

기둥측면충돌시험에서 EuroSID-2와 WorldSID 인체모형 평가에 관한 연구

김대업* · 우창기*

Evaluation of EuroSID-2 & WorldSID in Pole Side Impact

Dea Up Kim*, Chang Gi Woo*

Key Words : Pole Side Impact(기둥측면충돌), Dummy(인체모형), New Car Assessment Program(NCAP, 자동차안전도 평가), Global Technical Regulation(GTR, 세계기술기준)

ABSTRACT

In recent years, WorldSID dummy has been continuously developed and investigated to be a better represent biolfidelic ATD as well as a device for replacement of the current existing EuroSID-2. In Korea, the side impact accident is one of the major severe accidents in terms of numbers of accidents and fatality. Since 2003, 50kph 90degree side crash test has been initiated as a safety standard with EuroSID-1 at the first stage and also same time 55kph impact speed test has been conducted as a part of KNCAP program. Currently only EuroSID-2 is accepted as a regulatory tool for vehicle certification and KNCAP. In order to make use of WorldSID of KNCAP in the distant futuer the tests with WorldSID is conducted experimentally.

1. 서론

우리나라 자동차 산업은 짧은 역사와 작은 판매 시장의 규모 등에 비추어 볼 때 비약적인 발전을 거듭하여, 2013년 자동차 등록대수 18,870,533대를 기록하며 실로 눈부신 발전을 하였다.

하지만 보편적인 교통수단으로 자동차 대중화시대를 열었으나, 이로 인해 발생하는 교통사고 역시 비례적으로 증가하여 개인뿐만 아니라 국가 전체로서도 막대한 손실을 안겨주고 있다.

도로교통공단에 따르면 2013년 전체 교통사고는 5,165건이 일어나 5,292명의 사망자와 3,273명의 부상자를 발생하였다. 전체교통사고 중에서 측면직각충돌 사고는 745건으로 차대차 사고건수의 36.8%를 차지하였다. 또한 공작물과의 충돌사고는 580건으로 차량 단독

의 49.1%를 나타내어 차대차 사고 중 가장 높은 빈도를 차지한다.

특히 전신주, 교통신호등, 나무 등의 공작물 충돌사고는 사고에 의한 충격이 좁은 부분에 집중되어 사고 빈도에 비해 사망자와 중상상해자 발생빈도가 매우 높다.

이런 이유로 자동차 제작사에서도 공작물과의 측면충돌로 인한 탑승자의 상해를 경감시킬 목적으로 커튼 에어백을 개발하여 1990년대 중반부터 적용하기 시작하였다.

우리나라는 측면충돌사고에 따른 상해를 감소시키고자 자동차 안전기준에 충돌시의 승객보호의 인체상해기준을 규정하고 있고 2010년부터 자동차 안전도평가(NCAP, New Car Assessment Program)에서 기둥측면충돌 안전성 평가를 시행하여 안전도를 확보하기 위한 노력을 지속하고 있다.

본 연구는 측면충돌시험 및 기둥측면충돌시험에 사용 중인 인체모형인 EuroSID-2와 인체충돌도를 더욱

* 인천대학교 기계공학과
E-mail : kimdeaup@ts2020.kr

개선시킨 새로운 기동측면충돌용 인체모형인 WorldSID를 기동측면충돌시험을 통해 평가해보고자 한다.

2. 인체모형

2.1. EuroSID-2

UN R95는 2003년부터 단계적으로 개정되어 개선된 EuroSID-2 인체모형을 사용하고 있다. EuroSID-2는 2004년부터 선택적으로 사용하였고, 2007년부터는 신규 자동차에 사용하였으며, 2011년부터 판매되는 모든 자동차에 의무적으로 사용하도록 규정하고 있다. EuroNCAP에서는 2004년부터 Fig. 1의 EuroSID-2 인체 모형을 사용하고 있다.⁽¹⁾



Fig. 1 Image of EuroSID-2

우리나라는 2004년 12월 31일에 UN산하 유럽경제 위원(ECE) 작업반(WP.29)의 1958협정에 가입한 회원국으로서 국내 자동차 안전기준을 국제조화(International Harmonization)하기 위하여 이에 대한 조사연구를 수행하고 있으며, 측면충돌 분야에서도 EuroSID-2의 적용을 검토하여 국내에서도 유럽과 유사하게 자동차안전도평가(KNCAP)에서 법규 적용에 우선하여 EuroSID-2를 적용하고 있다.⁽²⁾

EuroSID-2는 EuroSID-1에 비해 여러 가지 측면에서 인체충실도를 높여 개선한 인체모형이며, 특히 EuroSID-1에서 나타나는 갈비뼈 부위의 흉부압축 변위량 곡선이 피크부근에서 평평하게 되는 현상을 개선한 것이다. 이에 따라 EuroSID-2로 측면충돌 시험을 수행하게 되면 EuroSID-1보다 흉부압축 변위량이 커

지게 되어 평가 결과에 불리하게 작용한다.

EuroSID-2는 이전에 사용되어 온 EuroSID-1의 인체 충실도(Biofidelity)를 개선하기 위하여 EEVC (European Enhanced Vehicle-Safety Committee) Working Group 12를 통해 개발된 것이다. EuroSID-1은 그 동안 갈비뼈 모듈의 감김현상과 흉부 백플레이트(Torso Back plate)의 간섭에 의해 나타나는 흉부압축변위량 곡선의 'Flat tops'(피크 부근에서 평평하게 나타나는 현상), 백플레이트가 좌석 등받이로 파고드는 현상, 대퇴부 상부가 치골(Pubic) 로드셀(loadcell) 장치와 접촉하는 현상, 치골유착하중 곡선이 무릎과 무릎의 접촉에 의해 튀는 현상 등이 제기되어 왔다.

EuroSID-2는 가슴변위센서 가이드 시스템의 개선, Backplate loadcell의 장착, 하체 상부의 디자인 개선 등으로 EuroSID-1에서 제기되었던 문제점을 개선하고 인체충실도를 증가시켰다.

2.2. WorldSID



Fig. 2 Image of WorldSID

Fig. 2의 WorldSID는 측면충돌에서 탑승자 상해 위험을 평가를 위해 사용되는 세계적으로 조화된 측면충돌용 인체모형(Worldwide harmonized Side Impact Dummy)이다. WorldSID는 많은 충돌조건에 대해 연구뿐만 아니라 법규시험을 위한 표준으로서 설계되었다.

WorldSID를 개발하게 된 주요 동기는 두 가지다. 첫 번째는 측면충돌에서 인간의 반응의 진보된 이해가 더 강력한 인체모형 디자인을 유도하여 탑승자 보호의 향상이며, 두 번째는 평가방법의 국제적인 조화를 통해 세계도처의 다른 인체모형의 사용을 제거하는 것이다.⁽³⁾

WorldSID 인체모형의 개발은 1997년 인체충실도가 더 높은 측면충돌용 인체모형 개발과 기준조화된 인체모형의 채택하기 위해 세계표준기구(ISO, International

Organization of Standardization)에 의해 시작되었다. WorldSID는 현재 기동측면충돌 세계 기술규정(GTR, Global Technical Regulation)으로 포함하기 위해 WP.29 GRSP(Working Party on Passive safety)에서 평가하고 있다.

3. 기동측면충돌 시험방법

Fig. 3에서처럼 기동측면충돌시험은 세계적으로 두 가지 방법이 적용되고 있다.

Fig. 3 (a)는 대차 위에 시험차를 올려두고 지름이 245mm인 지주를 운전석쪽 90° 방향으로 29km/h의 속도로 충돌하는 직각 기동측면충돌 시험방법이고, Fig. 3 (b)는 대차 위에 시험차를 올려두고 지름이 245mm인 지주를 운전석쪽 75° 방향으로 32km/h의 속도로 충돌하는 경사각 기동측면충돌 시험방법이다. 전자의 방법은 한국, 유럽에서 적용하고 있으며, 후자의 방법은 미국에서 적용하는 방법이다.⁽⁴⁾

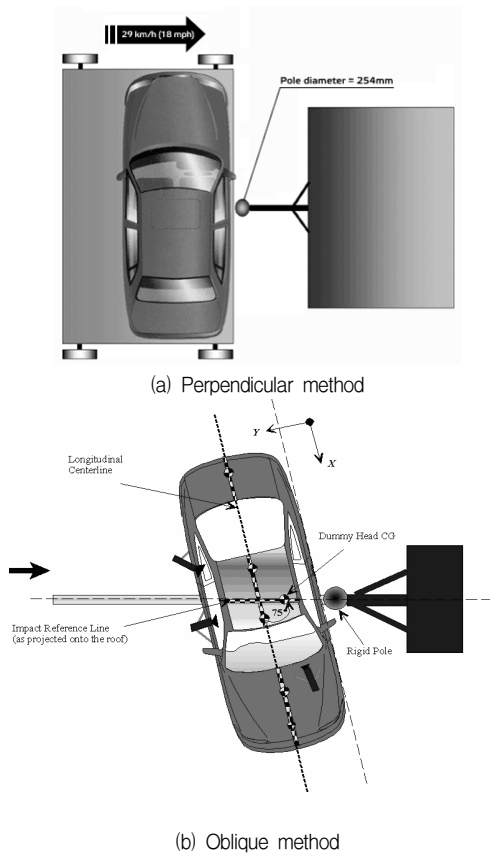


Fig. 3 Scene of pole side impact

4. 시험

4.1. 시험자동차

시험에 사용된 자동차는 아래 Fig. 4와 같으며, 시험 자동차 정보는 Table 1과 같다.



Fig. 4 Scene of pole side impact

Table 1 Test vehicle specifications

Manufacture	Kia
Model name	Pride
Category	Passenger Car
Engine	Gama 1.4 gasoline
Wheelbase	2,570mm

4.2. 시험조건

(주)기아자동차 프라이드 자동차로 시험속도 32 km/h, 75° 경사각 기동측면 충돌시험을 EuroSID-2와 WorldSID를 각각 탑재하여 Table 2와 같은 시험상태에서 수행하였다. 인체모형 착석에 관한 절차를 제외하고 시험자동차의 조건과 시험절차, 평가방법은 자동차 안전도평가시험 등에 관한 규정에 따라 수행하였다.

Table 2 Test conditions

	Test #1	Test #2
Test date	2012. 6. 12	2012. 9. 6
Dummy	EuroSID-2	WorldSID 50 th
speed	32km/h	
Crash angle	75°	
Test weight	1,265kg	1,255kg
Seatback angle	21°	
Seat position	Forward 100mm From rearmost	
Steering column	67.5°	

5. 시험결과

5.1. 시험사진



(a) Before test



(b) After test

Fig. 5 Scene of Test with EuroSID-2

썬기아자동차 프라이드 자동차로 시험속도 32km/h 75° 경사각 기동측면충돌시험을 EuroSID-2와 worldSID를 각각 탑재하여 수행한 시험사진을 Fig. 5와 6에 나타내었다.



(a) Before test



(b) After test

Fig. 6 Scene of Test with WorldSID

5.2. 시험결과

EuroSID-2를 탑재한 75° 경사각 기동측면 충돌시험 인체상해 결과는 Table 3에, WorldSID를 탑재한 75° 경사각 기동측면 충돌시험 인체상해 결과는 Table 4에 나타내었다.

Table 3 Test Results with EuroSID-2

Body Region		Unit	Injury Value	IARV''s
Head	HIC36		363.7	1,000
Thorax Ribs	deflection	mm	36.9	44
	Viscous Criterion	m/s	0.19	1.0
Backplate	Force(Fy)	kN	0.6	4.0
T12	Force(Fy)	kN	1.46	2.0
	Moment(Mx)	Nm	109.5	200
Abdomen	Force	kN	1.25	2.5
Pubic	Force	kN	1.83	6.0

Table 4 Test Results with WorldSID

Body Region		Unit	Injury Value	*IARV''s
Head	HIC36		1,745	1,000
Shoulder	Force(Fy)	kN		2.556
	Deflection	mm	48.0	
Thorax Ribs	Deflection	mm	U : 20.0 M : 21.3 L : 24.7	
Abdomen	Force	kN	U : 25.3 L : 33.5	79.8
Pelvis	Force	kN	0.95	3,365

* 50% of Risk from WS-08-04-(CEESAR) Status of the WorldSID injury risk curves

5.3. 시험결과 고찰

WorldSID를 탑재한 75° 경사각 기동측면 충돌시험 인체상해 결과는 EuroSID-2를 탑재한 75° 경사각 기동 측면 충돌시험 인체상해 결과보다 머리상해를 제외하고 인체의 모든 부위에서 낮게 평가되었다.

이는 WorldSID가 인체충실도가 EuroSID-2에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

EuroSID-2를 탑재한 75° 경사각 기동측면 충돌시험 인체상해 결과와 WorldSID를 탑재한 75° 경사각 기동 측면 충돌시험 인체상해 결과를 Table 5에 비교하여 나타내었다.

Table 5 EuroSID-2 vs. WorldSID

Body Region		Injury Value	Ratio	Injury Value	*Rati
		EuroSID-2		WorldSID	
Head	HIC36	363.7	36%	1.745	175%
Thorax Ribs	Deflection	36.9	84%	24.7	42%
Abdomen		1.25kg	50%	33.5mm	42%
Pelvis	Force	1.83	31%	0.95	28%

6. 결론

본 연구는 측면충돌시험 및 기동측면충돌시험에 사용 되는 인체모형인 EuroSID-2와 인체충실도를 더욱 개선 시킨 새로운 인체모형인 WorldSID를 기동측면 충돌시험을 통해 다음과 같은 결과를 확인하였다.

머리의 상해는 WorldSID를 탑재한 시험에 높게 측정 되었으나 이는 비정상적인 값으로 사료된다.

WorldSID의 가슴 변위가 EuroSID-2 가슴 변위보

다 작게 측정되었다. 이는 WorldSID의 림(Rib)의 케이지 구조가 기존의 EuroSID-2보다 더 유연하고 독립적으로 움직이기 때문으로 사료된다.

시험결과에서 복부부위와 치골 또한 EuroSID-2를 탑재한 시험보다 WorldSID를 탑재한 시험에서 더 작은 결과를 얻었다. 이는 WorldSID가 기존의 EuroSID-2보다 인체충실도가 향상되었기 때문으로 사료된다.

후 기

이 논문은 2013년도 인천대학교 자체연구비 지원에 의해 수행되었음

참고문헌

- (1) Iwata, K., Tatsu, K., Saeki, H., and Okabe, T., "Comparison of Dummy Kinematics and Injury Response between WorldSID and ES-2 Side Impact", SAE Int. J. Trans. Safety 1(1), pp192-199, 2013.
- (2) Younghan Youn, Eun-Dok Lee and Dae-up Kim, "A Comparison Study of Tow Side Impact Dummies Based on The Probability of Injury Risk Curves", 23rd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicle, pp1942-1948, 2013.
- (3) 장형진, 김도엽, 이창석, 김대업, 신선자, 김규현, "An Experimental Study on The Characteristics of Driver and Passenger Injury an Side Impact", 한국정밀공학회 2012년 춘계학술대회논문집, pp1105-1106, 2013.
- (4) 김경원, "기동측면 충돌에 따른 차체 충돌특성 및 상해 특성 비교 연구", 기계공학, 석사학위과정, 한국기술교육대학교 대학원, 2012.