

Active Hood Lift System의 보행자 머리 충돌 가속도 기반 상해 해석에 관한 연구

A Study on the Injury Analysis Based on Pedestrian Head Impact Acceleration of the Active Hood Lift System

이동원* · 권성진* · 배철용* · 이봉현* · 정병대** · 윤근하**

Dong-Won Lee, Seong-Jin Kwon, Chul-Yong Bae, Bong-Hyun Lee, Byoung-Dae Jung and Gun-Ha Yoon

1. 서 론

최근 보행자의 안전성능을 향상시키고 관련 국제 법규 및 제도를 만족시키기 위하여, 보행자와 차량 충돌 시 직접 접촉 부위인 차량의 후드(hood), 범퍼(bumper)에 대한 설계변경 등이 시도되고 있으나, 이는 실질적인 보행자 보호를 위한 대책으로는 미비한 실정이다. 이를 해결하기 위하여 AHLS(Active Hood Lift System)이 자동차 선진국을 중심으로 개발되고 있으며, 이는 보행자 충돌 상황 감지 후 보행자 머리가 차량과 충돌 이전에 후드를 수직 상승시켜 보행자 머리 충돌에너지를 적절히 흡수하여 보행자 머리 상해를 완화시켜주는 시스템이다.

이에 본 연구에서는 보행자 상해 저감을 위한 AHLS를 개발하기 위하여 CAE(Computer Aided Engineering) 기반 보행자 충돌 해석 및 상해 해석 기술을 개발하고자 하였다. 이를 통하여 AHLS 적용 여부에 따른 보행자 머리 충돌 가속도 및 상해치를 비교 분석하고자 하였다.

2. 충돌 및 상해 해석 모델

본 연구에서는 국내 중형차량과 성인 머리 모형(adult headform)을 바탕으로 AHLS의 보행자 충돌 및 상해 해석 모델을 구성하였다. 대상 유한요소 모

델은 후드, 멀티콘(multi-con), 힌지(hinge), 브라켓(bracket), 카울(cowl), 휠더(fender), 엔진룸(engine room), 앞 유리(wind shield) 등으로 구성하였으며, 각 구성 단품의 구속/하중/경계조건은 Fig. 1과 같다.

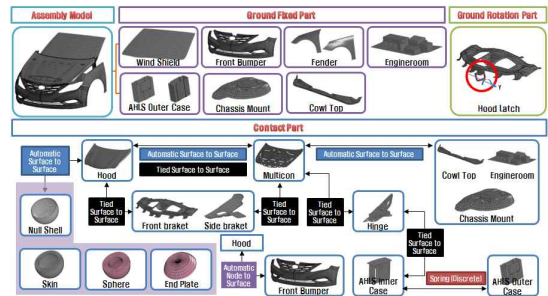


Fig. 1 Boundary condition for injury analysis

본 연구에서는 유럽 신차 안전도 평가(European New Car Assessment Program, Euro-NCAP)에서 제시하는 보행자 안전성 평가 방법을 기준으로 보행자 충돌 및 상해 해석을 수행하였다. Euro-NCAP에서는 차량 지면으로부터 1,000~1,500mm 사이의 WAD(Wrap Around Distance) 영역을 어린이 머리 평가 영역으로 지정하고 있으며, 성인 머리 평가 영역은 1,500~2,100 사이의 WAD 영역으로 지정하고 있다.

이에 본 연구에서는 Euro-NCAP에 따라 대상차량의 머리 충돌 영역 및 구역을 Fig. 2와 같이 설정하였으며, 성인 머리 모형은 Table 1과 같이 설정하여 AHLS 적용 여부에 따른 보행자 충돌 및 상해 해석을 수행하고자 하였다.

† 교신저자; 자동차부품연구원 ICE/EV구동융합연구센터
E-mail : leedw@katech.re.kr
Tel : 041-559-3338, Fax : 041-559-3340
* 자동차부품연구원 ICE/EV구동융합연구센터
** 평화정공(주) 수원연구소

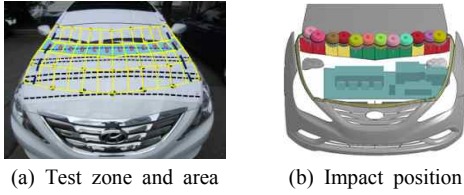


Fig. 2 Impact condition for injury analysis

Table 1 Specification of the head form model

구분	Impact Velocity	Headform Mass	Headform Diameter	Impact Angle
Adult Headform	40km/h	4.8±0.1kg	165±1mm	65°
Child Headform	40km/h	2.5±0.05kg	130±1mm	50°

3. 충돌 및 상해 해석 결과

본 연구에서는 앞서 구성한 해석 모델을 바탕으로 Euro-NCAP 기준 충돌 해석 및 상해 해석을 수행하였다. 이를 위하여 성인 머리 모형의 중심에 가속도계를 모델링하여, 대상차량의 각 평가 구역에서 발생하는 머리 충돌 가속도를 분석하였다. 충돌 가속도 해석 결과, 대상차량의 A6D 평가 구역은 후드를 개폐하는 힌지가 위치하여 타 구역에 비해 머리 상해치가 높게 발생하는 구역으로 Fig. 3에 AHLS 적용 여부에 따른 머리 충돌 가속도 결과를 비교하여 나타내었다.

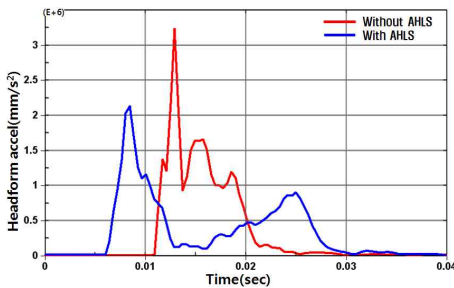


Fig. 3 Analysis result of head impact acceleration

Fig. 3의 머리 충돌 가속도 해석 결과에서와 같이 AHLS를 적용한 차량은 후드를 전개시키는 스프링에 의한 완충작용으로 보행자 머리와 후드가 충돌하는 1차 충격이 완화되는 것을 확인할 수 있다. 또한 엔진룸과의 이격으로 2차 충돌이 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다.

Euro-NCAP에서는 보행자 머리 충돌 가속도를 바탕으로 머리 상해치(Head Injury Criteria, HIC)를 분석하여, 1,000이하를 우수, 1,000~1,350을 보통, 1,350이상을 미흡으로 판단한다. 본 연구에서는 앞서 분석한 각 평가 구역에서의 머리 충돌 가속도를 식(1)을 이용하여 HIC 상해치로 변환하였다.

$$HIC = (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right]^{2.5} \quad (1)$$

여기서 t_1 , t_2 는 보행자와 차량 충돌 15msec이내의 임의의 순간이며, a 는 머리 충돌 가속도이다.

이를 바탕으로 본 연구에서는 대상차량의 AHLS 적용 여부에 따른 머리 HIC 상해치를 Table 2와 같이 분석할 수 있었다. 이를 통하여 대상차량의 각 평가 영역에서의 머리 상해치는 AHLS를 적용할 경우 크게 감소함을 확인할 수 있었다.

Table 2 Analysis result of head injury criteria

구분	A1C	A1D	A2C	A2D	A3C	A3D
without AHLS	2,644	1,613	1,032	1,173	725	848
with AHLS	807	840	645	595	558	499
구분	A4C	A4D	A5C	A5D	A6C	A6D
without AHLS	736	728	813	1,302	1,479	2,026
with AHLS	596	500	536	533	809	851

4. 결 론

본 연구에서는 보행자 충돌 해석 및 상해 해석 기술을 개발하여, AHLS의 작동 성능을 평가하고자 하였다. 본 연구의 결과는 추후 국내에서 AHLS를 독자 설계 및 개발함에 있어 필수적인 기술이며, 본 연구 결과를 바탕으로 보행자의 안전성을 향상시키고 관련 국제 법규 및 제도를 모두 만족시킬 수 있는 AHLS를 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 지식경제부 산업기술연구기반구축사업(전기차용 경량/감성 샤시부품 연구기반 구축)의 성과물로서 관계자 여러분께 감사드립니다.