

新しい側面衝突試験法に関する研究 (第2報)

- 前席に小柄な乗員のダミーを搭載した場合 -

自動車安全研究領域 細川 成之 米澤 英樹 松井 靖浩 高木 俊介

1. はじめに

側面衝突事故対策として1998年に我が国で策定された側面衝突試験基準は、乗員の被害軽減に効果を表しつつある。しかし、出会い頭等による死亡事故は車両相互事故に大きな割合を占めており自動車の側面衝突に関する事故実態は依然として深刻である。側面衝突では、車体側面部が前面部に比べて衝突エネルギーの吸収スペースが少なく、乗員は侵入するドアから直接衝撃を受けることから、乗員の体格により傷害の程度が異なることが指摘されている。

我が国で採用されている側面衝突試験方法では、乗員に成人男性の50パーセントイル・ダミーを搭載しているが、IHRA-SIWG (International Harmonized Research Activities - Side Impact Working Group) では、MDB (Movable Deformable Barrier: 衝突用移動台車) を使った試験において小型女性ダミーの使用が提案されている。

本報告では、前席に小型女性ダミー (SID-IIs: 女性の5パーセントイル・ダミー) を搭載した場合について、乗員の傷害値に与える影響を、現法規条件に則したMDB及び近年の車両の前面形状や剛性等を考慮したAE-MDB (Advanced European

MDB)による比較を行った。本報告ではさらに、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も検討した。なお、ポール側面衝突試験では、SID-IIsまたは、ES-2 (成人男性の50パーセントイル・ダミー) を前席に搭載した。

2. テスト条件

2.1. 衝突形態

Table 1 に今回報告する側面衝突試験とポール側面衝突試験の衝突形態及び条件について示す。各々のテストでは、後席にダミーを搭載している場合もあるが、今回は前席のみについて評価を行った。

Test No.1 はECE/R95条件に則し前席にES-2を搭載したテスト、Test No.2 はECE/R95条件で前席にSID-IIs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SID-IIsを搭載したテストである。この3つのテストでは、MDBの中心がテスト車前席のSRP (Seat Reference Position)の位置に合わせ実施することで、前席ダミー傷害値を比較する。

次に、Test No.4 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

Table 1 試験条件一覧

Test No.	1	2	3	4	5	
Test config.						
Impact Velocity	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	Pole center to Front Dummy Head center	Pole center to Front Dummy Head center	
MDB	Type	ECE R95	ECE R95	Pole	Size 254mm (10in)	
	Mass	948kg	948kg			1503kg
	Ground Height	300mm	300mm			300mm
Struck Vehicle	Mass	1194kg	1203kg	1256kg	1194kg	1161kg
	Front Dummy	ES-2	SID-IIs	SID-IIs	ES-2	SID-IIs
	Rear Dummy	SID-IIs	-	SID-IIs	-	-

に ES-2 を搭載したテストである。Test No.5 は、Test No.4 と同条件で前席に SID-IIs を搭載したテストである。

2.2 供試車両及びダミー

(1) 被衝突車 Test No.1 ~ Test No.5 に使用した車両は日本製ボンネット型小型乗用車 4 ドアセダンであり、Test No.4 及び Test No.5 のポール衝突テストでは、車両に、側面カーテンエアバッグが装備されている。

(2) 衝突車 テストに使用した ECE/R95-MDB 及び AE-MDB を Fig.1 に示す。AE-MDB は、両車走行を模擬し後席乗員への負荷も考慮し、さらに近年の車両の諸寸法及び前面剛性等を模擬したものであり、EEVC-WG13 で現在仕様が検討されているものである。今回使用した AE-MDB は、これまで当研究所で使用してきたものと同様な Ver.2 仕様である。AE-MDB の試験法では、後席乗員への負荷を考慮して衝突点を SRP から後方に 250mm とするが、本研究では、MDB の前面剛性と重量による影響を調べるために、ECE/R95 と同様に衝突点を SRP とした。MDB の衝突速度は 50km/h である。



ECE R95-MDB

AE-MDB

Fig. 1 MDB

ポール側面衝突テストは、米国で提案されているテスト案 (FMVSS214 Draft) に則し、テスト車の速度を 32km/h、衝突角度を 75° とし、直径 254mm のポールへ衝突させた。衝突位置は、ポールの中央が前席ダミー頭部の中心に当たるように合わせている。

(3) ダミーと搭載位置 テストでは衝突側前席に ES-2 (ECE/R95 等で採用) 及び SID-IIs を搭載した。いずれのダミーとも、被衝突車に標準装備されている三点式シートベルトで拘束した。シートポジションは ES-2 の場合は、シートスライドを前後スライドの中間位置に設定するなど ECE/R95 条件に則して設定した。また、SID-IIs の場合には、シートスライドを前後スライドの最前位置にするなど、

IIHS (Insurance Institute Highway Safety) のシートポジション設定法に従った。

各テスト時の ES-2 と SID-IIs の搭載位置を Test No.4 と Test No.5 の場合を例として Table2 に示す。前後方向位置について、SID-IIs では、シートを最前位置に設定するため、ES-2 に比べて胸とステアリング中心距離や膝とダッシュボードの距離が短くなっている。また、左右方向位置については、SID-IIs では、ES-2 に比べて、頭とルーフサイドレール間や H.point (Hip Point) - ドアトリム間の距離が大きくなっている。

Fig.2 に各ダミーの測定項目及び測定位置を示す。ES-2 と SID-IIs では一部測定項目が異なる。ES-2 では腹部荷重を測定できるが、SID-IIs ではこの項目がない。また、SID-IIs では ES-2 にはない肩変位と腹部肋骨変位を測定することができる。

Table2 ダミーの搭載位置

計測位置		ES-2 (Test No.4)	SID-IIs (Test No.5)	
前後・前後方向位置	HW 頭-ウィンドシールド(水平)	640	626	
	CD 胸(MidRib)-ステアリング中心	320	183	
	KD 膝-ダッシュボード	Right	90	30
		Left	90	35
	HF H.point-フロア	340	322	
	KF 膝-フロア(左右)	Right	425	380
		Left	420	385
	頭角度 ^{*1}	-6°	±0°	
	胸角度 ^{*1}	+20°	+21°	
	左右方向位置	HR1 頭-ルーフサイドレール	155	253
RD1 胸(MidRib)-ドアトリム		175	190	
ABD 腹(上端)-ドアトリム		195	210	
HD H.point-ドアトリム		95	201	
KD 膝-ドアトリム		195	214	
KK 膝-膝		300	170	
FF 足-足		280	220	

*1: 角度は(-)は前傾, (+)は後傾を示す。

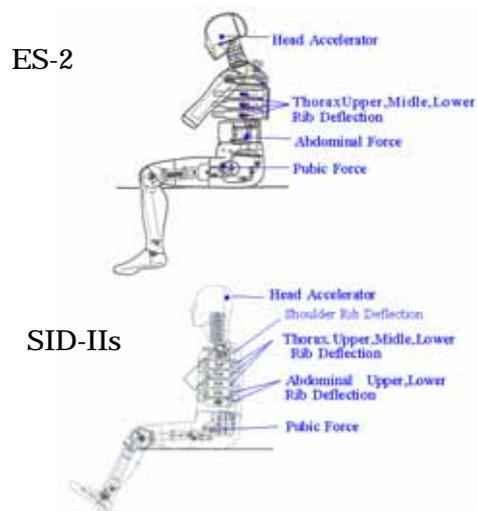


Fig. 2 ダミーの測定項目及び測定位置

3. テスト結果

3.1. 車体及びMDBの変形状況

衝突後の車両及びMDBの変形状況を Fig.3 に示す。Test No.1 ~ Test No.3 は車両及びMDBの変形状況を示す。また、Test No.4 及び Test No.5 は車両の変形状況を示す。



Test No.1



Test No.2



Test No.3



Test No.4

Test No.5

Fig. 3 テスト後の車両及びMDBの変形状況

3.2. MDB側面衝突試験結果

Test No.1 ~ Test No.3 のテスト結果をもとに前席ダミー各部の傷害値について ECE/R95 条件のそれと比較する。Fig.4 は各テストにおける H.P Level(ヒップポイント高さ), Thorax Level(胸部高さ), Side Sill(サイドシル)位置での車体変形状況を比較したものである。横軸に車両前後方向の長さを、縦軸に車体の変形量を示している。Test No.1 と Test No.2 は、ECE/R95 基準のMDBを用いたためほぼ同様な傾向を示している。また、Test

No.3 は、AE-MDB を用いたテストであり、Test No.1 や Test No.2 に比べて H.P Level でのドア部の変形が大きくなっている。

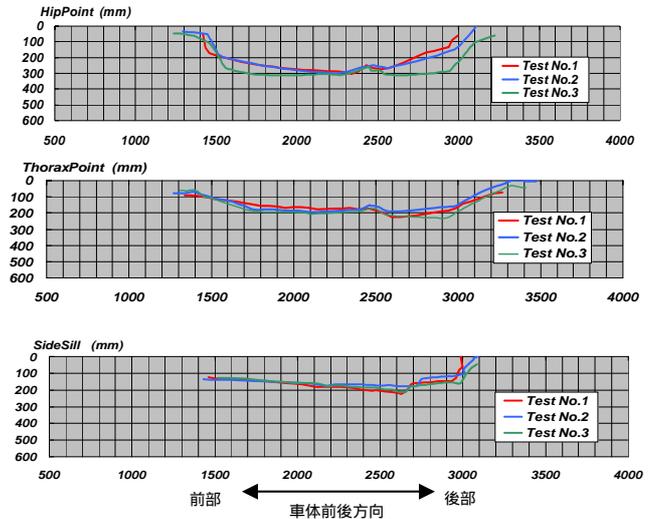


Fig. 4 車両外板の変形状況 (Test No.1, No.2, No.3)

(1) 乗員の体格による影響 ES-2 と SID-IIs の傷害値について Test No.1 と Test No.2 のテスト結果から以下に述べる。

Fig.5 は、前席乗員の HPC (Head Performance Criteria: 頭部傷害基準) について比較したものである。ES-2 を用いた ECE/R95 条件でのテストに比べて SID-IIs を用いたテストでは HPC が低くなる結果となった。これは、ES-2 では、衝突時に頭部がルーフレールに接触することで HPC が高くなるが、ES-2 よりも小柄な SID-IIs では頭部が車室内に接触しなかったことが原因と考えられる。

Fig.7 は、Pubic Force (恥骨荷重) について比較したものである。Pubic Force は、ES-2 に比べて SID-IIs では小さくなる傾向を示した。

(2) MDB が小型女性乗員の傷害値に及ぼす影響 SID-IIs の傷害値が ECE/R95 の MDB の場合と AE-MDB の場合でどのような違いになるかを Test No.2 と Test No.3 のテスト結果から以下に述べる。

Fig.5 より、ダミーの HPC について比較すると、ECE/R95 の MDB に比べて AE-MDB を用いたテストでは HPC が 2 倍以上高い値を示す結果となった。

Fig.6 より, Thorax Rib Defl. (胸部肋骨変位) の比較はできなかったが, Shoulder Rib Defl.(肩部変位), Thorax Rib Defl. 及び Abdominal Rib Defl. (腹部肋骨変位) のいずれにおいても, ECE/R95 よりも AE-MDB で大きな値を示した.

Fig.7 より, Pubic Force では ECE/R95 の MDB と比べ AE-MDB の方が大きな値を示した.

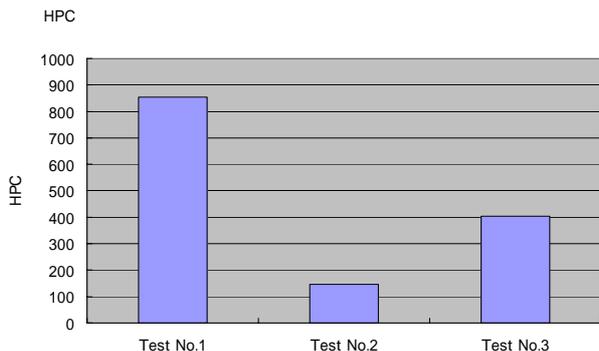


Fig. 5 HPC の比較

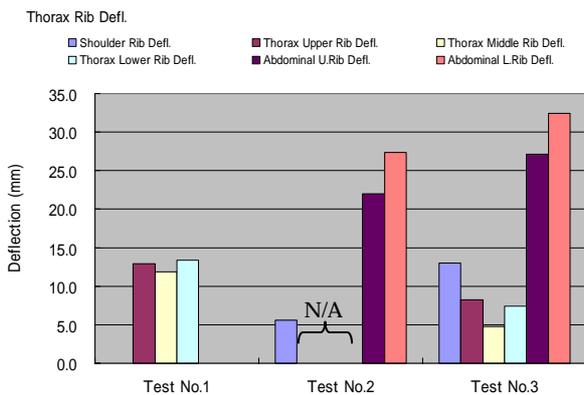


Fig. 6 Thorax Rib Defl.の比較

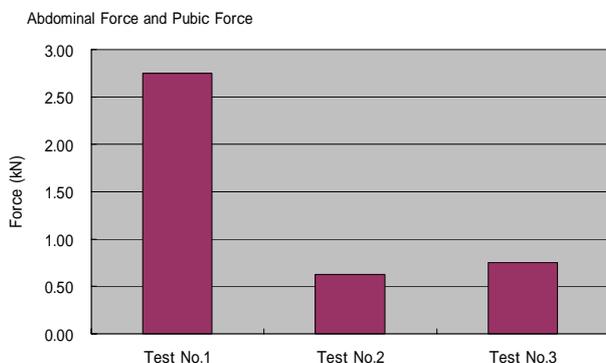


Fig. 7 Pubic Force の比較

3.3. ポール側面衝突試験結果

Test No.4 及び Test No.5 の結果をもとに比較する. ここでは, ポール側面衝突試験結果に MDB を用いた試験結果 (Test No.1) を加えて比較した. Fig.8 は Test No.4 (ES-2), Test No.5 (SID-IIs) 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. ポール側面衝突試験では, ダミーの頭部中央にポール中心が衝突するように試験条件が定められているため, Test No.4 に比べて Test No.5 では車両変形の大きい部分が前方にある. また, 全体の変形量は Test No.4 の方が大きい.

Fig.9 は, 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側面衝突テストは, 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, SID-IIs で大きな値を示したのは, ES-2 に比べてカーテンエアバッグによる頭部の保護範囲が不十分であるためと思われる.

Fig.10 は, Thorax Rib Defl.について比較したものである. ポール側面衝突テストは, Upper, Middle, Lower の順で Thorax Rib Defl.が高い値を示した. 値については, ES-2 が SID-IIs に比べて高かった. ECE/R95 と比べ, ポール側面衝突テストは高い値を示した. これは, 胸部位置でのドア侵入量が多いことが原因と考えられる.

Fig.11 は Thorax Rib V*C (胸部粘性傷害値) 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. また, ES-2 と SID-IIs とともに Thorax Lower Rib V*C が最も大きくなり, Thorax Rib Defl.の傾向 (Fig.10) と異なる. また, ES-2 の方が SID-IIs より全体的に高い値を示している.

Fig.12 は, Pubic Force について比較したものである. ECE/R95 と比較してポール側面衝突テストでは, ES-2, SID-IIs とともに小さな値を示した. また, SID-IIs では ES-2 の約 30%であった.

米国で提案している ポール側面衝突試験法と ECE/R95 試験法による結果を直接比較することはできないが, ポール側面衝突テストはダミー頭部, 胸部に対し非常に厳しい試験法であるといえる. また, 頭部保護に有効であるといわれているカーテンエアバッグについては, その有効性を十分に生かす

ために、展開タイミング、展開範囲及び容量等について乗員の体格に対応するための方策が必要であると思われる。

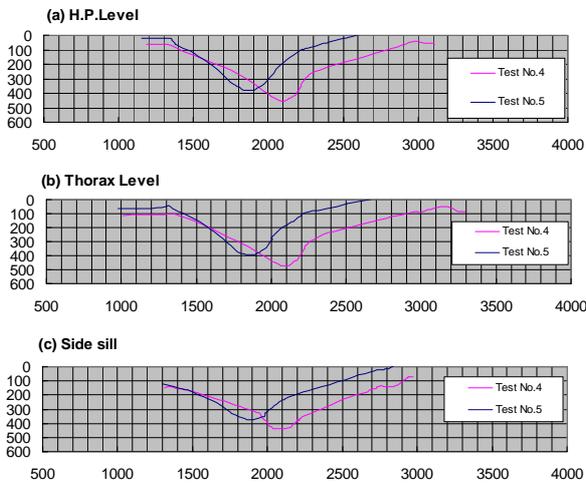


Fig. 8 車両外板の変形状況 (Test No.4, No.5)

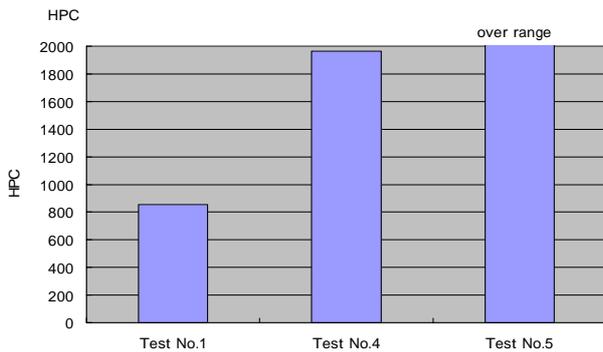


Fig. 9 HPC の比較

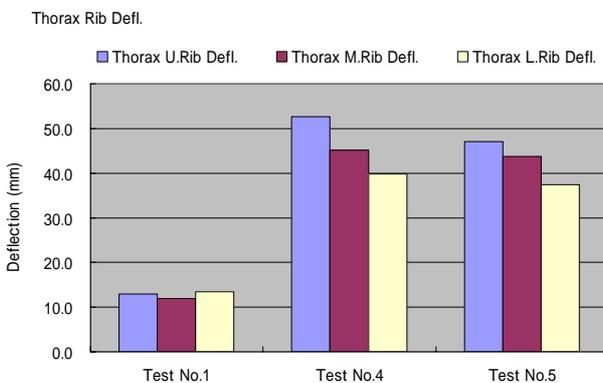


Fig. 10 Thorax Rib Defl.の比較

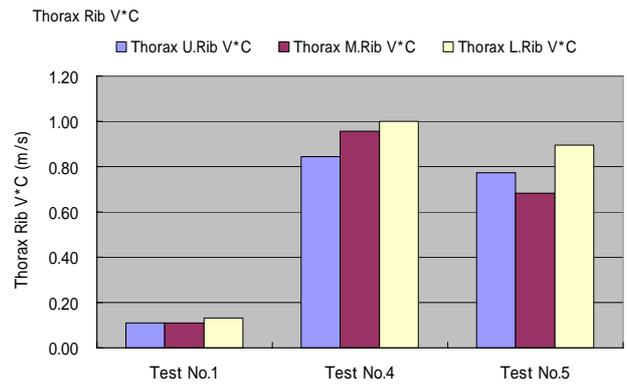


Fig. 11 Thorax Rib V*C の比較

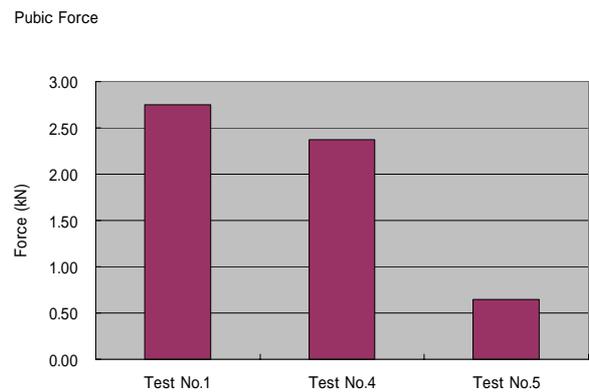


Fig. 12 Pubic Force の比較

4. まとめ

前席に小型女性ダミー (SID-IIs) を搭載した場合について、乗員の傷害値に与える影響を ECE/R95 の MDB と AE-MDB を用いた場合とで比較を行った。また、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も比較を行った。結果について以下に示す。

4.1 MDB側面衝突試験

1) 乗員の体格による影響

HPC (頭部傷害値) については、ES-2 に比べて SID-IIs では低い値を示したが、これはダミー頭部がルーフレールに干渉しなかったためと思われる。

Pubic Force (恥骨荷重) については、ES-2 に比べて SID-IIs では小さい値を示した。

2) MDB(衝突用移動台車)の違いが小型女性ダミーに及ぼす影響

SID-IIs では、ECE/R95-MDB に比べて AE-MDB を用いた試験では、HPC が 2 倍以上高い

値を示す結果となった。これは、AE-MDB を用いた試験における H.P (Hip Point) 位置での車体変形量や進入速度等の違いが原因であるものと考えられる。

Shoulder Defl. (肩部変位) , Abdominal Rib Defl. (腹部肋骨変位) Pubic Force (恥骨荷重) のいずれにおいても、ECE/R95 の MDB より AE-MDB が大きな値を示した。これは、HPC と同様に AE-MDB の方が車体の変形量が大きいたことが原因であるものと考えられる。

4.2 ボール側面衝突試験

ダミー頭部、胸部の傷害値は、ECE/R95 試験に比べ SID-IIs 及び ES-2 とともに非常に高くなる。HPC はカーテンエアバッグが展開しても高い値を示した。また、今回の試験では、カーテンエアバッグの展開範囲が SID-IIs の頭部を十分カバーできなかったことから、小柄な乗員の頭部保護のためには展開範囲を含むエアバッグの仕様について考慮する必要がある。

5. 参考文献

1. Yonezawa, H., et al “Japanese Research Activity on Future Side Impact Test Procedures” 19th ESV, Paper Number , 188 (2005)
2. Newland, C., “International Harmonized Research Activities Side Impact Working Group Status Report ” 19th ESV, Paper Number , 460 (2005)
3. Yonezawa, H., et al “Japanese Research Activity on Future Side Impact Test Procedures” 18th ESV, Paper Number ,328 (2003)
4. Yonezawa, H., et al “Japanese Research Activity on Future Side Impact Test Procedures” 17th ESV, Paper Number 267, (2001)
5. Seyer, K., “ International Harmonized Research Activities Side Impact Working Group,” 17th ESV, Paper Number 151, (2001)
6. ECE Regulation No.95, “ Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the occupants in the event of a lateral collision,” (1995)
7. Suzan Tylko., “SID-II2 Response in Side Impact Test” SAE Paper Number 2004-01-0350 (2004)
8. Guidelines for Using the UMTRI ATD Positioning Procedure for ATD and Seat Positioning (Version V) , (2003)
9. 細川他：新しい側面衝突試験法に関する研究，平成 17 年度 交通安全環境研究所発表会講演概要