

2011 KNCAP 측면충돌 및 기둥측면충돌 시험결과 고찰

이동준* · 최영태* · 이광원** · 임재문***

A Consideration on the Results of Side Impact and Pole Side Impact Tests in 2011 KNCAP

Dongjun Lee*, Youngtae Choi*, Kwangwon Lee**, Jaemoon Lim***

Key Words : KNCAP(신차안전도평가제도), Side Impact(측면충돌), Pole Side Impact(기둥측면충돌), HIC(머리상해치), Modifier(감점요인), Curtain Airbag(커튼 에어백)

ABSTRACT

The side impact test in the Korean New Car Assessment program (KNCAP) has been conducted since 2003. The side impact test method has been contributed to the improvement of the vehicle side structure and the enhancement of the occupant protection performance for the domestic vehicles. The pole side impact test method introduced in the KNCAP in 2010 to enhance the head protection under the severe side crash environment. The pole side impact test is optional for the additional score to be added to the overall rating score. The test results of side and pole side impact test for five vehicles were introduced and compared.

1. 서론

국토해양부 주관으로 교통안전공단 자동차성능연구소에서 시행중인 신차안전도평가제도(KNCAP, Korean New Car Assessment Program)는 자동차의 충돌시험 등을 통해 자동차의 안전성을 평가하여 소비자에게 정보를 제공하고 제작사로 하여금 보다 안전한 자동차를 제작하도록 유도하여 교통사고로 인한 인명피해를 줄이기 위한 것이다⁽¹⁾.

측면충돌시험(Side impact test)은 2003년부터 시행되어 왔으며 시행 초기 단계에 비해 안전도가 많이 향상된 것을 알 수 있다⁽¹⁾. 측면충돌시험 결과 평가에서 머리상해치는 2003년 시행 이래로 승용차에서 4점 만

점을 기록하고 등급산정에 전혀 영향을 미치지 않았다.

측면충돌시험 등급산정에서는 흉부압축변위량(Chest compression)이 가장 큰 영향을 미친 것을 알 수 있었으며⁽²⁻³⁾, 흉부압축변위량은 도어의 변형량과 밀접한 관계를 갖는 것으로 알려져 있다⁽⁴⁾.

기둥측면충돌시험(Pole side impact test)은 2010년부터 신차안전도평가에 도입되었다⁽⁵⁻⁶⁾. 기둥측면충돌 시험은 자동차가 나무나 전신주 등과의 측면충돌과 같은 보다 가혹한 상황에서, 특히 머리부위의 상해규모가 더 크게 나타나는 점을 보완하기 위한 것이다⁽⁵⁾.

본 논문에서는 2011년도 시험평가대상인 11차종 중 전반기에 평가결과가 발표된 5차종⁽¹⁾에 대한 측면충돌 시험 및 기둥측면충돌시험 결과에 대하여 평가등급에 미치는 요인을 검토하고자 한다. 또한, 측면충돌과 기둥측면충돌 시험결과를 인체모형 부위별로 비교 검토하고자 한다.

* 교통안전공단 자동차성능연구소

** 기술보증기금

*** 대덕대학 기계자동차학부(교신저자)

E-mail : jmlim@ddu.ac.kr

2. 시험방법 및 평가방법

2.1 측면충돌시험

측면충돌시험은 Fig. 1과 같이 시험용 자동차의 운전자석에 측면충돌용 인체모형인 ES-2를 탑재한 후 측면충돌용 이동벽으로 범구시험속도인 50 km/h보다 5 km/h 빠른 55 km/h의 속도로 충돌시킨다. 이는 승용자동차의 전면부 형상 및 특성을 갖춘 이동벽이 멈춰 있는 자동차의 측면에 수직으로 충돌하는 상황을 재현한 것이다.

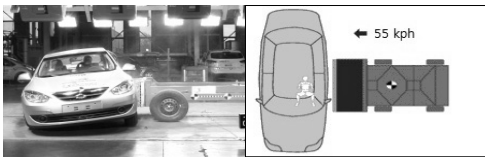


Fig. 1 Side impact test

측면충돌 안전성에 대한 평가 중 상해등급은 Table 1에 나타난 것과 같이 운전자석에 착석시킨 인체모형이 머리, 흉부, 복부와 골반에 받게 되는 상해값을 측정할 후 인체 각 부위별로 점수를 부여하여 총 16점을 만점으로 한다. 인체 각 부위의 점수는 상해값에 따라 보간법으로 산출한다.

감점의 적용은 Table 2에 나타난 것과 같이 인체모형의 흉부에서 인체모형 등판 측방향 하중(Backplate

Table 1 Evaluation method for the side impact test

	Injury	Criteria	Points	% AIS3 > 3
Head	HIC36	650 - 1000	0 - 4	5 - 20 (%)
Chest	Compression	22 - 42 (mm)	0 - 4	5 - 30 (%)
	Viscous Criterion	0.32 - 1.0 (m/s)		5 - 50 (%)
Abdomen	Abdomen Forces	1.0 - 2.5 (kN)	0 - 4	-
Pelvis	Lateral Acceleration	3.0 - 6.0 (kN)	0 - 4	-
Injury Rating	★★★★★	13.00 - 16.00 Points		
	★★★★	9.00 - 12.99 Points		
	★★★	5.00 - 8.99 Points		
	★★	2.00 - 4.99 Points		
	★	0.00 - 1.99 Points		

Table 2 Side impact modifiers

	Injury	Criteria	Points
T12	Fy	1.0 - 4.0kN	0 - 2
	Mx	150 - 200Nm	0 - 2

load Fy)과 흉추 T12 하중 및 모멘트 값을 합산하여 산정하며 최대 2점을 감점할 수 있다. 흉추 T12 하중 및 모멘트는 둘 중에서 큰 점수의 감점을 적용한다.

2.2 기둥측면충돌시험

기둥측면충돌 안전성은 Fig. 2에 나타난 것과 같이 자동차를 올려놓은 차량이동대차를 29 km/h의 속도로 움직여 기둥에 충돌시키는 것이다.

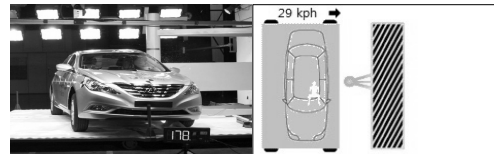


Fig. 2 Pole side impact test

기둥측면충돌 안전성에 대한 평가 중 상해점수는 Table 3에 나타난 것과 같이 운전자석에 착석시킨 인체모형이 머리에 받게 되는 상해값을 측정하여 총 2점을 만점으로 부여하며 상해값에 따라 보간법으로 산출한다. 기둥측면충돌은 제작사의 요청에 의해 실시되며 가산점으로 적용한다.

Table 3 Evaluation method for the pole side impact test

	Injury	Criteria	Points	% AIS3 > 3
Head	HIC36	650 - 1000	0 - 2	5 - 20 (%)

3. 시험결과 및 고찰

측면충돌 및 기둥측면충돌에 사용된 5차종의 시험 차량은 모두 사이드 에어백과 커튼 에어백을 장착하고 있다.

측면충돌 및 기둥측면충돌 시험평가에 사용된 5차종 모두 충돌하는 순간에 인체모형의 거동, 인체모형과 차체 내부의 접촉과 관련된 상황이 유사한 경향을

나타내었으며, 이를 경형승용차인 Morning에 대하여 대표적으로 Fig. 3에서 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 3에는 측면충돌 시 Morning의 측면과 이동벽이 충돌하는



Fig. 3 Impact moment of Kia Morning at side impact test



Fig. 4 Impact moment of Kia Morning at pole side impact test

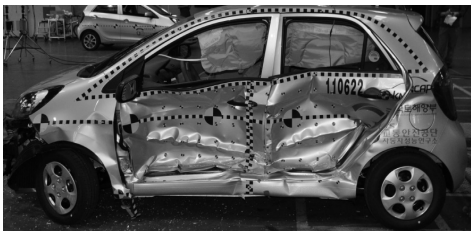


Fig. 5 Deformed shape of side structure and interior of Morning after side impact test



Fig. 6 Deformed shape of side structure and interior of Morning after pole side impact test

순간을 나타내었으며, Fig. 4에는 기둥측면충돌 시험에서 Morning의 측면이 기둥과 충돌하는 순간을 나타내었다. 그림에서 보는 것과 같이 사이드 에어백과 커튼 에어백이 인체모형과 차량 내부 및 이동벽(Moving barrier) 또는 기둥(Pole)과 직접적으로 접촉하는 것을 방지하는 것을 확인할 수 있으며, 이로 인해 인체모형의 상해치가 감소된 것을 알 수 있다.

Fig. 5에서 Fig. 6에는 시험후 시험차의 실내와 측면 변형 상태를 나타내었다. Fig. 5에 나타난 것처럼 측면충돌 시에 이동벽은 앞 도어와 B-pillar 및 뒷 도어 모두 변형이 발생하게 하였다. 사이드 에어백과 커튼 에어백은 모두 정상적으로 펼쳐져 인체모형이 차량 내부 또는 이동벽과 직접적인 접촉을 방지한 것을 확인할 수 있다.

Fig. 6에 나타난 것처럼 기둥측면충돌 시에 기둥은 주로 앞 도어와 B-pillar에 변형이 발생하게 하였다. 사이드 에어백과 커튼 에어백이 모두 정상적으로 펼쳐져 인체모형이 차량 내부 또는 기둥과 직접적인 접촉을 방지한 것을 확인할 수 있다. 특히, 앞 도어의 변형 상태를 토대로 커튼 에어백이 없다면 인체모형의 머리 부위는 기둥과 직접적인 접촉을 할 수 있는 가능성이 매우 높은 것을 확인할 수 있다.

측면충돌 안전성과 관련하여 인체상해 결과 데이터 및 상해점수를 Table 4에 나타내었으며, 감점 사항은 Table 5에 차종별로 구별하여 나타내었다. Table 4에

Table 4 Test results for the side impact

Vehicle	Morning	Accent	Altima	Alpheon	Grandeur
HIC36	69 (4.00)	168 (4.00)	80 (4.00)	41 (4.00)	43 (4.00)
CC (mm)	15.8 (4.00)	15.5 (4.00)	27.4 (2.92)	11.0 (4.00)	16.9 (4.00)
VC (m/s)	0.10 (4.00)	0.14 (4.00)	0.27 (4.00)	0.08 (4.00)	0.15 (4.00)
AF (kN)	1.19 (3.49)	0.81 (4.00)	0.91 (4.00)	0.73 (4.00)	1.05 (3.78)
PF (kN)	2.00 (4.00)	1.74 (4.00)	2.22 (4.00)	2.66 (4.00)	3.06 (3.92)
Modifier	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.04
Total	15.5	16.0	14.9	16.0	14.8

Table 5 Results of modifiers

Vehicle	Morning	Accent	Altima	Alpheon	Grandeur
BP Fy (kN)	0.3 (0.00)	0.4 (0.00)	0.2 (0.00)	0.4 (0.00)	0.1 (0.00)
T12 Fy (kN)	1.50 (0.00)	0.97 (0.00)	0.85 (0.00)	1.40 (0.00)	1.76 (-1.04)
T12 Mx (Nm)	136 (0.00)	56 (0.00)	89 (0.00)	135 (0.00)	86 (0.00)

나타낸 것과 같이 머리상해치(HIC36)는 모두 4점 만점을 받은 것을 알 수 있다. 흉부상해치 중에서 압축변위량(Chest compression)은 Altima를 제외하고는 만점을 받았으며, 연성조직기준(Viscous criterion)은 모두 만점을 받았다. 복부하중(Abdominal force)은 Morning과 Grandeur를 제외하고 만점을 받았으며, 치골하중(Pubic symphysis force)은 Grandeur를 제외하고 모두 만점을 받았다.

Table 5는 감점 요인에 대한 인체 상해 데이터를 나타낸 것이다. Table 5에서 보는 것과 같이 Grandeur만이 T12 Fy 값이 1.5kN을 초과하여 1.04점 감점을 받았다.

Table 4와 Table 5에 나타낸 것과 같이 인체 상해 데이터와 감점요인을 모두 고려하였을 때 5차종 모두 13점 이상을 획득하여 별 5개를 받았다. Accent와 Alpheon은 인체 상해데이터 각각 모두 만점을 받고 감점요인도 없어 16점 만점을 받았다.

기둥측면충돌시험 결과는 Table 6에 나타내었다. 기둥측면충돌 안전성은 머리상해치만으로 평가하므로 다른 결과들은 Table에 나타내지 않았다. Table 6에서

Table 6 Test results for the pole side impact

Vehicle	Morning	Accent	Altima	Alpheon	Grandeur
HIC36	118	287	259	212	180
Points	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

보는 것과 같이 머리상해치가 650 이하로 구해져 5차종 모두 2점 만점을 받았다.

Fig 7에서 Fig. 14에는 측면충돌시험과 기둥측면충돌시험에서 구한 인체 상해 데이터들을 비교하여 나타내었다.

커튼 에어백이 장착되지 않은 자동차의 경우에는 머리상해치가 4,000을 초과하여 기둥측면충돌 시에 심각한 머리상해를 받는 것으로 나타나고 있으나⁵⁾, 커튼 에어백이 장착된 경우에는 Fig. 7에 나타낸 것과 같이 기둥측면충돌의 경우에도 머리상해치가 300이하로 나타나는 것을 확인할 수 있다. Fig. 4 및 Fig. 6에 나타낸 것과 같이 커튼 에어백이 인체모형과 차량 내부 또는 기둥과의 직접적인 접촉을 방지하므로써 머리상해치를 효과적으로 감소시키는 것을 알 수 있다. 즉, 커튼 에어백이 기둥측면충돌 상황에 대비할 수 있는 매우 효과적인 대책이라는 것을 알 수 있다.

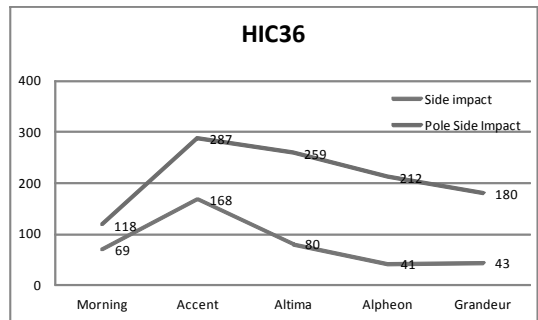


Fig. 7 HIC36 for the vehicles

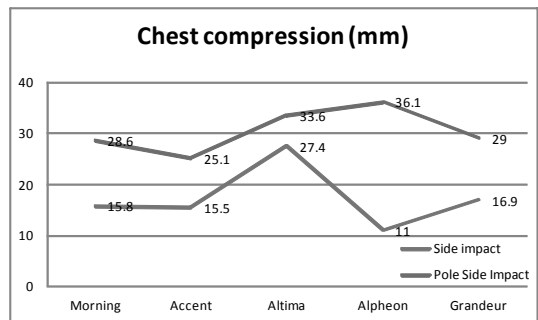


Fig. 8 Chest compression for the vehicles

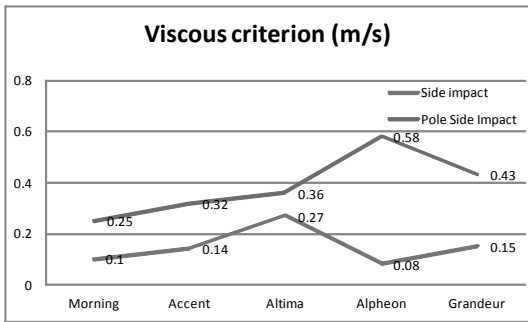


Fig. 9 Viscous criterion for the vehicles

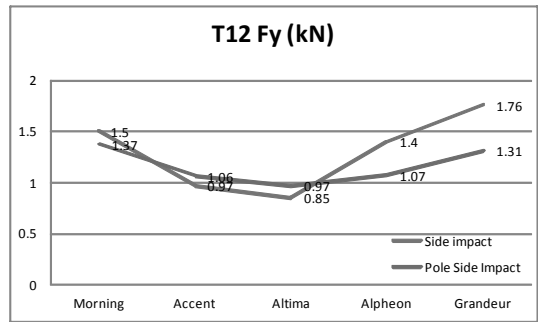


Fig. 13 T12 Fy for the vehicles

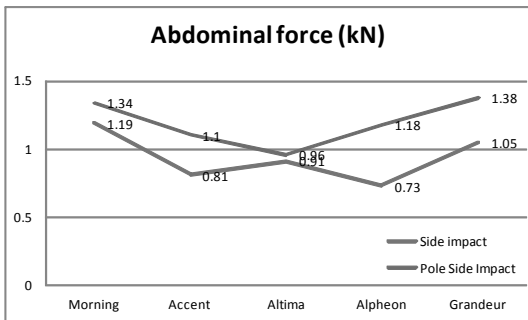


Fig. 10 Abdomen force for the vehicles

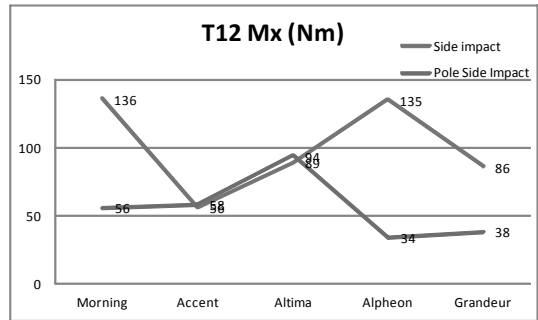


Fig. 14 T12 Mx for the vehicles

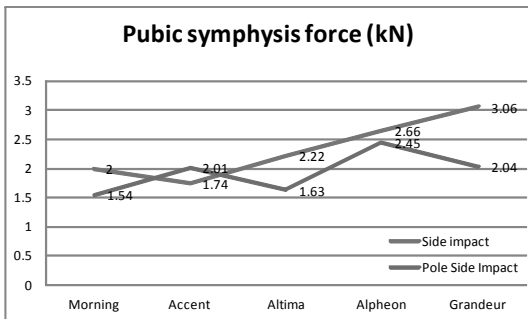


Fig. 11 Pelvis force for the vehicles

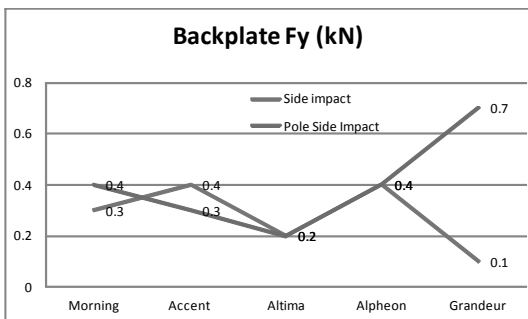


Fig. 12 Backplate Fy for the vehicles

머리상해치, 흉부압축변위량, 연성조직기준 및 복부 하중은 전반적으로 기동측면충돌이 높게 나타났으나 나머지 상해치는 특별한 경향을 보이지 않고 차종에 따라 결과가 상이하게 나타난 것을 알 수 있다. 충돌 조건이 보다 가혹한 기동측면충돌 시에도 사이드 에어백과 커튼 에어백이 인체모형과 차량 내부 등과의 직접적인 접촉을 방지하므로써 머리상해치, 흉부압축변위량 등을 전반적으로 감소시킬 뿐만 아니라 측면충돌 시험 조건과 비교해서도 큰 차이가 나지 않는 결과를 보였다.

일반적으로 사이드 에어백이나 커튼 에어백을 장착하지 않는 경우에는, 소형차 보다는 인체모형과 차량 내부와의 여유 공간이 큰 중대형차가 측면충돌 시에 유리한 것을 알 수 있다⁽¹⁾. 2011년 자동차안전도 평가에서는 Morning이나 Accent가 소형차임에도 불구하고 측면충돌 및 기동측면충돌 평가에서 좋은 결과를 보여주고 있다. 이는 사이드 에어백과 커튼 에어백을 장착하므로써 자동차의 크기에 따라 발생할 수 있는 인체모형과 자동차 측면구조 사이의 여유공간의 영향이 나타나지 않도록 한 것으로 판단된다. 즉, 사이드 에어백과 커튼 에어백이 측면충돌 및 기동측면충돌 상

황에서 매우 효과적인 것을 확인할 수 있다.

것을 알 수 있다.

4. 결론

2011년도 자동차안전도평가 사업에서 진행 중인 11차종 중 전반기에 평가결과가 발표된 5차종에 대해 측면충돌시험과 기동측면충돌시험 결과를 고찰하였다. 5차종 모두 13점 이상을 획득하여 측면충돌 안전성 평가에서 별 5개를 받았다. 기동측면충돌의 경우에도 머리상해치가 5차종 모두 300 이하를 기록하여 2점 만점을 획득하였다. 경형승용차와 소형승용차의 경우에도 사이드 에어백과 커튼 에어백을 장착하므로써 측면충돌 및 기동측면충돌 상황에서 안전성이 크게 향상된 것을 확인할 수 있다.

머리상해치, 흉부압축변위량, 연성조직기준 및 복부하중은 전반적으로 기동측면충돌이 높게 나타났으나 나머지 상해치는 특별한 경향을 보이지 않고 있는 것을 알 수 있다. 충돌 조건이 보다 가혹한 기동측면충돌 상황에서도 사이드 에어백과 커튼 에어백이 인체모형과 차량 내부 등과의 직접적인 접촉을 방지하므로써 인체모형의 상해치를 전반적으로 감소시킨 것을 알 수 있다.

기동측면충돌시험의 경우 커튼 에어백이 없다면 인체모형의 머리와 차실내가 직접 접촉하게 되어 머리상해치가 매우 높게 나타나지만, 커튼 에어백을 장착하는 경우에 인체모형의 머리와 차실내의 단단한 부분과 직접 접촉하지 않게 되어 머리상해치가 급격하게 감소하는 것을 확인하였다. 따라서, 커튼 에어백은 기동측면충돌 안전성을 향상시키는데 결정적인 역할을 하는

후 기

본 연구는 국토해양부의 2011년 자동차안전도평가 사업의 지원에 의해 이루어졌습니다. 또한, 2011년 본 학회 추계학술대회에서 발표된 내용을 수정·보완하여 게재합니다.

참고문헌

- (1) 국토해양부, 신차안전도평가, www.car.go.kr.
- (2) 임재문, 김규현, 송진화, 석주식, 황덕수, 2006, “KNCAP 측면충돌시험 결과 고찰”, 한국자동차공학회 춘계학술대회, pp. 1256~1260.
- (3) 이동준, 임재문, 홍윤석, 김규현, 2009, “신차 안전도평가(KNCAP) 측면충돌시험 결과 고찰”, 한국자동차공학회 부문종합 학술대회, pp. 1085~1090.
- (4) 임재문, 정근섭, 2007, “EuroSID-1에서 EuroSID-2로의 인체모형 변경이 KNCAP 측면충돌안전성 평가에 미치는 영향 연구”, 한국자동차공학회 논문집, 제15권, 제5호, pp. 125~132.
- (5) Lim, J. M., Chang, H. J., Kim, G. H. and Song, T. H., 2010, “Establishment of Side Pole Impact Test Procedures in KNCAP”, FISITA2010, F2010-D-047.
- (6) 국토해양부, 2010, “자동차안전도평가시험 등에 관한 규정”, 국토해양부 고시 제2010-54호.