

# 측면 충돌 시 센터에어백이 승객의 거동 및 머리상해에 미치는 영향

박지양\* · 김동섭\* · 곽영찬\* · 손창기\* · 윤영한\*\*

## The Effectiveness of Center Airbag on Passenger Kinematics and Head Injury in Side Collisions

Jiyang Park\*, Dongseop Kim\*, Youngchan Kwak\*,  
Changki Son\*, Younghan Youn\*\*

*Key Words* : Center Airbag(센터에어백), KNCAP(자동차안전도평가), Injury(상해), KIDAS(심층조사DB), Side Impact(측면충돌)

### ABSTRACT

The Korean New Car Assessment Program (KNCAP) is a program to evaluate the safety of automobiles. In the safety assessment method, there are frontal collision, partial frontal collision, side collision, pillar collision, and left stability in the collision safety category. Among them, Korean in-depth analysis data shows that there are a lot of side collision accidents and it is necessary to protect them.

This study will analyze the side collision accident that occurred in actual traffic accident based on Korea In-Depth Accident Study (KIDAS) and investigate the effect of center airbag on passenger in under side collision. In addition, with simulated side collision scenarios in the various side impact directions, it was investigated how the center airbag affects the driver and passenger in terms of kinematic and injury levels.

### 1. 서론

우리나라에는 교차로가 많아 측면 충돌 사고가 빈번하게 일어나고 있다. 실제로 국내 교통사고 분석 시스템(TAAS)<sup>(1)</sup>에 따르면 측면 충돌이 가장 빈번하게 일어나고 있는 사고이고 국내 교통사고 심층 DB(Korea In-Depth Accident Study, KIDAS)<sup>(2)</sup>를 보아도 많은 측면 충돌 사고가 일어남을 알 수 있다.

우리나라는 이런 측면 충돌 사고 시 승객을 보호하기 위해 KNCAP(자동차 안전도 평가)<sup>(3)</sup>를 시행하고 있다.

KNCAP(Korean New Car Assessment Program)은 자동차의 안전도를 평가하는 프로그램으로서 소비자들에게 차량 안전도 평가 결과를 제공한다. 안전도 평가 방법 중 충돌 안전성 평가 방법에는 정면충돌, 부분정면충돌, 측면 충돌, 기동측면 충돌, 좌석 안전성이 있다. 측면 충돌 시험법의 경우 운전자 쪽에만 ES-2 더미를 탑승시켜 운전자 쪽으로 55km/h의 속도로 Advanced European-Mobile Deformable barrier(AEMDB)를 직각 충돌하여 측면 충돌에 대한 안전도를 평가하고 있다.<sup>(4)</sup> 하지만 우리나라 측면 충돌사고를 보면 운전자뿐만 아니라 충돌 부분의 원 측면에도 탑승자가 있음을 확인할 수 있다. 실제로 국내 교통사고 DB를 보아도 측면 충돌 시 운전자뿐만 아니라 조수석 탑승자도 큰 상해를 입을 수 있음을 알 수 있고 이에 따라 원 측면 탑승자 보호에 대한

\* 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과

\*\* 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

E-mail : pjy2049@kut.ac.kr

관심도 시급한 상황이다.<sup>(5)</sup>

KNCAP 측면 충돌시험과는 다르게 운전석뿐만 아니라 조수석 쪽에도 더미를 착좌 시키고 또한 직각 충돌 시 센터에어백의 효과가 있다는 연구결과를 바탕으로 운전석 더미와 조수석 더미 사이에 센터에어백을 장착하였다. 결과적으로 센터에어백이 두 더미의 충돌과 각 더미가 반대쪽 인테리어와의 충돌을 예방하는데 효과가 있는지 알아보하고자 하는 연구<sup>(6)</sup>이다.

추가적으로 국내 교통사고 DB(Table 1)를 보면 측면 충돌 시 다양한 방향에서의 충돌이 골고루 있음을 확인할 수 있다. 하지만 현재 연구 및 개발되고 있는 센터에어백은 한 방향의 충돌에서 효과가 있었고<sup>(7)</sup> 다양한 방향에서의 충돌에도 효과가 있는지 모르는 상황이다. 실제 충돌에서 승객은 충돌 방향 및 각도에 따라 다양한 거동을 보일 것이라 예상할 수 있기 때문에 이와 관련하여 실제 교통사고에서 일어나는 다양한 방향에서의 충돌을 고려하여 다 방향, 다 각도에서의 측면 충돌 시뮬레이션을 시행할 것이다.<sup>(8)</sup> 그에 대한 결과로 센터에어백이 승객의 거동에 어떠한 영향을 주고 인체에서 가장 중요한 부위인 머리를 보호하는데 효과가 있는지에 대해 알아보하고자 하는 내용이다.

Table 1 Direction of collision and head injuries in side impact

충돌방향	건수	머리상해 평균
08	6	1.33
09	8	1.75
10	11	1.71
02	14	1.08
03	15	1.82
04	14	1.94

## 2. 측면충돌실험 및 평가방법

### 2.1. 실험방법

KNCAP에 관한 시험 절차와 평가 방법은 자동차 안전도 평가시험 등에 관한 규정에 나타나 있다. 측면 충돌시험은 운전석에 측면 충돌용 인체모형인 ES-2를 탑재시킨 시험용 자동차의 운전자 측 옆면에 측면 충돌용 이동 벽으로 법규 기준속도인 50km/h보다 5km/h 빠른 55km/h의 속도로 충돌시키며, 상세한 절차는 자동차 안전기준 시행세칙을 따르는 것<sup>(9)</sup>으로 규정되어 있다. 그러나 본 연구

의 시험에서는 운전석에만 더미를 착좌 시키지 않고 조수석에도 마찬가지로 더미를 착좌 시킬 것이고 Fig. 1처럼 실제로 연구가 되었던 센터에어백과 동일하게 운전자 측 시트 우측 부분에 장착시켜서 두 더미의 거동 및 상해에 대해 확 해보려고 한다.

시험은 다양한 방향에서의 충돌 즉, 실제 상황에서 일어날 수 있는 많은 측면 충돌을 고려해서 차량의 측면 Fig. 2와 같이 2시, 3시, 4시 방향으로 각각 90°, 120°, 60° 충돌 시뮬레이션을 진행하였다.



Fig. 1 GM Introduces First Front Center Air Bag

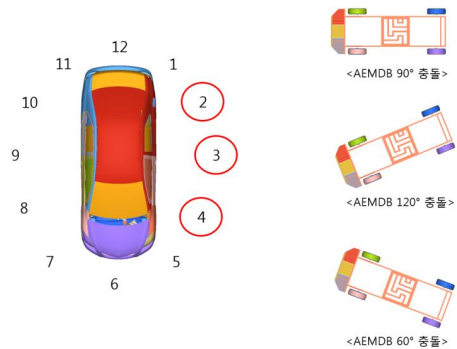


Fig. 2 Simulation direction

충돌 시뮬레이션은 전 처리기와 후 처리기는 Altair사의 Hyper Mesh를 사용하고, LS-DYNA를 이용하여 해석을 진행하였으며 최종적으로 Hyper View 및 Hyper Graph를 이용해서 더미의 거동 및 머리 상해를 파악했다.<sup>(10)</sup>

### 2.2. 평가방법

KNCAP에서 측면 충돌 안정성에 대한 평가는 상해등급, 충돌 시 문 열림 여부, 충돌 후 문 열림 용이성, 충돌 후 연료장치의 연료 누출 여부 등 4개의 사항으로 구성되어 있다.<sup>(11)</sup> 하지만 본 연구에서는 상해등급 중 머리 상해

측면 충돌 시 센터에어백이 승객의 거동 및 머리상해에 미치는 영향

만 언급을 하도록 하겠다. 머리 상해 값은 소수점 첫째 자리에서 반올림하여 정수로 나타낸다.<sup>(12)</sup>

Table 2 The conversion point for injury value of dummy's head

Location	Injury	Criterion	Point
Head	Head Injury Criterion (HIC)	650~1,000	0~4

3. 해석결과

3.1. 센터에어백이 없는 경우 해석결과

3.1.1. 더미 거동

다음 Fig. 3, Fig. 4는 센터에어백이 없었을 경우 AEMDB 충돌 이후 더미 머리 간의 강한 충돌이 있을 때를 실차 시험과 시뮬레이션의 거동을 표현한 것이다. 또한 Fig. 3 및 Fig. 4에 나타난 것과 같이, 실차 시험과 마찬가지로 시뮬레이션 상에서도 동일한 양상으로 원 측면 승객인 조수석



Fig. 3 Dummy behavior

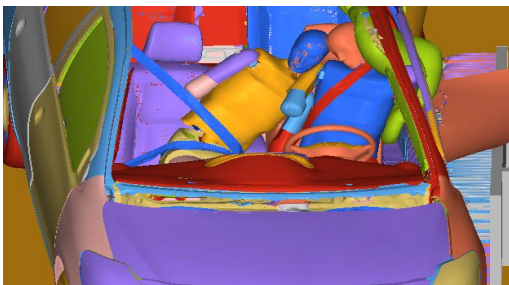


Fig. 4 Dummy behavior

더미는 벨트의 구속을 받지 못하고 빠져나와 99ms에서 운전석 쪽 더미의 머리와 충돌하는 것을 확인할 수 있다.

3.1.2. HIC

다음 Table 3은 99ms에서 더미 머리의 충돌이 있을 때 나타난 머리 상해 값이다.

Table 3 Head injury criterion at 99ms

	Injury		Driver	Passenger
	Min	Max		
HIC	650	1000	1760	3808

더미 간의 강한 충돌로 인해 상해 기준 값 최대치인 1000을 훨씬 넘는 HIC 값이 나왔고 이는 더미와 더미 사이를 보호해주는 센터에어백이 절실히 필요함을 말해준다.

3.2. 센터에어백이 있는 경우 해석결과

3.2.1. 더미 거동

다음 Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7은 센터에어백을 장착하고 AEMDB를 60°의 각도로 Fig. 2의 2, 3, 4 위치에 측면 충

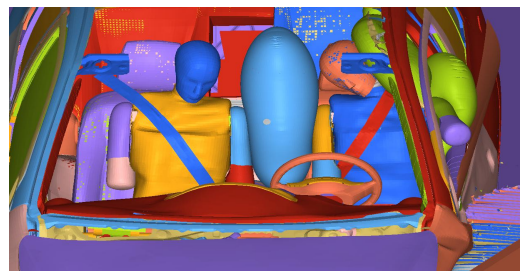


Fig. 5 Dummy behavior located by 2 and 60 degree



Fig. 6 Dummy behavior located by 3 and 60 degree



Fig. 7 Dummy behavior located by 4 and 60 degree

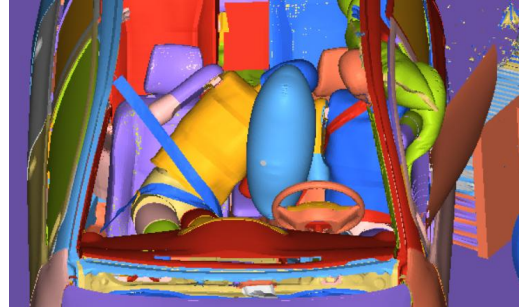


Fig. 10 Dummy behavior located by 4 and 90 degree

돌 한 것이다.

60° 충돌의 경우 3시와 4시 방향에서 충돌하였을 경우 상대적으로 2시에 비해 조수석 승객의 거동이 크게 나타났으며, 센터에어백의 보호를 전혀 받지 못하고 있다. 또한, Fig. 7의 경우는 다소 A-pillar와 접촉이 있음을 확인할 수 있으며, Small overlap의 충돌과 유사함이 있다. 전체적으로 센터에어백의 효과는 미미하다. 또한 더미의 거동이 불안정하여 2차, 3차 상해 가능성이 있다.

다음 Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10은 AEMDB를 90°의 각도

로 전과 동일한 위치에 측면 충돌을 한 것이다.

2시, 3시 방향 충돌에서 더미는 센터에어백의 효과로 정확한 더미 간의 보호가 이루어지고 있다. 하지만 8시 방향 충돌에서는 조수석 더미가 뒤쪽으로 빠져 운전석 헤드레스트와 약한 충돌이 있음을 확인할 수 있으나, 완전한 충돌보단 스치듯 충돌하는 것을 확인할 수 있다.

다음 Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13은 AEMDB를 120°의



Fig. 8 Dummy behavior located by 2 and 90 degree



Fig. 11 Dummy behavior located by 2 and 120 degree



Fig. 9 located by 3 and 90 degree Dummy behavior

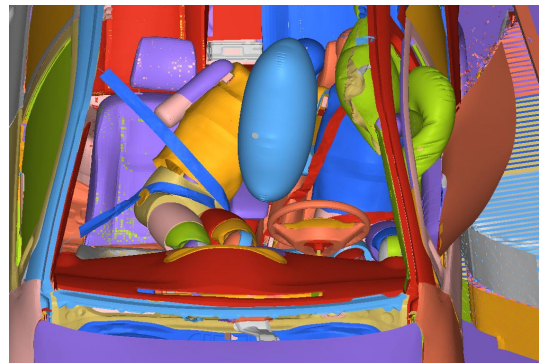


Fig. 12 Dummy behavior located by 3 and 120 degree



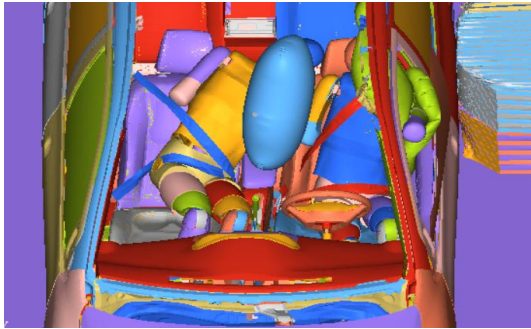


Fig. 13 Dummy behavior located by 3 and 120 degree

각도로 전과 동일한 방향 측면 충돌을 한 것이다.

120°로 충돌한 시뮬레이션은 2시, 3시, 4시 충돌 모두에서 조수석 더미가 센터에어백의 보호를 받지 못하고 운전석 쪽으로 움직이는 것을 볼 수 있었다. 3, 4시 충돌에서 조수석 더미의 머리와 운전석 헤드레스트가 약한 충돌을 일으킨다는 것을 확인할 수 있다. 이는 센터에어백의 보호를 받지 못한다는 것을 알 수 있다.

상대적으로 뒤쪽에서 충돌을 하는 시뮬레이션이었기 때문에 더미의 거동이 뒤쪽으로 움직이는 것을 확인할 수 있다.

### 3.2.2. HIC

다음 Table 4는 9개의 모든 충돌 시나리오에서 운전석과 조수석 더미의 HIC 값이다. 60° 각도로 4시 방향 충돌 시 운전석 더미에서 높은 HIC 값이 나왔지만 이는 운전석 더미가 이상 거동을 보이며 커튼 에어백의 보호를 받지 못하고 A-pillar에 충돌해서 나온 값이지 조수석 더미와의 충돌로 인한 상해가 아니다. 센터에어백은 개념적 설계로 모양은 측면 에어백과 같고 크기는 보조석 승객의 머리까지 보호가 되도록 스케일을 키웠다. 장착 위치는 운전석과 조수석 사이의 운전석 시트에 장착하였다. 센터에어백은 운전석 시트의 우측 앞 방향으로 터진다. 센터에어백이 터질 때 차량 충돌 방향에 따라 조수석 더미는 시트 뒤쪽이나 앞쪽으로 움직이게 되며 이는 센터에어백의 보호 범위를 지나친다. 그렇기 때문에 조수석 승객의 머리가 운전석 시트나 운전자의 팔에 부딪히는 충돌이 발생하게 되는데 그 이유로 조수석 머리 상해가 약간 증가하는 경향을 보인다.

그 외에 모든 부분에서 상해 평가표의 HIC 최솟값 이하로 HIC 상해치가 나오는 것을 확인할 수 있다. 간간이

Table 4 Head injury table

Collision angle	Collision location	Injury HIC	
		Driver	Passenger
60°	2	Driver	106
		Passenger	15
	3	Driver	541
		Passenger	35
	4	Driver	981
		Passenger	23
90°	2	Driver	90
		Passenger	52
	3	Driver	52
		Passenger	100
	4	Driver	67
		Passenger	315
120°	2	Driver	44
		Passenger	17
	3	Driver	43
		Passenger	483
	4	Driver	151
		Passenger	76

살짝 높게 나오는 것은 조수석 더미 머리가 운전석 더미의 팔에 부딪히거나 운전석 헤드레스트에 약한 충돌이 있기 때문이다.

## 4. 결 론

센터에어백은 다 방향, 다 각도의 측면 충돌 시에도 더미와 더미의 직접적인 충돌을 방지해서 조수석 더미의 큰 상해를 막이주는데 효과적이다. 또한 이번 해석을 진행하면서 다 방향, 다각도 측면 충돌에서도 벨트는 조수석 더미의 거동을 전혀 구속하지 못한다는 사실을 확인하였고 조수석 더미의 보호를 위해 센터에어백의 장착이 절실히 필요하다고 생각한다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 기존 KNCAP 충돌시험 방향에서 센터에어백은 조수석 승객 거동의 안전성이나 운전석 승객과의 접촉을 보호하는데 효과적이다.
- 2) 하지만 국내 교통사고 DB를 보면 측면 충돌 사고 중 66%는 차량의 측면 중앙이 아닌 다양한 방향에

서 충돌한다.

- 3) 전방 방향 측면 충돌에서는 안전띠가 일부 구속력을 가지나, 이외의 다양한 방향의 측면 충돌에서도 안전띠 조수석 더미를 전혀 구속시키지 못하고 효과가 없음을 알 수 있다.
- 4) AEMDB 수직 충돌 시에는 센터에어백이 승객을 잘 보호하는 경향을 보이지만 60°, 120° 각도의 충돌에서는 센터에어백의 보호를 받지 못하고 더미의 거동이 불안정성을 보인다.
- 5) 더미의 거동이 불안정해서 머리끼리 접촉이 아닌 다른 2차, 3차 상해가 발생할 우려가 있으며 측면 충돌 시 다양한 각도의 충돌에서 원 측면 승객을 보호할 수 있도록 센터에어백을 최적화 설계할 필요가 있다.

#### 참고문헌

- (1) 교통사고 분석 시스템(TASS), taas.koroad.or.kr
- (2) 국내 교통사고 심층 DB(KIDAS), KIDAS DB.
- (3) KATRI, 2016 Korean New Car Assessment Program, Final Report, 2016.
- (4) 국토교통부, 자동차 안전도 평가시험 등에 관한 규정, 국토교통부 고시, 2014.
- (5) 박지양, 윤영한, 김원택, 김민용, 신재곤, 이은덕, 이장규, Far side 측면 충돌 시 벨트 유무에 따른 상해도 분석, 한국 자동차 추계 안전학회, 2016.
- (6) Far-Side 승객 상해 메커니즘 분석, 윤영한.
- (7) Center Airbag 실차 시험 결과 보고서, 인정민.
- (8) KIDAS data 분석을 통한 측면 충돌에서 승객 거동 및 상해 비교, 김민용, 2015.
- (9) 자동차 안전도 평가 운영 세칙, 2017.
- (10) 기동측면 충돌 시 조수석 승객 유무에 따른 상해 비교 분석, 박지양, 2017.
- (11) 국토교통부, 자동차 안전도 평가 시험 등에 관한 규정, 국토교통부 고시, 2016.
- (12) 자동차 안전도 평가, www.kncap.org/