

次世代前面衝突用ダミーTHOR-NTの生体忠実性の評価<sup>\*1</sup>

Evaluation of Biofidelity of THOR-NT as the Next Generation Frontal Impact Dummy

谷口昌幸<sup>\*2</sup>  
Masayuki YAGUCHI小野古志郎<sup>\*3</sup>  
Koshiro ONO増田光利<sup>\*4</sup>  
Mitsutoshi MASUDA

## Abstract

Component tests on the head, neck, thorax, abdomen and face were conducted to evaluate the biofidelity of THOR-NT. The tests were conducted in accordance with the test procedures for THOR based on NHTSA/GESAC, Inc., and the biofidelic responses were compared with the PMHS response corridors. As the results, the head responses were within the PMHS response corridors. Furthermore, biofidelity test on the thorax at 6.7 m/s showed that dummy response was within the corridor until about 60 mm with thoracic deflection. However, thoracic impact force indicated a sudden increase in response from about 55 mm. It was presumed that this result was due to the contact of the THOR-NT's mid sternum mass assembly with the spine, a phenomenon indicated by bottoming on thoracic deflection.

## 1. はじめに

2003年10月、米国のNHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) は次世代前面衝突用ダミーとしてTHOR-NT (Test Device for Human Occupant Restraint - New Technology) を発表した。また、同時期に欧州のFID (World Frontal Impact Dummy) プロジェクトからはTHOR-FT (FID Technology) ダミーが発表された。この2種類のダミーは、THOR-Alphaダミーがベースであるが、部位によってはそれぞれが独自の改良を施しており、構造および衝突時の応答特性が異なっている<sup>1)</sup>。現在、これら2種類のTHORダミーを統一するべく、SAE THOR Evaluation Task Force Groupを中心にハーモナイズ活動が行われている。その中で、JAMA<sup>注1)</sup>/JARI<sup>注2)</sup>は過去の経緯を踏まえて、THORダミーの統一に向けた開発プロセス(日程・組織・各国の協力など)とまとめの方向性を強力に提案した。この提案は結果的に関係者のニーズを踏まえた内容となっており、これを契機にハーモナイズ活動が大きく前進した。

本報では、THORダミーのハーモナイズに貢献するための研究活動の一部として頭部、頸部、胸部、腹部および顔部のコンポーネント試験を実施し生体忠実性を評価した。ここでは、その中の頭部、胸部および腹部について試験方法の手順・設定方法について検討し、さらに生体忠実性の検証を行ったので、それらの結果について報告する。

## 2. 生体忠実性評価の試験方法の検討

ダミーの生体忠実性評価の試験方法は、NHTSAおよびGESAC, Inc.によって提示されている<sup>2)</sup>。ここでは、この試験方法に準じた試験を実施し、ダミーの衝撃応答とPMHS (Post Mortem Human Subjects) コリドーとを比較し、ダミーの生体忠実性について検討した。

## 2.1 頭部の生体忠実性試験

## 2.1.1 頭部落下試験

頭部落下試験はFig. 1(a)に示すように、頭部単体を額の最下端点が衝撃面から376mm上の高さに設定した。その際、頭部・頸部のマウンティン

\* 1 原稿受理 2007年8月3日

\* 2 (財)日本自動車研究所 安全研究部

\* 3 (財)日本自動車研究所 安全研究部 博士(工学)

\* 4 (社)日本自動車工業会 衝撃吸収分科会 ダミー技術WG主査

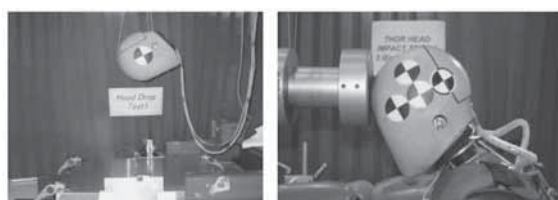
注1 JAMA: (社)日本自動車工業会の略称

注2 JARI: (財)日本自動車研究所の略称

グブラットフォームの底面が垂直から29°になるように吊るして水平な剛体面に自由落下させるものである。

### 2.1.2 頭部インパクト試験

Fig. 1 (b) に頭部インパクト試験のセットアップを示す。この試験は、ダミーを水平面に着座させ、質量23.4kg、直径152mmのインパクトにより2.0m/sの速度で頭部をインパクトするものである。インパクト位置は、インパクトの中心線が額の最下限の水平マーキングラインの30mm上に一致する位置となっている。



(a) Drop test (b) Impact test  
Fig. 1 Setup of biofidelity tests on the head

## 2.2 胸部の生体忠実性試験

### 2.2.1 胸部インパクト試験

Fig. 2に胸部インパクト試験のセットアップを示す。この試験は、ダミーを水平面に着座させ、質量23.4kg、直径152mmのインパクトにより4.3m/sおよび6.7m/sの速度で胸部をインパクトするものである。インパクト位置は、インパクトの中心線が第3肋骨の中間点（胸骨の中間線の上）に一致する位置となっている。



Fig. 2 Setup of thorax impact test

## 2.3 腹部の生体忠実性試験

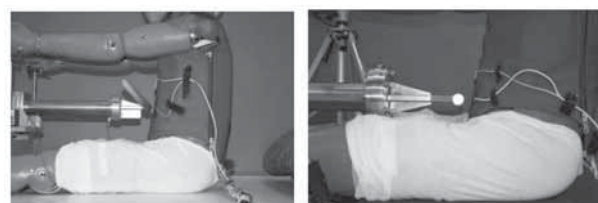
### 2.3.1 上腹部インパクト試験

Fig. 3 (a) に上腹部インパクト試験のセットアップを示す。この試験は、ダミーを水平面に着座させ、質量18kg、垂直面からの角度が30°のリジッ

ドステアリング・インパクトにより8.0m/sの速度で上腹部をインパクトするものである。インパクト位置は、ステアリングホイール下側の前方エッジが第7肋骨の中心に一致する位置となっている。

### 2.3.2 下腹部インパクト試験

Fig. 3 (b) に下腹部インパクト試験のセットアップを示す。この試験は、ダミーを水平面に着座させ、質量32kg、直径25mm、長さ300mmのリジッドバー・インパクトにより6.1m/sの速度で下腹部をインパクトするものである。インパクト位置は、左右のDGSPの取り付けナットの中心を結ぶ線に一致する位置となっている。



(a) Upper abdomen (b) Lower abdomen

Fig. 3 Setup of biofidelity tests on the abdomen

## 3. 生体忠実性の検証結果

### 3.1 頭部の生体忠実性

#### 3.1.1 頭部落下試験

Fig. 4に頭部落下試験の結果を示す。試験ではデータの反復性も同時に評価するために3回の試験を実施した。なお、頭部落下試験に関して、生体忠実性試験と校正試験の方法はまったく同じである。しかし、二つの試験では評価コリドーが異なっているため<sup>2), 3)</sup>、同図には生体忠実性評価コリドーと校正評価コリドーの両方を示している。

試験結果をみると、データの反復性は良好であり、頭部の加速度応答は3回の試験とも生体忠実性評価コリドーの範囲内であった。しかし、校正評価コリドーに対しては、頭部合成加速度のピーク発生時間がコリドーから外れる結果となっている。これは、生体忠実性試験と校正評価試験との間で時間0の定義が異なっていることが考えられる。そのため、二つの試験における時間0の定義を明確にする必要がある。

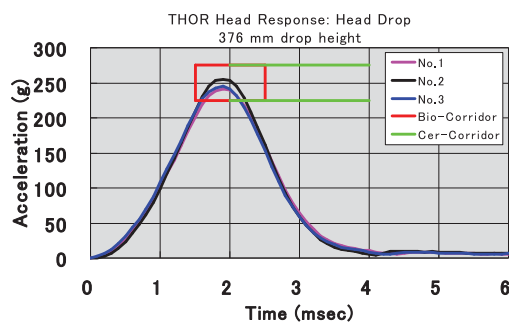


Fig. 4 Response on head drop

### 3. 1. 2 頭部インパクト試験

Fig. 5に頭部インパクト試験の結果を示す．試験ではデータの反復性も同時に評価するために3回の試験を実施した．なお，頭部インパクト試験に関する生体忠実性試験と校正試験の方法はまったく同じである．しかし，二つの試験では評価コリドーが異なっているため<sup>2), 3)</sup>，同図には生体忠実性評価コリドーと校正評価コリドーの両方を示している．

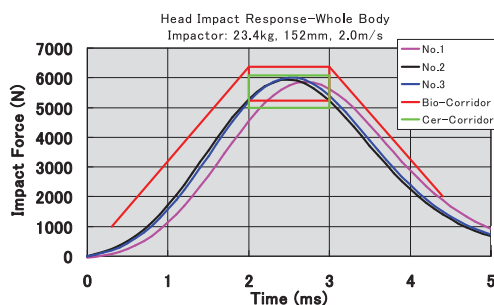


Fig. 5 Response on head impact

データの反復性をみると，No.2とNo.3はほとんど同じ結果であり，No.1のみ波形の立ち上がり方が緩やかでインパクト荷重のピーク発生時間も若干遅くなっている．この違いは，ダミーの着座姿勢やインパクト位置などの試験のセットアップのバラツキによる影響と考えられる．ただし，頭部の荷重応答は3回の試験とも生体忠実性評価コリドーおよび校正評価コリドーの範囲内となっている．

## 3. 2 胸部の生体忠実性

### 3. 2. 1 胸部インパクト試験

Fig. 6に4.3m/sの胸部インパクト試験の結果を示し，Fig. 7に6.7m/sの胸部インパクト試験の結果を示す．これらの試験ではデータの反復性も同時に

評価するためにそれぞれ3回ずつの試験を実施した．なお，これらの試験に関する生体忠実性試験と校正試験の方法はまったく同じであるが，二つの試験では評価コリドーが異なっている<sup>2), 3)</sup>．そのため，Fig. 6およびFig. 7には生体忠実性評価コリドーと校正評価コリドーとの両方を示している．

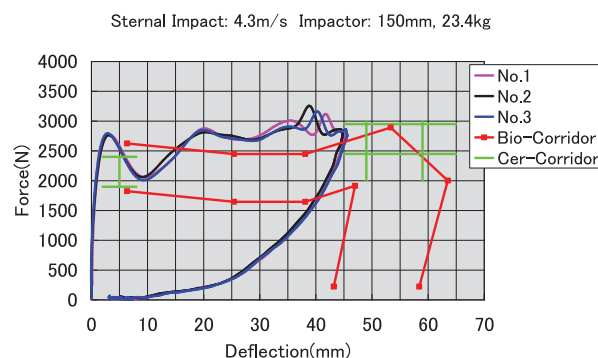


Fig. 6 Response of thorax impact test at 4.3m/s

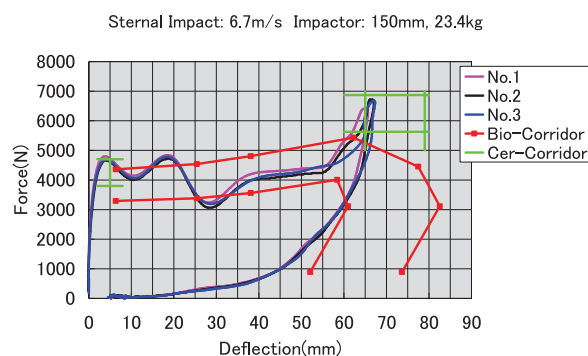


Fig. 7 Response of thorax impact test at 6.7m/s

4.3m/sのインパクト試験の結果をみると，3回の結果ともコリドーよりも変位が小さく，荷重はコリドーよりもわずかに高い値を示しており，生体忠実性評価コリドーおよび校正評価コリドーから外れる結果となっている．

6.7m/sのインパクト試験の結果をみると，3回の試験の反復性は良好であり，最大インパクト荷重発生付近で生体忠実性評価コリドーから大きく外れるものの，胸部変位0～60mmではおおそコリドーの範囲内となる結果を示している．また，衝突初期ならびに最大荷重・変位の校正評価コリドーに対してもおおそ範囲内となっている．ただし，最大荷重・変位領域での生体忠実性評価コリドーと校正評価コリドーはまったくラップしていない．したがって，今回のように最大荷重が校

正評価コリドーの範囲内にある場合は生体忠実性評価コリドーからは外れることになる。

また、今回の試験の胸部応答では、胸部変位55mm付近から急激に荷重が上昇している。これは、Fig. 8に示すように、Mid Sternum Mass Assemblyが脊椎と接触した痕跡があることから、胸部の底付きによるメタルコンタクトのため急激に荷重が上昇したものと思われる。

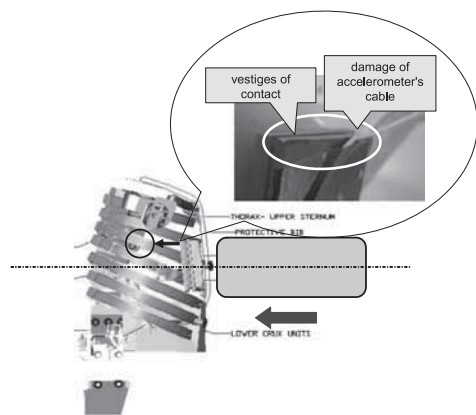


Fig. 8 Vestiges of contact between mid sternum mass assembly and spine

### 3.3 腹部の生体忠実性

#### 3.3.1 上腹部インパクト試験

Fig. 9に上腹部インパクト試験の結果を示す。上腹部の応答は、腹部変位0～50mmの範囲で荷重レベルがコリドーよりも低いものの、50～100mmの範囲の荷重はコリドーの範囲内であった。しかし、100mm以降荷重が上昇し、コリドーから外れる結果となっている。

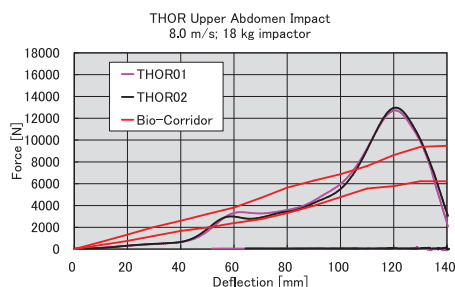


Fig. 9 Response of upper abdomen impact test

#### 3.3.2 下腹部インパクト試験

Fig. 10に下腹部インパクト試験の結果を示す。下腹部の応答は、腹部変位約90mmまではほぼコリドーの範囲内であったが、90mm以降荷重が上昇し、コリドーから外れる結果となっている。

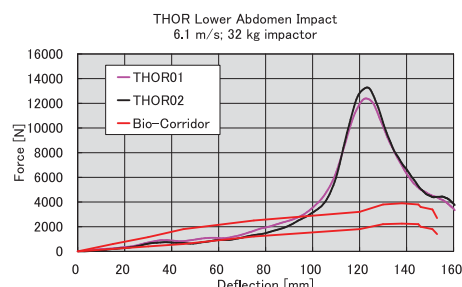


Fig. 10 Response of lower abdomen impact test

### 4. まとめ

コンポーネント試験にもとづくTHOR-NTダミーの頭部、頸部、胸部、腹部および顔部の生体忠実性評価試験を実施した。頭部の応答は、落下試験およびインパクト試験いずれにおいてもPMHSコリドーの範囲内であった。また、胸部の6.7m/sの生体忠実性評価試験において、胸部の応答は胸部変位約60mmまではPMHSコリドーの範囲内であるものの、55mm付近から急激な荷重上昇を示している。これは、THOR-NTのMid Sternum Mass AssemblyがSpineと接触するという底付き現象によるものと推定した。

なお、本研究は（社）日本自動車工業会からの委託を受けて実施したものである。

#### 参考文献

- 1) Onda K. et al. : Differences in the dynamic responses of the Thor-NT and Thor-FT dummies, SAE Paper No. 2006-01-0676
- 2) GESAC, Inc. : Biomechanical Response Requirements of the Thor NHTSA Advanced Frontal Dummy ( Revision 2005.1 ), Report No. GESAC-05-03
- 3) GESAC, Inc. : Thor Certification Manual ( Revision 2005.2 ), Report No. GESAC-05-04