

# 교통사고 측면충돌시 차량성능 평가방식 개선방안 연구

## A study on Improved Evaluation Method of the car performance in the side impact of car accident.

홍규갑\*, 장미호, 정호영, 조원철\*\*, 이태식\*\*\*

Hong gyu gab, Jang mi ho, Jung ho young, Cho won cheol, Lee tae shik

### Abstract

Recently, in Korea vehicle market, the proportion of SUV is increasing. However Korea SINCAP(Side Impact New Car Assessment Program) doesn't reflect this circumstance. This paper focused on improvement of Korea SINCAP by comparing IIHS(Insurance Institute of Highway Safety) side impact test protocol with Korea SINCAP.

*key words* : Crashworthiness, Side impact. IIHS, SINCAP

## 1. 서론

최근 우리나라는 주5일제의 도입으로 여가생활을 중시하는 문화가 자리 잡기 시작하고, 고유가 기조와 맞물려 상대적으로 유류비가 저렴한 SUV 차량의 비율이 높아지고 있는 실정이다. 하지만 국내의 충돌성능 상품성 평가 방식은, 상대적으로 차량의 중량과 지상고가 높은 SUV차량과의 충돌성능의 경우를 반영하고 있지 않은 실정이다. 반면 북미의 IIHS(Insurance Institute of Highway Safety)는 SUV와의 측면충돌상황을 가정하여 평가를 시행하고 있다.

본 연구는 자동차 충돌성능 상 악조건이 될 수 있는 SUV차량과의 충돌성능이 평가되어야 한다는 관점에서, 국내 SINCAP(Side Impact New Car Assessment Program)과 북미 IIHS 측면충돌 성능평가 방법을 비교 분석하여 국내 SINCAP의 문제점 및 개선 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 본론

### 2-1. 시험조건

#### 2-1-1. IIHS

Barrier는 IRD(Impact Reference Distance)에 따라 차량 중심선과 수직방향으로 50kph의 속도로 충돌시키며, 규정된 상해치 측정을 위한 가속도계를 장착한 SID-IIs 더미를 차량의 앞좌석과 뒷좌석에 착석시킨다.(그림. 및 표1 참조).

#### 2-1-2. 국내 SINCAP

Barrier의 중심이 R-Point에 위치한 상태에서 차량 중심선과 수직방향으로 55kph의 속도로 충돌시키며, 상해치 측정을 위한 sense를 부착한 EuroSID-I 더미를 차량의 앞좌석에만 착석시킨다.(그림2 참조)

\* 연세대학교 공학대학원 방재안전관리전공 석사과정

\*\* 정희원, 방재학회 부회장, 연세대학교 교수, 방재안전관리전공 지도교수

\*\*\* 연세대학교 교수, 방재안전관리전공 지도교수

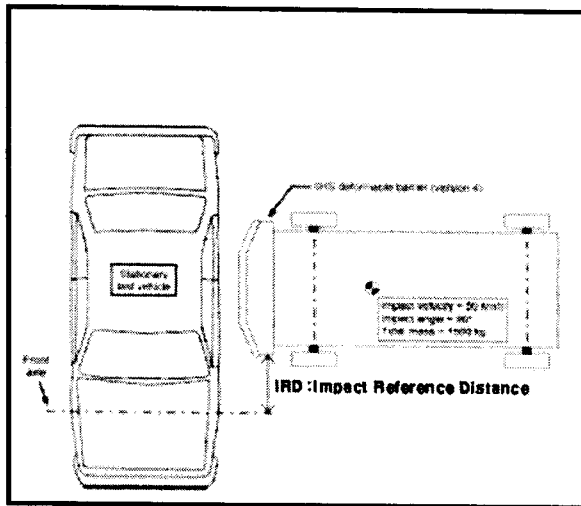


그림1. IIHS 시험조건

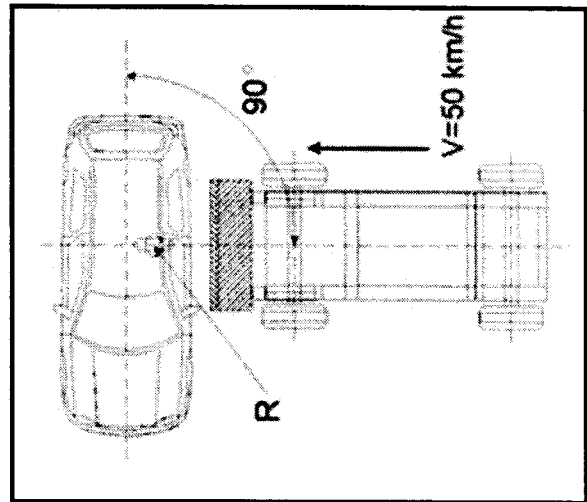


그림2. 국내 SINCAP 시험조건

구분		Vertical Impact Reference Line 위치
Wheel Base	2500mm 미만	IRD = 61cm
	2500 ~ 2900mm	IRD = (Wheelbase/2) - 64cm
	2900mm 초과	IRD = 81cm

표1. IIHS IRD(Impact Reference Distance)

## 2-2. Barrier

### 2-2-1. IIHS

SUV의 Bumper 및 차체전면 형상을 고려하여 제작된 알루미늄 Honeycomb Block을 장착한 중량 1500kg, 높이 379mm인 Barrier.(표2 및 그림3 참조)

### 2-2-2. 국내 SINCAP

Sedan의 Bumper 및 차체전면 형상을 고려하여 제작된 알루미늄 Honeycomb Block을 장착한 중량 950kg, 높이 300mm인 Barrier. 이는 IIHS 대비, 중량 450kg 낮으며 지상고 역시 79mm 낮다.(표3 및 그림4 참조)

총중량 (kg)	높이 (mm)	넓이 (mm)	무게 중심			Moment of Inertia		
			X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	Pitch	Roll	Yaw
1500±25	379±25	1676±25	990±25	0±25	566±25	2471	542	2757

표2. IIHS Barrier 제원

총중량 (kg)	높이 (mm)	넓이 (mm)	무게 중심 (mm)		
			X	Y	Z
950	300	1500	1000	0	500

표3. 국내 SINCAP Barrier 제원

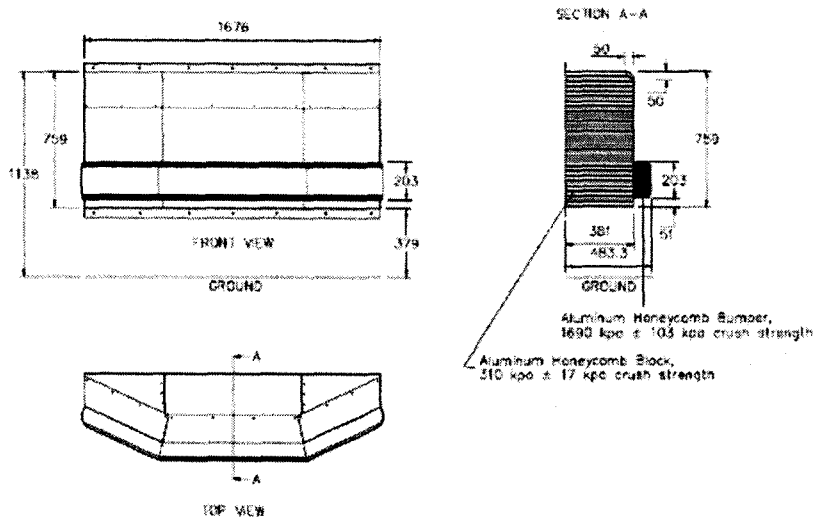


그림3. IIHS Barrier 제원

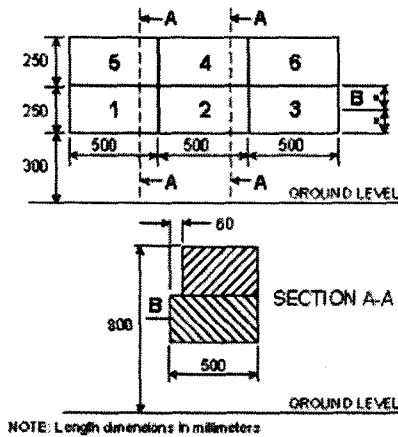


그림4. 국내 SINCAP Barrier 제원

## 2-3. Dummy

### 2-3-1. IIHS

SID-IIs더미를 UMTRI에서 Accelerator Pedal 및 Steering Wheel 중심을 고려한 ATD positioning 계산방법을 이용하여, 운전자 체격에 따른 Seat 위치 조절이 가능하도록 전석에 착좌시키고 후석에는 H-point를 이용하여 착좌시킨다. SID-IIs는 다른 더미에 비해서 변별력이 가장 우수하다는 평가를 받고 있으며, 남성보다 여성의 Head 손상이 심하기 때문에 SID 더미보다 작은 5th percentile female을 채택한다. (그림5 참조)

### 2-3-2. 국내 SINCAP

EuroSID-I 더미의 H-Point를 R-Point의 21mm 앞, 5mm 위)방향에 일치시킨 후, 전석 Seat를 Mid-Position으로 위치한 다음 착좌시킨다. EuroSID-I 더미는 50% 성인 남성을 대표하는 더미로 관절이 있는 팔을 갖추고 있고 Assy형태의 3개의 갈비뼈가 척추에 각기 붙어 있다. 충돌 시 측면 압박 저항을 측정기 위해 갈비뼈는 왕복 피스톤 장치를 갖추고 있으며 SID의 Damper와 비슷한 유압 장치가 갈비뼈 부분에 붙어 있어 인체 충격 반응을 check할 수 있다. 골반부 가속력만을 측정하는 SID와는 달리 가해진 힘까지 측정 가능한 골반부를 갖추고 있다.(그림6 참조)

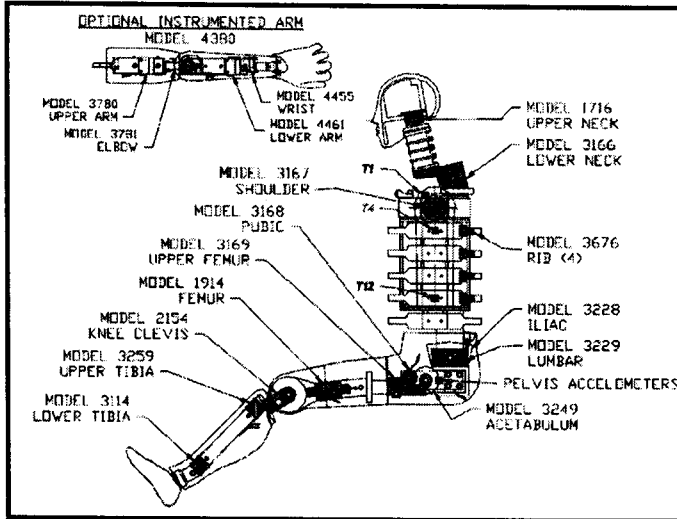


그림5. IIHS SID-IIs

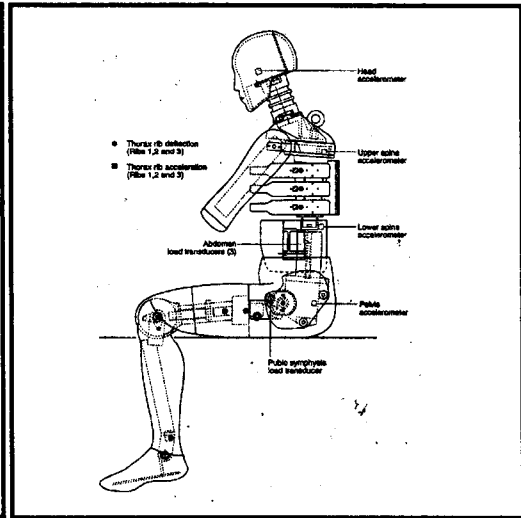


그림6. 국내 SINCAP EuroSID-I

2-4. 평가방법

2-4-1. IIHS

총 9개 항목(운전석 4개, 승객석 4개, 차체 변형 1개) 항목을 통합하여 종합 등급 평가한다. 등급은 Good > Acceptable > Marginal > Poor로 나뉘며 운전자 및 뒷좌석 승객의 상해 등급은 동일한 비율을 반영한다. 항목별 종합 등급 반영 비중을 두는데 머리/목 & 흉부 > 골반/다리 > 더미 거동 & 차체 변형의 중요도를 반영한다.(그림7,8 및 표4~9 참조)

2-4-1. 국내 SINCAP

총 5개 항목(HIC, RDC, VC, APF, PSPF) 항목별로 점수를 산출한 후 합산하여 총점 12점 만점의 Star Rating을 실시한다.

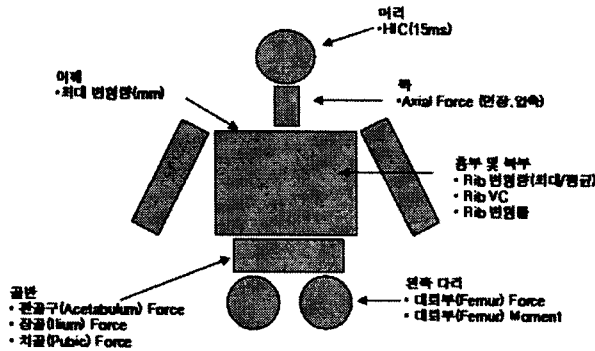


그림7. IIHS Dummy상해 측정 포인트

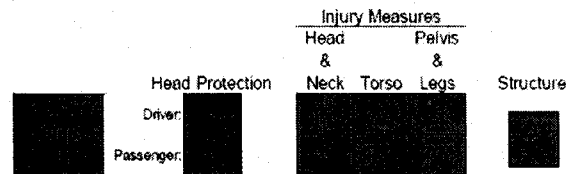


표4. IIHS 종합 평가표

측정 항목	Good	Acceptable	Marginal	Poor
HIC(15ms)	0 ~ 623	624 ~ 779	780 ~ 935	935 초과
Neck Tension	0 ~ 2.1	2.2 ~ 2.5	2.6 ~ 2.9	2.9 초과
Neck Compression	0 ~ 2.5	2.6 ~ 3.0	3.1 ~ 3.5	3.5 초과

표5. IIHS 머리/목 상해 등급표

측정 항목	Good	Acceptable	Marginal	Poor
Peak Deflection(mm)	미적용	미적용	51 ~ 55	55 초과
Average Deflection(mm)	0 ~ 34	34 ~ 42	43 ~ 50	50 초과
V*C(m/s)	0 ~ 1.00	1.01 ~ 1.20	1.21 ~ 1.40	1.40 초과
Deflection Rate(m/s)	0 ~ 8.20	8.21 ~ 9.84	9.85 ~ 11.48	11.48 초과
Shoulder Deflection(mm)	60 초과 할 경우 한 등급 하향 조정			

표6. IIHS 흉부 상해 등급표

측정 항목	Good	Acceptable	Marginal	Poor
Iliac Force(kN)	0 ~ 4.0	4.1 ~ 4.8	4.9 ~ 5.6	5.6 초과
Acetabulum Force(kN)	0 ~ 4.0	4.1 ~ 4.8	4.9 ~ 5.6	5.6 초과
Combined Acetabulum & Iliac Force(kN)	0 ~ 5.1	5.2 ~ 6.1	6.2 ~ 7.1	7.1 초과
Distal Femur Force (3ms clip, kN)	0 ~ 2.8	2.9 ~ 3.4	3.5 ~ 3.9	3.9 초과
Distal Femur Moment(3ms clip, Nm)	0 ~ 254	255 ~ 305	306 ~ 356	356 초과

표7. IIHS 하지 상해 등급표

측정 항목	등급
• Head Protection System에 의해 적절히 보호됨	Good
• FMVSS201이 규정하는 범위내의 승객실 부분접촉 발생	Acceptable
• 차량 내부와 접촉 없음 • 충돌 벽이나 FMVSS201이 규정하는 않는 부분과 접촉 가능성 매우 낮음	Acceptable
• 차량 내부와 접촉 없음 • 충돌 벽이나 FMVSS201이 규정하지 않는 부분과 접촉 가능성 매우 높음	Marginal
• FMVSS201이 규정하지 않는 부분과 접촉 발생	Marginal
• 충돌 벽과 접촉 발생	Poor

표8. IIHS 더미 거동 등급표

측정 항목	Good	Acceptable	Marginal	Poor
B-pillar 와 운전석 중심 선 거리(cm)	12.5 이상	5.0 ~ 12.4	0 ~ 4.9	0 미만
Structural Failures	차체 변경 등급 한 등급 하향 조정			

표9. IIHS 차체 변형 등급표

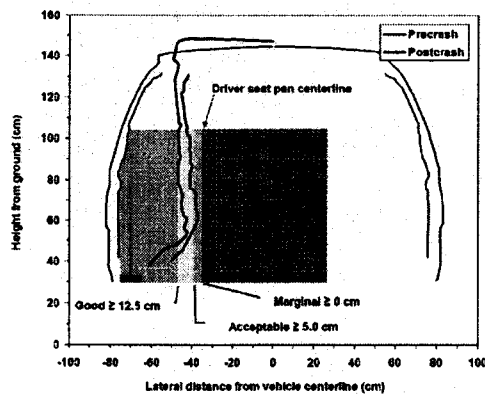


그림8. IIHS 차체 변형 등급

구분	세부항목	평가기준		
		4 or 2점	계산식	0점
HEAD	HIC	650미만	$4 \cdot (1000 - \text{HIC}) / 350$	1000이상
CHEST	RDC (mm)	22	$4 \cdot (42 - \text{RDC}) / 20$	42이상
	VC (m/s)	0.32	$4 \cdot (1 - \text{VC}) / 0.68$	1.0이상
APF	PEAK FORCE (kgf)	1.0	$2 \cdot (2.5 - \text{APF}) / 1.5$	2.5이상
PSPF	PEAK FORCE (kgf)	3.0	$2 \cdot (6 - \text{PSPF}) / 3$	6.0이상
기타	APF : 복부 전, 후, 중간 3개의 load cell에 의해 측정된 합력의 최대값 PSPF : 치골 유착부에 가해진 최대힘 노란색 : 4점, 파란색 : 2점 만점 총점 : 12점 Star rating ★★★★★ ≥ 10.5 > ★★★★★ ≥ 9 > ★★★★★ ≥ 7.5 > ★★ ≥ 6 > ★			

$$A_x = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \quad \text{HIC} = (t_2 - t_1) \left[ \frac{\int_{t_1}^{t_2} A_x \cdot dt}{(t_2 - t_1)} \right]^{2.5}$$

$$C_t = \frac{D_t}{0.140}, D_t = \text{RDC} \quad \text{VC} = V_t \times C_t$$

$$V_t = \frac{8 \times [(D_{t+1} - D_{t-1}) - (D_{t+2} - D_{t-2})]}{12 \Delta}$$

표 10. 국내 SINCAP 등급표

### 3. 결론

본 연구는 IIHS와 국내 SINCAP간의 차량 측면충돌 성능을 평가시험방법을 비교 분석하였고 그 결과를 요약해 보면 다음과 같다.

첫째, Barrier의 제원 및 충돌속도의 차이에 의해 충돌 에너지가 IIHS가 국내 SINCAP대비 약 30% 높은 수준이다(IIHS : 1.875E+6J / 국내 SINCAP : 1.437E+6J). 뿐만 아니라 IIHS의 타격 높이가 79mm 상방인 요인으로 타격 위치가 치명상을 입기 쉬운 복부 및 흉부위치에 근접하게 되며 IIHS Barrier의 최상단 높이가 국내 SINCAP 대비 338mm 상방인 요인으로 머리가 Barrier에 Hard Contact할 가능성이 높다. 이러한 점들을 고려할 때 IIHS의 평가조건이 국내 SINCAP 대비하여 가혹조건인 것으로 판단된다.

둘째, 국내 SINCAP의 경우는 50% 남성을 대표하는 EuroSID-I 더미를 사용하는데 반해 IIHS의 경우는 충돌에 취약한 5% 여성을 대표하는 SID-IIs 더미를 사용한다.

셋째, 국내 SINCAP은 단순 더미의 상해치만을 산출해서 평가하는 방식인데 반해 IIHS는 더미의 상해치뿐만 아니라 비디오분석을 통한 더미 거동 및 충돌후 차체 변형량 측정을 통해 등급을 평가하는 것을 볼 수 있다. 뿐만 아니라 더미 상해치의 최고등급의 기준값 역시 IIHS가 더욱 엄격한 것을 볼 수 있다.

이러한 점들을 고려할 때 IIHS의 측면충돌 평가조건이 국내 SINCAP 대비하여 가혹조건인 것으로 판단된다. 평가작업에 있어서 발생 가능한 가혹조건을 고려하는 것은 상당히 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 관점에서 국내 차량 충돌안전성 평가기관에서는 현재의 법규나 상품성 평가시험에 만족할 것이 아니라, IIHS와 같이 좀 더 실제와 유사하고 세밀한 평가체계를 벤치마킹하여 적용 및 표준화 할 수 있도록 연구·개발하여야 할 것이다.

### 참고문헌

1. IIHS, Crashworthiness Evaluation Side Impact Crash Test Protocol (Version IV), 2005
2. IIHS, IIHS Side Impact Test Program, 2006
3. EuroNCAP, European New Car Assessment Programme (EuroNCAP) Side Impact Testing Protocol (Version 4.1), 2004