

車高が高い車両との側面衝突に関する検討

自動車安全部

米澤英樹

民田博子

1. はじめに

側面衝突に関しては、自動車の側面衝突基準等が導入されてきたところであるが、出合頭による事故件数が一貫して増加しているなど、自動車の側面衝突に係る事故実態は依然として深刻である。特に、近年普及しているSUV (Sports Utility Vehicle) やワンボックス車、ミニバンなど車高が高い自動車が一般の乗用車の側面に衝突した場合、乗用車側の被害が大きくなる傾向にある¹⁾ことが指摘されている。

車高が高い自動車が一般の乗用車に側面衝突した時の衝突現象の解析及び乗員傷害の検討を行うために、車高が高い自動車及びそれを模擬した側面衝突試験用台車 (MDB: Moving Deformable Barrier の略) を乗用車の側面に衝突させる実験を行ったので、以下に報告する。

2. 実験条件

2.1. 衝突形態

表1は実験の衝突形態、実験条件概要を示したも

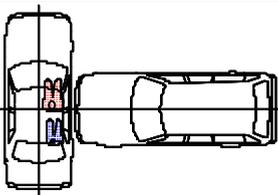
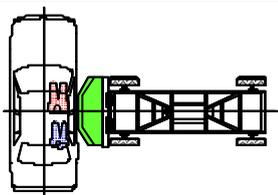
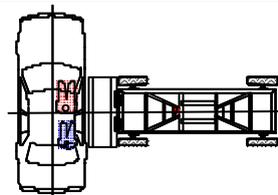
のである。

実験は、衝突車としてSUVを用いた実験 (Test No.1)、衝突車として車高の高い自動車を模擬したMDBを用いた実験 (Test No.2) の2回である。2回の実験は、衝突車として用いる車両が異なる以外は、基本的に全て同一条件に設定して実施した。衝突形態は、被衝突車右側面への衝突速度50km/hのクラブ角無し直角側面衝突である。衝突車の被衝突車に対する衝突位置は、欧州/日本の側突試験法と同様に、「衝突車左右中心を被衝突車の前席SRPに一致させる」こととした。また、同型の被衝突車を用いてECE/R95のMDBを衝突車として行った実験 (Test No.3) との比較を行なった。

2.2. 実験車、ダミー

2.2.1. 被衝突車 被衝突車として使用した乗用車はサイドエアバッグ無しの小型乗用車4ドアセダンである。この車両はこれまでの報告等^{2) 3)}の中で実施した側面衝突実験においても使用された車両であり、今後のデータ比較を考慮して選定したものである。このため、実験時の被衝突車の状態に関し

表1 実車側面衝突実験の衝突形態、実験条件一覧

| Test No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|---|---|---|
| | SUV to Car, Non-crabbed | IIHS MDB to Car, Non-crabbed | MDB to Car, Non-crabbed |
| 衝突形態 |  |  |  |
| 衝突速度 | 50km/h | 50km/h | 50km/h |
| 衝突車 ・タイプ ・重量 | SUV 1500kg | MDB (IIHS type Barrier face) 1500kg | MDB (ECE/R95 type Barrier face) 950kg |
| 被衝突車 ・タイプ ・重量 | Passenger Car (4drSD) 1432kg | | 1433kg |
| ・前席ダミー | EUROSID-1 | | ES-2 prototype |
| ・後席ダミー | SID-2s | | |

ても、これまでの実験時の状態と同様に設定した。
 2.2.2.衝突車 SUVは、空車重量に関して日本の平均的SUVに相当するサイズで、かつ、近年の販売台数が比較的多いSUVを調べた結果から選定した。この車両は、1998年に日本で販売されたSUVの空車重量の50%タイル値1355kgに近い1340kgの空車重量で、1998～2000年の3カ年の販売台数が国内で2番目に多いSUVである。

車高の高い自動車を模擬したMDBは、米国のIIHSが開発したバリアフェイス⁴をムービングバリアに取付けたものである。このバリアフェイスは、IIHSが主に頭部を対象とした側突安全性評価試験に用いるべく開発しているもので、米国で販売されているSUVの前部寸法、形状を模擬していると言われている。

2.2.3.実験車の重量 被衝突車については、前述の実験時と同様に設定した。衝突車についてはSUV、IIHS MDBともに1500kgに設定した。この重量を設定するにあたっては、日本のSUV車の50%タイル値(1355kg)に成人男性50%タイル乗員2名分の重量150kgを加味するとともに、IHRA側突WGにて報告されているカナダが実施している実験でのIIHS MDBの重量(1500kg)も考慮して設定された。

2.2.4.実験車の高さ方向位置関係 図1にSUVとIIHS MDBの高さ方向寸法を現行バリアフェイスの形状、および日本車の平均寸法値とも比較して示す。同図に示す日本車の平均値は、1998年に日本で販売されたボンネット型車、Mini van車、およびSUV車の寸法値を販売台数で重み付けした荷重平均値を示している。同図に示すように、SUVのフロントサイドメンバー下端高さは395mmで日

本車の加重平均値376mmより約20mm高く、ボンネット前端高さは915mmで日本車の加重平均値736mmより約180mm高い。また、IIHS MDBについては、バリアフェイス下端高さが379mmで日本車の加重平均値とほぼ同等であるものの、バリアフェイス上端面高さは1138mmで日本車のボンネット前端高さ加重平均値より約400mm高い状態となっている。IIHS MDBバリアフェイスの上端面は、被衝突車ウインドシルからルーフサイドレールの間の高さに一致する高さとなっている。これは、IIHS MDBが主に頭部を対象としたサイドエアバッグの評価に用いることを狙いとしているためである。

2.2.5.ダミーと搭載位置 実験では衝突側前席である運転席に現在の欧州/日本の側突試験法に採用されている成人男性サイズ側突用ダミーであるEUROSID-1を搭載し、衝突側後席に小柄な女性相当のAF5%タイル側突用ダミーの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。前席については、シートスライドを前後スライドの中間位置に設定し、シートバックをメーカーの設計標準位置に、ヘッドレストを最上段に、シートベルトの肩ベルトアンカーを最上端位置に、ステアリングのチルト機構を可動範囲の中間位置に設定した。なお、シートスライド、シートバックについては、反衝突側である助手席についても運転席と同様に設定した。また、ECE/R95のMDBを使用した実験では、衝突側前席にはES-2、衝突側後席にはSID-II sを搭載した。

2.2.6.計測項目 実験ではダミー各部の加速度、荷重、変位、車体各部の加速度、MDB重心点付近で

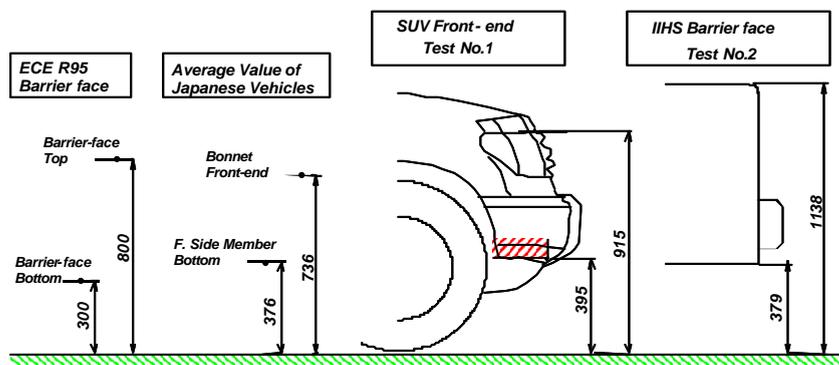


図1 SUV, IIHS MDB と現行バリアフェイス, 日本車の平均寸法の比較

の加速度等を車載計測器により計測し、各々の計測内容に応じて必要なデータ処理を行った。また、実験前後の被衝突車側面外板、および衝突車前部、バリアフェイス前面の寸法計測を実施したほか、衝突中の実験車、ダミーの挙動を高速ビデオにより撮影した。

3. 実験結果

3.1 車体、およびバリアフェイスの変形状況

図 2 に衝突車、被衝突車の衝突直後の状況を示し、実験後の被衝突車、衝突車の外観写真を図 3、4 に示す。また、寸法計測結果から作成した被衝突車、衝突車、バリアフェイスの水平断面の変形状況を図 5、6 に示す。

被衝突車の変形状況を 2 回の実験と比較すると、ドアの変形状況は胸部レベルでは SUV との実験と IIHS MDB との実験で比較的近い傾向を示している。しかしながら、腰部レベルでは、SUV との実験の場合は B ピラー部分の変形は少なく、前後ドアの中央付近が大きく変形しているのに対して、IIHS MDB との実験では局部侵入少なく、均一なつぶれに近い変形状態を示している。ただし、IIHS MDB との実験では、後席ダミーが着座している車体前端から 3000mm 付近では、変形状況が局部的なものとなっている。被衝突車のサイドシルについては、SUV のフロントサイドメンバー下端高さ (395mm) の方が、IIHS MDB のバリアフェイス下端高さ (379mm) よりも高いにもかかわらず、SUV との実験の方が IIHS MDB との実験よりも変形が大きくなっている。また、ECE/R95 の MDB との衝突では、IIHS MDB との変形とほぼ同じのサイドシルを除いて、変形量は少なくなっている。衝突車については、SUV、IIHS MDB バリアフェイスとも変形は非常に少ない状態となっている。SUV の場合は、被衝突車 B ピラー部分付近に衝突しているバンパー中央部付近で 175mm 変形しているものの、バンパー部全体としては 100mm 程度の後退量となっている。また、クロスメンバー、サイドメンバー等の構造強度部材の後退量はごくわずかとなっている。IIHS MDB バリアフェイスの場合は、被衝突車前席ドアから B ピラーへの衝突部で全体的に 60mm 程度の後退量となっている。また、

バリアフェイス上部コーナー部に前席ダミー側頭部の衝突による局所変形が生じている。



Test No.1 (SUV to Car)

Test No.2 (IIHS MDB to Car)

図 2 衝突車、被衝突車の実験直後の状況



Test No.1 (SUV to Car)

Test No.2 (IIHS MDB to Car)

図 3 実験後の衝突車の外観写真



Test No.1 (SUV to Car)

Test No.2 (IIHS MDB to Car)

図 4 実験後の衝突車の外観写真

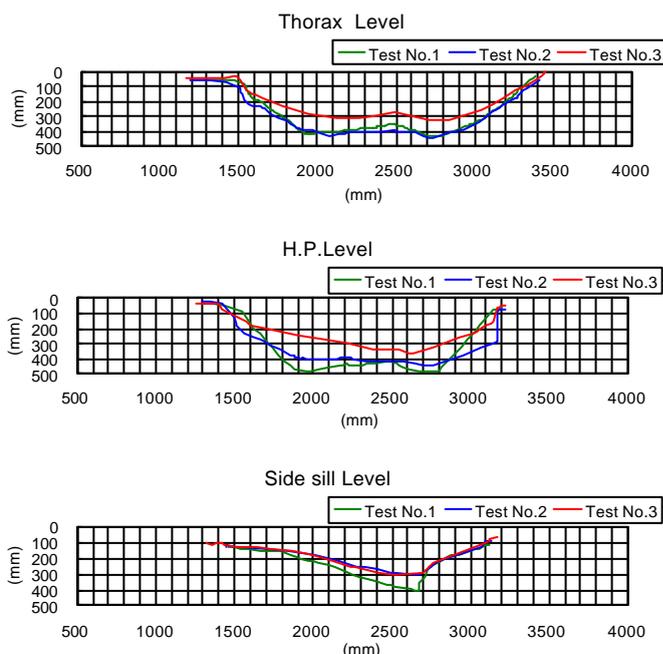
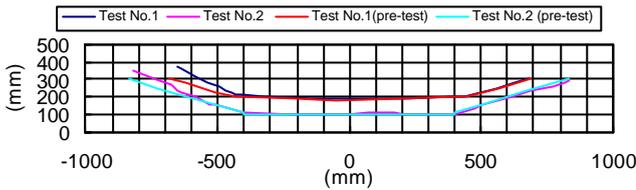


図 5 被衝突車側面外板の変形状況

Bonnet Fr-end or Face Mid Level



Bumper Level

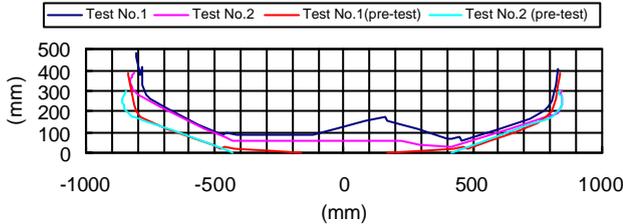


図6 衝突車前面の変形状況

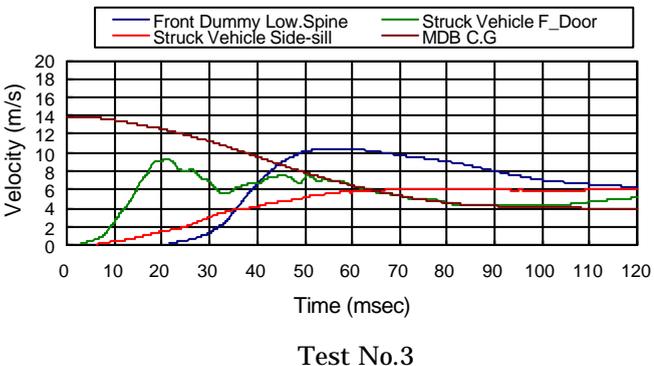
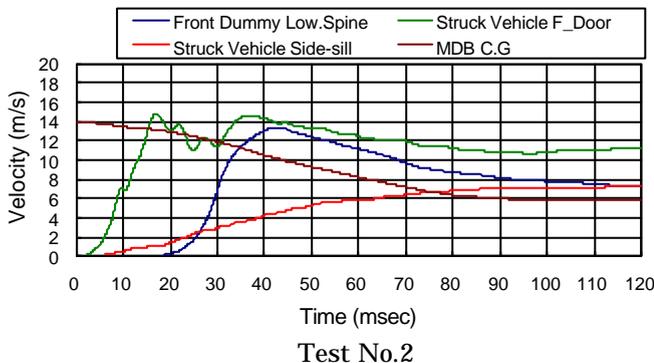
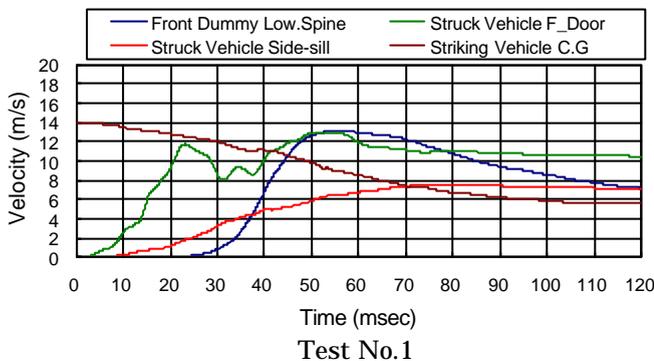


図7 実験車, MDB, ダミーの衝突中の速度変化

3.2. 実験車, MDB, ダミーの速度変化

図7は実験車, MDB, 前席ダミーについて計測した加速度データを積分して得た各部の速度変化を2回の実験及びECE/R95のMDBを用いた実験について比較して示したものである。被衝突車については反衝突側サイドシル, および, 前席ドア中央部付近での左右方向速度を示し, 前席ダミーについてはT12 Lower Spineにおける左右方向速度を示している。また, 衝突車については重心点における前後方向速度を示している。2回の実験では, 衝突車, および反衝突側サイドシルに関しては大きな差異が見られないが, ドアの変位についてはSUVとの実験よりもIIHS MDBとの実験の方が急激な立ち上がり方を示しており, この差異がダミーの速度変化にも現れる結果となっている。また, ECE/R95のMDBとの実験の結果は, SUVとの実験の傾向に近く, 立ち上がり方及び最大値ともさらに低い値となっている。

3.3 ダミー各部の応答

表3に前席, 表4に後席ダミー各部の主要計測項目の左右方向最大値をECE/R95のMDBとの実験も含めて一覧にして示す。SUVとの実験(Test No.1)の前席ダミー恥骨荷重については, 荷重波形の後半に2次ピークが生じているが, 同表中への記載データ, および今後の比較データとしては2次ピーク発生前の最大値を使用した。

表3 前席ダミー各部の主計測項目最大値一覧

| Dummy Test | EuroSID-1 with SUV | EuroSID-1 with IIHS | ES-2 with MDB |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| HPC | 480 | 2634 | 222 |
| Thorax U.Rib Defl. | 39.00 | 44.50 | 42.00 |
| Thorax M.Rib Defl. | 34.60 | 45.70 | 35.80 |
| Thorax L.Rib Defl. | 32.00 | 50.20 | 32.70 |
| Thorax U.Rib V*C | 0.68 | 1.06 | 0.84 |
| Thorax M.Rib V*C | 0.77 | 1.28 | 0.88 |
| Thorax L.Rib V*C | 0.71 | 1.52 | 0.84 |
| Abdominal Force | 2.05 | 1.65 | 1.90 |
| Pubic Force | 5.06 | 5.62 | 4.10 |

表4 後席ダミー各部の主計測項目最大値一覧

| Dummy Test | SID-IIIs with SUV | SID-IIIs with IIHS | SID-IIIs with MDB |
|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| HPC | 406 | 547 | 455 |
| Shoulder Rib Defl. | 20.60 | 21.90 | 12.14 |
| Thorax U.Rib Defl. | 17.60 | 15.00 | 14.28 |
| Thorax M.Rib Defl. | 12.50 | 12.80 | 14.10 |
| Thorax L.Rib Defl. | 8.00 | 16.00 | 20.18 |
| Abdominal U.Rib Defl. | 6.90 | 15.60 | 17.72 |
| Abdominal M.Rib Defl. | 4.90 | 12.00 | 14.62 |
| Pubic Force | 0.75 | 0.66 | 0.43 |
| Iliac Force | 0.04 | 0.40 | 0.05 |
| Acetabulum Force | 1.34 | 2.11 | 1.42 |

3.3.1.前席ダミー 前席ダミー各部の応答の比較を2回の実験とECE/R95のMDBとの実験を含めて図8に示した。HPCは2回の実験で特に顕著な差異が生じており、IIHS MDBとの実験がSUVとの実験の5.5倍の値を示している。IIHS MDBとの実験では衝突中に側頭部がバリアフェイス上部に衝突しており、この結果、高いHPC値が生じたものと思われる。ECE/R95のMDBとの実験は、SUVとの実験より低い値を示している。リブ変位、V*Cについては、SUVとの実験に比べてIIHS MDBとの実験の方が全体的に高い値を示しており、特にV*Cで両者の差異が見られる。また、SUV

との実験ではリブ変位の発生傾向がUpper, Mid, Lowerの順に小さな値を示す結果となっているが、IIHS MDBとの実験ではその逆の傾向を示している。ECE/R95のMDBとの実験は、値の大きさ及びリブ変位の発生傾向がSUVとの実験と同様となっている。

腹部荷重はSUVとの実験の方が高い値を示し、恥骨荷重についてはIIHS MDBとの実験の方が高い値を示す結果となったが、頭部、胸部の応答の差異に比べて2回の実験の差異は少ない結果となっている。ECE/R95のMDBとの実験は、SUVとの実験に傾向が似ている結果となっている。

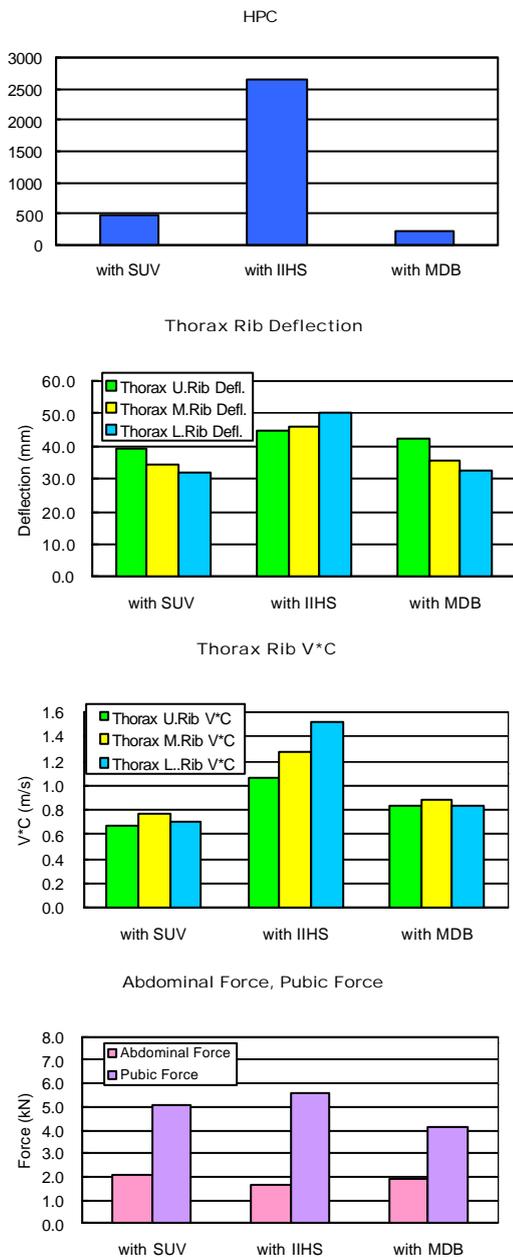


図8 前席ダミー各部応答比較

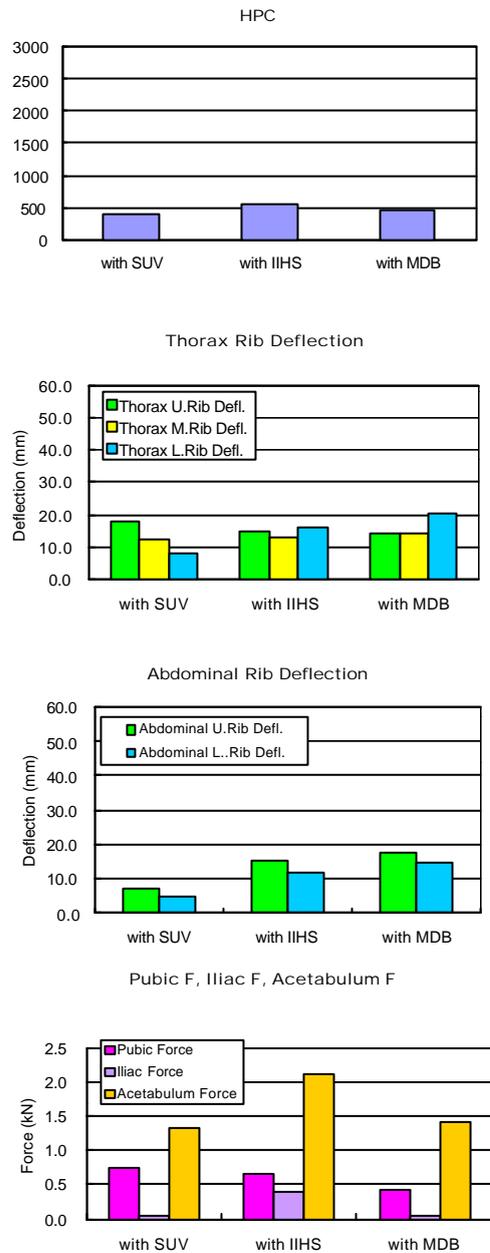


図9 後席ダミー各部応答比較

3.3.2.後席ダミー 後席ダミー各部の応答を 2 回の実験と ECE/R95 の MDB との実験を含めて図 9 に示した。

頭部，胸部，腹部の応答については全体的に値が低く，SUV との実験と IIHS MDB との実験による差異が見出しにくい結果となっている。腰部の Acetabulum Force については，SUV との実験に対して IIHS MDB との実験が 2 倍近い値を示している。また，その荷重の発生状況についても 2 回の実験で異なる傾向を示している。ECE/R95 の MDB との実験では，Acetabulum Force を除いて，2 つの実験よりも高い値を示しているものが多い。この現象は，何れの実験も本来が，前席乗員を対象とした実験を目的としたものであるので，後席乗員の応答に関しては，前席乗員の応答と異なることが分かった。後席ダミー着座腰部位置付近でのドアの侵入モードの差異等が結果に影響すると思われる。

4．考察

実験の結果，SUV との実験と IIHS MDB との実験での車体の変形状況，車体，ダミーの速度変化，ダミー各部の応答の差異について，基礎データを取得することができた。各 1 ケースの実験の結果からでは，IIHS MDB との実験は SUV との実験に比べて，被衝突車に均一なつぶれに近い変形状態を与えるが，被衝突車ドアの進入速度は急峻な立ち上がりとなり，その結果が特に前席ダミーの応答とその発生傾向に現れる結果となったと考えられる。また，ECE/R95 の MDB との比較では，SUV の実験の方が近い傾向を示すことが分かった。この結果は，実験に使用した SUV と IIHS バリアフェイスの寸法，形状，剛性とその配分の差異によるものと思われる。このことから，米国の SUV を模擬しているとされる IIHS バリアフェイスが SUV の特性を十分に反映しているかと言う点で，将来の国際調和側突試験法に適切かどうかは今後十分に議論される必要があると思われる。また，後席ダミーの応答は，前席ダミーに比べ全体に低い値を示し，前席ダミーの応答とは異なる傾向を示した。さらに詳細な検討を行うとともに，日本においては SUV よりもむしろ Mini-Van タイプの販売台数が多いため，今後，Mini-Van を衝突車としたテストも実施することも必要と考えている。

参考文献

- (1) 交通事故例調査・分析報告書(平成 10 年度報告)財団法人交通事故総合分析センター
- (2) Yonezawa,H.,Harigae,T.,Ezaka,Y.,”Japanese Research Activity on Future side Impact Test Procedures”,No.267,17thESV 2001
- (3) 最近の事故実態を考慮した側面衝突試験法に関する研究(第 1 回交通安全環境研究所研究発表会講演概要)
- (4) Side Impact Crash worthiness Evaluation Program Development Status Report