

고정벽 정면충돌시험 결과에 미치는 요인 분석

임재문*

Analysis on the Factors Affecting the Results of Full Frontal Barrier Impact Test

Jaemoon Lim*

Key Words : Full frontal barrier impact test(고정벽 정면충돌), Barrier force(고정벽 하중), Load cell(로드셀), HIC(머리상해치), Chest g's(가슴가속도)

ABSTRACT

The objective of this study was to find the factors affecting the results of full frontal barrier impact test for the NCAP (New Car Assessment Program). To find the factors, the frontal NCAP test results of the NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) were utilized. The three tested vehicle were same model year. It was observed the second peak value of barrier force affected the occupant injury risk. As the second peak value of the barrier force increases, the injury risk of the driver side occupant increases as well.

1. 서론

충돌사고 시 승객보호 성능을 향상시키기 위하여 세계 각국에서 NCAP(New Car Assessment Program)을 시행하고 있다. EuroNCAP, KNCAP, JNCAP 등은 정면충돌시험에서 완전정면충돌시험(Full frontal crash test)과 부분정면충돌시험(Offset frontal crash test)을 모두 수행하고 있다. 일반적으로, 완전정면충돌시험은 에어백이나 안전벨트의 성능에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

NCAP 평가결과는 언론 및 홍보물 등을 통해 일반 소비자에게 홍보되므로 자동차 판매에 큰 영향을 미칠 수 있다. NCAP 시험에서 평가결과가 기대치에 미치지 못하는 경우, 제작사에서는 해당 자동차의 충돌 성능을 개선하여 제작사요청시험으로 평가를 진행하고 개선된 결과를 소비자에게 홍보할 수 있다.⁽¹⁾

NCAP 평가결과가 기대치에 미치지 못하는 원인 중의 하나로, 제작사에서 자체평가 시 개발 중인 자동차의 충돌시험결과의 편차가 크게 발생하는 경우도 해당될 수 있다. 이와 같은 경우에 공식적인 NCAP 평가 시 제작사에서 원하지 않는 평가결과가 나올 가능성이 있기 때문이다.

제작사요청시험의 경우 제작사의 자동차 부분변경 계획(Minor car change program) 등과 맞물리지 않는 경우에는, 충돌성능을 개선하기 위한 차체구조의 설계변경이 용이하지 않을 수도 있으므로, 에어백이나 안전벨트 등의 특성을 일부 조정하여 해결방안을 찾고자 시도할 수 있다. 정확한 원인을 찾지 못한다면, 에어백이나 안전벨트 등의 특성을 일부 조정하는 것만으로는 제작사요청시험에서 원하는 결과를 얻지 못할 수도 있다. 반면에, 충돌성능을 향상시키기 위한 차체구조의 부분적인 변경은 오히려 전체적인 자동차 성능을 저하시킬 수 있는 문제점도 내포하고 있다. 즉, 차체구조의 변경에 따라 충돌성능은 다소 향상되더라도, 중량 증가 등으로 인해 연비가 저하

* 대덕대학교 기계설계과
E-mail : jmlim@ddc.ac.kr

될 수 있으며, 차체구조의 강성분포가 변경됨으로써 진동 소음 특성에 좋지 않은 영향을 미칠 수도 있기 때문이다. 따라서, 자동차의 충돌성능을 개선하기 위해서는 충돌성능에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 정확하게 파악할 필요성이 있다. 충돌성능에 영향을 미치는 요인과 관련된 설계인자가 무엇인지 파악할 수 있으면 충돌성능의 개선은 비교적 용이하게 할 수 있을 것으로 보인다.

본 논문에서는 고정벽 정면충돌 결과를 통해 충돌성능에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 파악하고자 하였다. 이를 위해 동일한 연식의 자동차에 대해 고정벽 정면충돌 시험을 수행한 NHTSA의 NCAP 시험결과를 이용하였다.⁽²⁾ 일반적으로 해당 제작사에 근무하지 않는 경우 설계 데이터를 확보하는 것은 불가능하기 때문에 설계인자와의 상관성은 분석하지 않았다.

2. 고정벽 정면충돌시험 결과

고정벽 정면충돌시험 결과에 미치는 요인을 분석하기 위하여, 시험데이터는 NHTSA에서 동일한 차종으로 수



Fig. 1 Tested vehicle

Table 1 Specification of tested vehicle

Vehicle	Weight	Engine displacement	Impact velocity
Car A	1,718 kg	2,400 cc	56.08 km/h
Car B	1,714 kg	2,400 cc	56.37 km/h
Car C	1,708 kg	2,400 cc	56.36 km/h

Table 2 Occupant injury responses

Vehicle	HIC		Chest g's	
	Driver	Passenger	Driver	Passenger
Car A	247.4	347.3	41.2	45.9
Car B	361.4	360.9	67.3	42.7
Car C	281.6	382.8	43.5	44.9

행한 3개의 NCAP 정면충돌시험 결과를 이용하였다.⁽²⁾ 충돌시험 자동차는 Fig. 1에 나타난 것과 같이 MY2009 Sonata이며, 각각의 사양은 Table 1에 나타내었다.^{(3)~(5)} 충돌시험 결과는 HIC와 Chest g's만 Table 2에 나타내었다.

Fig. 2~Fig. 4에는 B 필라에서의 가속도를 나타내었으며, 좌·우 각각의 값과 평균한 값을 구분하여 나타내었다. 일반적으로 자동차의 구조를 좌·우 대칭으로 고려하여 B 필라에서의 가속도는 평균한 값을 사용하지만, 충돌시 거동에 따라 좌·우 가속도의 값이 큰 차이를 보일 수 있다. Fig. 2와 Fig. 4에 나타난 것과 같이, Car A와 Car B의 경우에는 50~75ms 구간에서 B 필라 좌·우에서의 가속도 값이 큰 차이가 나는 것을 알 수 있다. Fig. 3에 나타난 것과 같이, Car B의 경우에는 B 필라 좌·우에서의 가속도 값이 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

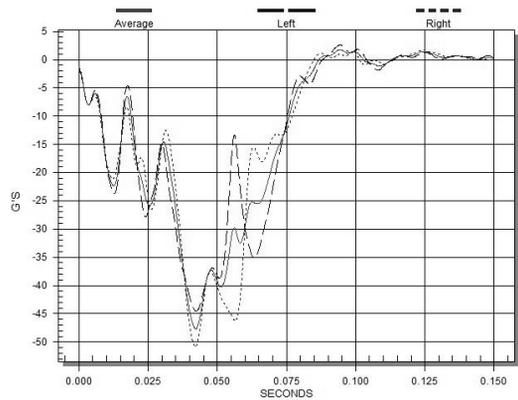


Fig. 2 B-pillar acceleration of Car A

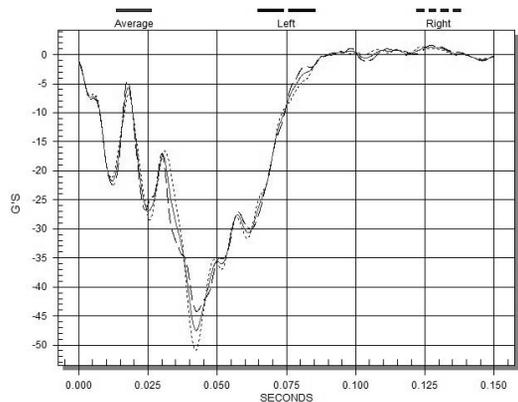


Fig. 3 B-pillar acceleration of Car B

Fig. 5~Fig. 8에는 인체모형의 머리와 가슴 부위의 가속도 곡선을 나타내었다. Fig. 5에서 보는 것과 같이 운전석 인체모형의 머리가속도의 경우에, Car B의 가속도 피

크의 크기가 가장 크게 나타나고 있으며, Car B의 가속도 피크의 크기가 Car A와 Car C에 비해 17g 정도 큰 것을 알 수 있다. Fig. 6에서 보는 것과 같이 전방 탑승자석 인체모형의 머리가속도는 자동차별로 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. Fig. 7에 나타난 것과 같이, 운전자석 인체모형의 가슴가속도는 Car B가 Car A나 Car C보다 23.8~26.1g 큰 것을 알 수 있다. Fig. 8에 나타난 것과 같이, 전방 탑승자석 인체모형의 가슴가속도는 자동차별로 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

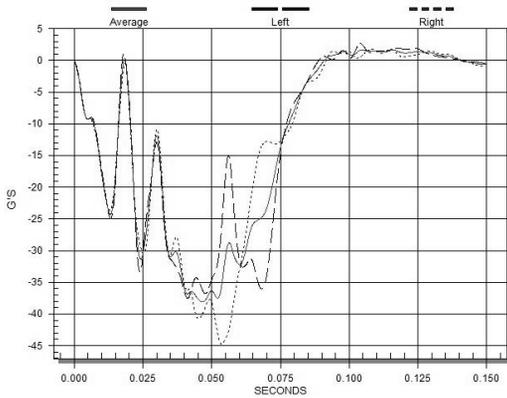


Fig. 4 B-pillar acceleration of Car C

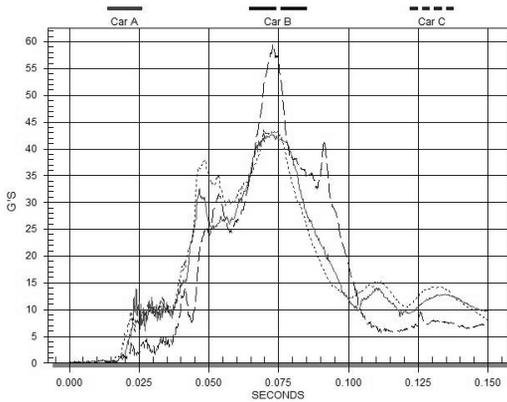


Fig. 5 Acceleration time histories of driver heads

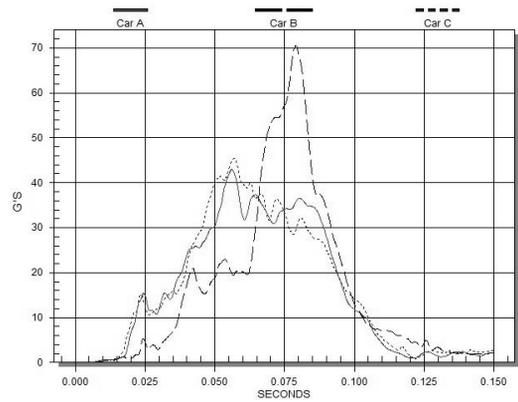


Fig. 7 Acceleration time histories of driver chests

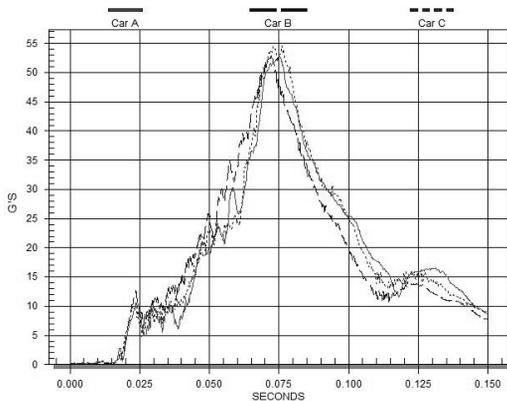


Fig. 6 Acceleration time histories of passenger heads

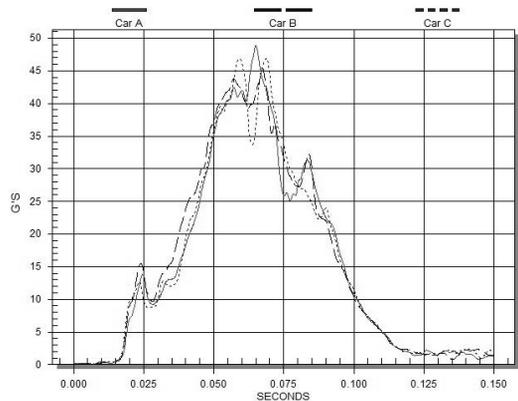


Fig. 8 Acceleration time histories of passenger chests

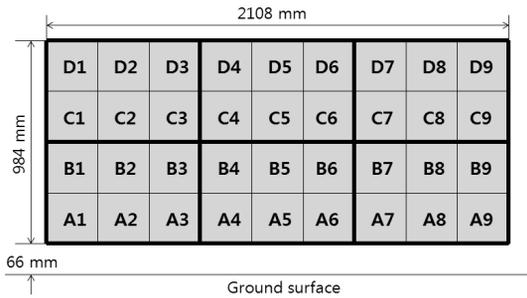


Fig. 9 Configuration of load cell barrier (NHTSA standard)

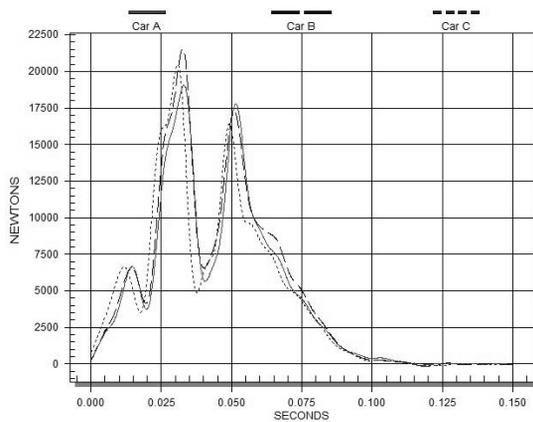


Fig. 10 Barrier forces of vehicles

에서 측정된 압축하중을 평균하여 나타낸 것이다. Fig. 11은 Car A의 자동차 하부에서 고속촬영한 화면을 캡처하여 엔진룸이 변형되는 과정을 나타낸 것이다. Fig. 10과 Fig. 11을 비교하여 검토하면, 고정벽 하중(Barrier force)의 첫 번째 피크는 범퍼가 고정벽에 접촉하여 변형되면서 나타나는 것이고, 두 번째 피크는 범퍼와 라디에이터 등이 엔진 및 변속기와 접촉되어 변형되면서 나타나는 것이며, 세 번째 피크는 엔진 및 변속기 등이 차실벽(Firewall)과 접촉되면서 나타나는 피크이다.

4. 고찰

Table 2와 Fig. 2에서 Fig. 4를 비교하여 검토하면, Fig. 2 및 Fig. 4에 나타난 것과 같이 50~75ms 구간에서 좌·우측 B 필라의 가속도 값의 차이가 큰 것이, Fig. 3에 나타난 것과 같이 좌·우측 B 필라의 가속도 값의 차이가 작은 것보다, 전반적으로 운전석 인체모형의 상해치를 감소시킨 것을 알 수 있다. 좌·우측 B 필라의 가속도

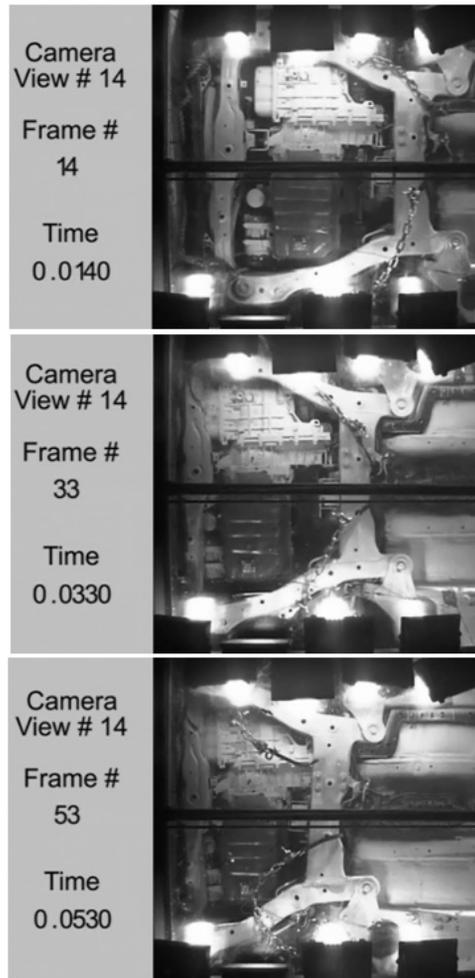


Fig. 11 Deformations of engine room

값의 차이가 큰 것은 충돌과정에서 자동차의 거동이 대칭적이지 않고 좌·우측에 작용하는 하중이 다르다는 것을 의미한다.

Table 2와 Fig. 10을 비교하여 검토하면, 운전석 인체모형의 경우에 고정벽 하중곡선의 두 번째 피크의 크기에 비례하여 HIC 값과 Chest g's 값이 차이가 나는 것 알 수 있다. 즉, 두 번째 피크 크기의 순서는 Car B > Car C > Car A이며, HIC와 Chest g's의 크기의 순서도 Car B > Car C > Car A인 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 NHTSA에서 수행한 고정벽 정면충돌

고정벽 정면충돌시험 결과에 미치는 요인 분석

시험결과를 이용하여, MY2009 Sonata 자동차로 세 번 충돌시험을 수행한 각각의 결과가 상이하게 나오는 요인을 찾고자 하였다. 첫 번째 요인은 고정벽 하중의 두 번째 피크의 크기에 따른 것으로 보이며, 두 번째 요인은 B 필라 좌·우측의 가속도 값의 차이에 의한 것으로 생각할 수 있다.

고정벽 하중의 두 번째 피크의 크기를 줄일 수 있다면, 전반적으로 운전석과 전방 탑승자석의 인체모형의 머리와 가슴의 상해치를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- (1) 국토교통부, “자동차안전도평가시험 등에 관한 규정,” 국토교통부고시 제2015-719호, 2015.
- (2) <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/veh/>.
- (3) Dutto, J. and Richardson, F., “Final Report of New Car Assessment Program Frontal Impact Testing of a 2009 Hyundai Sonata 4-Door Sedan,” NHTSA No. 90500, Karco Engineering LLC., USA, 2008.
- (4) Dutto, J. and Richardson, F., “Final Report of New Car Assessment Program Frontal Impact Testing of a 2009 Hyundai Sonata 4-Door Sedan,” NHTSA No. 90501, Karco Engineering LLC., USA, 2008.
- (5) Dutto, J. and Richardson, F., “Final Report of New Car Assessment Program Frontal Impact Testing of a 2009 Hyundai Sonata 4-Door Sedan,” NHTSA No. 90502, Karco Engineering LLC., USA, 2008.