

新しい側面衝突試験法に関する研究

自動車安全研究領域
関東運輸局鉄道部

※細川 成之 米澤 英樹
長谷川 博子

1. はじめに

日本では、側面衝突事故対策として1998年に実車による側面衝突試験基準を制定した。その結果、死亡重傷者軽減に効果が現われつつある。しかし、側面衝突事故件数は依然として多く側面衝突に係る事故に対するさらなる効果的な対策が必要である。特に、近年市場に多く普及しているSUV、1BOX車及びミニバン車などの前面剛性、車高の高い車両が衝突した場合のボンネット型車両乗員の被害が大きくなる傾向が指摘されている。また、単独事故時に木立、電柱等の固定物に衝突した場合の車両乗員の安全性向上についても考える必要がある。

本報告では、現在IHRA-SIWG(International Harmonized Research Activity - Side Impact Working Group)等の国際会議で審議されている、近年の車両の前面形状や剛性等を考慮したAE-MDB(Advanced European-Moving Deformable Barrier)を用いた試験方法及び米国から提案されているポール側面衝突試験方法について、乗員の傷害値に与える影響について現法規条件(ECE/R95)と比較検討した。なお、各々の試験には、EuroSID-1の他にES-2、SID-II s、ES-2reの新しいダミーを用いた。

2. テスト条件

2. 1. 衝突形態

表1は今回報告するテストの衝突形態及び条件

Table1. Test conditions in full-scale side impact test

Test No.	1	2	3	4	5	6	7	
Test config.								
Impact velocity	50km/h	50km/h	50km/h	50km/h	50km/h	32km/h	32km/h	
Impact point	Striking vehicle C/L Front seat SRP of struck vehicle	Striking vehicle C/L Front seat SRP of struck vehicle	Striking vehicle C/L Front seat SRP of struck vehicle	Striking vehicle C/L Front seat SRP-250mm of struck vehicle	Striking vehicle C/L Front seat SRP of struck vehicle	Pole center to Front Dummy Head center	---	
MDB	Type	ECER95	ECER95	AE-MDB	AE-MDB	Pole	Size 254mm (10 inch) Impact angle 75°	
	Mass	950kg	950kg	1503kg	1503kg			---
	Ground Height	300mm	300mm	Barrier:300mm Bumper:350mm	Barrier:300mm Bumper:350mm			300mm
Struck Vehicle	Mass	1431kg	1432kg	1433kg	1418kg	1194kg	1194kg	
	Front Dummy	EuroSID-1	ES-2	ES-2	ES-2	ES-2	ES-2re	
	Rear Dummy	SID-II s	-	SID-II s	SID-II s	-	-	

について示したものである。

Test No.1はECE/R95条件で前席にEuroSID-1、後席にSID-II sを搭載したテスト、Test No.2はECE/R95条件で前席にES-2を搭載したテスト、Test No.3はECE/R95条件でAE-MDBを用い、前席にES-2、後席にSID-II sを搭載したテストである。このテストでは、AE-MDBの中心がテスト車前席のSRP(Seat Reference Point)の位置に合わせ実施した。Test No.4はECE/R95条件でAE-MDBを用い、前席にES-2、後席にSID-II sを搭載したテストである。このテストでは、AE-MDBの中心がテスト車前席のSRPより後方250mmの位置に合わせ実施した。

Test No.1~Test No.4のテストより、前席、後席ダミー傷害値に与える影響について比較する。テスト車は、日本製ボンネット型小型乗用車4ドアセダン車(A車)である。Test No.1~Test No.4のテストから前席、後席のダミー傷害値に与える影響について比較する。

次に、Test No.5はECE/R95条件で、前席にES-2、後席にSID-II sをと搭載したテスト、Test No.6は、現在米国から提案されている側面ポール衝突条件(FMVSS214 Draft)で前席にES-2を搭載したテストである。Test No.7は、Test No.6と同条件で米国が提案している前席にES-2reを搭載したテストである。Test No.5~Test No.7に使用

したテスト車は日本製ボンネット型小型乗用車4ドアセダン（B車）で、Test No.6～Test No.7のポール衝突テストでは、テスト車に側面カーテンエアバッグが装備されている。Test No.5～Test No.7のテストから前席、後席のダミー傷害値に与える影響について比較する。

今回のテストに用いたテスト車A,B車とも日本国内で使用されている小型乗用車の平均的仕様に近いものである。

2. 2. テスト条件

ECE/R95条件では、MDBの速度50km/h、地上高300mmでMDBは一層型を用いテストを実施している。

AE-MDBはFig.1に示すように近年市場で使用されている車両の諸寸法及び緒元前面剛性等を考慮しさらに両車走行と後席乗員への負荷を考慮して、開発されたMDBである。

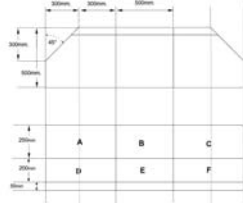


Fig.1 AE-MDBの諸寸法

AE-MDBのテストでは、AE-MDBの衝突位置をAE-MDB中心位置とテスト車前席SRP位置に合わせたものと、前席SRPより250mm車両後方に合わせたものの2種類で実施している。米国から提案されたポール側面衝突テスト（FMVSS214 Draft）は、テスト車の速度が32km/h、衝突角度が75°、ポールの直径が254mmである。衝突位置は、ポールの中央が前席ダミー頭部の中心に合わせている。

3. テスト結果

3. 1. 車体及びMDBの変形状況

衝突後のテスト車の変形状況をFig.2及び3に示す。Fig.2にTest No.1～Test No.4のA車（外板）の変形状況をそれぞれ示す。また、Fig.3にTest No.5～Test No.7のB車の変形状況（外板）をそれぞれ示す。



Test No.1



Test No.2



Test No.3



Test No.4

Fig.2.テスト車の変形状況（Test No.1～Test No.4）



Test No.5



Test No.6



Test No.7

Fig.3. テスト車及びMDBの変形状況
(Test No.5～Test No.7)

3. 2. A車のダミー各部の傷害値

3. 2. 1. 前席ダミー（EuroSID-1, ES-2）

Test No.1～Test No.4のテスト結果をもとに前席ダミー（EuroSID-1, ES-2）各部のダミー傷害値についてECE/R95条件のそれと比較した。

Fig.4は、Test No.2～Test No.4の前席（ES-2）の頭部HPCについて比較したものである。ECE/R95条件に比べAE-MDBを用いたテストは、HPCが高くなる。特に、AE-MDBの衝突位置をテスト車後方250mmに位置にしたTest No.4（SRP-250）では、ダミー頭部がBピラーと干渉し、HPCは600を超える値を示した。

Fig.5は、ES-2のThorax Upper Rib Defl.、Thorax Middle Rib Defl.、Thorax Lower Rib Defl.それぞれを比較したものである。Thorax Defl.は、それぞれのテストでUpper, Middle, Lowerの順に

高い傾向を示し、ECE/R95 と AE-MDB のテストで大きな差異はない。Test No.3 の AE-MDB テスト (AE-MDB 中央とテスト車両前席 SRP 位置) が若干小さい値を示している。

Fig.6 は、ES-2 の Thorax V*C について比較したものである。V*C 値は Upper, Middle, Lower 位置とも ECE/R95 テストが大きく、Test No.3 の AE-MDB のテストが最も小さい値を示した。

Fig.7 は、ES-2 の Abdominal Force と Pubic Force について比較したものである。Abdominal Force は 3 形態で同様な値を示すのに対し、Pubic Force は、2 形態の AE-MDB テストが ECE/R95 テストより高い値を示した。特に、Thorax Rib Defl. と V*C が最も小さかった Test No.3 では Abdominal Force, Pubic Force において最も大きな値を示している。

次に、ECE/R95 条件での前席ダミーの EuroSID-1 と ES-2 で比較した。

Fig.8 はダミー各部の傷害値について比較したものである。ES-2 を用いたテストでは EuroSID-1 に比べ Thorax Rib Defl. Thorax Rib V*C が高い値を示した。しかし、Abdominal Force, Pubic Force は両ダミーとも同様な値である。ES-2 のバックプレートの改善によりダミーと座席シートバックとの干渉に差異があり、Thorax 部のダミー傷害値に大きく影響を与えたものと思われる。

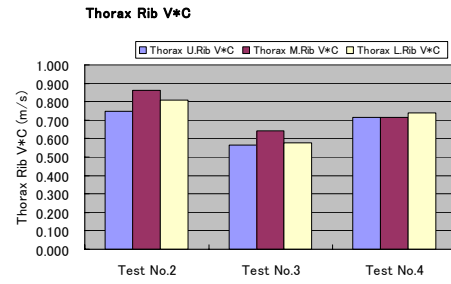


Fig.6.Thorax Rib V*C の比較 (ES-2)

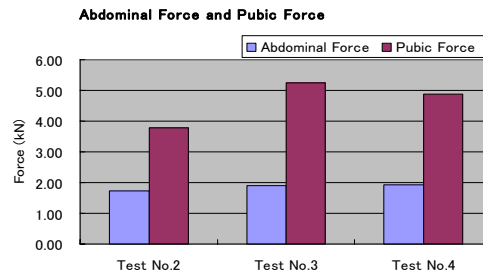


Fig.7. Abdominal and Pubic Force の比較 (ES-2)

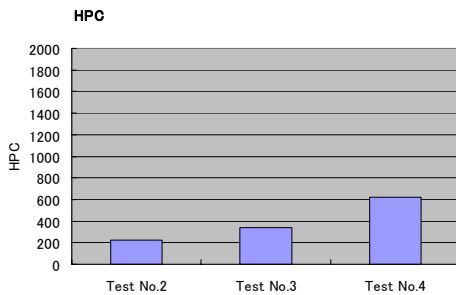


Fig.4. HPC の比較 (ES-2)

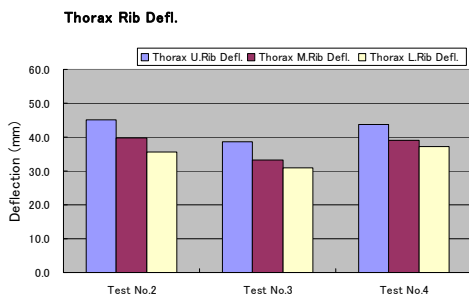


Fig.5. Thorax Rib Defl.の比較 (ES-2)

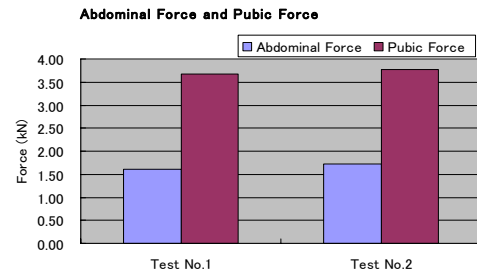
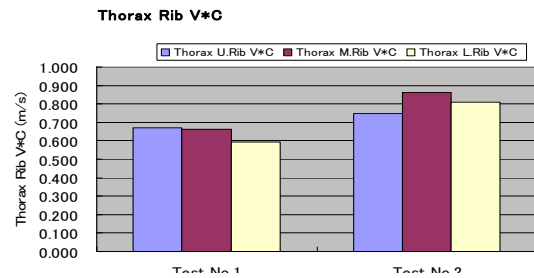
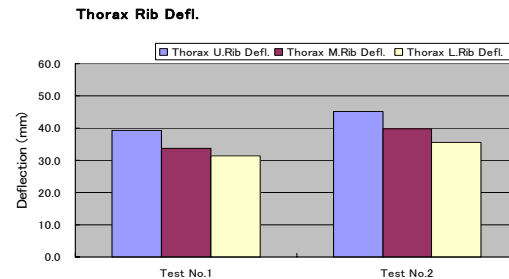
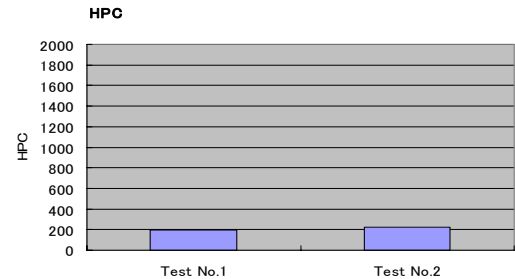


Fig.8.EuroSID-1 と ES-2 の比較

3. 2. 2. 後席ダミー (SID-II s)

Test No.1, Test No.3, Test No.4 のテスト結果をもとに比較する。

Fig.9 は、SID-II s の HPC について比較したものである。ECE/R95 テストに比べ、AE-MDB を用いたテストの HPC は高い傾向を示した。特に、Test No.4 の AE-MDB のテスト (AE-MDB 中央をテスト車 SRP より後方に 250mm 位置) は、頭部が C ピラーと干渉し非常に高い値となっている。

Fig.10 は、SID-II s の Shoulder Rib Defl. と Thorax Rib Acc. を比較したものである。Shoulder Rib Defl. は、3 形態でほぼ同様な値を示した。Thorax Rib Acc. は Upper, Middle の位置で、ECE/R95 テストに対し、Test No.3 は小さく、Test No.4 (SRP-250mm) が大きな値となっている。Lower 位置では、ECE/R95 テストに対し、AE-MDB のテストははるかに大きな値となり、AE-MDB を用いた 2 形態のテストではほぼ同様な値を示した。

Fig.11 は、SID-II s の Abdominal Rib Defl. について比較したものである。Abdominal Upper Rib Defl. は、ECE/R95 テストに比べ Test No.3 は小さく、Test No.4 は大きな値を示した。Abdominal Lower Rib Defl. は ECE/R95 test に比べ 2 形態とも AE-MDB テストは高い値を示している。特に、Test No.4 (SRP-250mm) は、Upper, Lower 位置とも高い値となっている。

Fig.12 は、SID-II s の Pubic Force, Iliac Force, Acetabulum Force についての比較を示す。ECE/R95 テストと比較すると Pubic Force は 3 形態ともほぼ同様な値を示している。Iliac Force は、ECE/R95 テストに比べ、2 形態の AE-MDB テストは非常に高い値を示している。しかし、Acetabulum Force については、ECE/R95 テストに比べ Test No.3 の AE-MDB テストは高く、Test No.4 (SRP-250mm) は、非常に低い値となり、データに差異がある。

今回実施した AE-MDB テストでは、AE-MDB の衝突位置を変えたこともあり、テスト車の車体変形、特にドア部の速度変化に ECE/R95 テスト条件と差異を生じたため前席ダミー各部の傷害値に影響を与えた。特に、Test No.4 (SRP-250mm) では、ダミー後席位置の車体変形が大きくなったため、

後席ダミー各部の傷害値は前席ダミーより大きく差異を生じた。

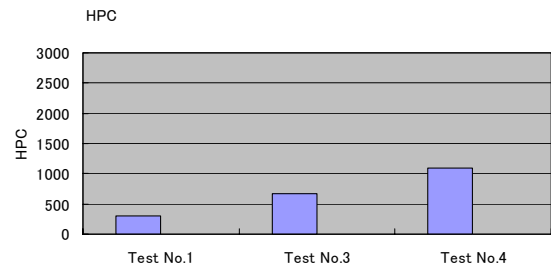


Fig.9 HPC の比較 (SID-II s)

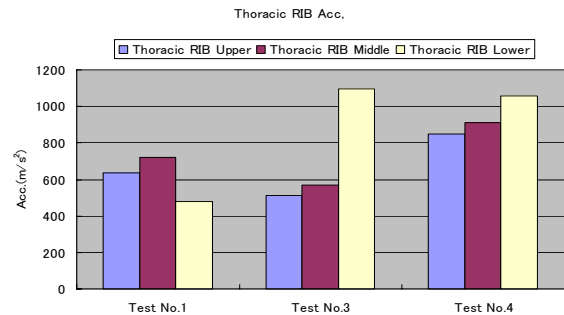


Fig.10 Thorax Rib Acc. と Shoulder Rib Defl. の比較 (SID-II s)

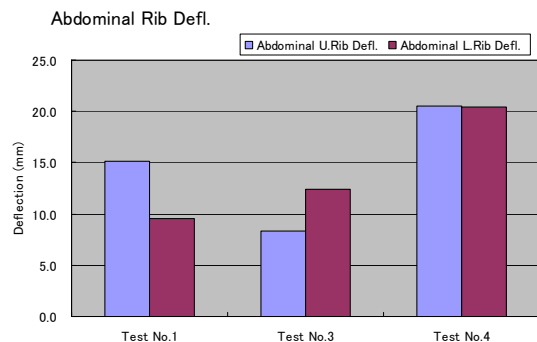


Fig.11 Abdominal Rib Defl. の比較 (SID-II s)

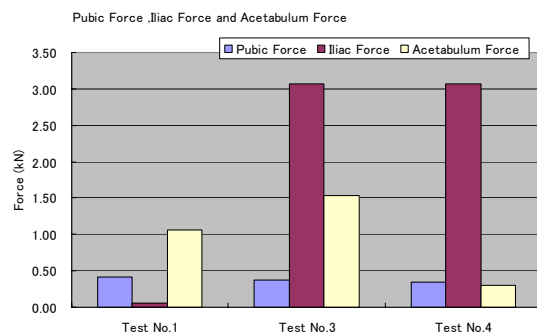


Fig.12 Pubic, Iliac and Acetabulum Force の比較 (SID-II s)

3. 3. B車のダミー各部の傷害値

Test No.5~Test No.7のテスト結果をもとに比較する。

Fig.13はTest No.6 (ES-2)、Test No.7 (ES-2re) テストでの H.P Level, Thorax Level, Side Sill 位置での車体変形状況を比較したものである。

各々の位置での車体変形状況はほぼ同様な傾向を示している。しかし、全体的にTest No.6 (ES-2) のテストの方が変形は若干大きい。

Fig.14はDummy head HPC について比較したものである。ECE/R95 テストに比べポール衝突テストは、カーテンエアバッグが展開したにもかかわらずHPCは高い値となっている。特に、ES-2 ダミーでのポール衝突テストは、HPC が非常に高い。

Fig.15は、Thorax Rib Defl.について比較したものである。ECE/R95 テストに比べポール衝突テストはThorax Upper,Middle,Lower Rib Defl.とも高い値を示した。これは、胸部位置でのドア侵入が大きいため生じたものである。ES-2 と ES-2re の比較では、Thorax Upper,Middle,Lower Rib Defl.の大きさは同様な傾向を示した。しかし、ES-2re の方がES-2 より全体的に高い値を示している。

Fig.16はThorax Rib V*C について比較したものである。ECE/R95 テストに比べポール衝突は非常に高い値を示している。ES-2 と ES-2re の比較では、ES-2re のThorax Middle Rib V*C が非常に高いことが特徴的である。Thorax Upper Rib V*C はES-2 と ES-2re でほぼ同様な値であるのに対し、Thorax Middle,Lower Rib V*C はES-2re が高い値を示している。

Fig.17は、Abdominal Force と Pubic Force についてそれぞれ比較したものである。ECE/R95 と比較してAbdominal Force は、ポール衝突テストの方が大きい、しかしPubic Force は逆にECE/R95 テストの方が大きくなっている。ES-2 と ES-2re の比較ではAbdominal Force, Pubic Force とも同様な値となっている。米国で新たに提案された実車ポール衝突テストとECE/R95 テストは直接、ダミー傷害値について比較することはできない。

しかし、ECE/R95 テストに比べ、ポール衝突テストは、特に、ダミー頭部、胸部に対し非常に厳しいものである。米国提案のES-2re とES-2を比較すると斜め入力に対してダミーが改善されている影

響もあり、Thorax Rib Defl. Thorax Rib V*C はES-2re の方がES-2 よりも高い値を示している。

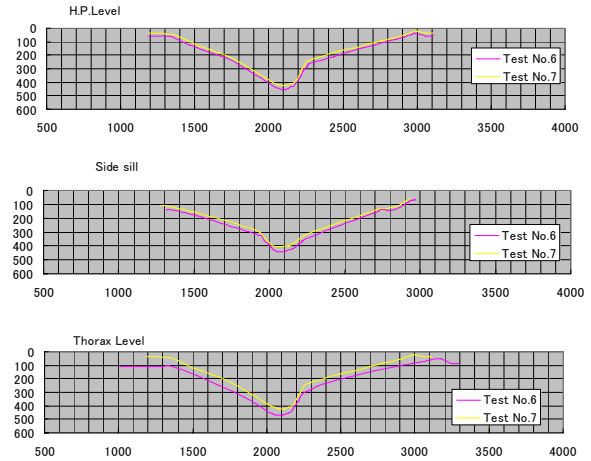


Fig.13. テスト車外板の変形状況 (Test No.6, No.7)

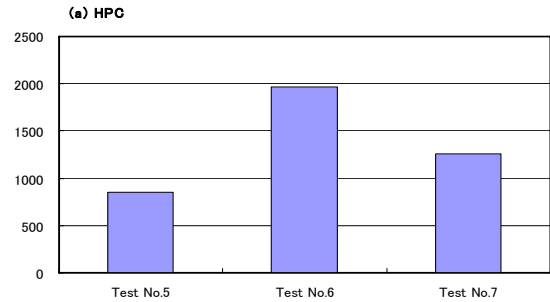


Fig.14.HPC の比較

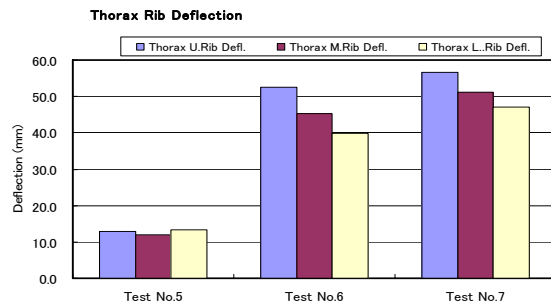


Fig.15 Thorax Rib Defl.の比較

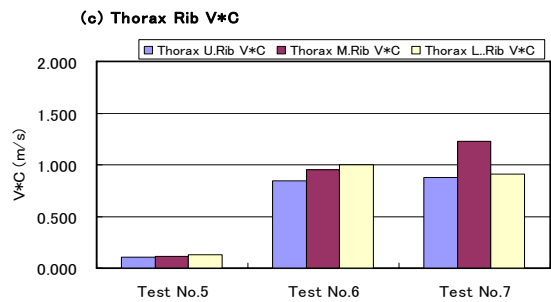


Fig.16 Thorax Rib V*C の比較

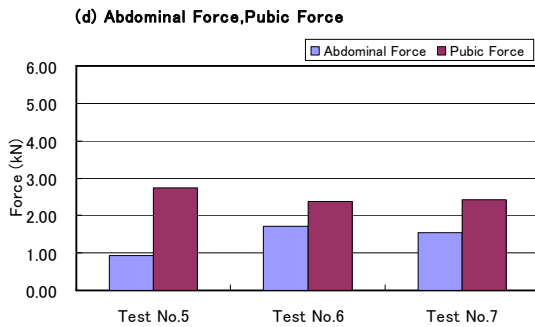


Fig.17 Abdominal and Pubic Force の比較

4. まとめ

IHRA 等で審議されている AE-MDB による側面衝突条件と米国で法規化が検討されているポール側面衝突条件 (FMVSS214 Draft) のそれぞれについて現行法規条件 (ECE/R95) と比較実験を行い、ダミー傷害値に与える影響について、以下の結果が得られた。

1) AE-MDB を用いたテスト

- ①衝突時におけるドア部の変形速度の変化に差により前席ダミー傷害値に影響を与える。特に、Pubic Force に与える影響は大きい。
- ②AE-MDB で衝突中心を SRP から後方へ 250mm シフトしたテストでは、後部ドア付近の変形が大きくなり、これにより、後席ダミーに与える影響は大きく、特に頭部は C ピラーと干渉により HPC は大きな値を示した。

2) EuroSID-1 と ES-2 の比較

- ①EuroSID-1 と ES-2 の傷害値を ECE/R95 条件で比較すると、ES-2 の Thorax Defl. Thorax V*C は EuroSID-1 より大きくなる傾向を示した。これは、ES-2 のバックプレートの改良によるものと思われる。

3) ポール衝突テスト

- ①ダミー頭部、胸部の傷害値が ECE/R95 テストに比べ非常に高くなる。
- ②ダミー頭部傷害値 (HPC) はカーテンエアバッグが展開しても高い値を示した。ポール衝突に対しては展開タイミング等の検討が必要と思われる。

- ③ES-2、ES-2re との比較では、斜め入力に対する対策を実施した ES-2re の Thorax Rib Defl., V*C は ES-2 より高い値を示し、また、HPC, Abdominal Force と Pubic Force については同様な値を示した。

現在の法規テスト条件 (ECE/R95) に使用されている MDB は、1970 年代の車両調査をもとに決められたものである。近年、市場で使用されている車両は、多様化されており、その車両の仕様、前面特性を考慮した MDB (AE-MDB) の開発が必要となっている。

また、車両同士以外にも、単独事故時の乗員被害軽減も大きな課題である。本研究では、米国提案のポール衝突テストを実施し、ダミー傷害値に与える影響について基礎的な研究を続けている。

今後、側面衝突事故時の乗員の被害軽減を計る目的に各種テスト条件での基礎的な研究を進め、近い将来に、より効果的な側面衝突テスト法の開発につなげていきたい。

5. 参考文献

1. Yonezawa, H., et al "Japanese Research Activity on Future Side Impact Test Procedures" 17th ESV, Paper Number ,328 (2003)
2. Yonezawa, H., et al "Japanese Research Activity on Future Side Impact Test Procedures" 17th ESV, Paper Number 267, (2001)
3. Seyer, K., " International Harmonized Research Activities Side Impact Working Group," 17th ESV, Paper Number 151, (2001)
4. ECE Regulation No.95, " Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the occupants in the event of a lateral collision," (1995)