

無限電光株式会社殿 受託研究報告書

エアバッグジャケットの評価試験

2011年 3月

財団法人 日本自動車研究所

エアバッグジャケットの評価試験

1. 試験概要

本試験は、二輪車ライダーのために開発されたエアバッグジャケットの性能を検証するために実施したものである。評価項目は、エアバッグジャケットが有する衝撃に対する保護性能とエアバッグが完全に展開するまでに要する時間の確認である。なお、衝撃保護性能の評価部位は頸部と胸部であり、人が受ける衝撃を計測できる人体模型（ダミー）にエアバッグジャケットを着用させ、質量 23 kg の衝撃子（インパクト）で衝撃を加える方式とした。

2. エアバッグジャケットに対する打撃試験

2.1 供試品

図 1 および 2 に打撃試験に使用したエアバッグジャケットの代表例を示す。頸部の評価試験では 11 種類のジャケットを用いて、13 回の試験を実施した。同様に、胸部の評価試験では 4 種類のプロテクター、4 種類のジャケットを用いて、単体およびその組み合わせで 10 回の試験を実施した。なお、エアバッグジャケットは、試験直前に空気を注入し、エアバッグ部分が完全に展開した状態で試験を実施した。

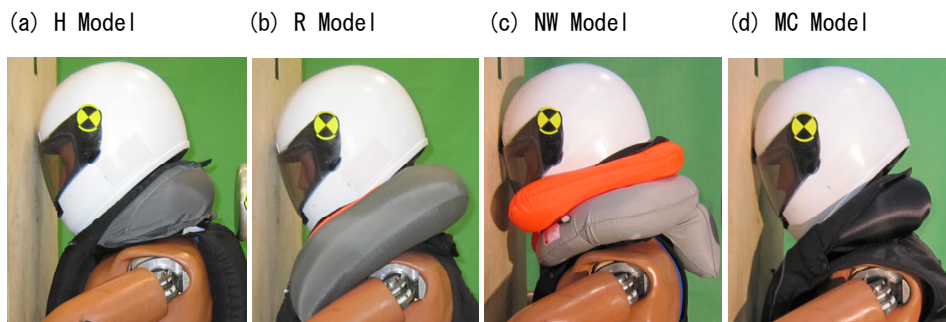


図 1 頸部への打撃試験に用いたエアバッグジャケット

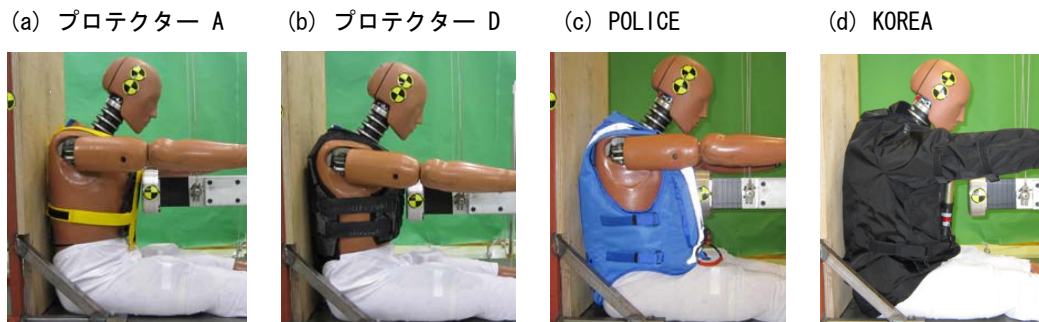


図 2 胸部への打撃試験に用いたプロテクター、エアバッグジャケット

2.2 ダミー

本試験では、図3に示す前面衝突試験用に開発された Hybrid-III ダミーにジャケットを着用させて試験を実施した。この Hybrid-III ダミーは、米国人の成人男性の平均的な体格（身長：175 cm、体重：78 kg）を有し、さらに構造、形状、重量、関節の可動範囲などを人体の特性に近くなるように設計されたものである。

(a) 外観



(b) センサー位置

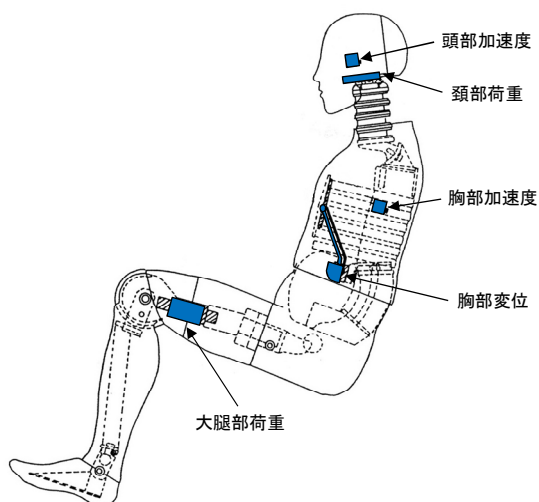


図3 Hybrid-IIIダミーの外観とセンサー位置

2.3 計測項目

本試験は頸部と胸部に対して、図4に示すような衝突面の直径が 152 mm、質量が 23.3 kg のインパクトを 5.6 m/s の速度で衝突させるものである。このため、頸部打撃試験では主として頸部に作用する力を計測し、胸部打撃試験では、ダミー胸部の潰れ量、すなわち変形量を主として計測することとした。また、双方の試験ともに、インパクトが対象部位と衝突した際の状況を把握するために、高速度ビデオカメラによる撮影（500 コマ/秒）も行った。表1に試験に使用した機器類を示す。

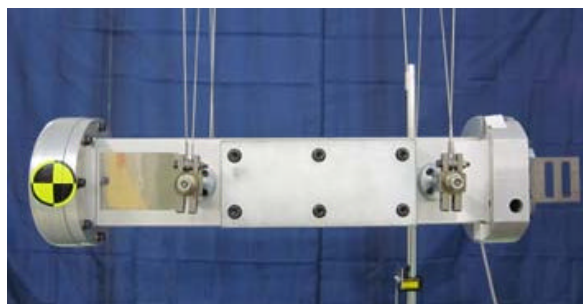


図4 インパクトの外観

表 1 使用機器の一覧

機器	型式	製造会社
インパクト加速度計	AS100HA	共和電業
ダミー	Hybrid-III AM50	Denton
・頸部荷重計	1716	Denton
・胸部変位計	Pot	FTSS
データ収録装置	DIS2000	共和電業
高速度ビデオカメラ	GX-1	ナックイメージテクノロジー

2.4 試験結果

(1) 頸部打撃試験

試験ではインパクトの目標衝突速度を 5.6 m/s (20 km/h) とした。インパクトの衝突位置は、インパクトの衝突面の上端がヘルメット後方下端に接触しない高さ位置とし、左右方向はダミーの縦方向の中心がインパクトの中心と一致させた。また、エアバッグは完全に展開した状態で実施した。

表 2 に頸部打撃試験の結果を示す。に示す通り合計 13 回の試験を実施した。試験条件として、

表 4 に試験結果の概要を示す。ここでは本試験で得られた結果を米国法規である FMVSS 208 (衝突時の乗員保護) に定められた傷害値で評価することとした。FMVSS 208 に示された頸部の傷害値は、前後方向のせん断荷重が 3,100 N、上下方向への引張り荷重が 4,170 N、前屈トルクが 190 Nm である。本試験結果をみると、試験 No.10 の引張り荷重が基準値を上回る値 (4,330 N) を記録しているが、それ以外では、傷害値を十分にクリアしている状況であったことがわかる。

表 2 頸部打撃試験の結果

試験 No	プロテクターの種類	衝撃速度 (m/s)	頸部せん断荷重 (N)	頸部引張荷重 (N)	頸部前屈トルク (Nm)
T-01	POLICE	5.6	-1490	1758	87
T-02	KOREA 1	5.6	-1051	1078	70
T-03	FRANCE	5.6	-961	2200	49
T-04	H Model	5.6	-928	2156	56
T-05	NW Model	5.6	-1034	1582	58
T-06	R Model	5.6	-1064	2474	59
T-07	MC Model	5.6	-1243	2234	72
T-08 *	SV Model	5.6	(-1185)	(2628)	(89)
T-09	MLV Model	5.6	-935	3041	59
T-10	SKV Model	5.6	-1127	4330	81
T-11	MDJ Model	5.6	-978	1460	52
T-12	H Model	5.6	-942	2879	56
T-13	KOREA 2	5.6	-1163	3374	81

注*) T-08 (SV Model) の試験では、インパクト上端がヘルメットを打撃していたため、他の試験と同等の衝撃が加わっていない可能性があるため、参考データとして記載した。

法規における傷害値は、最大値で判断するものであるが、それに加えて荷重が発生している持続時間を指標にした評価手法も提案されている。図 5 に頸部のせん断力に対する保護基準を示し、図 6 に引張力に対する保護基準を示す。同図から本試験の結果をプロットすると、せん断および引張力ともに、重症となる可能性が小さいゾーンに収まっていることがわかる。これらの結果から本試験と同等の衝撃（質量 23kg の物体が 20 km/h で衝突する）をライダーが受けた場合、エアバッグジャケットを着用することで重症以下の傷害へ低減できるものと推察される。

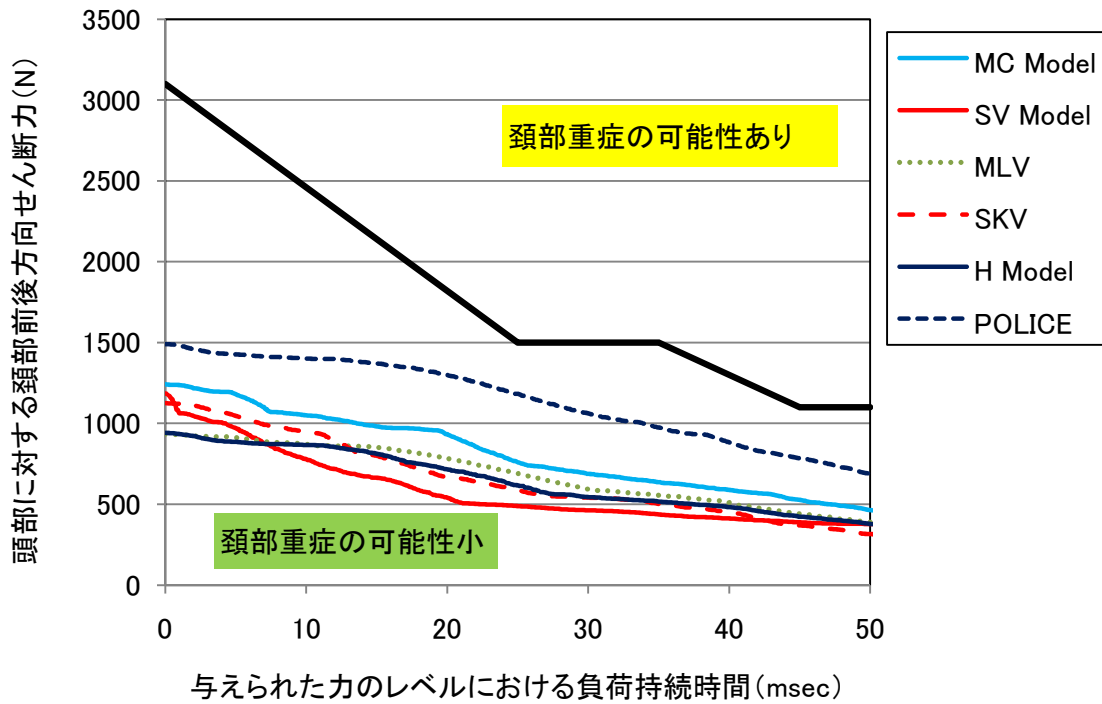


図5 せん断荷重に対する保護基準

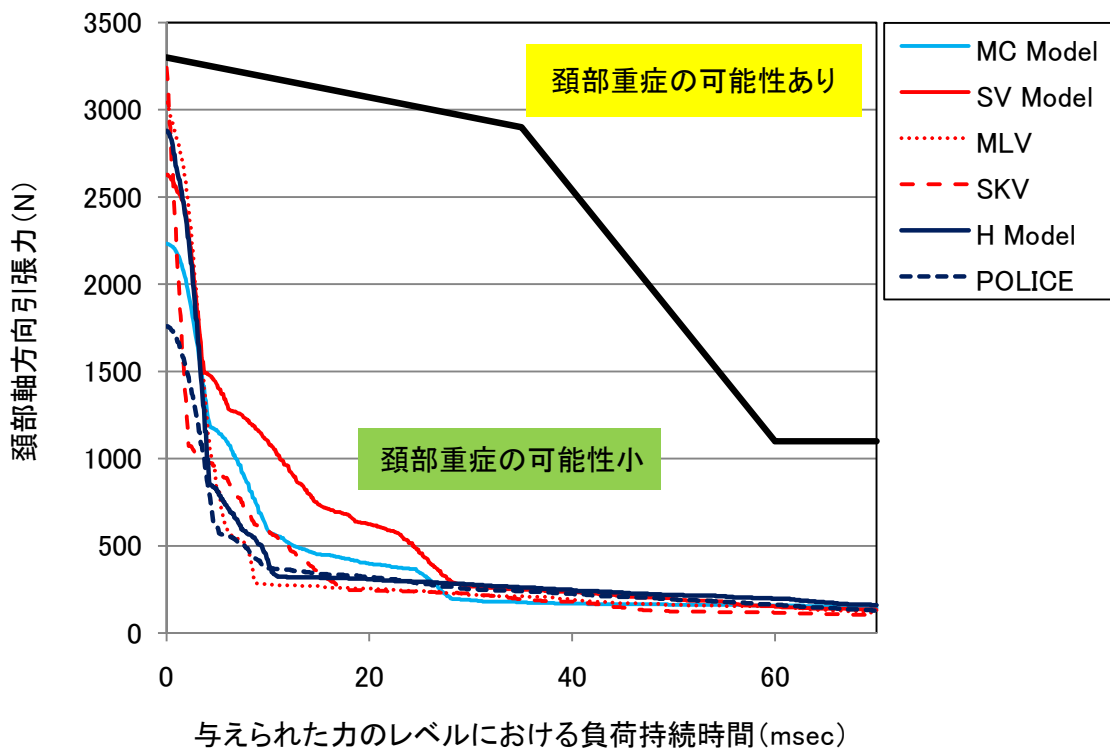


図6 引張荷重に対する保護基準

(2) 胸部打撃試験

試験はダミーの背面に固定壁を設置することで、インパクトの打撃による衝撃のほとんどを胸部の前面で受け持つように設定した。インパクトの衝突速度は 5.6 m/s を目標とし、衝突位置はダミーの肋骨の上下および左右位置の中央となるように、ダミーをセッティングした。この胸部評価試験では、プロテクターの性能を把握するための試験、エアバッグジャケットの性能を把握するための試験、プロテクターとエアバッグジャケットの双方を組み合わせた試験およびこれらを着用しない状態で合計 10 回の試験を実施した。

表 3 に試験結果の一覧を示す。同表の AIS 3 発生確率は、胸部変位から求めた AIS 3、すなわち重傷（胸部に限定すると肋骨が 3 本以上骨折する傷害）が発生する確率を示すものである。胸部変位をみると、T-22 プロテクター A + KOREA 1 の組み合わせの保護性能が高く、プロテクター無しに比べて胸部変位を約 16 mm（25%）低減できることがわかる。図 7 にエアバッグジャケットを着用した試験での胸部変位と AIS 3 の発生確率の関係を示す。プロテクター無しでの AIS 3 の発生確率は 31.7% であるが、プロテクターとエアバッグジャケットを着用することで、17.9% に低減できるケースもある。

表 3 胸部打撃試験の結果

試験 No.	プロテクターの種類	衝撃速度 (m/s)	胸部変位 (mm)	AIS 3 発生確率 (%)
T-14	プロテクター無し	5.6	62.0	31.7
T-15	プロテクター A	5.7	54.5	24.5
T-16	プロテクター B	5.6	60.1	29.8
T-17	プロテクター C	5.6	60.9	30.6
T-18	プロテクター D	5.6	57.7	27.5
T-19	プロテクター A + POLICE	5.6	47.7	19.1
T-20	プロテクター A + KOREA1	5.7	46.1	17.9
T-21	KOREA1 (プロテクター無)	5.6	51.2	21.7
T-22	プロテクター B + R Model	5.7	49.4	20.3
T-23	FRANCE (プロテクター無)	5.7	52.6	22.9

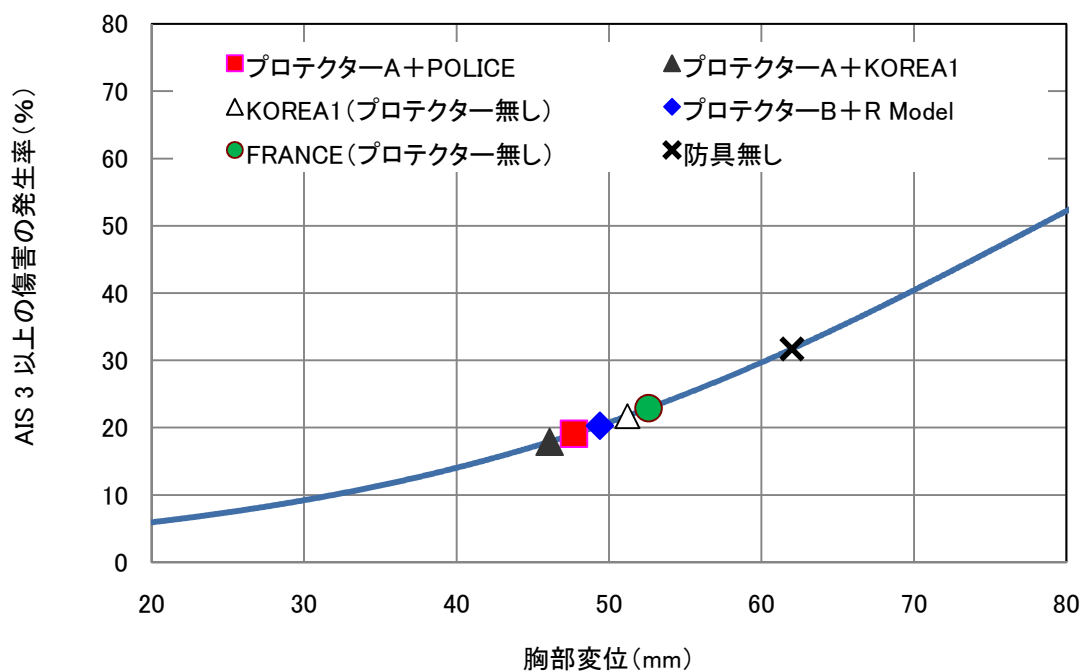


図7 プロテクターとジャケットの AIS3 発生率の関係

3. エアバッグジャケットの展開時間の確認試験

3.1 試験の概要

本試験で評価したエアバッグジャケットは、ライダーが二輪車より分離した状態を感知してジャケット内に収納されているチューブに空気を注入し膨張させるものである。このため、本試験では通常の状態からチューブに空気が充填するまでに要する時間を確認することとした。

試験は、図8に示すようにエアバッグを作動させるために必要となる力（解除力）をプッシュプルスケールで測定し、エアバッグジャケットの展開に要する時間は高速度ビデオカメラで確認した。なお、時間ゼロはキーボールと呼ばれるボールが本体側より切り離された瞬間とした。表4に試験で使用した機器の概要を示す。

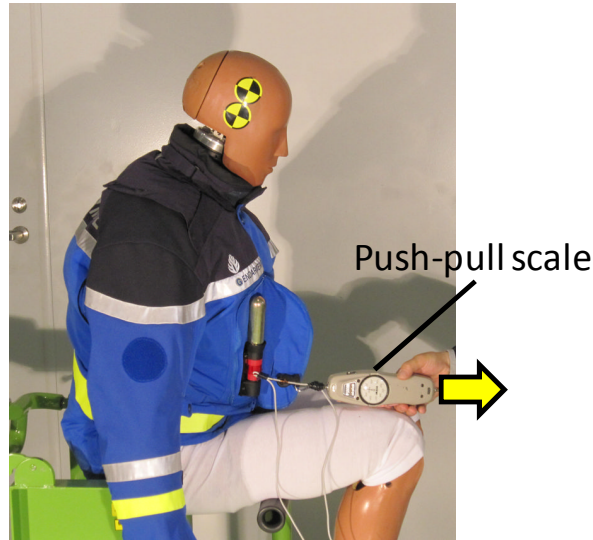


図 8 エアバッグジャケット展開試験

表 4 使用機器

機器	型式	製造会社
Push-pull scale	PS500N	IMADA CO.,LTD
高速度ビデオカメラ	GX-1	ナックイメージテクノロジー

3.2 試験結果

展開時間の確認試験は、図 9 に示すように 4 種類のエアバッグジャケットを用いて合計 5 回の試験を実施した。試験における解除力、頸部位置の展開時間および全体での展開時間の測定結果を表 5 に示す。解除力は T-26 で記録した 400 N が最も高い値となっていた。一方、全体の展開時間は、T-27 で記録した 90 msec が最も早い展開時間であり、T-24 で記録した 205 msec が最も時間を要する結果となった。但し、空気を供給するカートリッジボンベを交換し、再度試験を実施した T-28 では、展開時間が半減している。その要因としては、カートリッジボンベに充填されている炭酸ガスの容量の差異が考えられる。

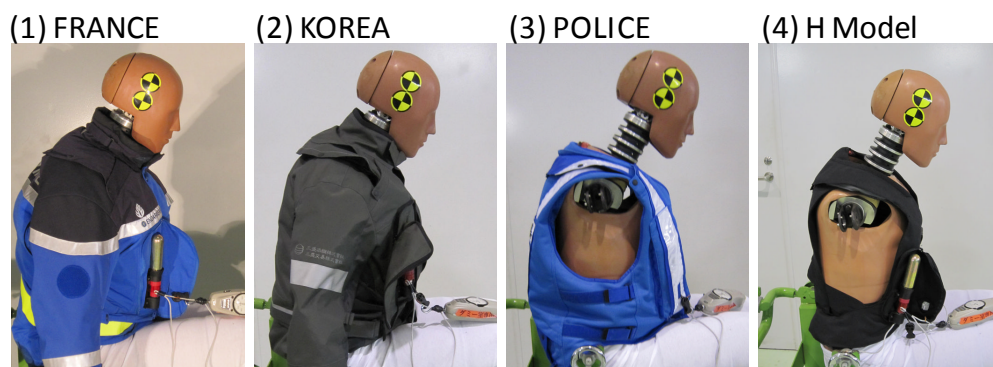


図9 試験に用いたエアバッグジャケット

表5 エアバッグジャケット展開試験の結果

試験 No.	プロテクターの種類	解除力 (N)	頸部位置の展開時間(msec)	全体の展開時間 (msec)
T-24	FRANCE	370	60	205
T-25	KOREA	275	70	105
T-26	POLICE	400	80	180
T-27	H Model	375	90	90
T-28	FRANCE (2回目)	245	90	105

4. まとめ

エアバッグジャケットの性能を検証するために、インパクトによる打撃試験および展開までに要する時間の確認試験を実施した。試験結果をまとめると以下のようになる。

(1) 頸部の保護性能

頸部への打撃試験の結果から、頸部に発生したせん断および引張り荷重ともに、頸部重症の可能性は少ないものと推察された。

(2) 胸部の保護性能

胸部への打撃試験の結果から、プロテクターとエアバッグを組み合わせることで、プロテクター無しでの AIS 3 (重傷レベル) の発生確率を最大で 14%低減できることがわか

った。

(3) エアバッグジャケット展開試験

エアバッグが展開するまでに要する時間は、最も短いもので 90 msec、逆に最も長いものでは 205 msec であった。

付 録

付録 1 : 略号	12
付録 2 : 頸部試験の衝突中の連続写真 (その 1)	13
付録 3 : 頸部試験の衝突中の連続写真 (その 2)	14
付録 4 : 胸部試験の衝突中の連続写真	15
付録 5 : AIS 別の外傷 (頭部、頸部、顔面)	16
付録 6 : AIS 別の外傷 (胸部、腹部)	17
付録 7 : AIS 別の外傷 (四肢、体表)	18

【略号一覧】

AIS: Abbreviated injury score (簡易式外傷スコア)

AIS 1 = Minor(軽症)

AIS 2 = Moderate(中等症)

AIS 3 = Serious(重症)

AIS 4 = Severe(厳しい)、

AIS 5 = Critical(臨界状態)

AIS 6 = Maximum(Currently untreatable)