

## 진행 궤적 분석을 통한 사고 발생 원인 추정

최홍주<sup>1</sup>, 오혜지<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>상지대학교 전자공학과, <sup>2</sup>상지대학교 호텔컨벤션경영학과

### Estimation of the cause of the accident by analyzing the progress trajectory

Hong-Ju Choi<sup>1</sup>, Hye-Ji Oh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electronic Engineering, Sangji University

<sup>2</sup>Dept. of Hotel Convention Management, Sangji University

**요약** 본 연구에서는 좌로 굽은 도로 우측의 마을 표지석을 사고 차량 전면 부위로 충돌하여 운전자가 사망한 단독 사고를 분석하였다. 기상 상황, 도로 선형, 노면 상태, 운전자 인지 능력 및 운전자 시야 등을 검토한 후 PC-CRASH를 이용한 모의 충돌 실험 자료에 근거하여 충돌 유효 속도와 사고 차량의 진행 궤적을 도출하고 교통사고 원인을 분석했다. 기상 상황, 도로 선형, 노면 상태, 운전자 인지 능력 및 운전자 시야 등이 자동차 운전엔 특별한 영향을 미칠 수 있는 상태는 아니었다. 충돌 유효 속도 산출 방법을 적용하여 구한 유효 충돌 속도는 약 103.2 km/h이고, PC-CRASH를 이용한 시뮬레이션 추정 속도는 102 km/h이다. 시뮬레이션을 통하여 추정된 사고 차량 진행 궤적은 사고 차량이 좌로 굽은 차로로 진입할 때 핸들을 좌측으로 조작하여야 하나, 핸들을 우측으로 조작하여 도로를 이탈한 것이다. 또한, 사고 차량이 좌로 굽은 차로로 진입할 때 충돌 직전 속도를 가속한 상태에서 도로를 이탈하여 노면에 설치된 마을 표지석을 충돌한 사고이다.

**Abstract** An accident in which the driver died due to the front end of the vehicle colliding with a village sign was analyzed. The village sign was on the right side of a road curving to the left. The weather conditions, road alignment, road surface conditions, driver's recognition ability, driver's vision, etc., were reviewed. However, they were found not to be conditions that could have a special effect on driving a vehicle. Based on the simulated collision experiment data using PC-CRASH, the vehicle's effective collision speed and progress trajectory were derived, and the cause of the traffic accident was analyzed. The effective collision speed obtained using the collision effective speed calculation method is about 103.2 km/h, and the simulation estimated speed using PC-CRASH is 102 km/h. The vehicle's trajectory estimated through simulation was that when the vehicle enters a road that curves to the left, the handle must be operated to the left, but the handle was manipulated to the right to exit the road. The vehicle followed this trajectory and collided with a village sign installed on the roadside while accelerating before the collision.

**Keywords** : Accident Reconstruction, Collision Speed, PC-CRASH, Progress Trajectory, Skid Mark, Traffic Accident Analysis, Yaw Mark

\*Corresponding Author : Hye-ji Oh(Sangji Univ.)

email: hyeji@sangji.ac.kr

Received August 31, 2021

Accepted January 7, 2022

Revised October 20, 2021

Published January 31, 2022

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

교통사고 후 책임 여부에 따라 사법적, 행정적 제재를 받게 되므로 정확한 사고 원인 분석 및 재현이 이루어지지 않으면 당사자 간 분쟁뿐만 아니라 사회문제로 대두될 수 있다[1]. 특히, 운전자가 사망하거나 목격자 및 영상 정보가 없을 때 사고 원인 규명은 더욱 어려워진다.

교통사고는 인적 요인, 차량 요인, 도로 환경 요인 등 다양한 요인들이 복합적으로 상호 작용하여 발생한다. 교통사고 원인 분석을 위한 교통사고 재현은 사고 후 획득한 객관적 물적 자료를 토대로 역추적하는 방법을 사용한다. 사고 재구성 시 고려할 요소로는 진행 속도, 기상 상황, 노면 상태, 도로 선형, 운전자 인지 반응 및 운전자 시야 등이 있다[2-5].

임상현 등은 PC-CRASH의 충돌 최적화 기능을 이용한 사고 재구성 및 충돌 속도를 추정하였고[6], 김종덕 등은 PC-CRASH를 이용한 교통사고 충돌 해석의 신뢰성을 연구하였다[7]. 한인환은 보행자-차량 충돌 사고에서 차량 충돌 속도를 정확하게 추정할 수 있는 방법을 연구하였고[8], 김예은 등은 운전자의 전방 미주시로 인한 사고 재현을 연구하였다[9]. 항순천 등은 운전자 인지기능이 주행행태에 미치는 영향을 연구하였고[10], 박수진 등은 도로 기하 구조와 기상 상태가 교통사고 심각도에 미치는 영향을 연구하였고[11].

### 1.2 연구 범위 및 방법

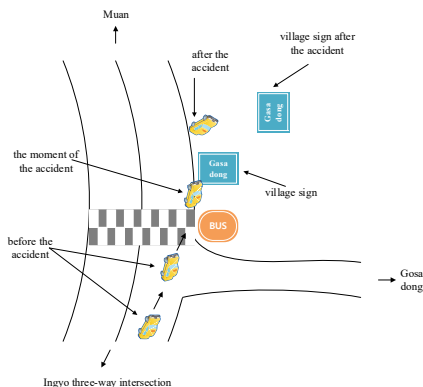


Fig. 1. Accident Site Map

사고 차량은 Fig. 1처럼 인교 삼거리 방면에서 무안 소재지 방향으로 30번 지방도 편도 1차로를 따라 미상의 속도로 진행하던 중 사고 지점 좌로 굽은 곡선 구간에 이

르러 도로 선형에 따른 핸들 조향을 하지 못하고, 도로 우측에 세워놓은 마을 표지석을 전면 부위로 충돌하여 운전자가 사망한 단독 사고로 사고 발생 원인에 대하여 다툼이 있다.

본 연구에서는 도로 선형, 기상 상황, 노면 상태, 운전자 인지 반응 및 운전자 시야 등을 검토한 후 컴퓨터 시뮬레이션(PC-CRASH)을 이용한 모의 충돌 실험을 진행하고, 모의 충돌 실험 자료에 근거하여 충돌 유효 속도와 사고 차량 진행 궤적을 도출하고 교통사고 원인을 분석하였다.

사고 차량이 진행 반대 차로에서 핸들을 우측으로 조작했을 때, 진행 차로에서 핸들을 우측으로 조작했을 때 및 진행 차로에서 도로 선형에 따라 핸들을 조작했을 때 등 3가지 경우를 가정하여 모의 충돌 실험을 진행하였다.

## 2. 충돌 속도 및 진행 궤적 추정

### 2.1 충돌 속도 추정

사고 차량은 경차이고 구조적으로 외부 충격에 대해 차체가 취약한 차종이다. 에어백이 전개되어도 높은 충돌 속도에서 충돌 시 운전자에게 가해지는 충격력이 상당하므로 충격 쇼크사로 사망에 이를 개연성이 매우 높고, 안전벨트를 착용하지 않을 때는 신체 손상을 가중시킬 수 있다. 사고 차량의 제원은 Table 1과 같다.

Table 1. Vehicle specification

List	Vehicle
Length [mm]	3,598
Width [mm]	1,595
Height [mm]	1,520
Wheel base [mm]	2,375
Front tread [mm]	1,410
Rear tread [mm]	1,417
Weight [kg]	925

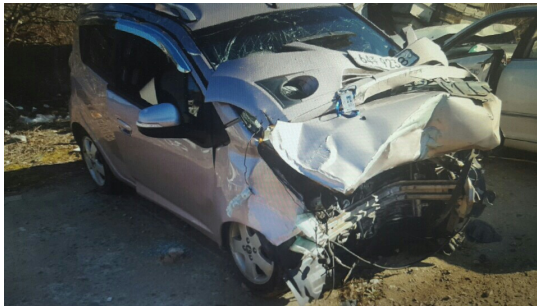
사고 구간은 좌로 굽은 곡선 구간의 편도 1차로 도로이고 노면은 비교적 평탄한 상태이다. 충돌 지점에서 약 100 m 후방 도로 우측에 '좌로 굽은 도로'를 알리는 표지가 설치되어 있고, 사고 지점 부근 마을 입구 삼거리 교차로 부근에 이르면 도로 우측에 '도로 선형'을 알리는 표지가 설치되어 있다. 도로 노면은 비교적 평탄하고 도

로 선형에 따른 시야 장애는 없다. 사고 구간 곡선 반경은 약  $R \approx 263$  m이다. 편도 1차로의 지방도이므로 최고 제한 속도는 약 60 km/h이다.



Fig. 2. Satellite picture

Fig. 2는 사고 구간의 도로 선형, 도로 구조 등에 대한 위성 사진으로 화살표는 사고 차량의 진행 방향이고, \* 표시는 충돌 예상 지점이다. 사고 차량의 최종 위치는 특정되지 않았고, 사고 발생 전후 급제동한 타이어 흔적은 없었다.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 3. Damage of vehicle

(a) Front (b) Left front (c) Right side and rear  
(d) Left side and rear

Fig. 3에서 보는 것처럼 사고 차량의 앞 범퍼와 보닛 패널 부위에 직접 충돌로 인한 손상 흔적이 집중적으로 관찰되었다. 좌우 측면 부위와 후미 부위 등에 직접 충돌로 인한 손상 흔적은 없는 형태이다.

Fig. 3은 도로 우측의 마을 표지석을 사고 차량이 전면 부위로 충돌했을 때의 파손 부위를 보인 것이라고 할 수 있다. 즉, 마을 표지석과의 충돌 이외의 다른 차량 또는 장애물과의 충돌은 없었던 것으로 판단할 수 있다.

사고 지점의 도로 교통량은 한산한 편이고 사고 장소에 CCTV 등은 없다. 사고 구간은 좌로 굽은 차로 선형을 가지고 있어 정상적으로 진행하기 위해서는 좌로 핸들을 조작하여야 하지만, 사고 차량 운전자가 핸들을 우측으로 조작하여 도로 우측의 마을 표지석을 전면 부위로 충돌한 상황이라 할 수 있다.

불안정한 대기는 운전자 가시거리를 감소시키고, 비나 눈은 차량과 도로 간 마찰력을 감소시켜 교통사고를 유발한다. 또한, 악천후 시 사망사고 발생 빈도는 맑은 날 씨보다 높게 나타난다[3]. 도로교통법시행규칙 제19조에 따르면 비·눈·안개 등으로 인한 악천후 시 도로를 주행하는 운전자는 20%~50% 감속 운행해야 한다.

Table 2. Meteorological Agency observation data

Time	20:00	19:00	18:00	17:00	16:00
1 hour precipitation [mm]	0	0	0	0	0
Daily precipitation [mm]	0	0	0	0	0
Temperature [°C]	12.4	12.3	13.8	14.6	15.0
Wind direction [°]	321.6	294.6	306.0	54.8	60.8
	NNW	WNW	WNW	NE	ENE
Wind speed [m/s]	0.0	1.0	0.0	0.4	1.0
Humidity [%]	79	75	62	60	59

Table 2에 보인 사고 발생 시간 전후의 기상청 관측 자료에 의하면 사고 당시 날씨는 비가 오지 않은 맑음 상태였으므로 노면은 건조한 상태였던 것으로 파악된다. 기온은 13.8 °C 정도로 자동차 운전엔 특별한 영향을 미칠 수 있는 상태는 아니었다.

교통사고 발생 원인 분석에 있어 운전자가 위험 상황을 먼저 인지하고 반응하였는지가 사고 회피 가능성 여부를 판단할 수 있는 근거가 되므로 매우 중요하다[5]. 위험에 처한 운전자는 위험 요소 즉, 충돌 대상을 인지하였을 때 특별한 인식 저항이 없을 때 조건 반사적으로 충돌을 피하기 위하여 의도적 조향 조작 및 제동 장치를 작동함으로써 충돌 대상으로부터 피해를 최소화하기 위한

행동을 한다. 이때 노면에 급조향 조작에 따른 타이어 요마크(yaw mark)나 급제동에 따른 스킨드마크(skid marks)가 발생한다[12-14].

사고 현장에는노면 흔적이 발생하지 않았다. 즉, 마을 표지석을 충돌하기 전에 급브레이크를 밟아 발생시키는 스킨드마크가 노면에 없고, 도로 이탈 시 복귀하려고 조향 핸들을 조작하였을 때 발생하는 요마크도 없었다. 이는 마을 표지석을 충돌하기 직전까지 급제동이나 핸들 조작이 없었다는 것을 의미한다.

스킨드마크의 길이에 따라 사고 당시 속도를 추정할 수 있지만, 사고 발생 전후 급제동한 타이어 흔적은 없었으므로 추정할 수 없다. 그러므로 본 연구에서는 사고 차량의 소성 변형량을 토대로 충돌 유효 속도 산출 방법을 적용하여 Eq. (1)과 같이 구하고자 한다.

$$V \approx 105.3 X \tag{1}$$

Where,  $X$  denotes average depth of damage

Eq. (1)은 사토(佐藤)가 제안한 충돌 속도 산정 모형으로 중형 및 소형차에 적용할 수 있다[2,15,16]. 사고 차량의 평균 손상 깊이가 약 0.98 m이므로 Eq. (1)에 대입하면 유효 충돌 속도는 약 103.2 km/h이다.

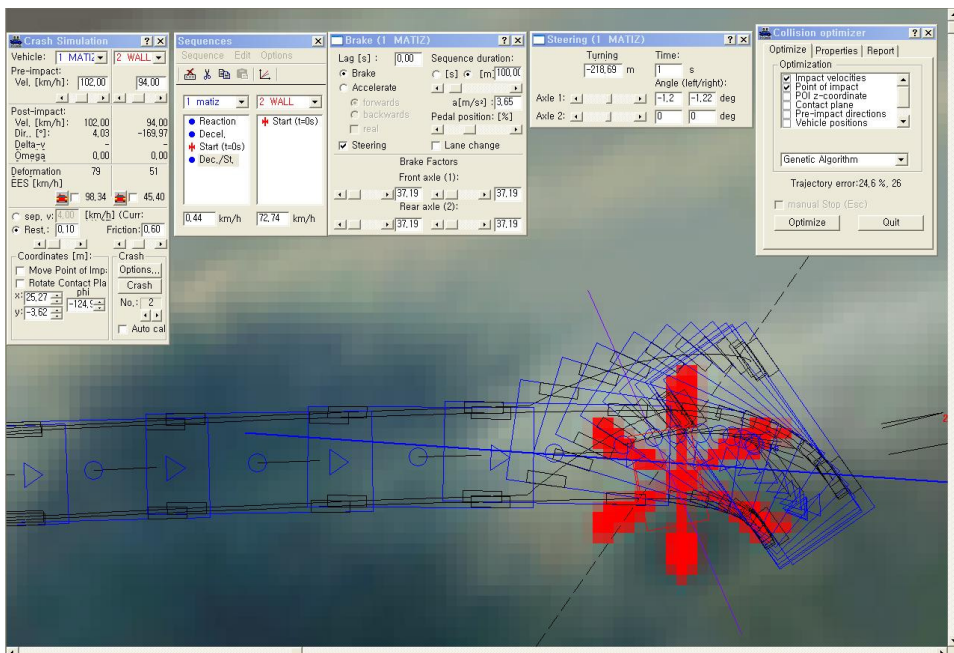


Fig. 4. Simulation 1

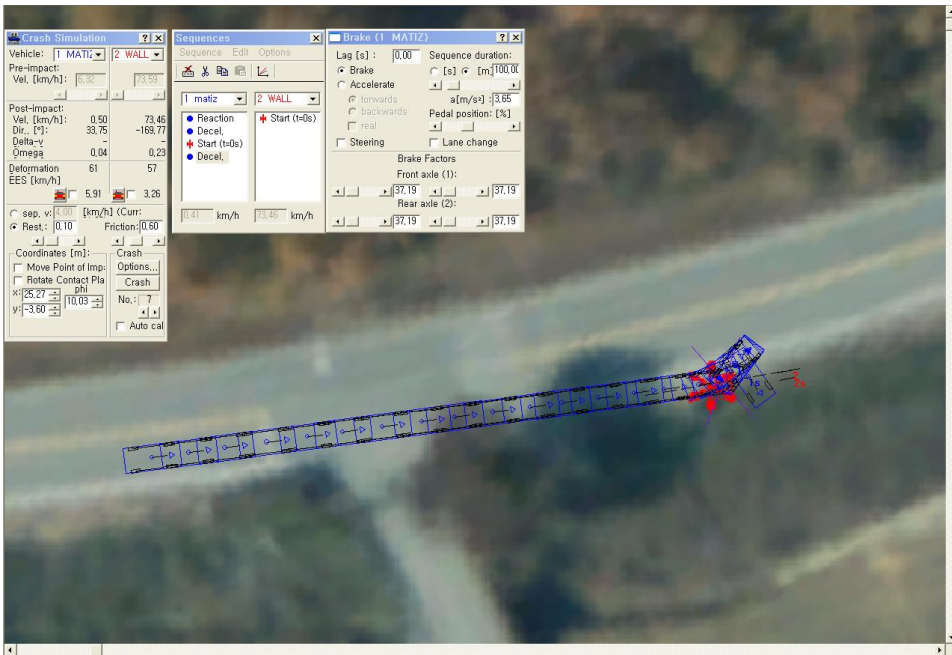


Fig. 5. Simulation 2



Fig. 6. Simulation 3

## 2.2 모의 충돌 실험

교통사고 분야에서 사고 재구성에 사용하는 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램 PC-CRASH[17]를 이용하여 사고 차량의 진행 궤적을 분석하였다. PC-CRASH는 사고에 대한 역학적 해석 및 3차원 사고 재구성을 할 수 있다 [18,19]. 모의 충돌 실험은 사고 차량이 진행 반대 차로에서 핸들을 우측으로 조작했을 때, 진행 차로에서 핸들을 우측으로 조작했을 때 및 진행 차로에서 도로 선형에 따라 핸들을 조작했을 때 등 3가지 경우를 가정하여 행하였다.

Fig. 4는 사고 차량이 진행 반대 차로에서 핸들을 우측으로  $-1.40^\circ$  조향했을 때 도로를 이탈하여 마을 표지석을 충돌한 경우이다. 사고 차량의 충돌 속도는 102 km/h로 분석되었다. Eq. (1)에서 구한 값 약 103.2 km/h와 거의 일치한다. Fig. 4의 시뮬레이션 값은 Table 3, 4와 같다.

Table 3. Start value of simulation 1

START VALUES	vehicle	wall
Velocity magnitude $v$ [km/h]	102.00	0.00
Heading angle $[\circ]$	4.03	-169.97
Velocity direction $\beta$ $[\circ]$	4.03	190.03
Yaw velocity [rad/s]	0.00	0.00
Center of gravity $x$ [m]	-7.79	29.70
Center of gravity $y$ [m]	-5.31	-2.84

Table 4. End value of simulation 1

START VALUES	vehicle	wall
Velocity magnitude $v$ [km/h]	0.51	0.00
Heading angle $[\circ]$	-55.17	-169.97
Velocity direction $\beta$ $[\circ]$	-55.26	190.03
Yaw velocity [rad/s]	0.00	0.00
Center of gravity $x$ [m]	26.71	29.70
Center of gravity $y$ [m]	-3.36	-2.84

Fig. 5는 사고 차량이 진행 차로에서 핸들을 우측으로  $-1.05^\circ$  조향했을 때 도로를 이탈하여 마을 표지석을 충돌한 경우이다. 사고 차량의 충돌 속도는 98 km/h로 분석되었다. Eq. (1)에서 구한 값 약 103.2 km/h와 약  $-5.02\%$ (약  $-5.2$  km) 정도의 오차가 발생하였다. Fig. 5의 시뮬레이션 값은 Table 5, 6과 같다.

Table 5. Start value of simulation 2

START VALUES	vehicle	wall
Velocity magnitude $v$ [km/h]	98.00	0.00
Heading angle $[\circ]$	7.57	-169.97
Velocity direction $\beta$ $[\circ]$	7.57	190.03
Yaw velocity [rad/s]	0.00	0.00
Center of gravity $x$ [m]	-11.13	29.70
Center of gravity $y$ [m]	-8.41	-2.84

Table 6. End value of simulation 2

START VALUES	vehicle	wall
Velocity magnitude $v$ [km/h]	0.50	0.00
Heading angle $[\circ]$	53.38	-169.97
Velocity direction $\beta$ $[\circ]$	28.63	190.03
Yaw velocity [rad/s]	0.04	0.00
Center of gravity $x$ [m]	26.16	29.70
Center of gravity $y$ [m]	-2.56	-2.84

Fig. 6은 사고 차량이 진행 차로에서 핸들을 좌측으로  $2.7^\circ$  조향했을 때 도로를 이탈하지 않고 정상 주행하는 궤적을 보인 것이다. Fig. 6의 시뮬레이션 값은 Table 7, 8과 같다.

Table 7. Start value of simulation 3

START VALUES	vehicle	wall
Velocity magnitude $v$ [km/h]	95.00	0.00
Heading angle $[\circ]$	7.71	-169.97
Velocity direction $\beta$ $[\circ]$	7.71	190.03
Yaw velocity [rad/s]	0.00	0.00
Center of gravity $x$ [m]	-11.25	29.70
Center of gravity $y$ [m]	-8.05	-2.84

Table 8. End value of simulation 3

START VALUES	vehicle	wall
Velocity magnitude $v$ [km/h]	73.71	0.00
Heading angle $[\circ]$	30.32	-169.97
Velocity direction $\beta$ $[\circ]$	28.38	190.03
Yaw velocity [rad/s]	-0.03	0.00
Center of gravity $x$ [m]	62.85	29.70
Center of gravity $y$ [m]	14.11	-2.84

Fig. 4~Fig. 6의 시뮬레이션 결과는 충돌 직전 속도를 높인 사고 차량이 좌로 굽은 차로로 진입하기 위해서 핸들을 좌측으로 조작하여야 하나, 핸들을 우측으로 조작하여 도로를 이탈하여 노면에 설치된 마을 표지석을 충돌한 사고인 것을 보여 준 것이다.

### 3. 결론

운전자가 사망하거나 목격자 및 영상 정보가 없을 때 사고 원인 규명은 매우 어렵다. 본 연구에서는 좌로 굽은 곡선 구간에 이르러 도로 선형에 따른 핸들 조향을 하지 못하고, 도로 우측에 세워놓은 마을 표지석을 사고 차량 전면 부위로 충돌하여 운전자가 사망한 단독 사고에 대하여 사고의 발생 원인을 분석하였다.

도로 선형, 기상 상황, 노면 상태, 운전자 인지 반응 및 운전자 시야 등을 검토한 후 PC-CRASH를 이용한 모의 충돌 실험을 통해 충돌 유효 속도와 사고 차량 진행 궤적을 도출하여 교통사고 원인을 분석하였다. 모의 충돌 실험은 사고 차량이 진행 반대 차로에서 핸들을 우측으로 조작했을 때, 진행 차로에서 핸들을 우측으로 조작했을 때 등 3가지 경우를 가정하여 진행하였다. PC-CRASH를 이용한 모의 충돌 실험을 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 소성 변형량을 토대로 충돌 유효 속도 산출 방법을 적용하여 구한 유효 충돌 속도는 약 103.2 km/h 이고, PC-CRASH를 이용하여 시뮬레이션 방식으로 추정된 속도는 102 km/h이다. 사고 지점은 편도 1차로의 지방도이므로 최고 제한 속도는 약 60 km/h이지만, 충돌 직전 속도를 높인 것으로 판단할 수 있다.
- 2) PC-CRASH를 이용하여 분석한 진행 궤적은 진행 반대 차로에서 핸들을 우측으로 조향한 것으로 보인다. 즉, 충돌 직전 속도를 높인 사고 차량이 좌로 굽은 차로로 진입할 때 핸들을 좌측으로 조작하여야 하나, 핸들을 우측으로 조작하여 도로를 이탈하여 노면에 설치된 마을 표지석을 충돌한 사고인 것으로 판단할 수 있다.
- 3) 졸음운전으로 인한 사고 가능성 등 정확한 사고 원인을 규명할 수는 없었지만, 사고 당시 기상 상황, 도로 선형, 노면 상태, 운전자 인지 능력 및 운전자 시야 등이 자동차 운전에서 특별한 영향을 미칠 수

있는 상태는 아니었다는 것을 확인하였고, 충돌 직전의 가속 및 핸들 오조작이 사고의 원인이라는 점을 확인한 것은 의미있는 성과이다.

향후 사고 현장의 객관적 물적 자료를 정확하고 세밀하게 수집하고 검토/분석하여, 교통사고 재현 및 사고 원인 분석의 신뢰도를 높여야 할 것으로 사료된다.

### References

- [1] Seok-Young Han, Wang-su Ha, "Establishment of Important Impact Parameters of Traffic Accident Reconstruction Program PC-CRASH", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 21, No. 2, pp. 155-164, 2003.
- [2] Chang-Pyoung Han, Hong-Ju Choi, "A study on the estimation of impact velocity of crashed vehicles in tunnel using compute simulation(PC-CRASH)", *J. Korea Society of Die & Mold Engineering*, Vol. 14, No. 4, pp. 40-45, 2020.
- [3] Dae-Sung Kim, Suk-Hee Ahn, Chae-Yeon Lee and Sang-Hoo Yoon, "Real-time data processing and visualization for road weather services", *Journal of Digital Convergence*, Vol. 18, No. 4, pp. 221-228, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.4.221>
- [4] Seong-Hwan Kim, Dong-Nyoung Kim, "A Study of Traffic Accident Risk Indices Analysis by highway Alignment Condition", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 46, pp. 1-6, 2004.
- [5] Hyun-Seo Han, Seung-Joon Lee, Ho-Yung Shim, Song-Hui Kim and Ji-Hyun Yang, "A Study on the Driver's Response Time Under Jaywalking Situation Using Simulator", *Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 28, No. 7, pp. 471-481, 2020.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.7467/KSAE.2020.28.7.471>
- [6] Sang-Hyeon Lim, Won-Taek Oh, Ji-Hun Choi, Jong-Chan Park, "Estimation Collision Speed of Vehicle by Using PC-CRASH Collision Optimizer", *Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 27, No. 12, 911-917, 2019.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.7467/KSAE.2019.27.12.911>
- [7] Jong-Duck Kim, Jun-Kyu Yoon, "Reliable Study on the Collision Analysis of Traffic Accidents Using PC-Crash Program", *The journal of the institute of internet, broadcasting and communication*, Vol. 12, No. 5, 115-122, 2012.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.5.115>
- [8] In-Hwan Han, "Reconstruction Analysis of Vehicle-pedestrian Collision Accidents: Calculations and Uncertainties of Vehicle Speed", *Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 19,

No. 5, 82-91, 2011.

- [9] Ye-Eun KIM, Seong-Jin CHOI, Hwa-Soo YEO, "A Study on Development of a Car-following Model for Accident Simulation Caused by Driver Distraction", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 37, No. 1, 39-50, 2019.
- [10] Soon-Cheon HWANG, Dong-Min LEE, Sun-Hoon KIM, Do-Hoon KIM, , "Driving Performance Evaluation Based on Cognitive Abilities Using a Driving Simulator", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 38, No. 5, 375-389, 2020.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.7470/jkst.2020.38.5.375>
- [11] Su-Jin Park, Seung-Young Kho, Ho-Chul Park, "The Effects of Road Geometry on the Injury Severity of Expressway Traffic Accident Depending on Weather Conditions", *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, Vol. 18. No. 20, 12-28, 2019.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.12815/kits.2019.18.2.12>
- [12] Yong-Han Woo, "Terminology for Tire Mark", *Korean Society of Transportation*, Vol. 4, No. 2, pp. 197-199, 2007.
- [13] Hee-Hong Chae, Jong-Han Lim, "Analysis for Traffic Accidents against Car-Pedestrian on Simulation", *Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication*, Vol. 12 No. 3, pp. 115-121, 2012.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.7236/IJWIT.2012.12.3.115>
- [14] In-Hwan Han, "Analysis of Uncertainties in Estimation of Critical Speeds from Tire Yaw Marks", *Transactions of KSAE*, Vol. 23, No. 4, pp. 361-370, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7467/KSAE.2015.23.4.361>
- [15] Satto, "The Power of Car Collision", *Automotive technology*, 21, 1967. pp. 906-909.
- [16] Seung-Bum Park, In-Hwan Han, "Using Frontal Crush for Collision Speed Estimation in Reconstruction Analysis of Uncertain Traffic Accidents", *Journal of Transport Research*, Vol. 17, No. 2, pp. 49-60, 2010.
- [17] Chang-Pyoung Han, Jeong-Hwan Cheon, Hong-Ju Choi, "The Estimation of Collision Speed at the Intersection using Simulation", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 22, No. 2, pp. 514-521, 2021.
- [18] Jong-chan Park, Jong-hyuk Kim, Won-taek Oh, Ji-hun Choi and Jong-jin Park, "Reliability Evaluation of EDR Data Using PC-Crash & Vbox", *Transactions of KSAE*, Vol. 25, No. 3, pp.317-325. 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.7467/KSAE.2017.25.3.317>
- [19] Chang-Pyoung Han, "Analysis of Intersection Signal Violation Accident Using Simulation", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 22, No. 1, pp. 424-430, 2021.

최 홍 주(Hong-Ju Choi)

[정회원]



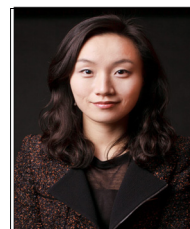
- 1995년 8월 : 건국대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 건국대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 2012년 3월 ~ 2019년 2월 : 상지영서대학교 국방정보통신과 교수
- 2020년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 전자공학과 교수

<관심분야>

안테나 설계, RF 회로 설계, 이동통신시스템 등

오 혜 지(Hye-Ji Oh)

[정회원]



- 2010년 2월 : 세종대학교 대학원 호텔경영학과 (외식경영 석사)
- 2016년 2월 : 세종대학교 대학원 조리외식경영학과 (외식경영 박사)
- 2014년 4월 ~ 2019년 2월 : 상지영서대학교 호텔제과제빵바리스타과 교수
- 2020년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 호텔컨벤션경영학과 교수

<관심분야>

외식경영, 관광경영, 호텔외식 비즈니스 등