限界付近の状態である。これらの場合はいずれも衝突事故につながる可能性が高いため、モータ・プリテンショナを作動させ、万一の衝突事故に備えるようになっている。

5. おわりに

このプリクラッシュ・セーフティ・システムにより、お客様の衝突事故時の被害が軽減できるものと確信している。今後はこの技術を更に進化させる技術開発を行い、より高度な性能をお客様に提供できるように活動していく。

また、今回のプリクラッシュ・セーフティ・システムの開発においては、今までにない概念の性能評価が必要になったこともあり、社内の開発・評価体制の確立が必要となった。商品化を実現するにあたりご協力いただいた関連部門の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 警察庁交通局：平成16年中の交通事故の発生状況 (2005)
- (2) 交通事故総合分析センター：交通事故例調査・分析報告書 - 平成15年度報告書 - (2004)

著者



西郷治聡



福島正信



山本康典