

승용차 전방충돌보호 시스템 검사기준 마련 연구

박지양* · 권영문* · 최수광** · 이호상*** · 김용달**** · 여운식***** · 정재환***** · 김진용*****

A Study on the Preparation of Inspection Standard for Front Collision Protection System for Vehicles

Jiyang Park*, Yeongmun Gwon*, Sookwang Choi**, Hosang Lee***, Yongdal Kim****, Unseok Yeo*****, Jaehwan Jeong*****, Jinyong Kim*****

Key Words: AEB(비상제동장치), FCW(전방충돌경고장치), Inspection standard(검사기준), Regulations(법규), NCAP(안전도 평가)

ABSTRACT

In order to prevent automobile accidents internationally, advanced safety devices are actively being developed. Among them, Auto Emergency Brake (AEB) function and Forward Collision Warning (FCW), which are used to prevent or reduce frontal collision, have been studied for a long time, and are being researched by various manufacturers to develop better performance. In fact, in the case of large vehicles, it is mandatory for AEB to be installed in Korea. Accordingly, a variety of Vehicles equipped with AEB and FCW are coming out, and inspection of these mounting devices is a necessary system in the future. This study confirms how AEB and FCW are currently assessed in regulation and the New Car Assessment Program (NCAP), This is a basic study of the matters to be considered in preparing AEB and FCW inspection standard by checking the performance of vehicles equipped with forward collision protection and identifying the vehicle's sensitivity, range and speed of radar sensors, and target vehicles based on CAN communication data.

1. 서론

전 세계적으로 자동차 사고를 방지하기 위해 다양한 첨단안전장치 및 기능의 개발이 확대되어 적용되고 있다. 다양한 첨단안전장치 및 기능 중 AEB(Auto Emergency Brake)와 FCW(Forward Collision Warning)는 정면충돌

을 방지하거나 저감하기 위한 장치로 자동차 제작사를 비롯한 부품사들은 오랜 기간 성능개선을 진행하고 있다.⁽¹⁾

전방충돌경고(보호) 장치 설치에 따른 미국고속도로 안전보험협회(IIHS, Insurance Institute for Highway Safety)의 연구결과를 살펴보면 모든 자동차에 전방충돌경고(보호) 장치가 설치될 경우, 연간 약 39% 교통사고 감소효과가 있는 것으로 예상했다.⁽²⁾ 그리고 Euro NCAP에서도 저속구간 운행 시 약 38% 교통사고 감소효과가 있는 것으로 발표하여 교통안전에 많이 기여하고 있음을 알 수 있었다.⁽³⁾

국내에서는 첨단안전장치 설치확대 및 사고감소 효과 등을 감안하여 대형차에 대해 선제적으로 AEB 설치를 의무화하였고,⁽⁴⁾ 국제적으로는 2020년 2월 WP29 UNRegs 152조가 신설됨에 따라 승용차에서도 AEB 의무화 추세

* 한국교통안전공단, 과장
 ** 한국교통안전공단, 센터장
 *** 한국교통안전공단, 처장
 **** 한국교통안전공단, 소장
 ***** 한국교통안전공단, 부장
 ***** 한국교통안전공단, 차장
 ***** 한국자동차연구원 주행안전연구센터, 책임연구원
 E-mail: pjy2049@kotsa.or.kr

가 확대되고 있다.⁽⁵⁾

위에서 언급한 바와 같이 국내·외 동향을 근거로 자율차를 비롯한 미래의 모든 자동차에 첨단안전장치의 설치 확대는 필수 불가결 하지만, 운행단계에서의 평가방법은 중요한 고려대상으로 평가하고 않고 있으며, 연구도 부족한 실정이다. 전방충돌경고(보호) 장치는 운행단계에서 매우 중요한 첨단장치로 주기적인 확인 및 최소한의 검사 기준 및 방법이 필요하다.

이 연구는 국내·외에서 적용되고 있는 기준(Regulation), 표준(Standard), NCAP(New Car Assessment Program)에서 AEB와 FCW의 평가방법을 분석한 후 실험하여 주기적인 검사기준 및 방법을 제시하는데 목적을 두고 있다. 연구결과를 제시하기 위하여 Grandeur IG 차량의 AEB와 FCW의 작동, 통신, 감가속도, 센서의 감지거리 범위 및 속도 그리고 Target 차량에 대한 충돌여부를 실험하였고, 이 결과를 반영하여 운행단계 자동차의 검사 기준 및 방법 제시를 위한 기초 연구자료로 활용하고자 한다.

2. 국내외 법규 및 NCAP

2.1. 국내외 법규

Table 1은 한국, 유럽, 일본에 대해 FCW와 AEB의 성능기준(전방차량정지)을 분석을 하였으며, 미국도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)과, 미연방자동차안전규격(FMVSS, Federal Motor Vehicle Safety Standard)에서는 아직 제정이 되

Table 1. Comparison of FCW and AEB national performance criterion

Division	Performance indicator	Korea	EU	Japan
Velocity	Running Speed	80±2 km/h		
Warning Step 1	How the Warning works	Warning of AEB operation (within 1.4 seconds)		
Warning Step 2		Warning of AEB operation (within 0.8 seconds)		
Range	Velocity reduction range at warning stage	Do not exceed 15km/h or 30%, whichever is higher		
AEB Operation Step	Operation Step	Predicted collision time is less than 3.0 seconds		
	Velocity reduction	20 km/h more than		

어 있지 않았다. 전 세계적으로 FCW와 AEB의 경우 국제 공용화가 되어 있으며, 대형차량에 대한 법안이다. 소형차량의 경우 속도 감속 량 10km/h 이상, 1차경고는 AEB 0.8초이전, 2차경고는 AEB 시작전으로 다르며, 나머지 조항에 대해서는 동일하다.

2.2. NCAP

NCAP의 경우 KNCAP과 JNCAP 등 다양한 국가에서 Euro NCAP과 상당히 유사한 부분의 시나리오를 채택하고 있다.

Euro NCAP AEB/FCW 프로토콜은 크게 AEB car to Car와 AEB VRU(Vulnerable Road User)으로 나뉘져 있고 Car to Car 의 경우 저속모드와 고속모드로 구분되어진다. 그 중 Fig. 1은 Car to Car 테스트 방식이다.

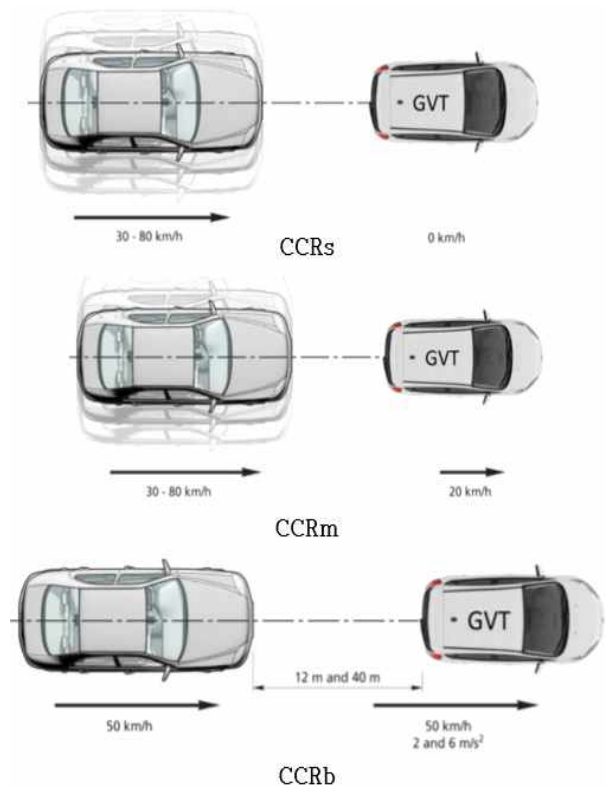


Fig. 1 AEB City CCRs, CCRm, CCRb Scenario (Euro NCAP)

3. 연구 방법

3.1. 실험차량

본 연구에 사용된 차량은 2020년형 현대자동차 그룹

의 Grandeur IG 이며, 전방충돌방지 보조(FCA, Forward Collision-Avoidance Assist) 기능이 있으며, 차량 속도 10km/h 이상에서 작동하고, 상대속도 차이가 10km/h 이하 시 미작동하는 특징을 가진 첨단 자동차이다.⁽⁹⁾

3.2. CAN 통신 항목

CAN 통신은 차량 내에서 호스트 컴퓨터 없이 마이크로 컨트롤러나 장치들이 서로 통신하기 위해 설계된 표준 통신 규격이다. CAN 통신은 OBD-II라고 불리는 차량진단용 통신 표준의 5대 프로토콜 중 하나로 포함되어 있으며, 이러한 기술을 통해 본 연구에서는 차량의 레이더 센서로부터 나오는 상대 거리 값, Target 인식 때의 속도 값, 그리고 감가속도 값을 데이터 추출 프로그램인 Dewe Software⁽¹⁰⁾를 통해 Fig. 2와 같이 얻었다.

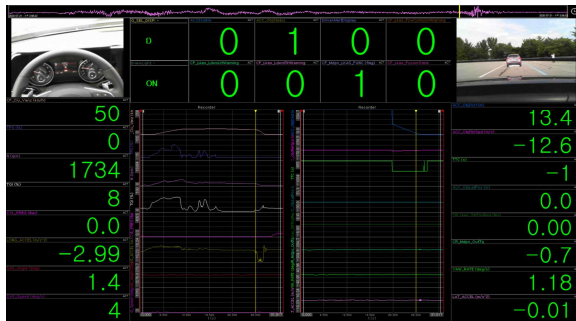


Fig. 2 Dewe software

3.3. Test Scenario



Fig. 3 Test Scenario

테스트 시나리오의 경우 Euro NCAP의 Test 방식중 CCRs의 방식과 유사하게 진행하였으며, 차이점은 Fig. 3과 같이 전방 Target과 120m 전에 관성주행을 하며 진행하였다. 또한 목표 속도 가속구간을 통해 80km/h부터 40km/h의 목표 속도를 10km/h의 속도 단위로 총 5가지의 속도 변화를 주어 진행하였다.

3.4. Target

테스트 시 Target의 경우 Fig. 4와 같이 조립식으로

만들어진 현대자동차 Tucson을 Target으로 하였으며, 전체적인 재질은 form 재질로 이루어져 충돌에도 쉽게 부서지며 재조립이 가능하도록 설계되었다.



Fig. 4 Test Target

4. 연구 결과

4.1. 충돌여부

Fig. 5와 Fig. 6은 각각 차량목표속도 80km/h의 속도와 차량목표속도 60km/h의 속도이며, AEB가 작동하기 직전의 속도들은 각각 약 70km/h, 50km/h 이다. 이와 같



Fig. 5 Crash situation



Fig. 6 Avoid crash situation

이 충돌 직전속도가 50km/h 이하에서 부터는 AEB가 작동하였을 시 차량이 Target 차량과 충돌하는 결과는 발견되지 않았다.

4.2. 거리감지 범위 및 속도

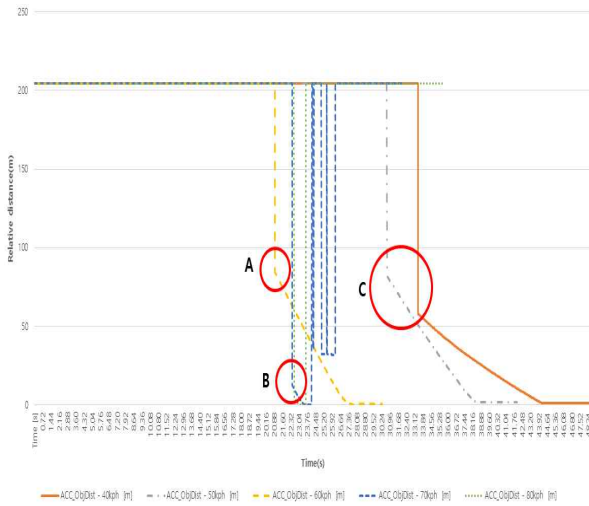


Fig. 7 Relative distance over time graph

Fig. 7은 Target 차량과 실차의 상대 거리를 시간에 따라 나타낸 그래프 이다. 그래프에서 80km/h는 등근 점선, 70km/h는 사각점선, 60km/h는 파선, 50km/h는 파선 점선, 40km/h는 실선이다. A포인트에서 60km/h의 속도에서 가장 빠른 레이더 센서의 감지가 발견 되었으며, B 포인트에서는 70km/h, 80km/h 속도에서 상대거리가 매우 짧은 시점에서 레이더 센서의 감지가 발견되었다. 또한, C포인트에서 50km/h의 속도는 60km/h와 비슷한 거리에서 상대거리가 측정되는 반면, 50km/h의 속도는 속도가 낮아 졌으나 레이더 센서의 상대 거리 감지 거리가 조금 더 짧아 진 것을 확인 할 수 있다.

Table 2 Relative distance over time

Target Velocity (kph)	T1(s)	Rel_dis T1(m)	T2(s)	Rel_dis T2(m)	Target Recognition Velocity (kph)
40	33.42	58	44.32	1	30.5
50	30.7	81.9	38.5	2	47.5
60	20.99	84.5	27.6	0.5	58
70	22.46	12.5	23.5	0	59.5
80	22.6	5.4	23.1	0	58

또한, Table 2로부터 거리감지 센서의 감지가 되었을 당시 차량 속도를 확인 해보면 60km/h의 속도 이하에서 부터 감지가 되는 것을 확인 할 수 있다. T1의 값은 초기 센서 감지가 이루어 졌을 때 의 시간이며, T2는 Target 인식 후 정지가 되었을 때의 시간이다. 또한 상대거리로만 보았을 때도 60km/h의 속도와 50km/h의 속도에서 가장 먼 상대거리에서부터 인식이 되는 것을 확인 할 수 있다.

그리고 Rel_dis는 상대 거리를 의미하는데, Rel_dis T2의 값이 0이라고 되어 있는 것은 시험자동차가 Target 차량과의 충돌을 하였기 때문이다.

4.3. 감가속도 변곡점 여부

Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12의 그림은 목표 속도 80km/h에서부터 40km/h까지의 가속도 그래프 이다. Fig. 8과 Fig. 9, Fig. 10의 경우 최대 제동이 걸리는 시점 이전에 AEB를 통해 1차적인 감속이 있는 것을 그래프 변곡점을 통해 확인 할 수 있으나, Fig. 11, Fig. 12의 경우 상대적으로 느린 속도로 인해, AEB의 1차 감속은 없고 한 번의 최대 제동으로서 충분히 제동이 되는 것을 확인 할 수 있다.



Fig. 8 80km/h Acceleration over time graph



Fig. 9 70km/h Acceleration over time graph

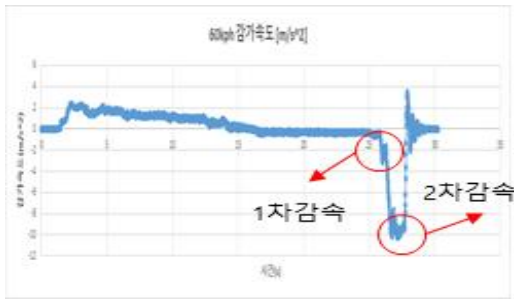


Fig. 10 60km/h Acceleration over time graph

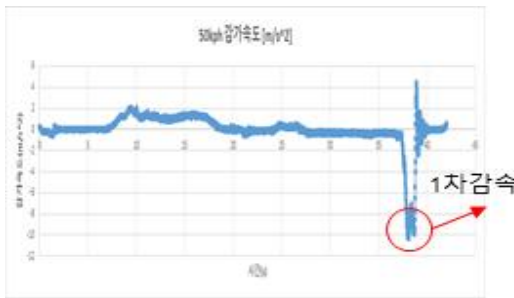


Fig. 11 50km/h Acceleration over time graph

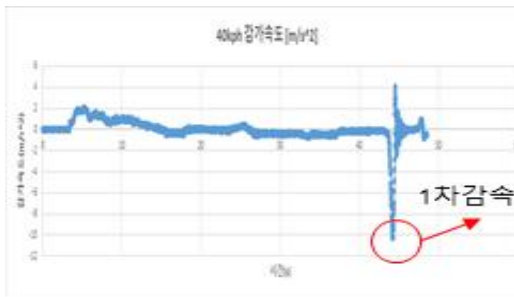


Fig. 12 40km/h Acceleration over time graph

또한, Fig. 8, Fig. 9에서 최대 제동 이후 한 번의 변곡점이 더 있는 것은 Target 차량과의 충돌을 통해 나타나는 것으로 파악된다.

Fig. 10의 경우 Fig. 8과 Fig. 9의 특징인 AEB의 1, 2차 감속 변곡점의 특징을 가지고 있으며, 최대 제동이후의 거동상태를 보이는 Fig. 11, Fig. 12에서의 특징 또한 함께 가지고 있는 것으로 파악이 된다.

4.4. 충돌 직전의 속도

목표 속도 대비 관성주행을 통해 Target과의 충돌 직전의 속도는 Table 3과 같이 나타났다. 이와 같이 충돌 직전의 속도가 대략 70km/h, 60km/h, 50km/h, 40km/h,

20km/h로 나옴과 동시에 위의 결과들을 분석하면 50 km/h의 속도일 때 가장 AEB와 FCW의 기능을 확인하기 좋은 속도로 판단된다.

Table 3 Velocity speed and Velocity just before collision

	Velocity (km/h)				
	80	70	60	50	40
Target Velocity	80	70	60	50	40
Velocity before collision	73	61	51	40	20

4.5. 속도 대비 FCW, AEB TTC

Table 4에서 볼수 있듯이 충돌 직전 속도가 낮음에 따라 TTC의 경우 늦게 나타나는 것을 확인 할 수 있으며 충돌직전 속도 50km/h에서는 FCW와 AEB의 TTC가 발생하는 것을 확인 할 수 있다.

Table 4 FCW warning point relative to the velocity

	Velocity (km/h)			
	40	51	61	73
Velocity before collision	40	51	61	73
FCW TTC	1.50s	1.62s	1.82s	1.99s
AEB TTC	1.10	1.19	Collision	Collision

5. 한계점

본 연구는 실제 Target이 아닌 Form재질로 된 모형차량을 이용을 하여 실제 차량과의 결과는 예측을 하기 어려우며, 운전자의 조작을 통해 목표 속도를 맞추어 진행을 하여 전체적인 양상은 파악하였다.

6. 결론

본 연구는 Grandeur IG 실차를 통해 모형 차량에 대해 목표 속도에 따라 전방충돌보호 장치의 기능을 파악하였으며, 전방충돌보호 장치 작동 직전의 속도가 50km/h의 속도에서 가장 센서 값의 반응이 좋았으며, 충돌을 하지 않았다. 이에 따라 자동차 검사는 성능이 아닌 기능에 대한 부분이 중요한 요소 이므로 검사제도 마련 시 참고해야 할 사항들을 제시 하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 국내외 AEB와 FCW의 법규는 국제공용화가 되어 있으며, 평가하기 위한 방법으로 NCAP의 경우는 EURONCAP의 평가 방법과 유사한 방식으로 평가가 이루어지고 있다.
- 2) 80km/h와 70km/h의 목표속도에서는 Target 차량과의 충돌이 일어났으며, 60km/h이하의 목표속도에서 부터는 충돌이 일어나지 않음을 알 수 있다.
- 3) 레이더 센서의 거리감지 값이 가장 멀리서부터 인식이 되는 속도는 60km/h의 속도 이하에서부터 발견이 되는 것을 확인 할 수 있다.
- 4) 목표 속도별 감가속도를 분석하면 60km/h의 목표속도에서 70km/h이상의 특징인 1,2차 AEB 제동 변곡점이 존재하며, 50km/h이하의 정지 후 추가 변곡점이 발견이 되지 않는 것으로 확인된다.
- 5) 목표 속도 60 km/h에서 FCW와 AEB의 TTC가 자연스럽게 나타나는 것을 확인 할 수 있다.
- 6) 본 연구를 통해 자동차 검사는 성능을 평가하는 제도가 아닌 기능을 평가 하는 자동차 검사 시스템에서는 50km/h 이하의 속도로 주행 모사하여 첨단장치에 대한 검사가 필요 하다고 제안하는 바이다.

Acknowledgements

본 연구는 국토교통부 국가연구개발사업의 연구비 지원을 받아 수행되었다(과제번호: 20SDPT-C158093-01).

참고문헌

- (1) 우종운, 김명일, 이선봉, 2013, “AEB, FCW시스템의 시험평가 방법에 관한 연구”, 한국자동차공학회 춘계학술대회, pp. 1160~1163.
- (2) 최준영, 강승수, 박은아, 이강원, 이시훈, 조수강, 권영길, 2019, “AEB 장치에 대한 사고경감 효과연구”, 한국자동차공학회, pp. 6~10.
- (3) Accident Analysis & Prevention, Volume 81, August 2015, pp. 24~29.
- (4) 이태영, 이경수, 이재완, 2010, “상용차량 자동비상제동장치의 안전도 판단을 위한 평가시나리오 및 위험도 지수 개발”, 한국자동차안전학회지, pp. 34~40.
- (5) UNECER152 Regulation.
- (6) 여운석, 권영문, 김현준, 김은석, 류익희, 강병도, “첨단 운전 보조시스템 운행차 검사기준 및 검사방법에 관한 연구”, 한국자동차공학회 춘계학술대회, 2019, pp. 1014~1014.
- (7) UNECER152 Regulation, 자동차관리법, Automobile Type Approval Handbook for Japanese Certification.
- (8) 이승민, 황윤형, 강병주, “ADAS 관련 국가별 NCAP 동향”, 한국자동차공학회 춘계학술대회 2019, pp. 849~854.
- (9) Grandeur IG Consumer manual.
- (10) Dewe Software Program Guide manual.