

② 自動車の歩行者頭部保護に関する調査

自動車研究部 ※田中 良知 細川 成之 松井 靖浩

1. はじめに

近年、日本の交通事故死亡者は減少傾向にあり、2015年の交通事故死亡者数は4,117人であった。図1に、2015年の状態別交通事故死亡者とその割合を示す。歩行中死亡者の割合が最も高く37%（1,534人）であり、交通事故死亡者数のさらなる低減のためには、歩行中死亡者数の低減が重要であると考えられる。

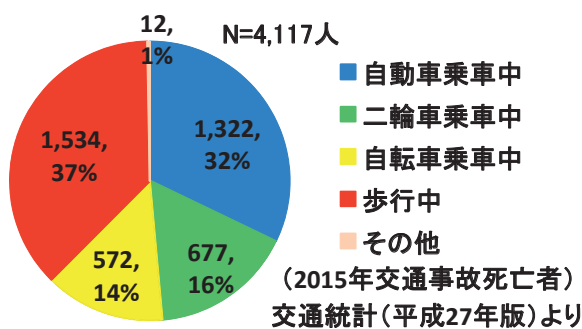


図1 状態別交通事故の死亡者割合（2015年）

日本においては、2005年に歩行者頭部保護基準が導入され、これにより、歩行中死亡者数が低減していることが報告されている¹⁾。一方で、歩行者保護基準の試験範囲外の領域に頭部が衝突している事例が多いことも報告されている²⁾。そこで、基準の頭部保護試験範囲の拡大を検討する必要がある。

今回、歩行中死亡者数の低減を目的として、歩行者保護基準の頭部保護試験範囲の検討を実施した。まず、歩行者保護基準に適合した車両の歩行者事故状況を把握するために事故調査を実施した。頭部保護実験では、基準の頭部保護試験範囲外で加害性が高いと考えられるAピラーの歩行者頭部加害性についての調査と、歩行者頭部保護装置として一部車種に適用されている歩行者エアバッグの性能についての調査を行った。

2. 事故調査

歩行者保護基準に適合した車両の日本における歩行者事故状況の把握のため、（公財）交通事故総合分析センタのマクロ事故データを用いて、2008年から2012年の5年間に発生した歩行者事故について調査を実施した。歩行者事故では車両前面形状の影響が大きいといわれている³⁾。そのため、今回の調査では歩行者保護基準に適合し、かつ販売台数の多い普通乗用車セダン、普通乗用車ミニバン及び軽乗用車の3車種を対象とした。

図2に、歩行者死亡事故における衝突車両の危険認知速度の割合を示す。本項における図中の数字は、死亡者数とその占める割合を示す。危険認知速度は「40km/h以下」、「40km/h超50km/h以下」及び「50km/h超」に分類した。危険認知速度とは運転手が事故の発生を予測したときの車両速度のことで、衝突速度と異なる場合が多い。衝突速度は、ブレーキ操作等により危険認知速度より低い速度となる。車両相互事故での衝突速度は危険認知速度の約8割といわれている⁴⁾。歩行者保護基準の頭部保護試験は衝突速度が40km/hの事故を想定している。そのため、危険認知速度が「40km/h以下」の全事故及び「40km/h超50km/h以下」の一部の事故が、歩行者保護基準で想定している衝突速度以下の事故と考えられる。歩行者保護基準に適合している車両の歩行者死亡事故のうち、危険認知速度が「40km/h以下」の事故は42%、「40km/h超50km/h以下」の事故は30%であった。

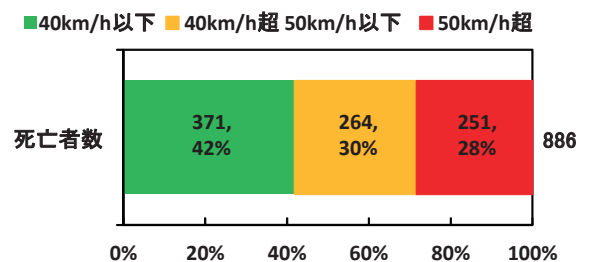


図2 歩行者死亡事故の危険認知速度割合（2008～2012年）

図 3 に、歩行中死亡者の損傷主部位の割合を、危険認知速度が「40km/h 以下」及び「40km/h 超 50km/h 以下」のそれぞれの場合で示す。どちらの速度域でも、「頭・顔部」の占める割合が最も高く、「40km/h 以下」で 51%、「40km/h 超 50km/h 以下」で 57%であった。

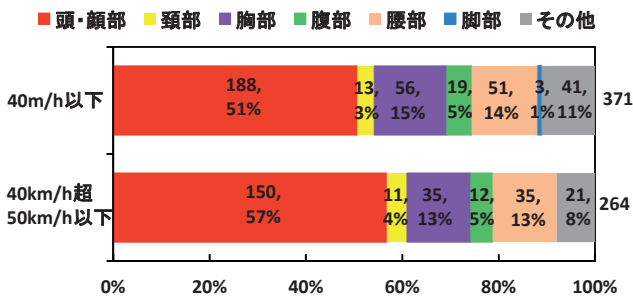


図 3 危険認知速度別での歩行中死亡者の損傷主部位割合 (2008~2012 年)

図 4 に、「頭・顔部」が損傷主部位の歩行者死亡事故における加害部位の割合を、危険認知速度が「40km/h 以下」及び「40km/h 超 50km/h 以下」のそれぞれの場合で示す。どちらの速度域でも、車両外板の占める割合が最も高く、「40km/h 以下」で 55%、「40km/h 超 50km/h 以下」で 66%であった。これらの結果から、歩行者は頭部が車両外板に衝突して受傷することが多いと考えられる。したがって、車両の歩行者に対する衝突安全対策として、車両外板の対策を強化することが必要であると考えられる。

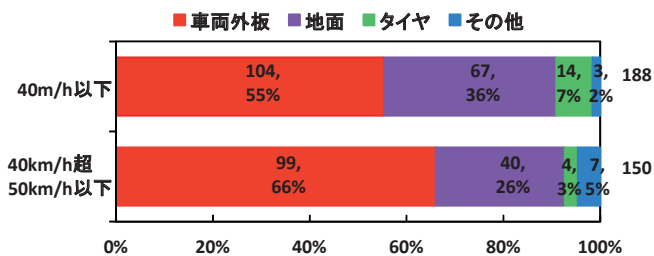


図 4 危険認知速度別での歩行者死亡事故の加害部位割合 (2008~2012 年) (「頭・顔部」が損傷主部位の事故)

3. 歩行者頭部保護実験

3. 1. A ピラー加害性調査

A ピラーは歩行者保護基準における頭部保護試験範囲に含まれないが、事故調査の車両外板に含まれている。そこで、現行の歩行者保護基準に適合した軽乗用車を用いて、A ピラーを衝突位置として歩行者頭部保護試験と同様の実験を実施し、A ピラーの加害性を調査した。実験は、歩行者頭部インパクトを 35km/h

の速度で車両に衝突させることで実施した。衝突位置は、A ピラー中央部、ラップ・アラウンド・ディスタンス (Wrap Around Distance、以下 WAD) が 1,800 の位置とした。また、今回実験に用いた車両は A ピラーの構造が運転席側と助手席側で異なることから、それぞれについて実験を実施した。図 5 に、実験車両及び衝突位置について示す。



図 5 実験車両・実験衝突位置

図 6 に、それぞれの実験後の A ピラー変形状況を示す。変形量は助手席側の A ピラーの方が大きかった。

図 7 に、運転席側及び助手席側の A ピラーの断面を示す。運転席側の A ピラーには補強材が入っており、強度が高くなっていた。運転席側のみ補強材が入られているのは、日本の道路が左側通行であり、車両相互事故において運転席側に衝突する可能性が高いためと考えられる。



図 6 実験後の A ピラー変形状況

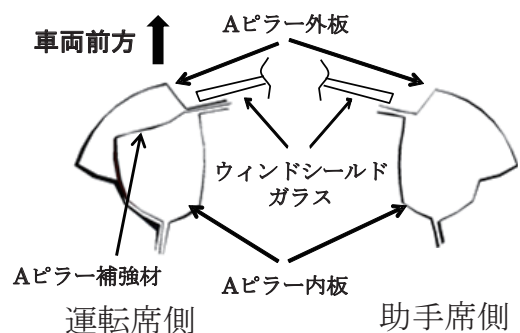


図 7 運転席側及び助手席側 A ピラー断面

図 8 に、それぞれの実験での頭部インパクト加速度の時間履歴を示す。頭部インパクトが A ピラーと接触した時間を 0ms としている。運転席側の A ピラーに

衝突させたときの加速度の最大値の方が大きく 2,903m/s²であったのに対し、助手席側の加速度の最大値は 2,070m/s²であった。

図 9 に、それぞれの実験での頭部傷害値 (Head Injury Criteria、歩行者保護基準では傷害値を計算する時間の範囲が最大で 15ms であることから、以下 HIC15 という) の値を示す。運転席側の A ピラーに衝突させたときの HIC15 の方が大きく 4,343 であった。助手席側の HIC15 は 2,613 で、運転席側の 60% であった。A ピラーの強度の違いが歩行者頭部保護性能に影響を与えることが確認できた。どちらの場合も歩行者保護基準のしきい値である 1,700 を超えており、歩行者頭部が A ピラーに衝突した場合には、40km/h 以下の衝突速度であっても死亡事故となる可能性が高いと考えられる。

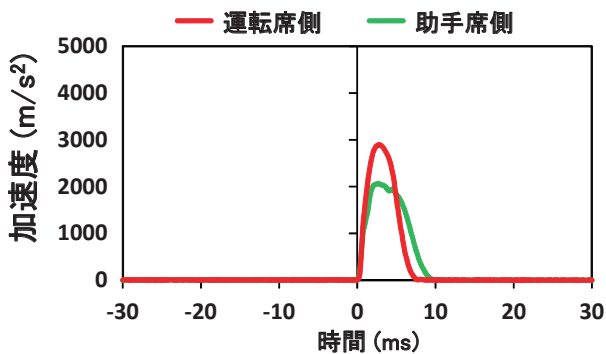


図 8 運転席側及び助手席側での頭部インパクト加速度時間履歴

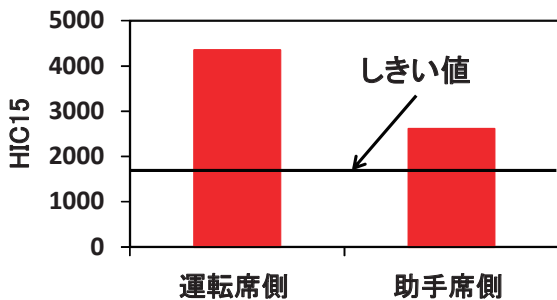


図 9 運転席側及び助手席側での HIC15 値

3. 2. 歩行者エアバッグ効果調査

歩行者エアバッグ搭載車両を用いて、A ピラーに対して歩行者頭部保護試験と同様の実験を実施し、歩行者エアバッグの性能を調査した。実験は歩行者エアバッグ有無の条件で行い、衝突位置は歩行者保護基準において頭部保護試験範囲で最大となる WAD2,100 の位置 (A ピラー中央部より下側) とした。この歩行者エアバッグは歩行者との衝突をバンパ部で検知して展開する仕組みとなっているが、今回の調査では、歩行者

エアバッグは性能を十分に発揮できるタイミングで強制的に展開させた。歩行者エアバッグ無しの条件は、歩行者エアバッグ有りの条件の実験後の車両を用いて、エアバッグをたたんで実施した。図 10 に、今回の実験車両及び衝突位置について示す。

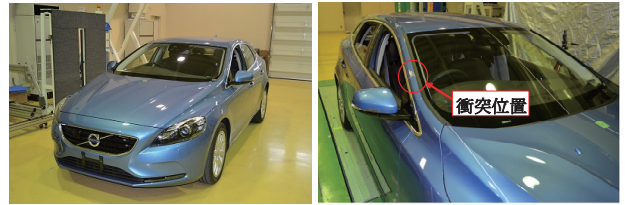


図 10 実験車両・実験衝突位置

図 11 に、歩行者エアバッグ有りの実験で歩行者頭部インパクトが最大加速度のときの写真を示す。歩行者エアバッグにより、頭部インパクトと A ピラーの衝突はなかった。

図 12 に、歩行者エアバッグ無しの実験で歩行者頭部インパクトが最大加速度のときの写真を示す。頭部インパクトは A ピラーに衝突していた。

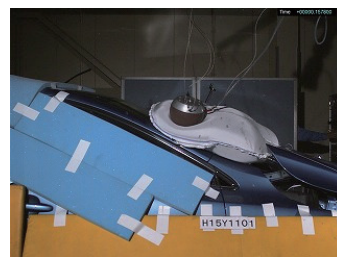


図 11 歩行者エアバッグ有り条件での頭部インパクト最大加速度時の状況



図 12 歩行者エアバッグ無し条件での頭部インパクト最大加速度時の状況

図 13 に歩行者エアバッグ有りの実験後の状況を示す。歩行者エアバッグは、頭部保護試験範囲で最大となる WAD2,100 までカバーしていた。

図 14 に、実験後の歩行者エアバッグに空気を充填した状況を示す。今回実験に用いた車両の歩行者エアバッグは、厚さが約 200mm であった。

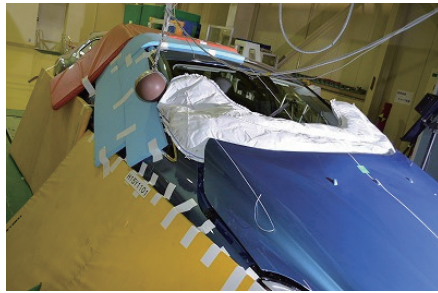


図 13 歩行者エアバッグ有り条件の実験後状況



図 14 歩行者エアバッグの空気充填状況

図 15 に、歩行者エアバッグ有無の実験での頭部インパクト加速度の時間履歴を示す。歩行者エアバッグ無しの実験で頭部インパクトが A ピラーと接触した時間を 0ms としている。歩行者エアバッグ無しの場合、頭部加速度の最大値は $4,331\text{m/s}^2$ であったのに対し、エアバッグ有りの場合の方が最大値は小さく 463m/s^2 であった。

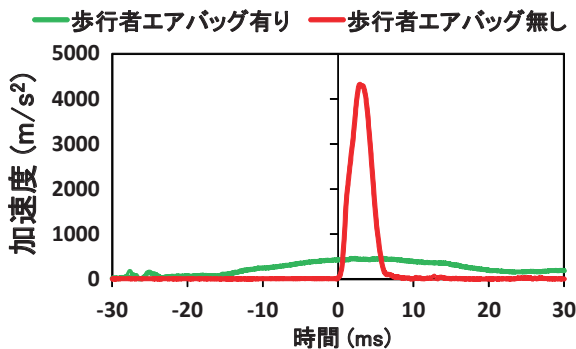


図 15 歩行者エアバッグ有無での頭部インパクト加速度時間履歴

図 16 に、歩行者エアバッグ有無の実験での HIC15 の値を示す。HIC15 の値は、エアバッグ無しの場合には 8,009 で歩行者保護基準のしきい値である 1,700 を大きく超えていた。歩行者エアバッグ有りの場合は 189 でしきい値を大きく下回り、基準を満足していた。歩行者エアバッグは、歩行者頭部の A ピラーに対する歩行者保護に効果的であると考えられる。

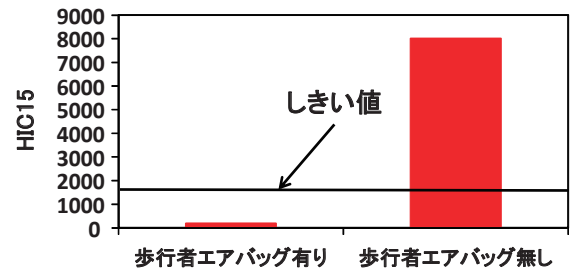


図 16 歩行者エアバッグ有無での HIC15 値

4. まとめ

事故調査により、現行の歩行者保護基準で想定している衝突速度以下でも死亡事故が多いことがわかった。この理由として、実際の事故では歩行者保護基準の頭部保護試験範囲外である A ピラー等に歩行者頭部が衝突して、歩行者の傷害が大きくなっていることが考えられる。さらなる交通事故歩行中死亡者の低減のためには、歩行者保護基準の頭部保護試験範囲の見直しの検討が必要と考えられる。

A ピラーに対する歩行者頭部保護実験の結果より、A ピラーの加害性が非常に高いことが確認できた。また、歩行者頭部と A ピラーが衝突する場合でも歩行者エアバッグにより死亡、重傷事故を防止できる可能性が高いことが確認できた。適切に作動する歩行者エアバッグの普及により、歩行中死亡者数の低減が期待できると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省，“平成 26 年度車両安全対策検討会資料”，(2015)
- 2) (一財)日本自動車研究所，(公財)交通事故総合分析センター，国土交通省，“平成 25 年度車両安全に資するための医工連携による交通事故の詳細調査分析結果報告書”，(2014)
- 3) 後藤陽一，“人対車両事故における車両タイプと歩行者の傷害に関する分析”，(公財)交通事故総合分析センター平成 23 年第 13 回交通事故・調査分析研究発表会，(2011)
- 4) (公財)交通事故総合分析センター，“前面及び後面衝突事故の衝突速度 ΔV の推定精度向上に関する研究”，(2012)