

コンポーネント試験によるTHOR-NTとHybrid IIIの 生体忠実性の評価^{*1}

Evaluation of Biofidelity of the THOR-NT and Hybrid III Based on Component Tests

谷口 昌幸^{*2}
Masayuki YAGUCHI

小野 古志郎^{*3}
Koshiro ONO

増田 光利^{*4}
Mitsutoshi MASUDA

Abstract

Component tests were conducted in order to evaluate the biofidelity of the head, thorax, and heel of the THOR-NT. The biofidelity of the dummy was evaluated by comparing its biofidelic responses with the post-mortem human subject (PMHS) response corridors. Likewise, component tests on each body part of the Hybrid III were conducted, and the biofidelities of THOR-NT (THOR-Lx) and Hybrid III were compared.

Responses of the head of both THOR-NT and Hybrid III were within the PMHS response corridors. However, for other body parts, the responses of THOR-NT were closer to the corridors than those of Hybrid III, although individual THOR-NT components did not yield results that satisfied all the PMHS response corridors.

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¹⁾。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。また、Task Force Groupの上にInformal Steering Committee（各極（米国、欧州、日本、カナダ、他）の政府・業界代表から構成）が設けられ、組織や方針の決定が図られている。さらに、2007年5月にはTHOR Design Team（NHTSA、GESAC、FTSS、DENTON）が発

足し、統一THORについて仕様の詳細が検討されている。

THORダミーの統一に貢献するための研究活動の一部として、JAMA^{注1)}/JARI^{注2)}はTHOR-NTの各部位のコンポーネント試験を実施し、生体忠実性を評価した。さらに、次世代前突ダミーとしてのTHOR-NTの生体忠実性を検証するため、各国の前突法規に採用されているHybrid IIIの応答と比較した。

ここでは、その中の頭部、胸部および下肢部（ヒール）の生体忠実性の検証結果について報告する。

2. 生体忠実性評価の試験方法

THORダミーの生体忠実性評価の試験方法は、NHTSA/GESAC, Inc. によって提示されている²⁾。ここでは、この試験方法に準じた試験を実施し、THOR-NTおよびHybrid IIIの衝撃応答をPMHS（Post Mortem Human Subjects）コリドーと比較して2種類のダミーの生体忠実性について検証した。

*1 原稿受理 2008年8月20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 企画・管理部 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

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に示すように、額の最下端点を衝撃面から376mm上の高さに設定した。その際、頭部-頸部のマウンティングプラットフォームの底面は垂直から29°になるように吊るし、水平な剛体面に自由落下させることとした。

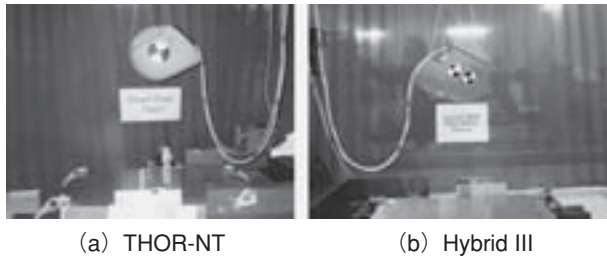


Fig. 1 Setup of the head drop test

2.1.2 頭部インパクト試験

Fig. 2にTHOR-NTとHybrid IIIの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、THOR-NTで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した。これに対してHybrid IIIでは、落下試験での額の最下端点となる点を推定し、その推定した額の前端部にインパクトの中心線が一致する位置とした。

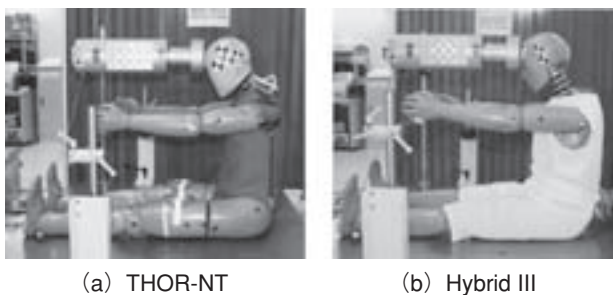


Fig. 2 Setup of the head impact test

2.2 胸部の生体忠実性試験

Fig. 3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）に一致する位置である。



(a) THOR-NT (b) Hybrid III

Fig. 3 Setup of biofidelity test on the thorax

2.3 下肢部（ヒール）の生体忠実性試験

Fig. 4にヒールインパクト試験のセットアップを示す³⁾。この試験に用いられるインパクトは、Fig. 5に示すNHTSA Dynamic Impactorと称されるインパクト・フェース、バラストおよびサポーティング・チューブの1/3を合わせた質量が5kgのものである。今回の試験のインパクト速度は、2.0m/s、3.0m/sおよび4.0m/sとした。また、THOR-Lx (THOR-NTの下肢部の名称) およびHybrid IIIともに足が下肢に対して90°となるようにセットし、インパクト中心線と下肢の長手方向軸とが一致するように設置した。



(a) THOR-Lx (b) Hybrid III

Fig. 4 Setup of biofidelity test on the heel

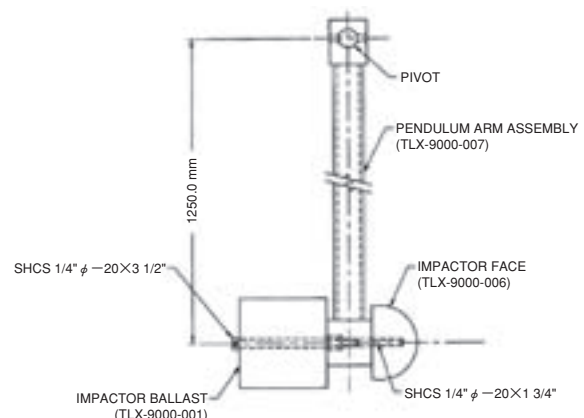


Fig. 5 NHTSA dynamic impactor

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. 6に頭部落下試験の結果を示す。THOR-NTでは、2回目の試験の最大加速度値が1回目および3回目の試験の値よりも若干高い結果を示したものの、加速度波形の立ち上がり方や最大加速度の発生時間は3回の試験でほぼ同等な応答を示した。一方、Hybrid IIIについては、1回目の試験の応答は2回目および3回目の試験よりも加速度波形の立ち上がりが遅く、かつ最大加速度の発生時間が遅い結果を示した。しかし、最大加速度値は3回の試験でほぼ同等な値を示した。なお、THOR-NTおよびHybrid IIIともに、3回ずつ実施した試験の応答は生体忠実性評価コリドーの範囲内であった。

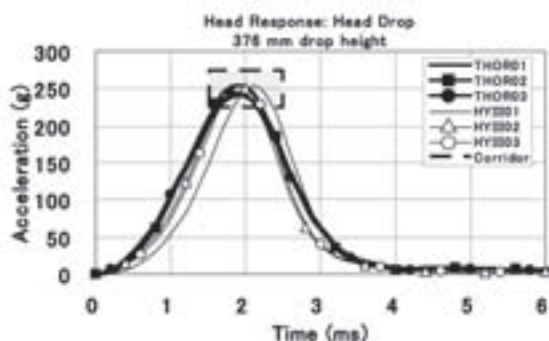


Fig. 6 Response to the head drop

3.1.2 頭部インパクト試験

Fig. 7に頭部インパクト試験の結果を示す。THOR-NTでは、1回目の試験の応答は2回目および3回目の試験よりも荷重波形の立ち上がりが遅く、かつ最大荷重の発生時間が遅い結果を示した。しかし、最大荷重値は3回の試験でほぼ同等な値を示した。一方、Hybrid IIIについては、荷重波形の立ち上がり方ならびに最大荷重の発生時間も3回の試験で同等な応答を示した。なお、THOR-NTおよびHybrid IIIともに、3回ずつ実施した試験の応答は生体忠実性評価コリドーの範囲内であった。

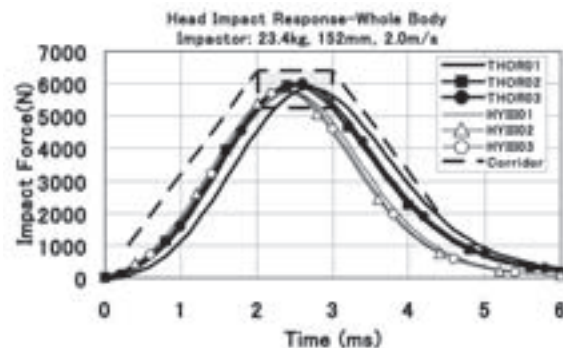


Fig. 7 Response to the head impact

3.2 胸部の生体忠実性

Fig. 8に4.3m/sの胸部インパクト試験の結果を示す。THOR-NTの胸部の応答は、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、コリドーから外れる結果となった。Hybrid IIIの胸部の応答は、THOR-NTよりもさらに変位が小さく、荷重は高い値を示した。すなわち、THOR-NTおよびHybrid IIIともにコリドーから外れる結果となった。

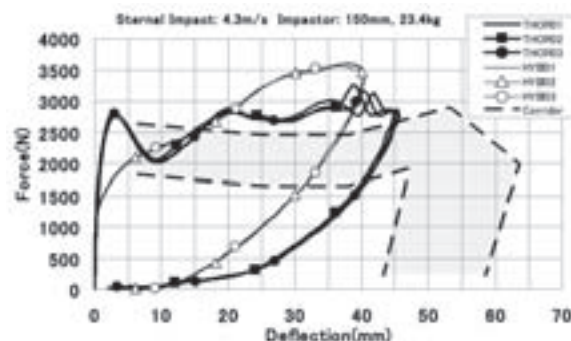


Fig. 8 Response to the thorax impact at 4.3m/s

Fig. 9に6.7m/sの胸部インパクト試験の結果を示す。THOR-NTの応答は、最大荷重発生付近でコリドーから外れるものの、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た。しかし、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. 10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のと思われる。一方、Hybrid IIIの応答は、胸部変位40mm以降の荷重がコリドーよりもわずかに高い応答を示したものの、胸部変位0~40mmまでの荷重はコリドーの範囲内であり、最大変位レベルはコリドーと同等なものであった。

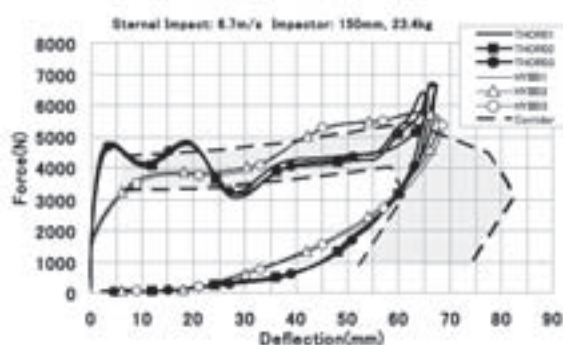


Fig. 9 Response to the thorax impact at 6.7m/s

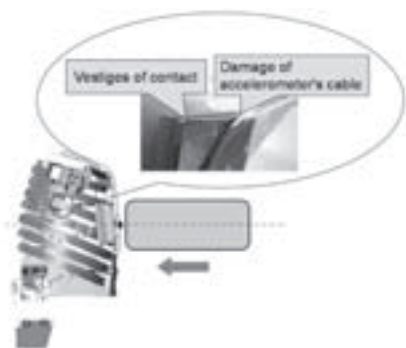


Fig. 10 Vestiges of contact between mid sternum mass assembly and spine

3.3 下肢部（ヒール）の生体忠実性

Fig. 11にヒールインパクト試験の結果を示す。この結果をみると、THOR-Lxの4.0 m/sのみがコリドーの範囲内となった。また、THOR-LxとHybrid IIIの比較では、Hybrid IIIのインパクト荷重はTHOR-Lxよりも高い結果を示した。今回の試験条件は、オリジナルの生体忠実性試験方法とは異なっているが、インパクト荷重はTHOR-LxのほうがHybrid IIIよりもコリドーに近い応答を示した。

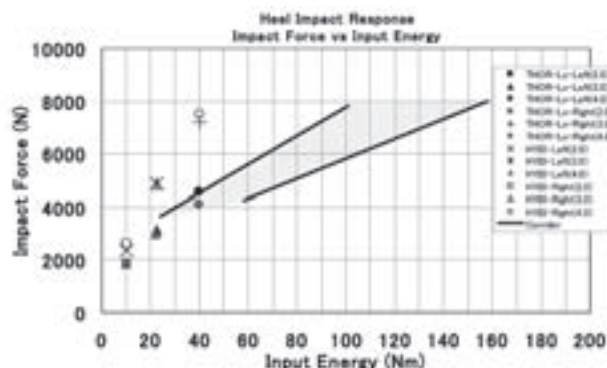


Fig. 11 Response to the heel impact

4. まとめ

コンポーネント試験にもとづくTHOR-NTとHybrid IIIの頭部、胸部および下肢部（ヒール）の生体忠実性評価試験を実施した。

THOR-NTとHybrid IIIの頭部の応答は、落下試験とインパクト試験のいずれにおいてもPMHSコリドーの範囲内であった。

THOR-NTの胸部の6.7m/sの生体忠実性評価試験において、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た。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。

また、下肢部（ヒール）については、インパクト荷重はTHOR-LxのほうがHybrid IIIよりもコリドーに近い応答を示した。

これらの研究成果は、日本（MLIT/JARI/JAMA）として参画しているNHTSA BiomechanicsグループやSAE Task Forceにおける次世代前突ダミーの仕様決定に活用され、統一THORダミーのハーモナイズ活動の促進に貢献している。

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) NHTSA/VRTC : Certification Procedure for the THOR-Lx/Hybrid III Retrofit Version 3.2 (2004)