

シートベルト・プリテンショナーの開発

Development of Seat Belt Pretensioner

田 畠 宏*
Hiroshi Tabata

木 下 義 彦*
Yoshihiko Kinoshita

香 月 敦 史*
Atsushi Katsuki

要 旨

シートベルトは現在すべての車に取りつけられており、その高い保護効果は数多くの事故分析によって統計的に実証されている。そのシートベルトの効果をさらに高めるものとして、新方式のシートベルト・プリテンショナーを開発した。

従来、シートベルト・プリテンショナーとしては、ELR (EMERGENCY LOCKING RETRACTOR) の巻き軸を推葉の力で巻き取る方式が欧州車の一部に採用されてきた。今回シートベルトウェビングそのものはさんで引き込み、その状態で保持する新タイプのシートベルト・プリテンショナーを開発し、91年モデル「レジェンド」に搭載した。

(図1)

そこで、従来タイプと新タイプの構造を比較すると共に、構造の違いが乗員保護性能上どの様に影響するのかを台車による衝突テスト結果から比較した。

ABSTRACT

Seatbelts are now installed on all cars, and their effectiveness in passive safety is statistically supported by a wide variety of accident analysis. In an effort to further increase the effectiveness of seatbelts, a new seatbelt pretensioner system was developed.

Up until now, the only existing seatbelt pretensioner system has been the one used in some European cars which reels the shaft of the emergency locking retractor with the propellant power. This new system, in contrast, clamps the belt directly, retracts it and sustains its position.

This paper makes a comparison of the structure of the two systems and reports the results of sled tests which show the effect of these structural differences on safety performance.

1. ま え が き

近年の交通事故死の増加から第2次交通戦争とも言われ、とりわけ自動車乗車中での死傷者が増加している。

これら死傷事故に対する有効な対策のひとつとしてシートベルトの正しい着用が挙げられる。シートベルトは広範囲な衝突事故に最も有効な乗員保護デバイスであり、着用が義務づけされたこともあって広く使われている。



図1 シートベルトプリテンショナー

* 栃木研究所

シートベルトを更に高性能化させるひとつの手段として、衝突事故の際に肩ベルトを瞬間的に引き込むシートベルト・プリテンショナーがある。⁽¹⁾⁽²⁾シートベルト・プリテンショナーは、衝突時に一定以上の前方向からの衝撃が発生した際、乗員が前方へ移動する前に、衝突の感知からシートベルト引き込みまでの行程を完了する。その結果、乗員は衝突現象の初期からシートベルトに拘束されるため、シートベルトをより効果的に利用できる。

ホンダシートベルト・プリテンショナーは、センサー、診断ユニット等をSRSエアバッグシステムと共用化しており、衝突時に発生する一定以上の衝撃をセンサーが感知すると、エアバッグと同時にシートベルト・プリテンショナーも作動する。(図2)

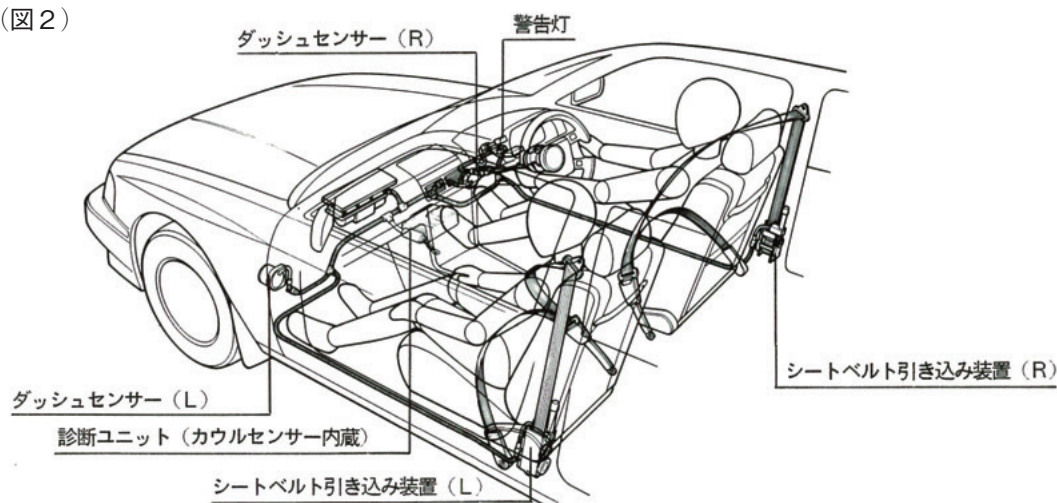


図2 シートベルト・プリテンショナー構成図

このシートベルト引き込み装置のうち、作動力を生み出すパワーソースの基本構成は従来タイプと同じであるが、ベルト引き込み機構及び逆転防止機構は独自構造であり、この部分について以下に説明する。

2. 構 造

シートベルト・プリテンショナーは、10年程前から欧州車の一部に採用されてきた。(従来タイプ、図3)ホンダシートベルト・プリテンショナーはこれら従来タイプよりも更に優れたシートベルト性能をめざして検討を重ねた結果完成したものである。(新タイプ、図4)その構造を対比してみる。

従来タイプは、ベルト巻き取り軸の軸芯を推奨



図3 従来タイプ

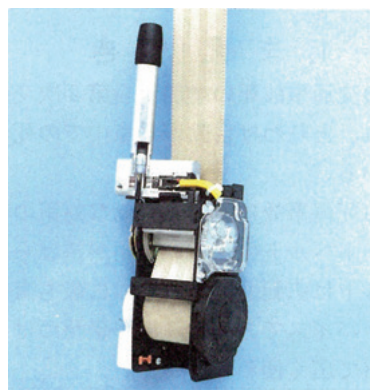


図4 新タイプ

の力で急速に回転させてシートベルトを引き込み、その後E L Rのロック機構を利用して軸芯の逆転を止める構造になっている。また、ベルト巻き取り軸と推葉の力を伝えるプーリーとの間に、クラッチ機構を設けている。通常使用時は、クラッチ機構によりベルト巻き取り軸とプーリーが分離されており、ベルトの引き出し、巻き取りが自在にできる。作動時は、プーリー回転によってクラッチが結合し、ベルト巻き取り軸を急回転させてシートベルトを引き込む。シートベルト・プリテンショナーが作動しない低速での衝突事故等の場合には、E L R機構によりシートベルトが引き出されるのを防止する。

このタイプはベルトが引き込まれた後も巻き軸にはベルトウェビングがゆるく巻かれた状態のため、衝突時に発生するベルト荷重により巻き軸まわりのゆるみがなくなる迄、ベルトが引き出される。(巻き締め現象)

それに対し新タイプでは、E L R機構の上部に独立して、シートベルト引き込み、及び逆転防止機構を備え、ベルトの巻き締めによる伸び出しを防止する構造としている。(図5)。シートベルト引き込み機構では、シートベルトは固定歯と可動歯の間を通過しており、通常のベルト引き出し巻き取り時は抵抗がないように設計されている。(図6 a)衝突事故時にパワーソースの作動で発生した推力は、プーリーによって回転運動に変換される。プーリーと連結されたシートベルト引き込み機構は、回転初期のベルト張力によって可動歯が動き、シートベルトウェビングそのものをはさんで固定、さらに回転することで引き込む。ウェ

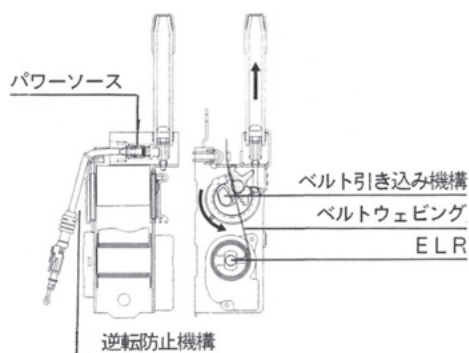


図5 シートベルト・引き込み装置構造図

ビングをはさみ込む力は可動歯端に掛かるシートベルト荷重を、レバー比で波形歯形へ伝えるようになっており、シートベルト荷重に比例してかみ込み荷重が上がるセルフロック式である。(図6 b)シートベルトの引き込みが終了すると、シートベルト引き込み機構の両端保持板片側に切り込まれた可動のラチェット歯と、プリテンショナーベースに切り込まれた固定のラチェット歯が相互にかみ込むことでベルト引き込み機構の逆転が防止される。これらは、特に回転中心をもたずに相互の歯先でガイドしながら、パワーソースの力とシートベルト張力がバランスするところまで回転する。その後の乗員移動によるシートベルト張力の増加で、シートベルト引き込み機構が上方へ持ち上げられると共に可動ラチェット歯も上へ移動し、固定ラチェット歯にかみ込む構造になっている。最終かみ込み位置でラチェット歯は4ヶ所同時にかみ込み、それによってベルト荷重を分散し逆転防止を確実にしている。(図6 c)

シートベルトの引き込み量は、パワーソースが発生する力と肩ベルト荷重がバランスするところ

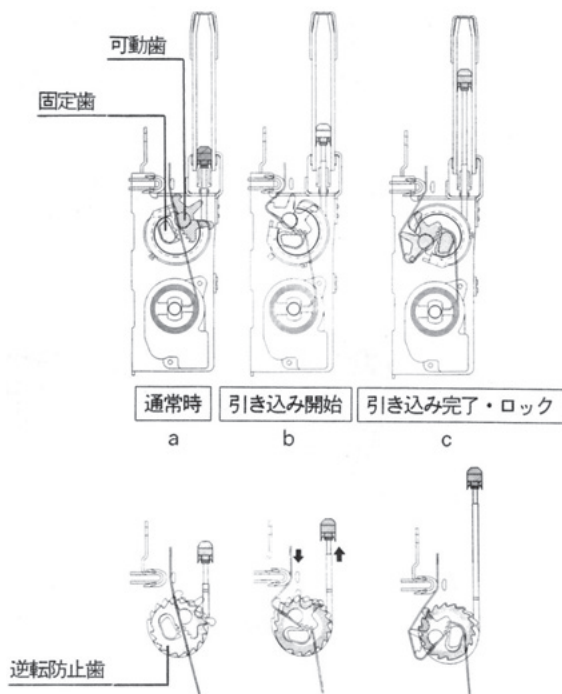


図6 ベルト引き込み機構および逆転防止機構の作動図



センサーが衝突を検知

約15/1000秒



プリテンショナーの作動完了

約21/1000秒



乗員の前方への移動が進む

約60/1000秒



前方への移動が最大となる

約100/1000秒

図7 50km/hでの正面バリア衝突を想定した作動プロセス
(衝突の瞬間を0秒とした)

で決まるため、乗員のシートベルト着用状況によって変動する。たとえば、シートベルトにたるみのない場合は約50mm、シートベルトに多少のたるみがある場合は引き込み量は増え、最大100mmまで引き込む。(図7)

シートベルト引き込み力は、パワーソースの発生力により決まり、肩ベルト荷重があるレベルになるところまで引き込む。その荷重は、乗員が傷害を受ける可能性が全くないレベルに設定している。⁽³⁾

また、シートベルト・プリテンショナーの作動が必要でない、比較的小さな事故の場合は、シートベルト引き込み機構の下にあるELRで安全が確保されるようになっている。



図8 台車全景

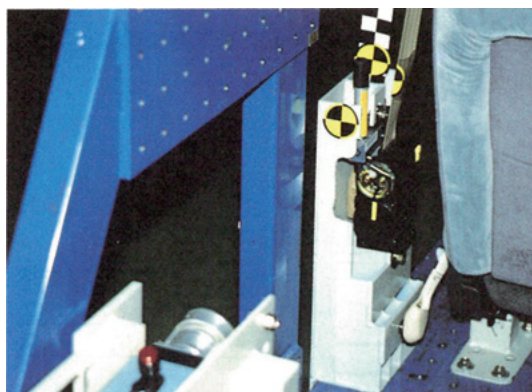


図9 車載高速度カメラとシートベルト・プリテンショナー

3. テスト結果

3.1. テスト方法

着座姿勢、シートベルト取り付け位置関係を実車と同じにした台車に、シートベルト・プリテンショナーを取り付け、ハイブリッドⅢダミーを使用した。ダミーには加速度センサーを取り付け、発生する加速度、荷重から傷害値を算出した。

台車の前には鉛管を鉄パイプでガイドしたものを取り付け、鉛管の長さ、本数をコントロールすることで、固定壁に衝突させた際、実車衝突時とほぼ等価の減速度特性になるようにしている(図8)。

シートベルト・プリテンショナーを作動させる

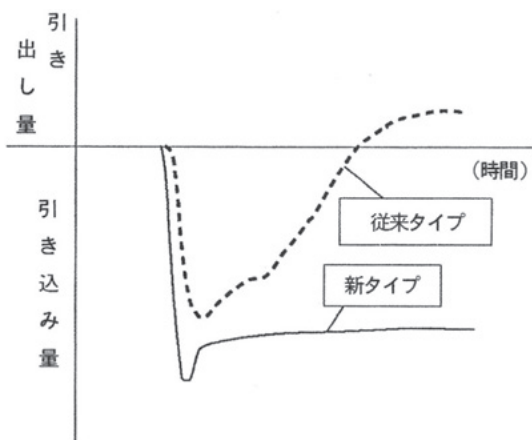


図10 シートベルト引き込み量の経時変化

タイミングは、実車でセンサーによる作動と等価な設定とした。また、衝突テスト時のダミー挙動を解析するための地上設置高速度カメラの他に、シートベルト・プリテンショナーの詳細作動状況、シートベルトの引き込み量を経時的に確認するため、台車に高速度カメラを搭載した。(図9)

3.2. テスト条件

台車仕様 '88年モデルアコード4ドア相当
バリア衝突速度 56.3km/h

使用ダミー ハイブリッドⅢ 50% タイル
その他テスト条件はFMVSS208に準ずる。

シートベルト・プリテンショナーは、

1. 従来タイプ(ベルト巻き軸回転式)
2. 新タイプ(ベルトはさみ保持式)

について、テストをした。

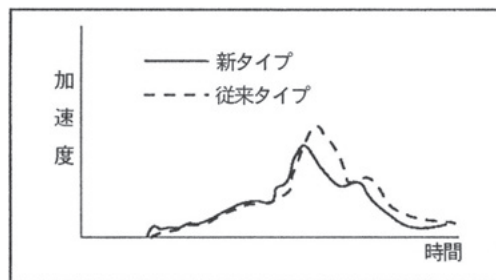


図12 頭部3軸合成加速度

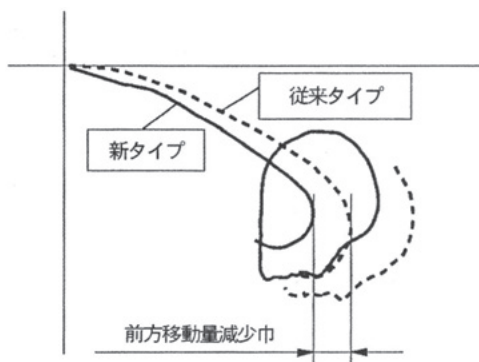


図11 頭の軌跡

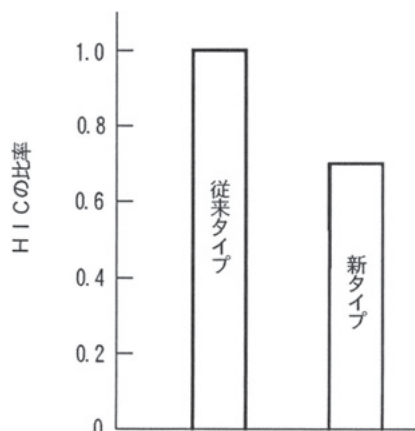


図13 H I C

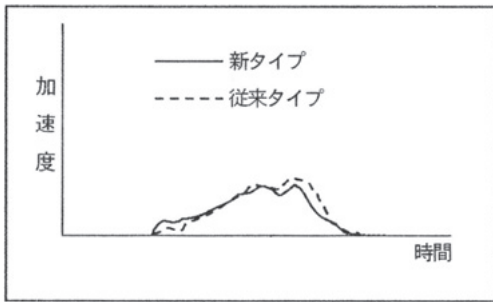


図 14 胸部 3 軸合成加速度

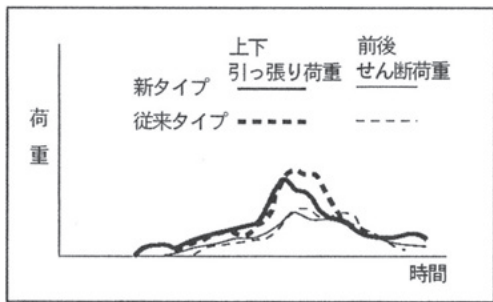


図 15 首にかかる荷重

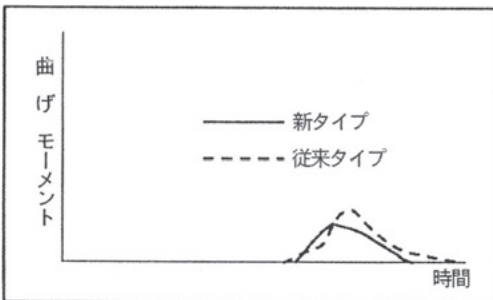


図 16 首の曲げモーメント

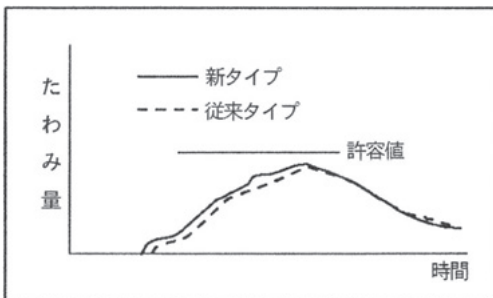


図 17 胸たわみ量

3.3. テスト結果

シートベルト・プリテンショナーによるベルト引き込み及びその後のベルト伸び出しを車載高速度カメラを使って観察した結果を図 10 に示す。

従来タイプでは、巻き締まりが発生しているためシートベルト・プリテンショナーによるベルト引き込みにもかかわらず、最終的には初期状態よりシートベルトが伸び出した状態となっている。

これに対し、新タイプは巻き締まりが起きない方式なので、ベルト伸び出しは少なくなっている。このことが傷害値等の乗員保護性能の差となって表れているものと推定される。

つぎに、ダミーの頭軌跡を比較したものが図 11 である。

新タイプは、シートベルトによる拘束が早くベルト伸び出しも少ないため、頭及び上体の前方への移動量が 13% 少なくなっている。これにより、ハンドル等への 2 次衝突の危険を減らすことが可能となる。

頭部傷害を表す H I C (HEAD INJURY CRITERION) は 30%、胸部傷害 (胸部加速度 3ms 累積) は 6% それぞれ良くなっている。また、首にかかる荷重で 15%、首の曲げ力では 32% 向上するなど、新タイプは傷害軽減に効果が見られる。(図 12~16) ただし、胸たわみ量に関しては、図 17 に示すように、やや多い傾向が見られるものの、人体許容基準値よりは少なくなっている。

このように新タイプは巻き締まりが起きない構造のため、シートベルトによる乗員拘束が良く、衝突現象の早い時期から乗員はキャビンと一体化されるので、車体つぶれによるキャビンへの衝撃緩和効果を乗員もより効率よく利用できる。(ライドダウン効果の向上)

4. 結 論

シートベルトの効果をいっそう高めるため、新タイプのホンダシートベルト・プリテンショナーを開発した。

その特徴は、シートベルトウェビングそのものをはさんで引き込み、その状態で保持する独自構造を採用することで、ベルトの巻き締まりがないシートベルト・プリテンショナーとすることがで

きた。

その結果、

1. ベルトの巻き締めがある従来タイプに比べ、衝突事故時に“ライドダウン効果”がより効率よく利用できるため、乗員に加わる衝撃が少なく、H I Cや胸部加速度等を低くすることが容易になった。
2. 事故時、乗員の頭及び上体が前へ移動する距離が少ないため、ハンドル等への2次衝突の可能性を少なくすることができた。

このホンダシートベルト・プリテンショナーによって交通事故時の傷害軽減に寄与できれば、開発者にとって大きな喜びである。

参考文献

- (1) W. Reidelbach and H. Schozl.
“Advanced Restraint System Concepts.”
SAE. 790321
- (2) Juergen E. Mitzkus and Heinz Eyraier.
“Three-point Belt Improvements for Increased Occupant Protection.”
SEA. 840395
- (3) L. M. Patric and A. Andersson.
“Three-Point Harness Accident and Laboratory Comparison.”
18th Stapp.

■著 者■



田 嶋 宏



木 下 義 彦



香 月 敦 史