

① 自動車の側面衝突時におけるカーテン・サイドエアバッグの乗員保護効果について

自動車安全研究領域 ※細川成之 米澤英樹 田中良知 松井靖浩
高木俊介 (現 自動車審査部)

1. はじめに

日本における自動車事故は、近年減少傾向にあるとはいえ、2008年では事故発生数が76万件以上、死亡及び負傷者も95万人以上となっている。我が国では、これまで乗員保護のための衝突試験法規の整備や、JNCAP (Japan New Car Assessment Program: (独)自動車事故対策機構が実施している自動車アセスメント)において、自動車の衝突安全性能評価を実施してきた。

乗員保護試験法等の整備により、死亡重傷者数は減少してきたが、今後一層の側面衝突事故における重傷死亡者数及び重傷死亡率の低減を図るためには、乗員の傷害受傷部位を的確に保護する装置の導入とその性能を評価する試験方法の導入が必要であると考えられる。

本報では、側面衝突時の乗員保護装置として近年普及が進んでいるカーテン・サイドエアバッグ (本報では、主に頭部を保護するカーテン・エアバッグと主に胸部を保護するサイド・エアバッグを合わせて、以下、CSAB(Curtain Side Air Bag)という)の乗員保護効果について、日本の側面衝突事故の実態調査結果、自動車乗員の乗車姿勢調査及び衝突試験から検討したものである。図1にCSABを示す。

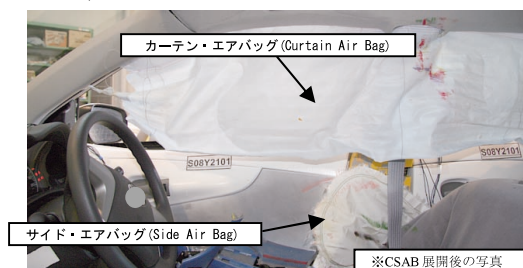


図1 カーテン・サイドエアバッグ (CSAB)

(1)「交通事故調査」では、側面衝突事故の実態について、3年間(2006-2008)のITARDA((財)交通事故総合分析センター)のマクロデータから

概要把握を行った。(2)「乗車姿勢調査」では、一般道を走行中の車両を観察し運転者及び助手席乗員の乗車姿勢を調査した。(3)「実車衝突試験」では、CSABの効果について「乗車位置調査」の結果を参考に効果確認のための試験を行った。

2. 交通事故調査

警察庁の統計によると、2008年の交通事故件数は、766,147件であり、死傷者数は95,0659人、死亡者数は6,023人(事故後30日以内の死亡者)であった。また、衝突事故において乗員が被害を受けた事故件数は、2005-2007の3年間で約140万件であった。以下の側面衝突事故の統計調査は、「多重衝突を除いた、車対車の出会い頭事故及び車両単独事故」の衝突条件におけるシートベルトを着用した前席乗員の重傷死亡者数を元に行った。

図2に、側面衝突事故の重傷死亡者数を、衝突相手別ごとに前席乗員の全体、衝突側、反衝突側について示したものである。側面衝突事故の重傷死亡者は、衝突側が約60%、反衝突側が約40%であった。また、衝突相手は車両が最も多く全体の80%以上であり、このうち軽自動車と普通乗用車で60%であった。ポール(信号機及び道路標識等)は、全体の6%弱であった。

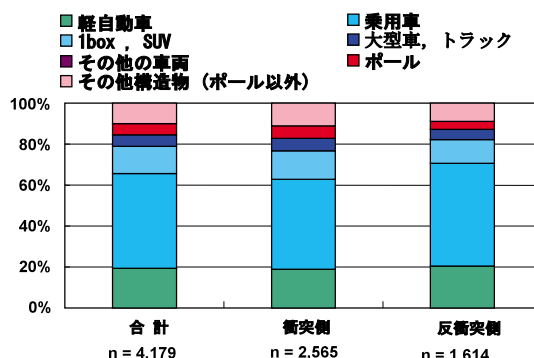


図2 側面衝突事故の重傷死亡者 (衝突相手別)

図3に乗員の受傷部位と相手車両の関係を示す。重傷死亡者の受傷部位の多くは上部部（頭部、胸頸部及び胸部）であった。また、衝突相手が車両の場合は、車両重量の大きい車種では頭部と胸部の受傷割合が多く、頸部が少ない傾向にある。また、衝突相手がポールの場合は、頭部の受傷割合が他に比べて多い。腹部の受傷割合は、相手車両及び相手物に係わらず最も少なかった。以上の結果から、CSABにより上部部の傷害が低減されれば、重傷死亡者数が減少される可能性がある。

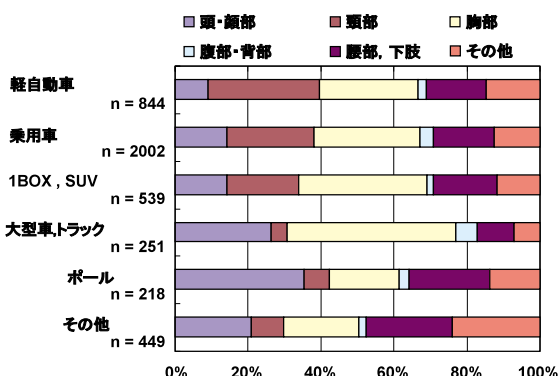


図3 側面衝突事故の重傷死亡者（衝突相手車両と受傷部位の関係）

3. 乗車姿勢調査

事故調査から、側面衝突時の乗員傷害部位として頭部、頸部及び胸部に多いことが明らかになった。一般に、胸部傷害については、衝突時のドア部の車室内侵入が大きな影響を及ぼすことが知られているが、頭部については加害部位が特定しきれていない。

そこで、一般道を走行中の運転者及び助手席乗員の乗車姿勢調査を実施した。本調査では、まず公道を走行している車両乗員を側面からビデオ撮影し観察した。その結果、前席乗員において、頭部とBピラーとがオーバーラップ（以下、ラップという）している場合が多かった。また、事故調査から、上部部の傷害が比較的多かったことから、頭部とBピラーがラップしている乗員の割合について調査することとした。調査方法は、一般道路の交差点付近で、走行中の車両をビデオ撮影し、画像解析により実施した。調査対象は、運転席乗員及び助手席乗員、車種はセダン／ワゴン、1BOXタイプ等の乗用車、軽乗用車とし、大型車（トラック、バス等）及び2ドア車両は除いた。

図4に、Bピラーと乗員頭部の「ラップ有り」と「ラップ無し」の判断基準を示す。頭部の一部でもBピラーと重なっていた場合に「ラップ有り」としてカウントした。調査台数は、運転席乗員では377台である。助手席乗員の調査台数は256台であったが、助手席乗員の乗車割合は約18%と少ないため、調査対象者は45人である。

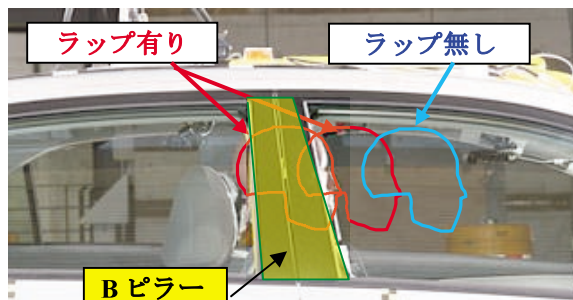


図4 乗員頭部と車両のBピラーがラップする場合の判断基準

図5に、前席乗車位置別のラップする割合を示す。運転者は約50%、助手席乗員の約70%が「ラップ有り」であった。図6に、運転席における、性別によるラップ割合を示す。男性で約50%、女性で約30%が「ラップ有り」であった。女性のラップ割合が少ないのは、身長及び体格によるものであると考えられる。以上の結果から、側面衝突時にはBピラーが頭部への加害部位となる可能性が高いことが考えられる。

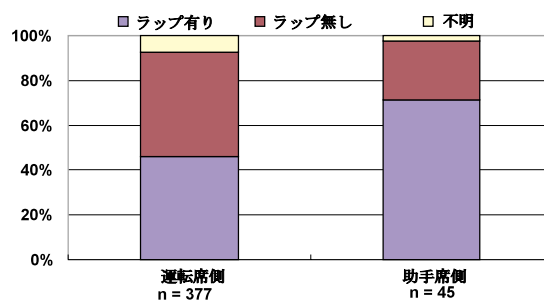


図5 前席における乗員頭部とBピラーとのラップ割合（乗車位置別）

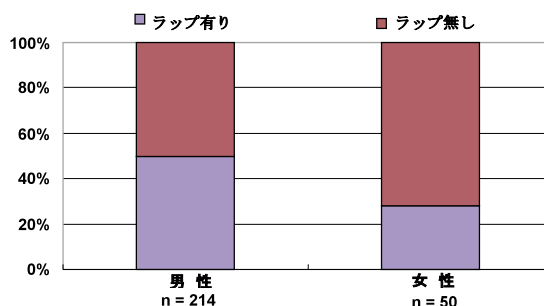


図6 前席における乗員頭部とBピラーとのラップ割合（男女別）

4. 実車衝突試験

側面衝突時の CSAB の効果を調査するために、CSAB 装着車と非装着者を同じ条件で衝突試験を実施してダミー傷害値により比較した。

試験車両は国産のセダンタイプの小型普通乗用車で、ダミーの乗車位置は前項の「乗車位置調査結果」からダミー頭部が B ピラーに重なる位置にシートポジションをセットした。その他の試験条件については、ECE/R95 条件とした。

試験車両の仕様を表 1 に、試験条件を表 2 に示す。また、図 7 に、衝突車と被衝突車の試験前の状態を示す。図 8 に試験後のダミーの状態を示す。

Test 3 は JNCAP の試験条件である。JNCAP 条件は、試験速度が 55km/h であること、ダミーの乗車位置が他の条件よりも前方である（ダミー頭部と B ピラーが重ならない）点で他の試験条件と異なる。また、CSAB は装備していない。

表 1 試験車両の諸元

タイプ	衝突車 (ECE/R95 MDB)	被衝突車 (Sedan)
車両重量	948 kg	1130 kg
エンジン排気量	-	1496 cc
寸法 L(mm) x W(mm) x H(mm)	500 x 1500 x 500 (パリアフェース寸法)	4410 x 1695 x 1460

表 2 試験条件

Test No.	1	2	3
試験条件			
衝突速度	50 km/h	50 km/h	55 km/h
衝突位置	Vehicle C/L	Vehicle C/L	Vehicle C/L
衝突車	タイプ: ECE/R95 MDB 重量: 948 kg	タイプ: ECE/R95 MDB 重量: 948 kg	タイプ: ECE/R95 MDB 重量: 948 kg
被衝突車	タイプ: Vehicle 重量: 1253 kg CSAB の有無: CSAB 無し	タイプ: Vehicle 重量: 1279 kg CSAB の有無: CSAB 有り	タイプ: Vehicle 重量: 1192 kg CSAB の有無: CSAB 無し
ダミーのタイプ	ES-2	ES-2	ES-2

C/L: Center line (衝突車の左右中心)
SRP: Seating reference point of driver in front seat (前席の衝突基準位置)

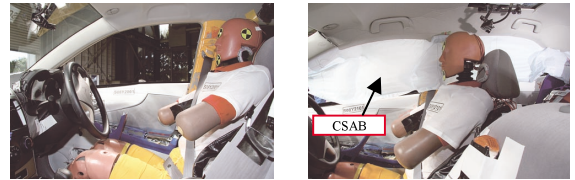


(a) 試験車両の衝突前の状態



(b) Test 1, 2 (c) Test 3

図 7 試験車両およびダミー着座位置 (試験前)



(a) Test 1 (CSAB 無し) (b) Test 2 (CSAB 有り)

図 8 車室内及びダミーの状態 (試験後)

5. 実車衝突試験結果

CSAB の効果について「乗車姿勢調査」の結果を参考に試験を行った。以下に、その結果を示す。

図 9 に頭部合成加速度の時間履歴を、図 10 に頭部傷害基準値 (HPC) の比較を示す。「CSAB 有り」の場合は「CSAB 無し」に比べて約 1/2 であり、衝突車速度が 55km/h の試験結果よりも低い結果となった。また、頭部合成加速度の時間履歴波形から、「CSAB 有り」では衝突時刻から 20ms 以内で頭部と B ピラー間に CRSB が展開されたため、頭部加速度が「CSAB 無し」に比べて加速度の立ち上がり早く、最大値が小さくなった。一方で、CSAB 無しの場合は、ほぼ B ピラーの侵入速度で頭部が衝突するため、頭部加速度の変化が急激であり、最大値も高くなった。

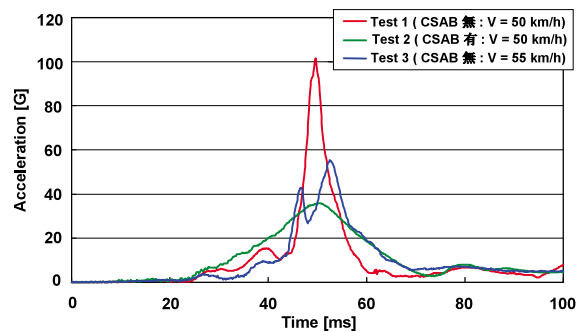


図 9 頭部合成加速度の時間履歴

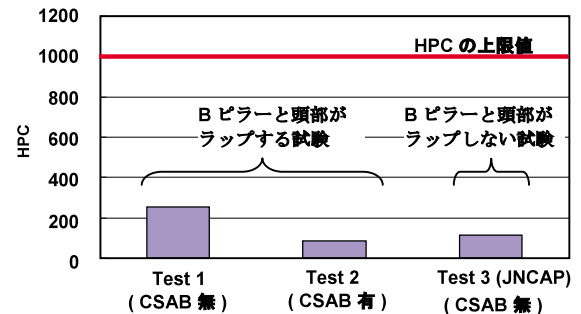


図 10 頭部傷害基準 (HPC)

図 11 に、胸部肋骨変位の時間履歴を、図 12 に胸部肋骨変位の最大値を示す。「CSAB 有り」

の最大値は「CSAB 無し」に比べて低い結果となった。また、最も傷害値が低かったのは、JNCAP 条件であった。つまり、B ピラーは、ドア部よりも乗員胸部に対する加害性が高いことを示している。また、「CSAB 有り」の胸部肋骨変位が上部肋骨よりも下部肋骨が高くなるのは、下部肋骨付近でエアバッグが展開されるためであると考えられる。これは、胸部肋骨変位の時間履歴からも確認できる。

6. まとめ

側面衝突時におけるカーテン・サイドエアバッグの効果について検討を行った結果を以下にまとめる。

1. 事故調査結果から、重傷死亡者をとともなう側面衝突事故において、衝突相手の約 8 割が車両であり、被害者の約 6 割が衝突側乗員であった。一方で、約 4 割が反衝突側乗員であった。

衝突相手により乗員被害部位に一定の傾向が見られ、大型車やポールとの衝突では上部部の被害が多かった。被衝突車乗員の被害部位は、相手車両の種類による傾向が見られ大型車の場合では上部部への傷害が多く、特にポールに対する衝突では頭部傷害の割合が高くなる傾向を示した。

以上から、CSAB の普及により側面衝突時の重傷死亡事故の低減が期待できると考えられる。

2. 一般道路走行中の乗車姿勢については、男女ともに頭部が B ピラーとラップする割合が高く、特に助手席及び女性でその傾向が強く見られた。

3. 「頭部が B ピラーに衝突する場合」における衝突試験を実施し、CSAB の乗員保護効果を検討した。CSAB の有無にかかわらず、今回の車両の乗員傷害値は基準以下であった。CSAB は主に乗員の上体部に対して効果が認められた。これは、衝突時の早い段階から、頭部・胸部と B ピラーの間に CSAB が挿入・展開されるため、エアバッグと接触するダミー各部位の入力がより緩和されるためであると考えられる。CSAB は一般にポールや大型 SUV 等への衝突安全対応として有効性が指摘されているが、今回の調査により普通乗用車クラスとの衝突事故においても一定の効果があるものと考えられる。

本件は、国土交通省の受託試験「自動車の側面衝突時の乗員保護装置に係わる調査」の調査及び試験結果の一部をまとめたものである。

JNCAP の試験データについては、(独)自動車事故対策機構殿からご提供頂いたものです。

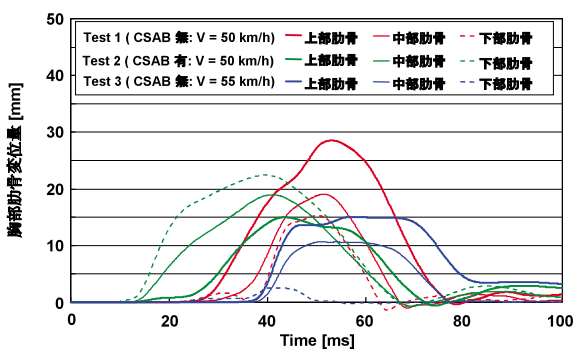


図 1.1 胸部肋骨変位の時間履歴

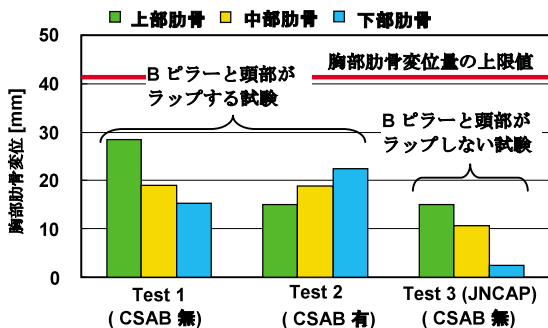


図 1.2 胸部肋骨変位

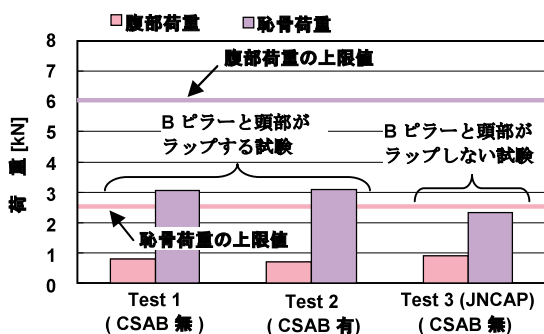


図 1.3 腹部荷重及び恥骨荷重