

講演 8. 前面衝突事故における乗車姿勢が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究

自動車安全研究部 ※細川 成之 田中 良知 松井 靖浩

1. はじめに

前面衝突事故時における乗員保護は、シートベルトなどが乗員を拘束し、エアバッグが頭部や胸部が車室内部材との衝突を緩和することが重要である。シートベルトは、骨盤や肩を支点とするように装着する必要があるが、乗車姿勢によっては十分に機能しない可能性がある。筆者らは、これまで、衝突被害軽減ブレーキ作動時の乗車姿勢の乱れと乗員傷害の関係について研究を進めてきた^{1), 2)}。また、今後は自動運転車の普及とともに乗員の乗車姿勢はこれまで以上に多様化することが予想される。

そこで、今回は乗員が座席背面を倒してリラックスした姿勢で乗車した場合(図1)について、前面衝突を模擬したスレッド試験を実施し乗員挙動や乗員傷害について比較検討を行った。

2. 方法

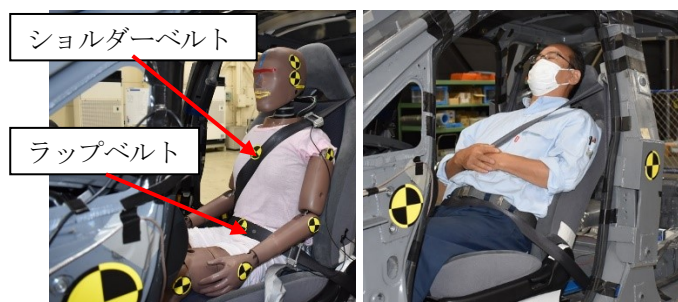
2. 1. ダミーの乗車姿勢及び試験装置

日本では前面衝突試験法として、国連協定規則第137号(以下、UN-R137:拘束装置を中心とした前面衝突時における乗用車に係る車両認可に関する統一規定)を採用している。これは、乗員傷害計測用ダミーの搭載方法についても細部にわたり定めているが、特にダミーの姿勢に関係する項目としてはヒップポイント角度(以下、H.P角度という)と頭部角度が重要である。H.P角度は水平面から22.5度±2.5度、頭部角度は、水平面から0度±0.5度、である。図2にダミーの搭載要件を示す。

一方で、乗員は長時間乗車している場合などで座席背面を倒すなどのリラックスした姿勢を取ることがあり、この姿勢でのH.P角度は衝突試験時とは異なる。そこで、今回は、乗員がリラックスした姿勢をとった場合の条件の一つとして、座席背面を倒した場合の乗員傷害について検討を行った。

試験はスレッド試験装置に小型乗用車のホワイトボディを搭載して行った。スレッドの加速度入力には

50km/hのフルラップ前面衝突試験における減速度波形を用いた。座席背部の角度は、座席背部表面に直定規をあてて測定した角度とした。



衝突試験法の乗車姿勢 リラックスした乗車姿勢例
図1 乗車姿勢

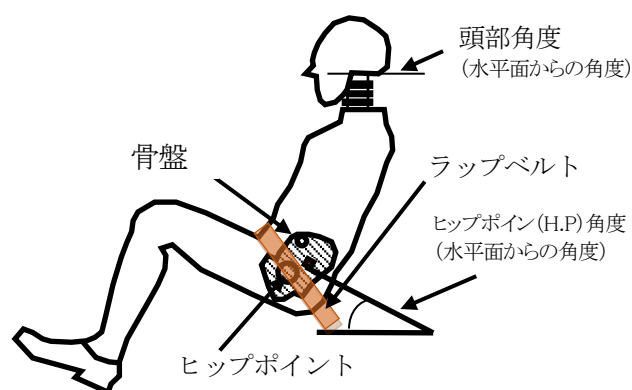


図2 ダミーの搭載要件









2. 2. 試験条件

本研究では、小柄女性ダミーを助手席に搭載させてスレッド試験を実施した。試験条件を表1に示す。Test 1はUN-R137で定められている搭載姿勢とした。このときの座席背面の角度は16度であった。Test 2はUN-R137で定められている搭載姿勢のうち座席背面のみを25度、Test 3は35度そしてTest 4では45度とした。

車体に対するH.Pの相対位置はTest 1を基準にして全て同一とし、ダミーの上半身の角度のみ座席背面に沿わせることで姿勢を変化させた。また、大腿部とシート座面との接触状態もできるだけUN-R137の搭

載状態と同じとした。ショルダーベルトは、いずれの条件においてもダミーの胸部中央を通る経路で装着することができたが、Test3 と Test 4 では肩部が下がるため、肩部とシートベルトの間隔が大きくなった。ショルダーベルトの高さ調整は、Test1 では最上段、Test2~Test4 では最下段とした。また、ラップベルトは、いずれの試験条件においてもダミーの腰部パーツを通る経路で装着することができた。また、下肢拘束の重要な要件である膝表面とダッシュボード間の距離はいずれの試験条件においても同一とした。

表1 ダミー初期姿勢

Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
座席背面角度 16度	座席背面角度 25度	座席背面角度 35度	座席背面角度 45度
頭部角度 0.7度 H.P角度 21.8度	頭部角度 13.1度 H.P角度 28.6度	頭部角度 22.6度 H.P角度 33.5度	頭部角度 31.3度 H.P角度 36.0度
			
			

4. 試験結果

4. 1. ダミー挙動と傷害値

表2にダミーの傷害値と UN-R137 の規定値を示す。また、図3にダミー挙動の時間履歴を図4に頭部合成加速度の時間履歴、図5に胸部たわみの時間履歴を図6に大腿骨荷重の時間履歴を示す。

Test 1 では、衝突開始後にショルダーベルトのプリテンショナーと繰り出し量抑制のため、ダミーの上半身は前方移動が制限され、頭部だけ慣性により前傾してエアバッグに接触した。下半身については、衝突後に前方に移動するがラップベルトの拘束により移動量は少なかった。これらの効果により、ダミーと車室内部材との強い衝突が回避され、傷害値は低く抑えられたと考えられる。Test 2, 3, 4 については、座席背面角度が大きいため頭部の初期位置が Test 1 に比べて後方になる。特に、Test 4 では、エアバッグによる拘束開始が遅くなったため、頭部合成加速度の最大値や HIC が増加したと考えられる。

胸部たわみの最大値は、Test 1, 2, 3 についてはほぼ同等であったが、Test 4 では若干低く、時間履歴において、0.05s 付近での落ち込みが見られた。

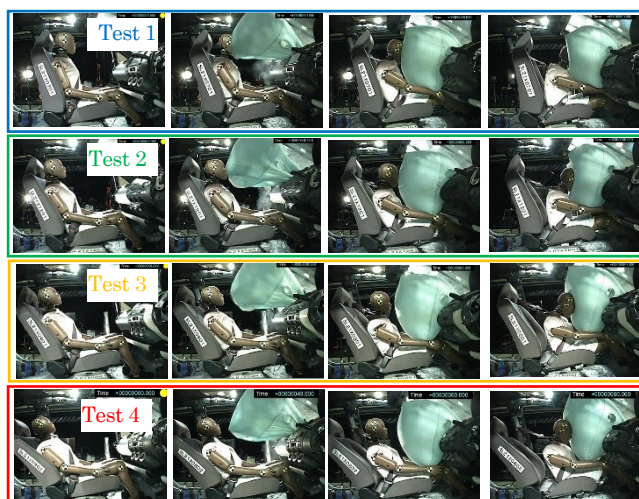
大腿部荷重については、大腿部が車室内のインパネ等の車室内部材と衝突した際に生じる圧縮荷重は負の数値として計測される。Test 1 では、腰部がラップベルトで拘束されており、大腿部は慣性力により引張方向に力が生じるため正方向の数値は高いものの(図6、表2)、車室内部材との衝突による圧縮方向の荷重は0.14 kN と小さかった(表2)。これに対して、Test 2 では車室内部材との衝突による荷重は0.48kN、Test 3 では1.49 kN、Test 4 では0.65 kN であり、ラップベルトが腰部から外れて下肢が前方に移動したことにより車室内部材と衝突し、大腿部の圧縮荷重が増加したものと考えられる。

傷害値については、実施した試験条件では基準値を上回るものはなかった。

表2 ダミーの傷害値

傷害値 (傷害基準値)	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
HIC36 (1000 以下)	349	377	597	667
頸部 Fx (2.7 kN 以下)	0.4	0.7	1.1	1.3
頸部 Fz (2.9 kN 以下)	0.7	1.0	1.7	1.5
頸部 My (57 Nm 以下)	27.7	30.0	32.1	20.2
胸部たわみ (42 mm 以下)	24.0	24.7	24.8	21.4
大腿部荷重 (-7 kN 以下)	-0.14	-0.48	-1.49	-0.65

頸部 Fx : 頸部剪断方向荷重
 頸部 Fz : 頸部上下引張方向荷重
 頸部 My : 頸部前後方向モーメント
 大腿部荷重は左右のうち大きい方の数値をとる



T = 0 s T = 0.04 s T = 0.06 s T = 0.08 s

図3 ダミー挙動

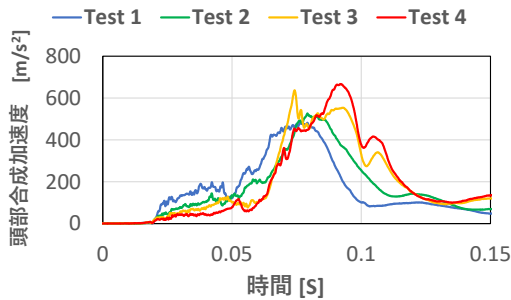


図4 頭部合成加速度の時間履歴

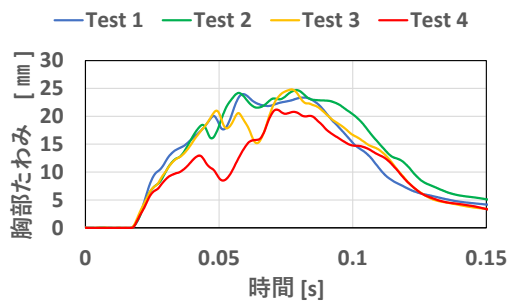


図5 胸部たわみの時間履歴

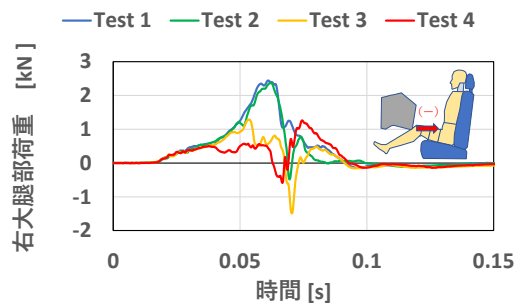
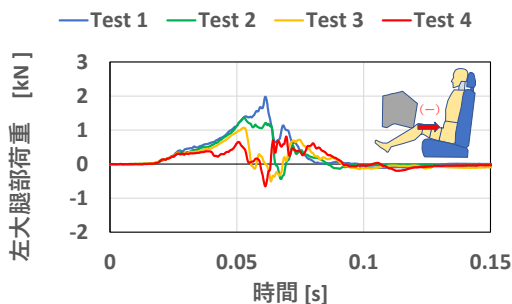


図6 左右大腿骨荷重の時間履歴

4. 2. ラップベルト張力と腹部傷害

図7にラップベルト張力の時間履歴を示す。

Test 1では、ラップベルトは腰部から外れることはなく、最大値は6.29 kN (0.062s)であった。Test2ではラップベルト張力の最大値は、腰部を拘束している

状態での4.8 kN (0.062s)であった。この後、ラップベルト張力は減少するが、これはラップベルトが腰部から外れて腹部に移動したためと考えられる。その後、張力は増加し、1.7 kN (0.078 s)となった。Test 3では、ラップベルト張力の最大値は、腰部を拘束している状態での3.5 kN (0.052s)であった。この後、ラップベルトは腰部から外れて腹部に移動した。この時の最大値は、4.2 kN (0.08 s)であり、ラップベルトが腰部にあるときよりも大きくなった。Test 4では、ラップベルト張力の腰部を拘束している状態で1.4 kN (0.04s)であった。この後、ラップベルトは腰部から外れて腹部に移動した。この時の最大値は、7.5 kN (0.08 s)であり、Test 1よりも大きくなった。

以上のように、座席背面の傾きが大きくなるにしたがい、ラップベルトが腰部を拘束する張力は小さくなり、ラップベルトが腰部から外れる時間が短く、腹部を圧迫するベルト張力が高くなった。

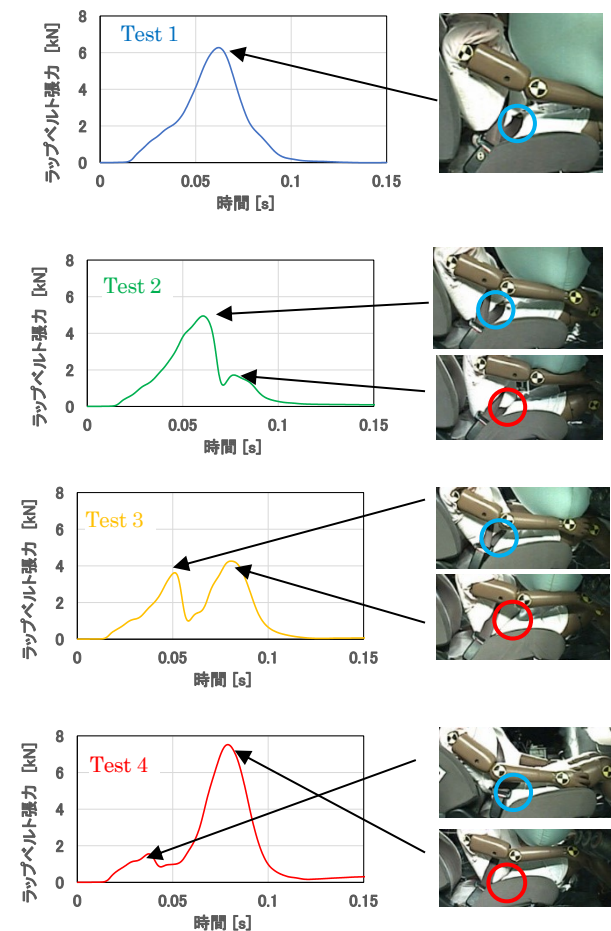


図7 ラップベルト張力の時間履歴

5. 考察

今回の実験では、座席背面の角度を大きくした場合

について、UN-R137 が規定する傷害値を上回ること
はなかったが、ラップベルトが腰部から外れること
により、腹部傷害をもたらす可能性があることがわか
った。

衝突時におけるダミー各部移動量は、図8に示す
とおり、上半身では Test 1 に比べて Test 2~Test 4
で大きくなっているが、膝部は青線の移動軌跡で示す
ように実験条件による差は少ない。これは、上半身の移
動はショルダーベルトやエアバッグによる拘束によ
るものであるのに対して、下半身の移動はインパネな
ど車室内部材によっても制限されるからであると思
えられる。したがって、後席のように下半身の前方移
動を制限するものがない場合は、ラップベルトによる
腹部圧迫が大きくなる可能性がある。



図8 ダミー各部の移動軌跡

4. まとめ

今回の実験条件では、座席背面の角度を大きくした
場合でも、現行の試験法規で規定された傷害値を上回
ることはなかった。一方で、座席背面角度が 10 度程
度後方に倒れただけでもラップベルトが腰部から外
れ、腹部に大きな荷重が負荷される可能性があること
が確認できた。

運転支援装置の普及が進み、さらに自動運転車両が
普及すると、運転者を含む車両乗員の乗車姿勢はこれ
まで以上に多様化することが予想される。特に、座席
背面角度が大きくなるような乗車姿勢は、これまで想
定していなかった腹部傷害を増加させる可能性がある
。

今後、車両の衝突安全性能を評価する場合には、予
防安全装置や自動運転技術を考慮にいれた傷害値や

評価項目の検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 細川 他, “衝突被害軽減ブレーキ作動時の乗員
挙動が衝突時の乗員傷害に及ぼす影響調査”, 交
通安全環境研究所フォーラム 2020, pp.65-66
(2020)
- 2) 細川 他, “乗車姿勢が衝突時の乗員傷害に及
ぼす影響について—小柄女性ダミーによる検討
—”, 交通安全環境研究所フォーラム 2021,
pp.61-62 (2021)