

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2014.14.5.179>

IIBC 2014-5-25

## 사고기록장치를 이용한 교통사고재현에 관한 신뢰성 연구

### A Reliable Study on the Accident Reconstruction using Accident Data Recorder

백세룡\*, 조정권\*, 박종진\*\*, 임중한\*\*\*

Se-Ryong Baek\*, Joeng-Kwon Cho\*, Jong-Jin Park\*\*, Jong-Han Lim\*\*\*

**요약** 사고기록장치는 사고 전·후의 차량의 상태 및 운동 정보를 기록하는 장치로 객관적인 사고분석과 실사고 데이터를 이용한 자동차 안전장비의 개발을 위해 교통사고 조사기관과 부품개발사에서 많은 관심을 보이고 있다. 본 연구는 사고기록장치의 출력데이터를 이용한 교통사고재현을 통해 객관적, 과학적 사고분석에 목적을 두고, 더블레인 체인지 테스트 6회 슬라롬 테스트 1회의 실차 주행시험 및 시뮬레이션을 진행하였다. 실차시험을 통하여 취득한 차량의 속도, 종·횡방향 가속도, 조향각, 주행경로 등의 정보를 이용하여 교통사고 재현 및 분석 프로그램인 PC-Crash로 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션은 가속도-조향각 입력방법과 가속도-주행경로 입력방법으로 2회 진행하였으며, 실차시험 결과와 2가지 시뮬레이션의 결과를 비교하여 최적의 경로 재현성을 갖는 분석방법을 도출하였다.

**Abstract** As an Accident data recorder (ADR) is a system to record a vehicle's status and dynamics information on the before and after of accident, Traffic accident investigation agencies and parts developers have a lot of interest to analyze an accident objectively and develop automotive safety devices by using real accident data, This study is to analyze an accident objectively and scientifically on the basis of traffic accident reconstruction with the use of output data of an event data recorder. This study is conducted double lane change test six times and slalom test one time as a field driving test and simulation. Based on the vehicle speed, the longitudinal and transverse acceleration, steering angle, driving path, and other kinds of information obtained from the field driving test, this study performed a simulation with PC-Crash program of reenacting and analyzing a traffic accident. The simulation was performed twice in the acceleration-steering angle input method and in the acceleration-driving path input method. By comparing the result of the field driving test with the results of the two simulations, we drew an analysis method with the optimal path reconstruction.

**Key Words** : Accident Data Recorder, Event Data Recorder, Accident Reconstruction, Digital Tacho Graph

## 1. 서 론

사고기록장치란 영상기록 블랙박스, 디지털 운행 기록

계(Digital Tacho Graph), EDR(Event Data Recorder) 등 사고의 상황을 기록하는 장치<sup>[1]</sup>이며, 최근 블랙박스라고 불리는 영상기록 장치가 많은 차량에 장착되어 있어 교

\*정회원, 가천대학교 대학원 기계공학과

\*\*정회원, 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소 이공학과  
교통사고분석실

\*\*\*정회원, 가천대학교 기계공학과

접수일자 : 2014년 7월 3일, 수정완료 : 2014년 9월 3일

계재확정일자 : 2014년 10월 10일

Received: 3 July, 2014 / Revised: 3 September, 2014

Accepted: 10 October, 2014

\*Corresponding Author: kkjong@gachon.ac.kr

Dept. of Mechanical Engineering, Gachon University, Korea

통사고의 분석에 큰 도움을 주고 있다. 블랙박스의 경우 기술적 진입장벽이 높지 않은 관계로<sup>[2]</sup> 초기에 시장이 급 성장함에 따라 생산업체가 우후죽순으로 생겨나게 되어 검증되지 않은 불량제품들도 많아 실제 사고분석에 활용하지 못하는 경우가 종종 발생한다. 이에 반하여 디지털 운행기록계 및 EDR의 경우 엄격한 기준을 만족하는 제품만 시판이 가능하므로 신뢰도 높은 정보를 취득할 수 있다. 하지만 저장되는 정보가 텍스트 형태로 저장되어 직관적인 사고 분석에는 어려움이 있다. EDR의 경우 현재 에어백이 장착된 차량에 설치된 ACU(Airbag Control Unit)에 설치되어 있으며, 사고 전·후의 상황을 기록한다. EDR 설치의 목적은 차량에 기록된 데이터를 분석하여 차량의 충돌 및 각종 안전장치의 성능평가에 활용하고, 사고발생 시에는 기록된 데이터를 통하여 사고상황을 재현하고 원인을 분석하는데 있다. 하지만 국내의 경우는 보안 등의 문제로 인하여 차량제조사사의 협조 하에 열람이 가능한 관계로 사고분석에 적극 활용되고 있지 않다. 미국의 경우는 1990년대 후반부터 EDR에 관한 연구를 진행하여 차량상태를 기록하는 법을 제정하였고, 2012년 9월부터 시행하고 있으며 차량의 속도, 속도변화량, 엔진 스로틀, 브레이크 On/Off 등 15개의 의무기록 항목을 지정했다.<sup>[3]</sup> 최근 국내·외로 EDR를 이용한 사고분석에 많은 관심을 가지고 있어 사고기록장치를 이용한 교통사고 분석이 활발히 이루어 질 것으로 예상된다. 디지털 운행 기록계는 차량속도와 엔진속도, 브레이크 사용기록, GPS 위치정보, 운전시간 등 각종 차량운행 데이터가 저장된다. 기록된 운행정보는 분석을 통해 차량 관리비 절감, 안전사고 예방의 목적으로 활용되며, 사고발생 시에는 사고분석의 목적으로도 활용된다. 우리나라는 버스와 법인택시의 경우 2013년부터, 화물, 개인택시는 2014년부터는 의무적으로 설치하도록 법제화되었다. 이에 따른 연구동향으로서 Yang 등<sup>[4]</sup>은 블랙박스에서 수집한 데이터에 근거한 경로 재구성을 위하여 수집한 데이터의 오차의 보정을 실시하고 실험을 통하여 신뢰성을 검증하는 연구를 수행하였고, Han<sup>[5]</sup>은 영상 사고기록장치를 활용한 다중 충돌사고의 재구성 해석에 대한 연구로 경험적 방법과 해석적 방법을 대입하여 영상 사고기록장치를 이용한 사고조사의 효과를 입증하였다. 또한 Yang 등<sup>[6]</sup>은 PC-Crash를 이용하여 차량의 곡선 선회주행상태 특성을 고찰하였고, Niehoff 등<sup>[7]</sup>은 37대의 차량 충돌시험 데이터와 EDR 데이터를 비교하여 EDR 데이터의 정확성을

분석하는 연구를 수행하였으며, Lee 등<sup>[8]</sup>은 현재 국내에 판매되고 있는 디지털 운행기록계들의 성능을 비교검토 하고, 실제 충돌실험을 통하여 디지털 운행기록계의 정상 작동여부 및 문제점들을 확인하고 있으며 디지털 운행기록계 데이터를 활용한 새로운 사고 조사기법의 기초를 개발하여 신뢰성 있는 사고조사에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 본 연구에서는 사고기록장치의 데이터를 이용한 사고 전 차량의 동적 거동을 재현하기 위해 실차 주행시험을 진행하였다. 주행시험에서 취득한 데이터를 교통사고 재현프로그램인 PC-Crash에 입력하여 차량의 거동을 재현하였으며, 최적의 경로 재현을 위한 분석방법을 고찰하였다.

## II. 실험방법

### 1. 실차시험

실험차량에 CAN Data 수집 장치인 Vector사의 CANoe 장비를 장착하여 사고기록장치와 동일한 데이터를 취득하였다. CANoe는 차량 OBD단자에 연결하여 차량의 CAN Data를 실시간으로 수집하는 장비로 차량부품의 연구개발에 주로 사용되는 장비이다.<sup>[9]</sup> 사고기록장치의 경우 제품의 종류에 따라 차량의 센서 신호를 기록하는 방식과 제품 자체에 설치된 센서의 신호를 저장하는 방식이 있으나 본 연구에서는 차량의 CAN Data를 취득하여 연구를 진행하였다. 주행조건은 더블레인 체인지, 슬러alom 테스트를 진행하였으며, 표 1은 CANoe장비를 이용하여 취득한 차량 출력 데이터를 나타내고 있으며, 그림 1은 시험차량 및 장비를 나타내고 있다.

표 1. CAN 출력 데이터  
Table 1. CAN output data

No	Data element	Resolution
1	ABS activation	50 $\mu$ s
2	Brake activation	50 $\mu$ s
3	Cylinder pressure	50 $\mu$ s
4	Long_acceleration	50 $\mu$ s
5	Lat acceleration	50 $\mu$ s
6	Steering angle	60 $\mu$ s
7	Steering speed	60 $\mu$ s
8	Throttle position sensor	70 $\mu$ s
9	Vehicle speed	65 $\mu$ s

10	Wheel speed_FL	130 $\mu$ s
11	Wheel speed_FR	130 $\mu$ s
12	Wheel speed_RL	130 $\mu$ s
13	Wheel speed_RR	130 $\mu$ s
14	Yaw rate	40 $\mu$ s

취득한 데이터 중 차량의 거동을 분석할 수 있는 속도, X·Y가속도, 조향 휠의 각도를 이용하여 본 연구를 수행하였다.



그림 1. 시험차량 및 장비  
 Fig. 1. Test vehicle and equipment

## 2. PC-Crash 시뮬레이션

본 연구에서는 충돌 전·후 운동현상과 이동궤적 등의 분석이 가능한 소프트웨어인 PC-Crash에 실차 주행시험을 통해 취득한 데이터를 입력하는 방법으로 경로 재현성을 검토하였다. 시뮬레이션 방법은 실차시험 결과와 동일한 속도조건으로 ①차량의 가속도와 조향각을 입력하는 방법과 ②차량의 가속도와 주행 경로를 입력하는 방법의 시뮬레이션을 진행한 후 주행경로, 횡가속도 데이터를 실차시험의 결과와 비교하였다.

# III. 해석범위

## 1. 시험차량의 제원

본 연구에서는 차량의 거동특성을 알아보기 위하여 쉐보레 R차량을 선정하였다. 그림 2는 PC-Crash프로그램 상에서 시뮬레이션을 할 가상의 차량을 시험차량과 동일하게 설정한 제원을 나타낸 것이다.

보다 정확한 시뮬레이션을 위하여 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administrator)와 교통안전공단의 실험 자료에 근거하여 차량의 무게중심 데이터를 적용하였다.<sup>[10]-[11]</sup>

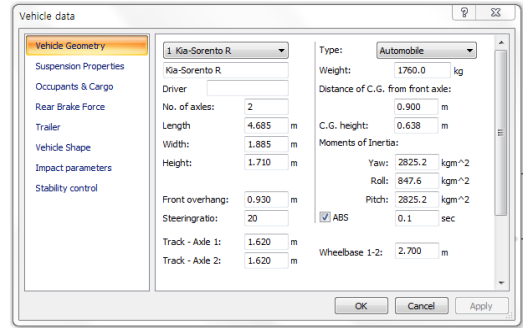


그림 2. 시험차량의 제원  
 Fig. 2. The Specification of test vehicle

## 2. 주행 시나리오

실차 주행시험 조건은 교통사고가 가장 많이 일어나는 상황인 차선 변경상황과 위험 감지 후 회피하는 상황을 재현하기 위하여 더블레인체인지 테스트와 슬라롬 테스트를 진행하였다. 더블레인체인지 테스트는 ISO 3888-1 규정에 따라 경로를 설정하고 경로의 경계에 Rubber Corn을 배치하여 운전자가 경로를 인식할 수 있게 하였다. 그림 3과 표 2는 더블레인체인지 테스트의 경로 및 규격을 나타낸다.

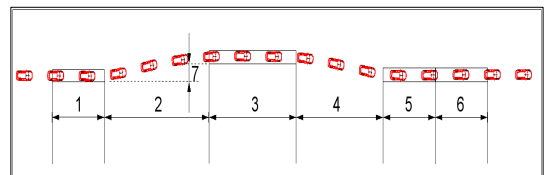


그림 3. 더블레인체인지 코스  
 Fig. 3. Double lane change course

표 2. 더블레인체인지 규격

Table 2. The specification of double lane change specification

Double lane change test, ISO 3888-1		
Section No.	Length of section	Width of section
1	15 m	1.1 × vehicle width+0.25 m
2	30 m	
3	25 m	1.2 × vehicle width+0.25 m
4	25 m	
5	15 m	1.3 × vehicle width+0.25 m
6	15 m	1.3 × vehicle width+0.25 m
7	3.5 m	

슬라롬 테스트의 경우 일정한 간격으로 Rubber corn 을 설치하여 지그재그로 이동하며 주행하는 테스트로 그림 4와 표 3은 슬라롬 테스트의 코스 및 규격을 나타낸다.

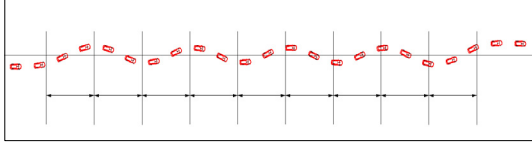


그림 4. 슬라롬 코스  
Fig. 4. Slalom course

표 3. 슬라롬 테스트 규격  
Table 3. Slalom Specification

Slalom test	
Spacing	20 m
Cones	10

### 3. 입력 변수

PC-Crash는 차량의 감·가속도와 주행경로 또는 조향각의 입력을 통하여 주행상황을 시뮬레이션 한다. 본 연구에서 적용한 조향각 데이터는 운행기록계의 조향각 데이터를 0.01s 간격으로 출력하여 적용하였고, 감·가속도 값은 초단위 속도 데이터를 가속도로 변환하여 적용하였다. 주행경로 데이터는 주행시험을 통하여 취득한 차량의 횡가속도 값을 분석하여 추정된 경로를 초기 값으로 입력하였다.

$$a_x = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2} \quad (1)$$

$$a_y = \frac{v}{r} \quad (2)$$

여기서  $a_x$  : 종방향 가속도,  $v_1$  : 현재 속도,  $v_2$  : 초기속도,  $t_1$  : 현재 시간,  $t_2$  : 초기시간,  $a_y$  : 횡방향 가속도,  $v$  : 차량 속도,  $r$  : 회전반경이다.

### 3. 조향 특성

본 연구를 진행하기 위한 시뮬레이션 수행에 있어 주행 경로와 조향각을 결정해야 한다. 첫째로 조향각을 입력하고 주행경로를 결정하기 위한 방법은 아래와 같다.

$$P_{ref} = P_{car} + D_{look-ahead} \cdot \vec{d}_{car}$$

$$D_{look-ahead} = T_{look-ahead} \cdot V_{car}$$

$$E_{dist} = (P_{ref} - P_{path}) \cdot \vec{n}_{path} \quad (3)$$

$$E_{angular} = \phi_{3car} - \varphi_{path}$$

$$\vec{n}_{path} = \begin{pmatrix} -\sin(\varphi_{path}) \\ \cos(\varphi_{path}) \end{pmatrix}$$

여기서  $P_{ref}$  : 직선변위의 계산을 위한 기준 점,  $P_{car}$  : 차량 기준점,  $V_{car}$  : 차량속도,  $T_{look-ahead}$  : Look-ahead 시간,  $\vec{d}_{car}$  : 차량 벡터방향,  $E_{dist}$  : 직선변위,  $E_{angular}$  : 각도 변위,  $P_{path}$  : 참조점에 대한 최단 경로점,  $\vec{n}_{path}$  : 위치에 경로곡선의 정상 벡터,  $\varphi_{path}$  :  $P_{path}$  위치에 경로곡선의 방향이다.

가속도-주행경로를 이용한 시뮬레이션은 PID 모델을 기반으로 아래와 같이 조향각을 결정한다.

$$SA = E_{angular} + PE_{dist} + I \int E_{dist} dt + D \frac{d(E_{dist})}{dt} \quad (4)$$

여기서  $SA$  : 조향각,  $E_{angular}$  : 각도변위,  $P$  : 비례 상수,  $E_{dist}$  : 직선변위,  $I$  : 적분상수,  $D$  : 미분상수이다.

## IV. 결과 및 고찰

본 연구에서는 실차 주행시험 조건은 더블레인체인지 테스트는 6회, 슬라롬 테스트는 1회 진행하였으며 표 4와 같이 속도를 변경하는 조건으로 시험하였다.

표 4. 테스트 속도

Table 4. Test speed

Vehicle speed condition			
No.	Test	Speed	Unit
1	Double lane change	40	km/h
2	Double lane change	60	km/h
3	Double lane change	80	km/h
4	Double lane change	90	km/h
5	Slalom	50	km/h

그림 5~그림 10은 속도 40, 60, 80, 90km/h에 따른 횡방향 가속도 및 차량 주행경로를 해석한 결과를 비교한 것이다. Simulation 1은 가속도-조향각의 각을 입력변수로 설정하였으며, Simulation 2는 가속도-주행 경로를 입력변수로 설정하고 시뮬레이션 하였다.

### 1. 40km/h 더블레인체인지 테스트의 주행 특성

그림 5와 그림 6은 주행속도 40km/h에서 더블레인체인지 테스트에 대한 횡방향 가속도 및 주행경로의 특성을 나타낸 것이다. 그 결과로 그림 5와 같이 DLC 테스트 40 km/h 조건에서 Simulation 1과 Simulation 2의 횡방향 가속도는 실차시험 결과와 유사한 값을 나타냈으며, 그림 6에서 Simulation 1의 횡방향 경로 오차는 테스트 종료 시점인 135m 지점에서 약 1.2m 로 나타났다. Simulation 2의 경로는 주행시험 결과와 유사하게 나타났다.

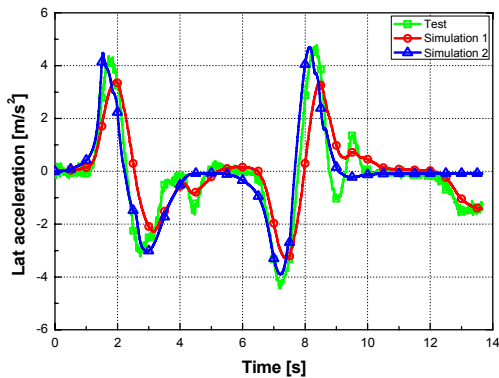


그림 5. DLC 40km/h의 횡방향 가속도 특성  
 Fig. 5. The characteristics of lat acceleration at DLC 40km/h

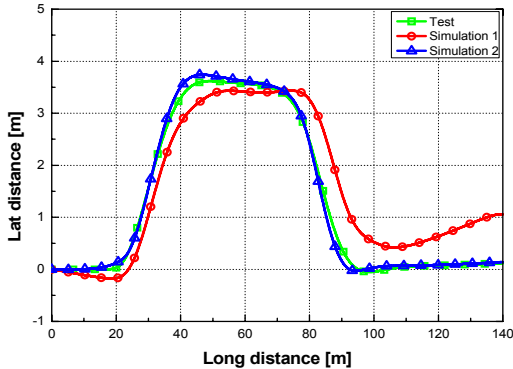


그림 6. DLC 40km/h의 차량주행경로 특성  
 Fig. 6. The characteristics of vehicle path at DLC 40km/h

### 2. 60km/h 더블레인체인지 테스트의 주행 특성

그림 7과 그림 8은 주행속도 60km/h에서 더블레인체인지 테스트에 대한 횡방향 가속도 및 주행경로의 특성을 나타낸 것이다. 그 결과로 그림 9에서 약 2.1s 부분의 횡방향 가속도를 비교했을 때 시험결과는  $-6.6 \text{ m/s}^2$ ,

을 나타낸 것이다. 그 결과로 DLC 테스트 60km/h 조건에서 Simulation 1의 횡방향 가속도 및 주행경로가 DLC 40km/h 조건에서는 유사한 결과를 보였던 반면 각 피크 점에서 약  $2 \text{ m/s}^2$ 의 편차를 나타냈다. 이는 조향각에 의한 경로 결정을 위한 식 (3)에서 나타낸 것과 같이 차량의 속도에 따라 조향각 유지 시간을 결정하는 PC-Crash의 조향 특성으로 인하여 급격한 조향속도를 정확히 반영하지 못한 것으로 확인되었다.

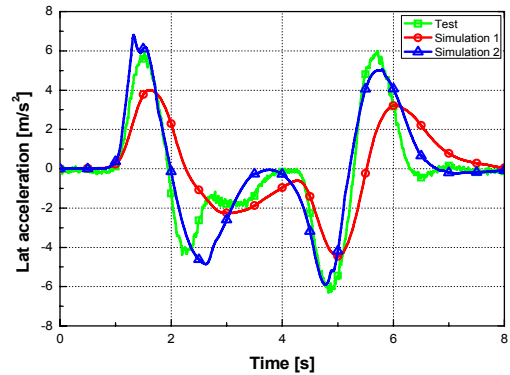


그림 7. DLC 60km/h의 횡방향 가속도 특성  
 Fig. 7. The characteristics of lat acceleration at DLC 60km/h

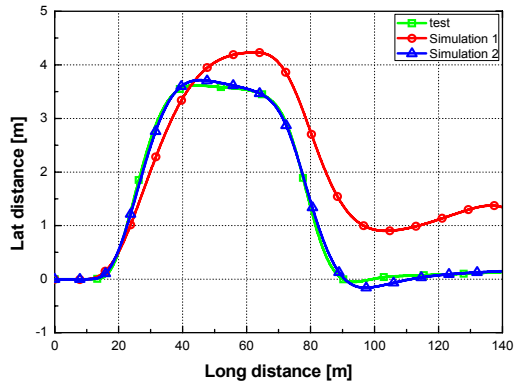


그림 8. DLC 60km/h의 차량주행경로 특성  
 Fig. 8. The characteristics of vehicle path at DLC 60km/h

### 3. 80km/h 더블레인체인지 테스트의 주행 특성

그림 9와 그림 10은 주행속도 80km/h에서 더블레인체인지 테스트에 대한 횡방향 가속도 및 주행경로의 특성을 나타낸 것이다. 그 결과로 그림 9에서 약 2.1s 부분의 횡방향 가속도를 비교했을 때 시험결과는  $-6.6 \text{ m/s}^2$ ,

Simulation 2의 결과는  $-6.2 \text{ m/s}^2$ 으로 유사하게 나타났으나 Simulation 1은 2.7s 부분에서  $-2.7 \text{ m/s}^2$ 으로 큰 차이를 보였으며, 그림 14에 나타난 주행경로의 경우 약 2.1s에 해당하는 40m 부근에서 Simulation 1의 경로가 주행시험 경로와 급격한 변화를 나타내는 것으로 확인되었다.

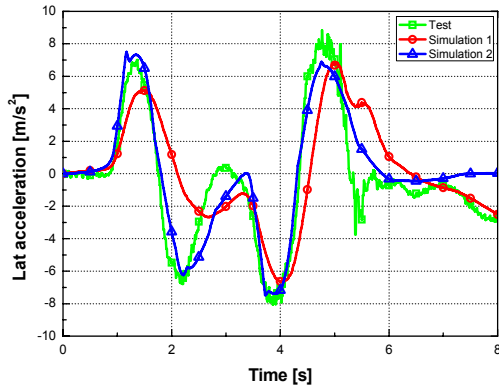


그림 9. DLC 80km/h의 횡방향 가속도 특성  
Fig. 9. The characteristics of lat acceleration at DLC 80km/h

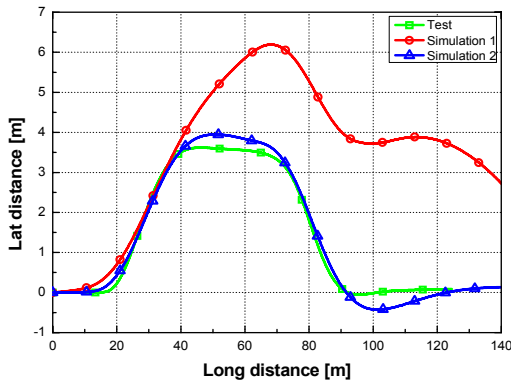


그림 10. DLC 80km/h의 차량주행경로 특성  
Fig. 10. The characteristics of vehicle path at DLC 80km/h

#### 4. 90km/h 더블레인체인지 테스트의 주행 특성

그림 11과 그림 12는 주행속도 90km/h에서 더블레인 체인지 테스트에 대한 횡방향 가속도 및 주행경로의 특성을 나타낸 것이다. 그 결과로 그림 11에서 약 1.1s의 횡방향 가속도 값이 최대값에 미치지 못하였다. 또한 약 2s 지점에서 Simulation 1의 횡가속도 그래프를 실차 시험과 비교했을 때 약  $2 \text{ m/s}^2$ 의 오차가 발생하여 차선 변

경 후 조향의 복귀가 적절히 이루어지지 않은 것으로 확인되었다. 그로 인하여 그림 12과 같이 차선 변경 후 유지해야 하는 40~60m 구간에서 오차가 발생하는 것이 확인 되었다. 이는 급격한 조향의 발생으로 인하여 차량의 횡가속도 증가로 인한 슬립의 발생으로 나타난 현상이다.

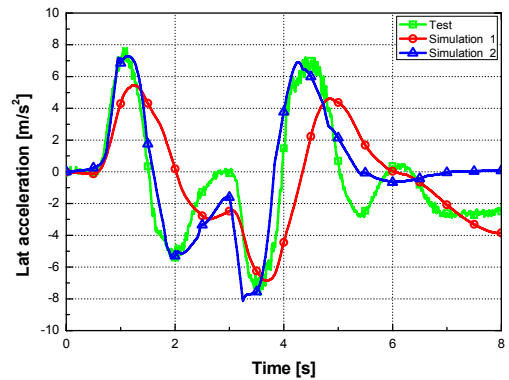


그림 11. DLC 90km/h의 횡방향 가속도 특성  
Fig. 11. The characteristics of lat acceleration at DLC 90km/h

DLC 테스트의 시뮬레이션은 그림 5와 그림 6의 차량 속도 40km/h의 경우에 Simulation 1, 2 모두 유사한 경로 재현성을 보였으나 차량속도 60km/h부터 경로의 오차가 점점 증가하여 90km/h에서 최대 오차가 발생하였다. 횡방향 가속도 역시 실제 실험값과 비교했을 때 Simulation 1의 결과 값이 실차 시험결과 값보다 낮게 나타났다.

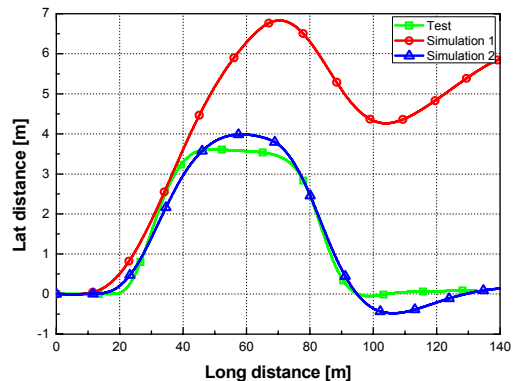


그림 12. DLC 90km/h의 차량주행경로  
Fig. 12. The characteristics of vehicle path at DLC 90km/h

### 5. 50km/h 슬라롬 테스트의 주행 특성

그림 13과 그림 14는 주행속도 50km/h에서 슬라롬 테스트에 대한 횡방향 가속도 및 주행경로의 특성을 나타낸 것이다. 본 연구의 실차시험에 사용된 쏘렌토R 차량은 Vehicle Dynamic Control(VDC) System 장착차량으로 VDC는 차량의 급격한 선회운동으로 인한 위험상황 발생시 브레이크의 자동 작동으로 차량의 조종 안전성을 확보하는 장치이다. 본 실험을 진행하는데 있어 DLC 테스트와는 달리 슬라롬 테스트는 급격하게 좌·우 조향을 반복하며 주행하는 시험으로 차량 전복의 위험이 있어 시험 속도를 50km/h로 제한하였다. 또한 DLC 테스트 결과 60km/h 이하의 속도 조건에서는 속도에 따른 경로의 오차가 크지 않은 것으로 확인되어 슬라롬 테스트는 테스트가 가능한 최대속도인 50km/h 1회만 진행하였다.

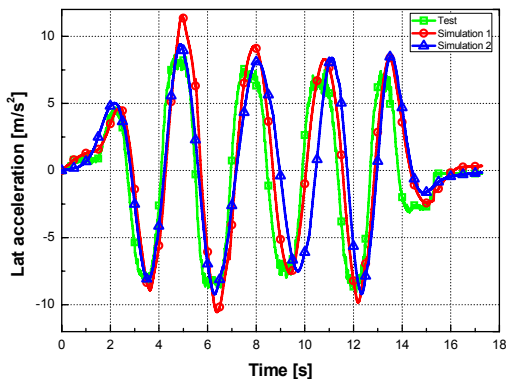


그림 13. 슬라롬 50km/h의 횡방향 가속도특성  
 Fig. 13. The characteristics of lat acceleration at slalom 50km/h

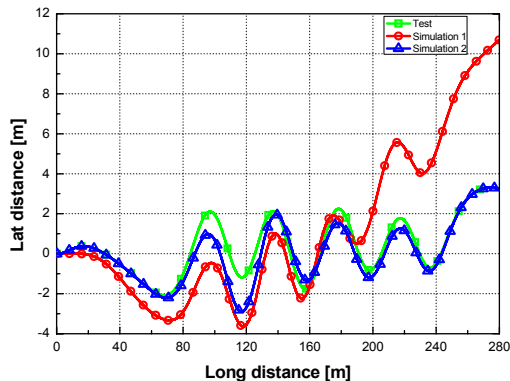


그림 14. 슬라롬 50km/h의 차량주행경로 특성  
 Fig. 14. The characteristics of vehicle path at slalom 80km/h

슬라롬 테스트의 시뮬레이션 결과에서 Simulation 2는 비교적 유사한 경로 재현성을 보였으나 Simulation 1은 약 200m 지점에서부터 실제 경로와 큰 차이가 발생하였다. 두 가지 시뮬레이션 모두 실제 주행시험의 속도와 시뮬레이션의 속도는 일치하였으나 횡가속도와 주행경로의 차이가 나타났다. 전체적인 특성 그래프를 비교하였을 때 Simulation 1 보다 Simulation 2가 횡가속도와 주행경로 모두 실제 주행시험의 결과와 더 유사한 것을 확인 하였다.

### 6. 시뮬레이션 결과 분석

그림 15는 시뮬레이션 완료 후 각 테스트별 최대 오차를 나타낸 것이다. 더블레인체인지 테스트 Simulation 1의 경우 최대 5.092m, 최소 1.234m의 오차가 발생하였고, Simulation 2는 최대 0.506m, 최소 0.16m의 오차가 발생하였다. 슬라롬 테스트는 Simulation 1은 7.51m, Simulation 2는 1.71m의 오차가 발생하였다. DLC 조건 Simulation 1은 속도가 증가함에 따라 오차도 증가하였으며, Simulation 2 역시 속도의 증가에 따라 오차가 증가하였으나 증가량이 Simulation 1에 비해 미미한 수준이었다.

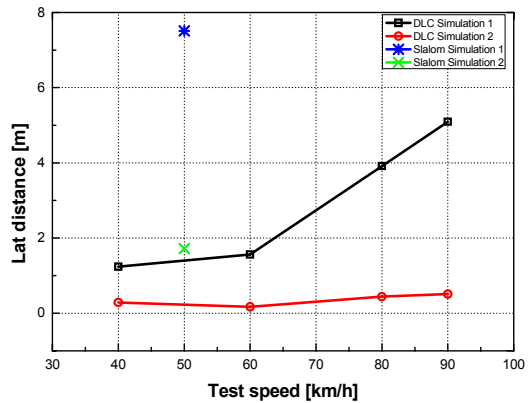


그림 15. 시뮬레이션 오차  
 Fig. 15. The error of simulation

본 연구에서 사용된 사고재현 프로그램인 PC-Crash는 조향각을 입력변수로 시뮬레이션을 수행할 때 고속 선회에서의 차량거동 특성을 정확히 반영하지 못하였고, 또한 조향기어비는 핸들의 회전각도와 상관없이 항상 일정한 조향기어비와 조향 핸들의 핸들 각도에 따라 조향각도가 변하는 가변 조향기어비로 구분되는데 PC-Crash

의 경우 일정 조향기어비 방식으로 적용되므로 가변 조향기어비 차량의 특성을 정확히 반영하는데 한계가 있다. Simulation 2의 평균 오차는 약 0.348m로 Simulation 1의 2.951m 보다 2.602m 작게 나타났다. 일반적으로 교통사고에서 논란이 되는 차선변경 또는 중앙선 침범사고의 오차를 만족하지는 못하지만 기존의 분석자료로 활용하던 GPS 위치의 오차인 수 m 단위 보다 정확한 결과를 얻을 수 있었다.

## V. 결론

본 연구에서는 차량의 운행기록 정보를 이용하여 사고 전 최적의 경로를 찾기 위한 연구를 PC-Crash프로그램을 이용하여 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 가속도와 조향각 데이터를 이용하여 시뮬레이션한 결과로 속도가 증가함에 따라 주행경로의 오차가 증가함을 알 수 있었다.
- (2) 가속도 데이터를 PC-Crash프로그램에 입력할 때 차량의 선회로 인한 저항으로 종방향 가속이 감소되므로 종방향 가속도 입력 시 수치의 보정이 필요한 것으로 확인되었다.
- (3) 가속도와 주행경로를 입력하여 차량의 횡가속도 값을 최적화하는 방법으로 시뮬레이션을 수행하였을 때 최적의 차량경로 재현성을 보였다.
- (4) 운행기록 정보를 이용한 교통사고의 분석을 위하여 사고기록장치에서 출력된 데이터의 보정을 통한 최적화 작업이 필요한 것으로 확인 되었다.

## References

- [1] Jong-cheol Bag, Jong-chan Park, Yong-min Ha "Report on the Performance Test of Accident Data Recorder(ADR) and Accident Reconstruction Program(AReP)", Korean Journal of Forensic Scienc, 2003
- [2] "Car Black Box Market Outlook and Business Strategy for Seeking a Comprehensive, IRS Global, 2014
- [3] Gi-ok Park, Hee-june Kim, Ji-hyun Song, Yun-Seon Hong, Hea-boung Kwon "Trend of Technology of Event Data Recorder", The Korean Society of Automotive Engineers, 2011
- [4] Kyoung-soo Yang, Won-hee Lee, In-hwan Han, "Compensation of Errors on Car Black Box Records and Trajectory Reconstruction Analysis", Transactions of KSAE, 2004
- [5] In-hwan Han, "Reconstruction Analysis of Multi-Car Rear-End Collision Accidents:Empirical/Analytical Methods, and Application of Video Event Data Recorder", Korean Society of Transportation, 2012
- [6] Sung-Hoon Yang, Hak-Yong Lee and Jun-Kyu Yoon, "A Study on Turning Characteristics of Vehicle Based on Parameters of Curved Road", Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 13, No 2, pp. 25-32, 2013. <http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.2.25>
- [7] Peter Niehoff, Hampton C.Gabler, John Brophy, Chip Chidester, John Hinch, Carl Ragland, "Evaluation of Event Data Recorders in Full Systems Crash Tests", National Highway Traffic Safety Administration United States, <http://www.nhtsa.gov/>, 2005
- [8] Hong-seok Lee, "Research and Development of New Program for Accident Reconstruction from Digital Tachograph Data", National Forensic Service Report, 2011
- [9] Vector Informatik GmbH, "Product Information CANoe " Site; <https://vector.com/>
- [10] "Korean New Car Assessment Program", Korea Automobile Testing & Research Institute, <http://www.car.go.kr/jsp/kncap/result2013.jsp?year=2009>, 2009
- [11] "New Car Assessment Program Frontal Barrier Impact Test", National Highway Traffic Safety Administration, <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/VSR/veh/QueryVehicle.aspx>, 2009



## 저자 소개

### 백 세 룡(정회원)



- 2011년 : 경원대학교 기계·자동차 공학과 학사
- 2013년 ~ 현재 : 가천대학교 대학원 기계공학과 재학 중
- <주관심분야: 자동차 사고분석>
- e-mail : nugudang@naver.com

### 조 정 권(정회원)



- 2000년 : 서울과학기술대학교 기계공학과 학사
- 2002년 : 고려대학교 기계공학과 석사
- 2014년 ~ 현재 : 가천대학교 대학원 기계공학과 박사과정 재학 중
- <주관심분야 : 지능형 교통시스템, 자동차사고분석>
- E-mail : kotsa2066@hanmail.net

### 박 중 진(정회원)



- 2003년 ~ 현재 : 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소 이공학과 교통사고분석실 재직 중
- <주관심분야: 자동차사고분석>
- E-mail: vortex@korea.kr

### 임 중 한(정회원)



- 1995년 ~ 현재 : 가천대학교 기계공학과 교수
- <주관심분야: 미래형자동차, 지능형자동차 IT분야>
- E-mail : kkjong@gachon.ac.kr