

어린이 보호구역 내 사고 상황에서의 AEB 기능 효과성에 관한 실차 실험 연구

장우영, 최형수, 이학주, 박지수, 김홍익, 이태희*

지능형자동차부품진흥원

(wyjang, xu, lhj0601, hongik, jspark)@kiapi.or.kr, *thlee@kiapi.or.kr

A Study with real-vehicle test on the effectiveness of AEB function in school zone accidents

Jang Woo Young, Choi Hyung Soo, Lee Hak Ju, Park Ji Soo, Kim Hong Ik, Lee Tae Hee*

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute

요 약

본 논문은 2019년 제정된 특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률 제5조의13(일명 ‘민식이 법’) 관련하여 어린이 보호구역 내 사각지역에서 어린이가 달려 나오는 상황을 실차 시험 시나리오로 구성하고-이 상황에서 AEB(Autonomous Emergency Braking) 기능의 사고예방에 대한 효과성을 입증하기 위해 AEB Off 상태에서 운전자의 제동 능력과 AEB On 상태에서 차량 제동능력 간 비교 실차 시험을 진행하였다.

I. 서론

2019년 어린이 사망 교통사고 발생 후 특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률 제5조의13(일명 ‘민식이 법’)이 제정되었다. 해당 법률은 운전자의 부주의로 어린이가 사망할 경우 무기 또는 3년 이상의 징역에 처하고 피해자가 상해를 입으면 1년 이상 15년 이하의 징역이나 500만 원 이상 3000만 원 이하 벌금을 부과한다는 내용을 담고 있다.[1] TAAS(교통사고분석시스템)에 따르면 어린이 보호구역 내 사고 건수는 2017년부터 2020년 까지 차례대로 487건, 473건, 589건, 507건으로 감소되지 않고 있다.[2] 따라서 해당 법률이 제정된 목적으로는 어린이보호구역 내 어린이 교통사고 건수를 줄이겠다는 목적이 있는 것으로 파악된다. 하지만 일각에서는 운전자에 대한 과잉 처벌이라는 의견도 나타난다.[3] 민식이 법 시행 이후 어린이 보호구역 내 사고 상황을 가정하여 다양한 시뮬레이션 분석이 이루어지고 있다.[4]

본 논문에서는 어린이 보호구역 내 사각지역에서 어린이가 달려 나오는 상황을 실차 시험 시나리오로 구성하고 AEB(Autonomous Emergency Braking) Off 상태에서 운전자의 제동능력과 AEB On 상태에서 차량 제동능력 간 비교 실차 시험을 진행하고 충돌 여부, 정지거리, 충돌 속도에 대한 분석을 수행하였다.

II. 본론

2.1 시나리오 구성

시험 시나리오는 실제 발생할 수 있는 상황으로 구성하기 위하여 어린이가 달리며 횡단보도를 지나간다고 가정하였으며 어린이가 달리기 속도는 문화체육관광부의 국민체력측정 통계자료와 EuroNCAP 규격을 참고하였다.[5][6] 통계청에 등재되어 있는 자료에 따르면 2007년 초등학교 남자(1~4학년) 50 m 달리기 평균 속도는 16.2 km/h 이고 EuroNCAP 규격에서는 성인 보행자가 달리는 시나리오의 타겟 속도를 8 km/h로 규정하고 있다. 따라서 본 시험에서는 어린이 타겟 속도를 어린이가 통상적으로 달리는 속도로 구성하고자 50 m 달리기 속도와 EuroNCAP 규격 속도의 중간

값인 12 km/h 로 선정하였다. 시험환경 구성은 도로교통공단 홈페이지에 따른 최소 차로 폭인 2.75 m 의 왕복 2차선으로 구성하였으며 차선의 폭은 0.15 m로 구성하였다.[7] 장애물 차량의 위치는 어린이 보호구역 내 등, 하꽃길에 발생할 수 있는 상황을 구성하고자 주행 차로의 반대 차선에 끝 부분에 위치하였으며, 대상 차량 속도는 어린이제한구역 속도인 30 km/h로 구성하고자 하였으나, 시험 진행 간 대상 차량 속도는 GPS 속도로 측정되기 때문에 계기판 속도보다 높은 점을 감안하여 20 km/h로 선정하였다. 시나리오 구성도는 그림 1과 같으며 실차 시험 현장 사진은 그림 2, 3과 같다.

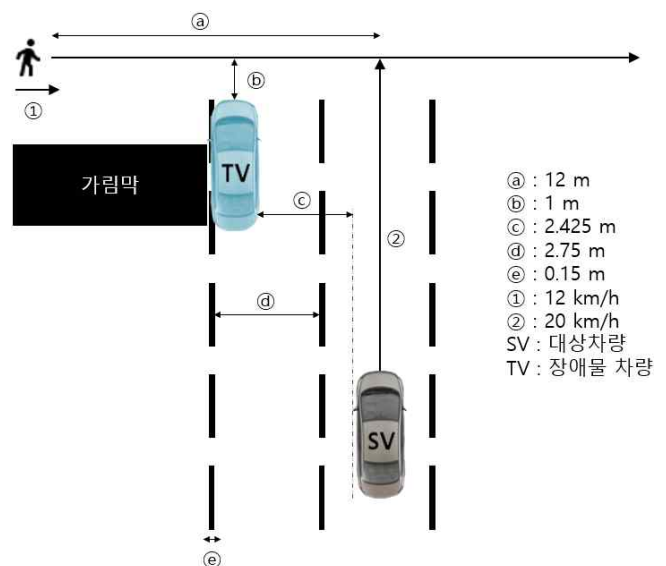


그림 1. 시나리오 구성도



그림 2. 실차실험 현장 사진 1



그림 3. 실차실험 현장 사진 2

2.2 대상차량 및 보행자 타겟 구성

그림 4와 같이 대상차량은 AEB 기능이 장착되어 있는 M사의 2017연식 E-Class로 선정하였으며 시험 장비는 ABDynamics사의 조향로봇(SR60), 브레이크 악셀로봇(CBAR), 그리고 차량의 거동과 속도 확인을 위한 OXTS 사의 3축 자이로와 DGPS(RT3002)로 구성하였다. 데이터 측정을 위한 Data acquisition(DAQ) 장비는 Dewesoft 사의 데이터 계측장비(SIRIUS)로 구성하였으며 측정 소프트웨어는 Dewesoft X3를 사용하였다. 장애물 차량으로는 T사의 승용차로 구성하였다. 보행자 타겟은 EuroNCAP 시험 장비인 Soft Pedestrian Target(SPT)를 사용하였으며 타겟 종류는 어린이 타겟으로 구성하였다. 그림 5와 같이 시험 장소는 지능형자동차부품진흥원 내 Proving ground에서 진행하였다.

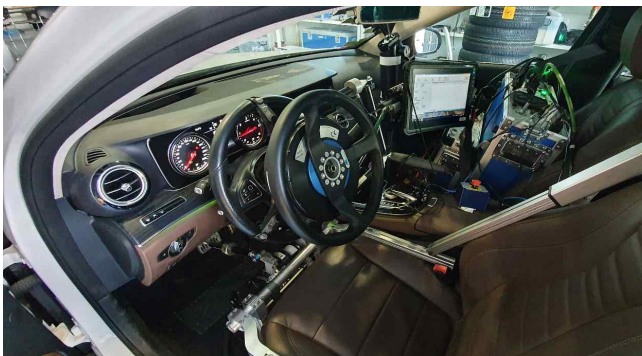


그림 4. 대상차량 장비 장착 사진

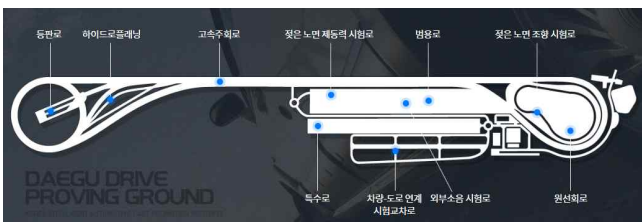


그림 5. Proving ground in KIAPI

2.3 AEB Off 상태의 운전자 선정

AEB Off 상태의 운전자는 시험의 공정성을 위해 실차시험 경력이 없고 위 시험을 처음 접하는 남자 4인, 여자 4인으로 선정하였다. 시험을 진행하기 전 어린이 타겟의 위치를 알려주지 않고 200 m 가량 직선주행 시험이라고 고지하였다. 해당 시험이 끝난 후 나이, 운전경력에 관한 정보와 타겟과 충돌을 방지하기 위한 제동 가능 여부에 대한 점수를 산정하는 감성평가를 진행하였다. 제동 가능 여부 점수는 5점(제동 가능), 4점(거의 제동 가능), 3점(보통), 2점(거의 불가능), 1점(제동 불가능)으로 구성하였다. 표 1과 같이 운전자 중 남성의 경우 나이 범위는 29세 ~ 34세, 운전 경력 범위는 1년 ~ 12년 이었다. 제동 가능 여부 평균 점수는 2점을 부여하였다. 표 2와 같이 여성의 경우 나이 범위는 24세 ~ 46세, 운전 경력 범위는 1년 ~ 26년 이었다. 제동 가능 여부 평균 점수는 1.25점을 부과하였다.

표 1. 남자 운전자 감성평가표

구분	남자1	남자2	남자3	남자4
나이 (세)	29	34	31	34
운전경력 (년)	1	10	10	12
제동 가능 여부	3	2	2	1

표 2. 여자 운전자 감성평가표

구분	여자1	여자2	여자3	여자4
나이 (세)	31	38	24	46
운전경력 (년)	10	10	1	26
제동 가능 여부	1	1	1	2

2.4 시험 결과

표 3. 시험 결과표

항목	구분	충돌/ 미충돌	충돌속도 (km/h)
AEB On	1회	미충돌	0
	2회	미충돌	0
	3회	미충돌	0
	4회	미충돌	0
AEB Off	남자 1	충돌	20
	남자 2	충돌	20
	남자 3	충돌	20
	남자 4	충돌	20
	여자 1	충돌	20
	여자 2	충돌	19
	여자 3	충돌	20
	여자 4	충돌	20

표 3의 시험 결과표를 보면 AEB Off 상태에서 사람이 운전했을 경우 모두 충돌이 발생하였으며 AEB On 상태에서는 충돌이 발생하지 않았다.

그림 6을 보면 AEB On 상태에서 TTC 0.42초에 FCW가 울렸으며 0.37초에 AEB 기능이 작동되었고 차량이 완전 정차 후 타겟과의 정지거리는 0.33 m 이다. 분석데이터는 DIAdem으로 분석하였다.

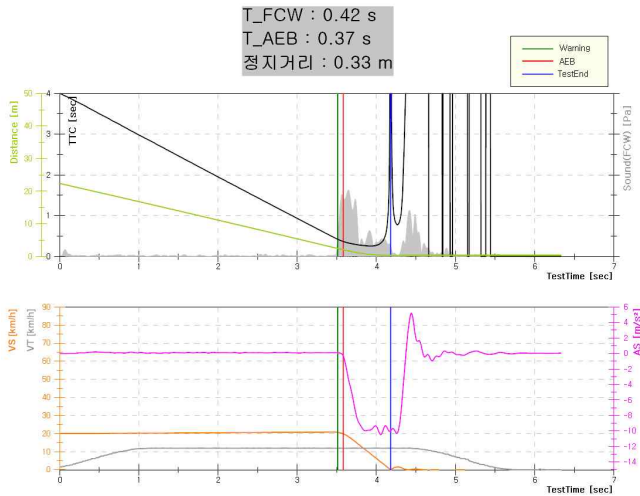


그림 6. AEB On 상황 분석 데이터

그림 7과 같이 운전자가 어린이 타겟을 인지한 시점은 타겟 전체가 차량 내 대시보드 카메라에 보이는 시점으로 판단하였다. 해당 시점의 TTC는 약 0.9초 이고 타겟과의 거리는 약 5 m 이다. 0.9초는 운전자의 인지반응 시간을 고려할 때 제동하기 충분하지 않은 시간으로 판단된다.[8] 따라서 운전자가 제동하기 힘든 상황이라는 것을 알 수 있었다. 그림 8은 AEB Off 상태에서 운전자가 제동을 한 여자 3의 분석데이터이며 충돌속도는 19 km/h이다. 그림 9의 분석데이터를 보면 나머지 인원 7명은 제동을 하지 못하였고 충돌속도는 20 km/h 이다. 측정 데이터는 Dewesoft X3 소프트웨어로 측정되었으며 분석 데이터는 DIAdem 소프트웨어로 분석하였다.



그림 7. 어린이 타겟 전체가 차량 내 대시보드 카메라에 보이는 시점

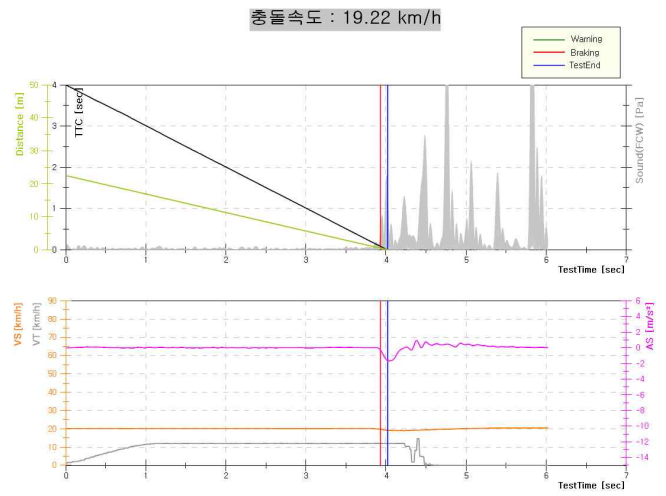


그림 8. AEB 기능 Off 상황 19 km/h 충돌 분석 데이터

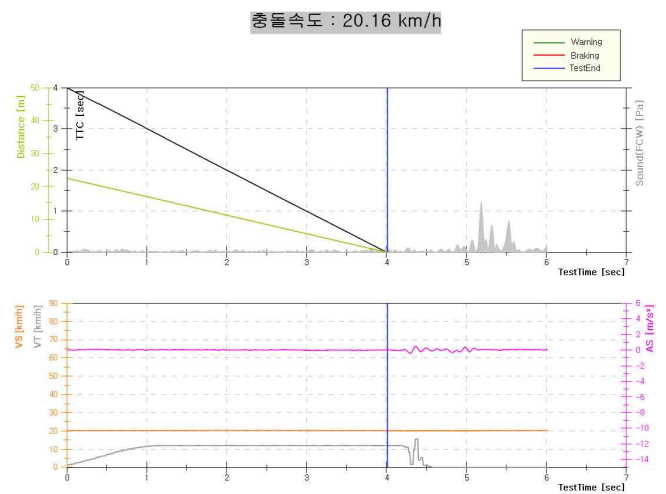


그림 9. AEB 기능 Off 상황 20 km/h 충돌 분석 데이터

III. 결론

어린이보호구역 내 사각지역에서 어린이가 달려 나오는 상황을 실차 시험 시나리오로 구성하고 AEB Off 상태에서 운전자의 제동 능력과 AEB On 상황을 비교해본 결과 AEB Off 상황에서는 충돌이 발생하였고 AEB On 상황에서는 충돌을 피할 수 있었다. 해당 시험과 같이 AEB 기능이 없는 차량의 경우 규정 속도 이내로 운전하더라도 갑자기 달려 나오는 어린이와는 충돌을 피하기 어려우므로 일반인 운전자에게 민식이 법은 가혹하며, 따라서 AEB 기능의 의무화를 검토할 필요가 있다. 본 논문에서는 어린이 보호 구역에서 운전자가 피하기 힘든 사고를 방지하기 위한 AEB 기능의 사고 방지 효과성을 입증하였다. 향후에는 어린이보호구역 내 시나리오를 다양화 하고 차종별, 속도별 시험을 진행하여 발생할 수 있는 여러 가지 상황에서 사고방지를 위한 AEB 기능의 효과성을 입증하는 연구를 수행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부 자동차 산업 기술 개발 사업 5G 기반 자율주행 융합 기술 실증 플랫폼(과제번호 : P0013840)에 의해 부분 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 국가법령정보센터, - 법령 특정범죄 가중 처벌 등에 관한 법률
(<https://www.law.go.kr>).
- [2] TAAS(교통사고분석시스템) - 어린이 교통사고 관련
(<https://www.law.go.kr>).
- [3] 박상민, "특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률 제5조의13(일명 ‘민식이법’)에 대한 형법 이론적 검토," 한국법학회, pp. 151-172, Mar. 2021
- [4] 정동훈, 이수범, "어린이 보호구역 어린이 사고 특성에 따른 AEBS 장착 차량의 사고감소 효과에 대한 연구," 대한교통학회, pp. 22-22, Feb. 2021
- [5] KOSIS - 건강 체력 기준 : 초등학생 남자,
(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=113&tblId=DT_113_S_TBL_1012524).
- [6] 권병현, 김봉섭, 이선봉, "국내 도로환경과 AEB VRU Test Protocol v3.0.1을 고려한 AEB V2P 시험평가에 관한 연구," 한국통신학회, pp. 174-175, Jun. 2019
- [7] 도로교통공단 - 교통법규 QnA : 차선, 차로,
(https://www.koroad.or.kr/kp_web/roadQnAList.do).
- [8] 장명순, 이성관, 김진수, 홍성민, 이강진, "운전자 인지반응시간의 시대적 진화 연구," 대한교통학회, pp. 55-61, Dec. 2011