

自動車の安全装備と事故鑑定

2001/09/14

日本交通事故研究会 (JTARC)

相川 潔

自動車の安全装備

1. ブレーキ

- (1) ブレーキブースター
- (2) ABS (Anti-lock Brake System)
- (3) ブレーキアシストシステム
- (4) 電子制御式制動力配分システム (EBD)
- (5) 踏み方などによるブレーキの効きの違い

2. SRS エアバッグ

- (1) フロントエアバッグ (運転席・助手席)
- (2) サイドエアバッグ・カーテンエアバッグ
- (3) シートポジションによるエアバッグの効果と副作用
- (4) エアバッグとチャイルドシート
- (5) エアバッグの展開

3. シートベルト

- (1) ELR シートベルト
- (2) シートベルトプリテンショナー
- (3) フォース (ロード) リミッター
- (4) ヒューズベルト
- (5) アジャスタブルベルトアンカー
- (6) チャイルドシート固定機能付きシートベルト (ELR/ALR)
- (7) かけ方によるシートベルトの効果

4. その他

- (1) パワーステアリング

自動車の安全装備

自動車の安全装備には、事故を未然に防ぐアクティブセーフティと、事故があったときの乗員の被害を軽くするパッシブセーフティがあります。

アクティブセーフティは ABS、パッシブセーフティはエアバッグに代表されますが、このほかにも新たな技術が開発されています。

これらの装置は正しく使用されてその効果を発揮するものですが、残念ながら誤使用や理解不足のため十分に効果が発揮されない場合があります。

現場検証や事故鑑定においても、こうした安全装備の効果の程度を考慮しないと、誤った判断につながるおそれがあります。

1. ブレーキ

ブレーキ性能には、「一定の速度で急ブレーキを踏んだとき、定められた距離以内で止まる性能」が要求され、ペダルを踏む力(踏力)も、基準で定められています。

(1) ブレーキブースター

ブレーキペダルを軽く踏んでもブレーキが効くよう、ペダルを踏んだ力は、さまざまな方法で強い力になり、ディスクパッドやブレーキライニングといった摩擦材をローターやドラムに押しつけます。

まず、踏力はペダルでテコの原理により大きくなってマスターシリンダーのピストンを押し、ブレーキ液に圧力(液圧)を発生させます。

この液圧がホイールシリンダーに伝わりますが、マスターシリンダーの直径よりホイールシリンダーの直径を大きくしてあります。

パスカルの原理で面積比に応じた大きい力になり、パッドやライニングといった摩擦材を、ローターやドラムに押しつけています。

しかし、この程度では十分な制動力がえられないので、さらに大きな力で摩擦材を押しつけるため、多くの乗用車や小型トラックではエンジンの吸入負圧を利用した、倍力装置(バキュームブースター)で液圧を高めています。

バキュームブースターは、大気圧と負圧の差圧でえられる力をマスターシリンダーのピストンにかける装置です。

踏力に応じて液圧を高めていますから、違和感のない制動力

がえられます。

エンジンを止めた状態でブレーキペダルを踏むと、ペダルがだんだん踏みなくなってきます。

これは、蓄えられていた負圧がなくなり、バキュームブースターが機能しないからです。

この状態でペダルを踏んだままエンジンをかけると、ペダルがスッと吸い込まれます。

これは、バキュームブースターが働いたからで、この操作は、バキュームブースターの簡単な機能点検に応用できます。

エンジンが止まると負圧は発生しなくなりますが、負圧はバキュームブースターに蓄えられているので最初のブレーキは普段どおり効きます。

2 回目以降エンジンがかかってもバキュームブースター系統が故障したときは、ブレーキペダルが踏み込めなくなります。

この状態でもブレーキがまったく効かなくなることはなく、大きな力でブレーキペダルを踏めば、ある程度ブレーキは効きます。

しかし、運転中にこのような事態が起こると、ドライバーはパニック状態になり、「ブレーキが効かない」、あるいは「ブレーキが踏めない」と思いこんで事故につながることもあります。

(2) ABS (Anti-lock Brake System)

急ブレーキをかけてもタイヤがロックせず、車の安定性を保つのが主目的の装置です。副次的に制動距離が短くなったり、ある程度ハンドル操作ができるといったメリットもあります。

制動距離だけでみると速度が遅いときは、タイヤがロックしたほうが短い距離で止まります。また、砂利道などでタイヤがロックしたほうが短い距離で止まることもあります。

ハンドル操作もある程度はできますが、速度が遅いときや滑りやすい路面では、ハンドルを切っても車の向きはあまり変わりません。

ABS が作動するには、ABS のない状態でタイヤがロックする以上の踏力が必要です。

ドライ路面では相当の力でブレーキを踏まないと ABS は作動しませんが、

滑りやすい濡れた路面などでは、軽くブレーキを踏んでも作動します。

なお、ABS が作動すると、小刻みなペダルの振動と作動音がでます。これをブレーキの故障と勘違いしてブレーキをゆるめてしまい、事故につながることもあります。

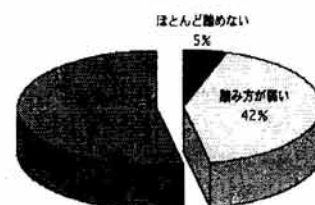
また、ABS 装備車では急ブレーキを踏んでもタイヤがロックしないため、路面にスリップ痕がほとんど残りませんので、現場検証や鑑定時には細心の注意が必要になります。

(3) ブレーキアシストシステム

ドライ路面で ABS が効くような急ブレーキを踏んだドライバーは、全体の半分程度というトヨタ自動車の調査があります。

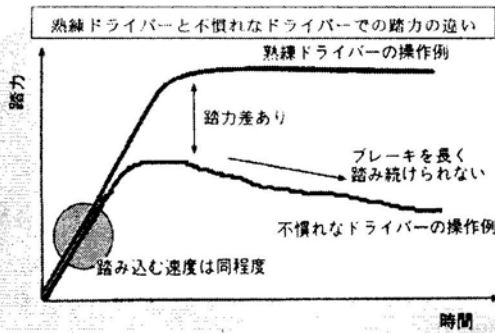
こうしたドライバーでは ABS があっても、残念ながらその効果が期待できません。

急ブレーキ体験の結果 (トヨタ自動車調べ)

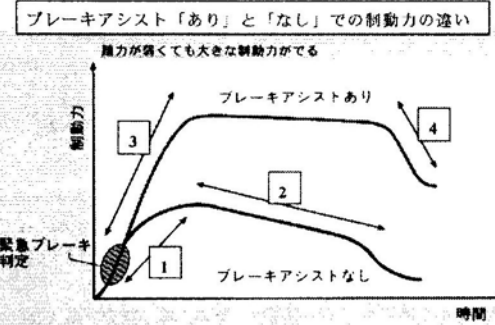


倍力装置を強力にすれば、軽くブレーキペダルを踏んでもブレーキは強く効きますが、ブレーキコントロールがしにくく実用的ではありません。

そこで、踏力が弱くても急ブレーキ時には ABS が作動するような強いブレーキが効くようにした、ブレーキアシストシステムが装備されつつあります。



不慣れなドライバーでも、パニック時にブレーキペダルを踏み込む速度は熟練ドライバーと同じ程度ですが、強く踏むことと踏力を維持することができません。



- ブレーキアシストなし ブレーキアシストあり
- 1 強く踏めない=制動力：小
 - 2 長く踏めない=制動力：低下
 - 3 強く踏めなくても制動力は高まる
 - 4 ゆるめればアシスト量は減少

ブレーキアシストシステムは、ブレーキペダルの踏み込み速度と踏み込み量、車速などから、コンピュータが急ブレーキと判断すると液圧を高め、熟練ドライバーが踏んだときのように強いブレーキがかかります。

ブレーキアシストシステムは、急ブレーキ時のみ液圧を高める装置ですが、急ブレーキの判断基準やアシスト量の設定などにより、その特性は変わってきます。

ブレーキアシストなしに比べると若干の違和感がありますので、慣れが必要になります。

(4) 電子制御式制動力配分システム (EBD : Electric Brake Distribution)

ブレーキをかけると重心移動によって、前輪の荷重が大きくなり、後輪の荷重はその分小さくなります。

急ブレーキ時には荷重の小さくなった後輪タイヤはロックしやすく、最悪の場合スピンするなど車の安定性が悪くなります。

ドライバーのみの乗車で急な下り坂走行時は、後輪荷重が最も小さい状態なので、急ブレーキ時には後輪タイヤのロックがとくに起きやすくなります。

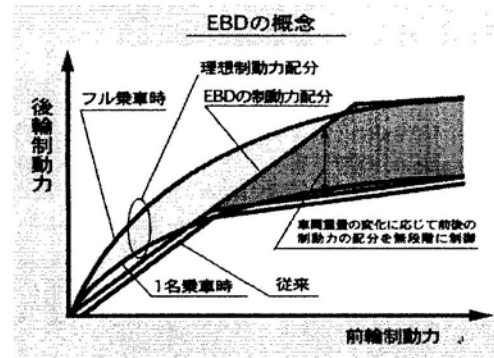
こうした状況でも後輪タイヤがロックしないよう、後輪のブレーキ力は少なくなるよう設計されています。

トランクに荷物があつたり、後席にも人が乗っているときは後輪荷重が大きいため、平坦路走行時はある程度後輪のブレーキ力を多くしても、急ブレーキ時にタイヤがロックする心配はありません。

しかし、前輪と後輪のブレーキ力の配分は常に一定ですから、後輪のブレーキ性能を十分に引き出すことができず、制動距離は伸びてしまいます。

そこで、後輪のブレーキ力も十分に引き出せるよう ABS センサーを利用して、急ブレーキ時に前輪と後輪の微妙なスリップ差を検出し、前・後輪のブレーキ力を最適に配分する、電子制御制動力配分システム「EBD」(Electric Brake Distribution)が装備される車が増えつつあります。

EBD は乗員数や荷物などによる前後荷重の変化や道路状況に応じて、後輪のブレーキ力を十分に引き出すことができる上、ABS もベストな状況で作動するようになるので、制動距離の短縮が可能になります。



しかし、EBD は前後の配分がフリーなためシステムが故障すると、急ブレーキ時に後輪のタイヤロックを起こしやすくなります。

故障時には前後配分比を従来のように固定にするなどの、フェールセーフが働きます。

(5) 踏み方などによるブレーキの効きの違い

ブレーキの効き方は、車による違いはむしろのこと、路面やタイヤの状態、踏み方の違い、乗員や荷物の量によっても異なってきます。

さらには安全装備によっても違いますが、タイヤのスリップ痕の長さだけで衝突前の速度を推測することは非常に難しくなっています。

従って、車の損傷状態や対象物の破損状態なども含めて、総合的に判断する必要があります。

2. SRS エアバッグ

(1) フロントエアバッグ (運転席・助手席)

運転席用エアバッグはハンドル中央部に、助手席用は助手席前面のダッシュボードに内蔵されています。

SRS(Supplemental Restraint System)は、補助拘束装置の意味です。安全装備の代表格のようにいわれているエアバッグですが、あくまでもシートベルトの補助装置であり、シートベルトを正しくかけていないと十分な効果は期待できないのです。

ハンドル中央部や助手席ダッシュボードにシールなどを貼るとエアバッグの開くタイミングが狂ったり、貼ったものが飛んできて怪我をすることがあります。

(2) サイドエアバッグ・カーテンエアバッグ

側面衝突時の安全性を確保するため、シートバックやドアにエアバッグを内蔵した車もあります。

ガス発生剤と高圧ガスを併用し、横からの衝撃を受けたときに開き、おもに胸の衝撃をやわらげる働きをします。シートバック内蔵サイドエアバッグ付きの車のフロントシートに、シートカバーなどを使用すると効果がありません。

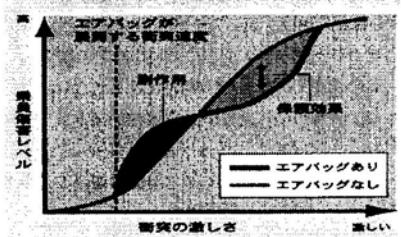
側面衝突時の頭部保護を目的にした、カーテン式エアバッグなども装備され始めています。

(3) シートポジションによるエアバッグの効果と副作用

エアバッグを含んだ衝突時の安全性の試験は、シートポジションを前後肩節の真ん中の位置、シートバックは後方に 25° 程度倒した位置にし、設計基準どおりにダミーを乗せて評価しています。

したがって、この位置を大きく外れたアウトオブポジションでは、エアバッグの効果が十分発揮されないことが考えられます。

エアバッグの効果と副作用



エアバッグが膨らんだときの内圧は 1kgf/cm^2 くらいですが、開く速度はすごい速さですので、ハンドルに顔が接近する抱え込み姿勢は副作用が大きくなり危険です。

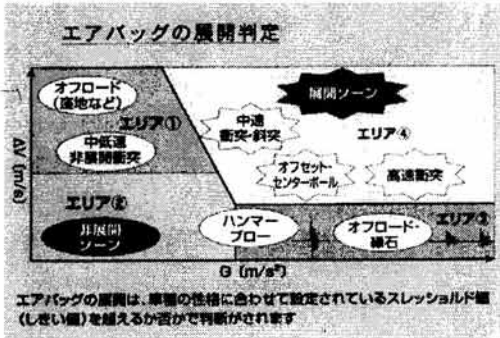
とくに、膨らんでいる途中のバッグに顔が当たると弾かれ、大きな怪我をするおそれがあります。

(4) エアバッグとチャイルドシート

助手席にエアバッグが付いている車の助手席に、チャイルドシートをセットすることは禁止です。

とくに、後ろ向き装着ではエアバッグが開いたとき、子供に大きなダメージを与えてしまいます。

(5) エアバッグの展開



エアバッグは一定以上の衝撃が車にかかったとき、開くように設計されていますので、衝突形態によっては車の損傷がひどくても開かないことがあります。

なお、縁石に乗り上げたりフロントメンバーを分離帯などで擦ったりすると、車の損傷は大したことがないのに衝撃を感知して開いてしまうことがあります。

3. シートベルト

(1) ELR シートベルト

現在のシートベルトはほとんどがELR(Emergency Locking Retractor)式と呼ばれるものです。

肩ベルトを手で引けばスルスルと出てきて手をはなすと自然に戻りますが、衝撃があるとリトラクターがロックされ、乗員が飛び出すのを防ぎます。

ロックされるのは、衝突時のように大きな衝撃や急な減速、ベルトが勢いよく引き出されたとき、車がおよそ 30° 以上傾いたときです。

シートベルトとエアバッグ



(2) シートベルトプリテンショナー

シートベルトを正しくかけていても、衝撃を受けると体はかなり前のめりになります。

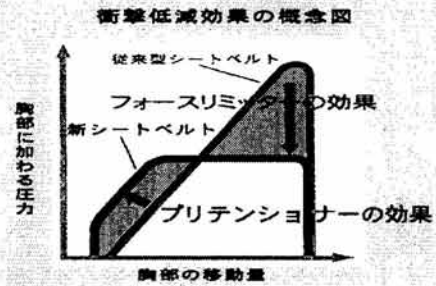
これは、リトラクターに巻き込まれているベルトが締まって繰り出されてしまうと、ベルトが伸びて衝撃を吸収するため、ダミーでの衝突実験では 200mm くらいベルトが繰り出されています。

そこで、エアバッグと同じようにセンサーが衝撃を感知すると、リトラクター部のシートベルトプリテンショナーが、強制的に肩ベルトを $150\sim 200\text{mm}$ くらい引き込み、乗員をシートに引き付けて顔や胸がハンドルなどに当たるのを防ぎます。

(3) フォース (ロード) リミッター

シートベルトプリテンショナーがベルトを引き込んだままでは、胸の衝撃が大きくなり過ぎます。

シートベルトに基準以上の力がかかると、リトラクター部のフォースリミッターがベルトを少し繰り出して、胸への衝撃を一定以下にします。



(4) ヒューズベルト

アンカー部のベルトを山折りにして山の部分を縫い合わせてあり、シートベルトに基準以上の力がかかると縫い目が切れてベルトが伸び、乗員の衝撃をやわらげるようにします。

こうしたベルトでは縫い目のほつれがあるかないかで、衝撃の強さがわかります。

フォースリミッターと似たような働きをしますが、腰部分が前に移動するため下肢の障害が大きくなる心配があります。

(5) アジャスタブルベルトアンカー

肩ベルトは鎖骨の真ん中あたりにくるようになるのが理想ですので、アジャスタブルベルトアンカーで肩ベルトの高さを体格によって調節します。

人身事故のときは、体格にあったアジャスタブルベルトアンカーの高さだったかも、見落としてはならない項目です。

(6) チャイルドシート固定機能付きシートベルト (ELR/ALR)

チャイルドシート固定機能付きシートベルトは、普段は通常の ELR シートベルトとして機能します。

チャイルドシートをセットするとき一旦ベルトをいっぱい引き出してから巻き取りはできますが反対の引き出し方向にはロックされる ALR(Automatic Locking Retractor)になりますので、チャイルドシートをきちんと固定できます。

チャイルドシートを外し、ベルトを巻き込むと ELR シートベルトに戻り通常の使用ができます。

チャイルドシート装着時の事故では、ALR になっていたかも確認する必要があります。

(7) かけ方によるシートベルトの効果

衝突時の乗員保護に有効とされているシートベルトですが、正しくかけていないと衝突時に内蔵破断を引き起こすこともあります。

正しい運転姿勢で、肩ベルトが腰骨に当たるように低い位置かけ、肩ベルトは鎖骨の真ん中あたりに当たるようにして、ベルトを軽く引きたるみを取るのが理想です。

衝突時に効果を発揮する安全装備がついていても、正しく使っていないと事故の時に効果がないだけでなく、「逆に被害が大きくなる」ということを知っておくことも大切です。

4. その他

(1) パワーステアリング

運転を容易にするため、パワーステアリングを装備した車がほとんどです。油圧式パワーステアリングではエンジンが止まると油圧の発生もなくなるので、ステアリングは非常に重くなりますが、力を入れればハンドル操作はできます。(低速時には通常の $4\sim 5$ 倍程度の力が必要になります)

しかし、運転中にこのような事態が起こると、ドライバーはパニック状態になり、「ハンドルが効かない」、あるいは「ハンドルが回らない」と思いこんで事故につながることもあります。

以上